

PENGURANGAN KESESAKAN LALU LINTAS MELALUI KAWALAN
LAMPU ISYARAT BERASASKAN INTEGRASI IMEJ DAN LOGIK KABUR

AMIR HAMZAH

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

PENGURANGAN KESESAKAN LALU LINTAS MELALUI KAWALAN
LAMPU ISYARAT BERASASKAN INTEGRASI IMEJ DAN LOGIK KABUR

AMIR HAMZAH

Tesis ini dikemukakan sebagai memenuhi
syarat penganugerahan ijazah
Doktor Falsafah

Fakulti Teknologi dan Informatik Razak
Universiti Teknologi Malaysia

DISEMBER 2020

DEDIKASI

Khas buat Almarhum ayahanda, Drs Baharuddin Pohan dan Almarhumah Ibu Sukartika Kusumahardja, Isteri tercinta Rohani Hamim,SE, serta anak yang dikasihi Maeko Shinita Pohan, pencapaian ke tahap ini adalah berkat doa dan restu kalian.

Buat Penyelia yang dedikasi PM Ts Dr. Liza Abdul Latiff dan Dr. Rudzidatul Akmam Dziyauddin, terima kasih atas segala bantuan dan tunjuk ajar. Semoga jasa kalian semua diberkati Allah SWT.

PENGHARGAAN

Dalam menyediakan tesis ini, saya telah berhubung dengan ramai penyelidik, ahli akademik dan profesional Kejuruteraan Elektrik. Mereka telah mendorong saya untuk memilih tajuk tesis ini bagi memahami permasalahan kesan mengatasi kesesakan di persimpangan jalan dengan lebih mendalam. Penghargaan ikhlas saya khususkan kepada penyelia utama iaitu PM Ts Dr. Liza Abdul Latiff atas bimbingan dan panduan di sepanjang pengajian Ph.D ini. Terima kasih yang tidak terhingga juga ditujukan kepada penyelia bersama iaitu Dr. Rudzidatul Akmam Dziyauddin dan Profesor Ir. Dr. Agus Priyono atas bimbingan, nasihat, kritikan, persahabatan dan motivasi daripada mereka. Tesis ini tidak akan dapat siap ditulis tanpa sokongan dan minat mereka dalam membimbing saya

Saya amat bersyukur dengan adanya kerjasama antara Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN), Jakarta, Indonesia dan Universiti Teknologi Malaysia (UTM) yang membolehkan saya turut serta bagi program Ph.D ini. Terima kasih juga ditujukan kepada Pustakawan di UTM, pengarah dan pekerja Universitas Tama Jagakarsa, rakan sepengajian program Ph.D yang lain dan rakan akademik di ISTN dan Universitas Tama Jagakarsa.

Akhirnya, penghargaan ini ditujukan khas kepada keluarga besar saya di Indonesia terutama kepada yang tercinta Ibunda Sukartika Kusumahardja (Almarhumah), Istri Rohani SE, anak saya Maeko Shinita Pohan. Dan juga kepada Ketua Pembina Yayasan Pendidikan Jagakarsa Prof.Drs.H.Tama sembiring SE,MH, rektor Universitas Tama Jagakarsa Prof.Dr.H.M.Noor sembiring SE,MM. Dengan berkat sokongan dan doa saudara serta Keluarga Besar Universitas Tama Jagakarsa , sahabat-sahabat tercinta, Alhamdulillah tesis ini dapat diselesaikan.

ABSTRAK

Masa lampu isyarat di persimpangan ditentukan oleh pihak berkuasa tempatan berdasarkan kajian kepadatan kenderaan sahaja. Kesesakan lalu lintas biasanya tinggi di persimpangan terutama pada waktu puncak; namun, sistem semasa hanya menggunakan satu waktu purata sepanjang hari tanpa mengira jumlah kenderaan dan lebar jalan. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk meningkatkan aliran lalu lintas dengan mengawal lampu isyarat berdasarkan input pada jumlah kenderaan dan lebar jalan. Kajian ini membangunkan algoritma menggunakan peraturan logik kabur untuk masa lampu hijau. Algoritma ini dibangunkan berdasarkan dua input: jumlah kenderaan dan lebar jalan yang bersumber dari Peta *Google*, untuk menentukan masa lampu hijau. Kajian ini memberi masukan mengenai jumlah kenderaan dan lebar jalan di persimpangan Sala Benda dan Semplak di Bogor, Indonesia. Peraturan logik kabur yang dicadangkan telah mengetengahkan tiga kelas masa lampu hijau – lama, sederhana dan sebentar – berdasarkan jumlah kenderaan dan lebar jalan. Hasil ujian lapangan menunjukkan penurunan masa lampu hijau dari waktu semasa antara 9% hingga 91% di persimpangan Sala Benda dan antara 2.05% hingga 73.19% di persimpangan Semplak. Ringkasnya, kajian ini telah merumuskan masa lampu hijau yang optimum di setiap persimpangan berdasarkan jumlah kenderaan dan lebar jalan dan juga merumuskan tiga kelas masa lampu hijau. Algoritma dapat digunakan oleh pihak berkuasa tempatan yang lain untuk menentukan masa lampu isyarat hijau dalam meningkatkan aliran lalu lintas.

ABSTRACT

The timing of traffic lights at intersections is determined by the local authority based on the study of vehicle density only. Traffic congestion is commonly high at intersections particularly during the peak hours; however, current systems only use one standard green time throughout the day regardless of the number of vehicles and the road width. Therefore, this study aims to improve traffic flow by controlling traffic lights based on the input on the number of vehicles and road width. This study developed an algorithm using the fuzzy logic rules for the timing of green light. The algorithm was developed based on these two inputs: the number of vehicles and road width which was sourced from the Google Maps, to determine the timing of the green light. This study gathered the input on the number of vehicles and road width at Sala Benda and Semplak intersections in Bogor, Indonesia. The proposed fuzzy logic rules highlighted three classes of green light timing – long, medium, and short – based on the number of vehicles and road width. The field test results showed a reduction in green light timing from the present timing between 9% to 91% at the intersection of Sala Benda, and between 2.05% to 73.19% at the intersection of Semplak. In sum, this study has formulated an optimal green light timing in each intersection based on the number of vehicles and the road width, and also formulated three classes of green light timing. The algorithm can be used by other local authorities to determine the timing of green traffic light in improving traffic flow.

SENARAI KANDUNGAN

	TAJUK	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	SENARAI KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SINGKATAN	xiii
	SENARAI SIMBOL	xiv
	SENARAI LAMPIRAN	xv
BAB 1	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Cabaran Persimpangan Jalan Raya	2
	1.2.1 Pemasaan Lampu Trafik	3
	1.2.2 Penglapanan Kerosakan Lampu Trafik	3
	1.2.3 Penggunaan Lampu LED	4
	1.2.4 Cabang yang Pendek	4
	1.3 Pernyataan Masalah	5
	1.4 Objektif Penyelidikan	5
	1.5 Skop Penyelidikan	6
	1.6 Sumbangan Kajian	7
	1.7 Rangka Tesis	8
BAB 2	KAJIAN LITERATUR	9
	2.1 Pengenalan	9
	2.2 Gambaran Keseluruhan Tetapan Lampu Isyarat	9

2.3	Pemodelan Tempoh Lampu Isyarat	10
2.4	Pemantauan Trafik dan Penyelesaian	13
2.4.1	Pemantauan Trafik di Persimpangan	13
2.4.2	Penentuan Nyalaan Lampu Isyarat	14
2.5	Pemantauan Penyelarasan Mekanikal dan Persimpangan Lampu Isyarat Penyesuaian	18
2.6	Logic Kabur	20
2.7	Prosedur MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)	21
2.8	Rumusan Bab	29
BAB 3	METODOLOGI KAJIAN	31
3.1	Pengenalan	31
3.2	Pendekatan Kajian	31
3.3	Rangka Kerja Keseluruhan	33
3.4	Kajian Awal Sistem Lalu Lintas di Persimpangan	34
3.5	Faktor Peleraian Lalu Lintas	35
3.6	Cadangan Algoritma Kawalan Lampu Isyarat	36
3.6.1	Kaedah Penentuan Jumlah Kenderaan	37
3.6.2	Pemetaan Jalan Raya	40
3.6.2.1	Persimpangan Sala Benda Tiga Cabang	42
3.6.2.2	Persimpangan Semplak Empat Cabang	44
3.6.3	Penentuan Keanggotaan Menggunakan Logik Kabur	46
3.6.3.1	Jumlah Kenderaan (JK)	47
3.6.3.2	Lebar Jalan (LJ)	50
3.6.4	Cadangan Aturan Logik Kabur dan Klasifikasi Masa Hijau	54
3.6.5	Penentuan Masa Hijau	55
3.7	Pembangunan Program Penentuan Masa Hijau dan Antara Muka Arduino	57
3.7.1	Antara Muka Arduino	57
3.8	Rumusan	58

BAB 4	Pengujian dan Analisis	59
4.1	Hasil Ujian di Lapangan	59
4.1.1	Ujian di Persimpangan Sala Benda	60
4.1.2	Ujian di Persimpangan Semplak	61
4.2	Data Simulasi Masa Hijau Menggunakan TC	62
4.2.1	Simulasi Persimpangan Sala Benda	62
4.2.2	Simulasi Persimpangan Semplak	63
4.3	Perbandingan MKJI dengan TC	63
4.4	Kekuatan Pada Kaedah TC	68
4.5	Aturan Logik Kabur dan Klasifikasi	70
4.6	Rumusan	73
BAB 5	KESIMPULAN	75
5.1	Hasil Kajian	75
5.2	Kontribusi untuk Pengetahuan	76
5.3	Kekangan Kajian	77
5.4	Kerja Masa Hadapan	77
RUJUKAN		79

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
Jadual 2.1	Keputusan perbandingan antara pengawal trafik konvensional dan pengawal berdasarkan Logik Fuzzy trafik pintar (Bilal Ahmed Khan et.al, 2013)	15
Jadual 2.2	Literatur lepas untuk jurang perbezaan kajian	17
Jadual 3.1	Kriteria input dan output logic Fuzzy	46
Jadual 3.2	Kriteria Input logik Kabur	47
Jadual 4.1	Data Jumlah Kenderaan dan Masa hijau di Persimpangan Sala Benda	60
Jadual 4.2	Data Jumlah Kenderaan dan Masa hijau di Persimpangan Semplak	61
Jadual 4.3	Simulasi Masa Hijau TC di Persimpangan Sala Benda	62
Jadual 4.4	Simulasi Masa Hijau TC di persimpangan Semplak	63
Jadual 4.5	Perbandingan masa hijau MKJI dengan TC di Sala Benda	64
Jadual 4.6	Masa Hijau di Persimpangan Semplak dengan di Lapangan Dibanding dengan Simulasi Metode TC	67
Jadual 4.7	Aturan Logik Kabur dan Klasifikasi Masa Hijau	71

SENARAI RAJAH

NO.RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
Rajah 2.1	Gambar Rajah Blok Sistem Model Persimpangan (Okene David Ese et al, 2017)	10
Rajah 2.2	Rajah Cabang	19
Rajah 2.3	Penentuan Lebar Berkesan (WE) dengan Pendekat (a) dengan Pulau dan (b) Tanpa Pulau (MKJI 1997)	22
Rajah 3.1	Rangka Kerja Penyelidikan	34
Rajah 3.2	Gambar Rajah Blok Algoritma	36
Rajah 3.3	Menangkap video kenderaan dengan sudut 45^0	37
Rajah 3.4	Proses mengira kenderaan dengan Sudut 45^0	39
Rajah 3.5	Carta Alir Pengiraan Kenderaan	40
Rajah 3.6	Menentukan Lebar Jalan Pada 2 Tanda Pin	41
Rajah 3.7	Paparan Peta Google bagi Sala Benda dan Semplak	41
Rajah 3.8	(a) Peta geologi Persimpangan Sala Benda, Bogor Jawa Barat , (b) Peta geologi Persimpangan Semplak, Bogor Jawa Barat	42
Rajah 3.9	(a) Jalan Raya Bogor (b) Simpang Sala Benda bertemu dengan Jalan Raya Bogor	43
Rajah 3.10	Lebar Jalan persimpangan Sala Benda	44
Rajah 3.11	Tiga cabang dipersimpangan Sala benda	44
Rajah 3.12	Lebar jalan persimpangan Semplak	45
Rajah 3.13	Empat cabang persimpangan Semplak	45
Rajah 3.14	Pembolehkan JK adalah sedikit	48
Rajah 3.15	Pembolehkan JK adalah sedang	48
Rajah 3.16	Pembolehkan JK Banyak	49
Rajah 3.17	Klasifikasi Fuzzy bagi JK	50
Rajah 3.18	Pemboleh ubah lebar jalan yang sempit	51
Rajah 3.19	Lebar jalan sedang	52
Rajah 3.20	Contoh jalan lebar besar	53
Rajah 3.21	Klasifikasi Logik Kabur bagi Lebar Jalan	53
Rajah 3.22	Faktor pekali bagi lebar jalan yang dinyatakan.	54

Rajah 3.23	Keseluruhan blok penentuan masa hijau	56
Rajah 3.24	Gambar rajah proses merancang TC	57
Rajah 4.1	Masa Hijau lapangan dengan Simulasi kaedah TC di persimpangan Sala Benda	65
Rajah 4.2	Masa Hijau MKJI dengan Simulasi Kaedah TC di Persimpangan Semplak	68
Rajah 4.3	Klasifikasi Masa Hijau	73

SENARAI SINGKATAN

CCTV	-	Televisyen Litar Tertutup Jabatan Lalu Lintas dan pengangkutan
DLLAJR	-	Jalan
IPB	-	Institut Pertanian Bogor
IR	-	Infra Red
LED	-	Lampu pijar
LJ	-	Lebar Jalan
LTOR	-	Left Turn on Red
LRT	-	Transit Aliran Ringan
MCDM	-	Keputusan Membuat Kriteria Pelbagai
MITC	-	Sistem Kawalan Trafik Pintar Bergerak
MRT	-	Transit Aliran Umum
MKJI	-	Manual Kapasitas Jalan Indonesia
MP	-	Mega Piksel
NWHS	-	Nilai Waktu Hijau Standard
RFID	-	Radio Frequency Identification
SMA	-	Ejen Monitor Status
TCIM	-	Modul Integrasi Kawalan Trafik
TC	-	Traffic Control
VTP	-	Polis Trafik Maya

SENARAI SIMBOL

ϵ	-	Masa Hijau
g_i	-	Paparan masa hijau dalam fasa
$L_{j\text{pekali}}$	-	Faktor Pekali Lebar Jalan
WKELUAR	-	Lebar Keluar
W_E	-	Lebar Efektif
WMASUK	-	Lebar Masuk
WLTOR	-	Lebar Belok Kiri

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
Lampiran A	Kod Pemprosesan Menggunakan Logik Kabur	91
Lampiran B	Kod Paparan Traffic Controller (TC)	94
Lampiran C	Kod Lampu Trafik	101
Lampiran D	Pembinaan	104
Lampiran E	Pengiraan Terperinci Masa Hijau	109

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengawasi dan mengawal trafik bandar adalah masalah besar di banyak negara. Indonesia adalah salah satu negara yang mengalami kesesakan lalu lintas tertinggi di dunia dengan ibu kota Jakarta sebagai kota paling padat di Indonesia dengan peringkat 14 di dunia (Novan Parmonangan Simanjuntak 2012). Salah satu punca kesesakan lalu lintas adalah populasi yang sangat besar (menduduki tempat ke-4 di dunia) dan pengedaran penduduk Indonesia yang tidak seimbang (Novan Parmonangan Simanjuntak 2012). Dengan populasi yang sangat besar dan mengakibatkan pemilikan kenderaan juga meningkat di lebuh raya sehingga keperluan pengendalian lalu lintas di lebuh raya, Jabatan Lalu Lintas dan Pengangkutan Jalan (DLLAJR), Kementerian Perhubungan sebagai otoritas utama di Indonesia perlu mencari cara atau langkah baru untuk menyelesaikan masalah ini. Langkah-langkah yang diambil oleh Kementerian Pengangkutan adalah pembangunan jalan dan jambatan baru di pusat bandar, pembangunan beberapa jalan tol di bandar sebagai lorong dalaman, lorong tengah dan di luar serta perolehan pengangkutan awam seperti Transit Aliran Ringan (LRT), Transit Aliran Umum (MRT) dan pelbagai bas mod terbaru iaitu transjakarta, transbogar. Tetapi pengurusan trafik masih boleh diperbaiki. Seiring dengan peningkatan pesat pertumbuhan penduduk dan perkembangan Bandar serta aktiviti manusia dan ruang lingkup kehidupan, tidak dapat dinafikan bahawa hampir setiap bandar utama di Indonesia menghadapi masalah pengangkutan yang serius, termasuk kesesakan lalu lintas dan kelewatan jalan bahagian, terutamanya di persimpangan. Kesesakan lalu lintas boleh menyebabkan banyak masalah, yang mana kesan terbesar yang dirasakan pengguna jalan raya. Kenderaan di jalan raya akan mengalami penurunan dalam kelajuan perjalanan, memerlukan perjalanan masa yang lebih lama. Kesannya adalah kos perjalanan seperti masa, penggunaan bahan api kenderaan,

haus dan lusuh kenderaan, darjah karbon diudara dan sebagainya, mesti ditanggung oleh pengguna jalan raya.

Sistem jalan raya dimana-mana negara pada asasnya terdiri rangkaian jalan raya yang menghubungkan segala tempat dan daerah. Lebuhraya akan dibina untuk menampung trafik yang tinggi antara bandar-bandar besar. Daripada sini, lebuhraya akan mempunyai beberapa aliran masuk dan keluar untuk menghubungkan pusat perniagaan, residensi, pejabat pentadbiran kerajaan dan juga sekolah atau kolej. Oleh itu, sistem jalan raya akan mempunyai banyak persimpangan. Sistem lampu lalu lintas adalah satu cara pengurusan lalu lintas di persimpangan untuk menyediakan sistem pergerakan secara bergilir-gilir antara cabang-cadang jalan yang ada dipersimpangan tersebut. Dengan sistem pergerakan ini, ia akan mengurangkan kemalangan dan menjadi teratur serta memberi hak yang saksama untuk melintas di persimpangan bagi semua cabang jalan.

1.2 Cabaran Persimpangan Jalan Raya

Persimpangan jalan adalah persimpangan dalam rangkaian jalan di mana segmen jalan bertemu dan menyeberang aliran lalu lintas. Persimpangan adalah bahagian terpenting jalan kerana ia bergantung kepada kecekapan, keupayaan trafik, kelajuan, kos operasi, masa perjalanan, keselamatan dan keselesaan bergantung pada perancangan persimpangan. Masalah seperti kesesakan lalu lintas dan kemalangan jalan raya di persimpangan boleh dikurangkan dengan mengambil beberapa langkah untuk memperbaiki persimpangan. Tujuan mengadakan persimpangan dengan lampu trafik di jalan raya adalah untuk memberi giliran menggunakan persimpangan untuk melintas bagi semua kenderaan yang ada di setiap cabang. Persimpangan juga memberi laluan kepada pejalan kaki untuk menyeberangi jalan yang tinggi trafik dengan selamat. Persimpangan boleh berbentuk 4 cabang atau 3 cabang.

1.2.1 Pemasaan Lampu Trafik

Untuk trafik yang sangat rendah pada setiap masa, tiada lampu trafik disediakan. Walaubagaimana pun, untuk jalan yang mempunyai trafik yang meningkat, boleh mengakibatkan kemalangan, maka satu sistem lampu trafik akan dipasang. Turutan daripada ini, masalah pemasaan yang sesuai dengan trafik sedia ada adalah agak kritikal. Sering sekali sistem menggunakan satu nilai standard lampu hijau untuk setiap masa dalam sehari. Konsep ini digunakan oleh Manual Kapasiti Jalan Indonesia (MKJI 1997). Nilai arus trafik tepu ialah keadaan trafik paling tinggi untuk mengira kapasiti jalan yang mengambil kira lebar lorong. Pengiraan aliran tepu menggunakan kaedah MKJI (1997) ini ternyata tidak sesuai dengan keadaan sebenar di lapangan (Widodo 1997). Pengiraan nilai kapasiti dianggap tidak sesuai supaya penambahbaikan perlu dilakukan dengan mencari faktor pemalar yang tepat sebagai pengganda luas berkesan arus tepu dan menukar nilai kesetaraan kereta penumpang untuk motosikal. Selain itu, pemasaan lampu hijau yang tidak sesuai dipersimpangan akan mengakibatkan penanguhan kenderaan di setiap cabang persimpangan dengan jumlah yang berbeda (Darma, 1997; Jauwahir, 2000).

1.2.2 Penglaporan Kerosakan Lampu Trafik

Lampu isyarat di persimpangan perlu sentiasa berfungsi dengan baik untuk memberi giliran bergerak untuk setiap simpang. Ia akan mengurangkan kemalangan dan stress di kalangan pemandu. Lampu yang rosak sering ditemui di jalan-jalan utama, terutamanya di persimpangan yang sentiasa sesak oleh pemandu kenderaan beroda dua dan roda empat dan ianya perlu dilaporkan dengan segera.

Dalam menghadapi lampu lalu lintas yang rosak, pemandu akan bertambah berhati-hati. Kenderaan disebelah kanan dan dihadapan perlu diawasi dan juga kenderaan yang bergerak dengan kelajuan tinggi.

Terdapat beberapa cara untuk melaporkan terus ke Pusat Perbandaran Setempat di Indonesia melalui aplikasi mudah alih bernama Qlue.

Qlue hanya boleh dimuat turun dari Play Store pada telefon Android dan saiznya ialah 12.66 MB. Pengguna boleh memaklumkan semua bentuk pelanggaran lalu lintas dengan memuat naik foto. Terdapat beberapa kategori laporan yang berkaitan dengan trafik, iaitu kesesakan lalu lintas, jalan rosak, lampu jalan patah, dan tempat letak kereta yang tidak sah.

Permohonan ini dibuat seperti laman media sosial supaya ianya menarik untuk berinteraksi. Selain itu pengguna Qlue juga boleh melaporkan kejadian lain yang termasuk dalam kategori sampah, banjir, pelanggaran, kebakaran, pengemis, penjual jalan, penjenayah, pokok-pokok yang jatuh, kemudahan awam, dan cukai yang tidak normal (Kompas Otomotif 2015).

1.2.3 Penggunaan Lampu LED

Jenis lampu yang digunakan selama ini adalah lampu pijar yang mempunyai warna Oren, Merah dan Hijau yang mana saiznya adalah mengikut standard. Lampu pijar ini dikatakan menggunakan elektrik yang agak tinggi dan oleh itu, kebanyakan Majlis Perbandaraan telah beralih kepada pemasangan LED. LED ini dikatakan lebih murah dan senang dipasang (Fachrul Kurniawan, 2019). Walaupun begitu, daripada (David A, 2011), yang mana ketika ribut salji di Negara-negara berhawa dingin, lampu LED ini tidak dapat mencairkan saji yang tebal. Dengan ini, pengguna jalan raya mendapati sukar untuk menentukan warna lampu dan telah mengakibatkan kemalangan yang teruk.

1.2.4 Cabang yang Pendek

Masalah ini timbul sekiranya berlaku cabang yang pendek pada salah satu cabang. Sekiranya jumlah kenderaan yang beratur agak panjang, maka masa hijau yang lama tidak dapat membenarkan banyak kenderaan untuk melaluinya kerana lampu isyarat di cabang pendek adalah merah. Oleh yang demikian, lampu lalu lintas antara lampu lalu lintas persimpangan pertama perlu diselaraskan dengan persimpangan kedua iaitu cabang yang pendek.

1.3 Pernyataan Masalah

Kesesakan lalu lintas adalah suatu masalah yang sangat rumit, salah satunya disebabkan oleh jumlah kenderaan yang berada di lebuh raya setiap hari dan kekurangan sistem pengurusan lalu lintas di lebuh raya. Selain itu, kemudahan menyeberangi jalan oleh pejalan kaki perlu diambil kira. Tambahan lagi, menetapkan masa lampu isyarat di persimpangan dengan waktu tetap tidak lagi sesuai kerana kenderaan bertambah setiap kali di persimpangan, ia tidak dapat lagi mengawal bilangan kenderaan.

Penggunaan sensor pada lampu isyarat mempunyai beberapa kelemahan iaitu hanya menghitung jumlah kenderaan untuk menentukan masa lampu isyarat di persimpangan tanpa mengambil kira lebar jalan (Jaywant Kamble et al 2013). Dalam (MKJI 1997), masa lampu hijau ditentukan dengan mengira purata Jumlah kenderaan dalam satu hari bagi setiap cabang. Dan (Martinus et al, 2018) tentukan waktu hijau dengan lebar jalan yang hanya menentukan satu ukuran lebar jalan sahaja.

Untuk mengurangkan kesesakan sistem penentuan masa lampu hijau yang dinamik diperlukan yang mengambil kira jumlah kenderaan dan juga lebar jalan di persimpangan. Untuk mengira jumlah kenderaan, imej video akan digunakan untuk membantu dalam penentuan jumlah kenderaan. Daripada sini, satu model logik kabur yang membezakan jumlah kenderaan, membezakan lebar jalan dan seterusnya membezakan tempoh masa hijau lampu isyarat perlu dibangunkan supaya output lampu hijau adalah bersesuaian dengan bilangan kenderaan yang beratur. Lebar jalan akan ditentukan oleh aplikasi Google Map.

1.4 Objektif Penyelidikan

Selepas memahami serta dengan pertimbangan teliti, beberapa matlamat dari persoalan kajian akan memberijawapan. Oleh itu, objektif utama kajian ini adalah:

- i. Untuk merekabentuk algoritma lampu isyarat yang adaptif menggunakan pendekatan dinamik aturan logik kabur yang mengambil kira jumlah kenderaan dan lebar jalan.

- ii. Untuk membangun simulasi algoritma penentuan lampu hijau di persimpangan menggunakan Matlab dan antaramuka Arduino.
- iii. Untuk menguji dan menganalisis algoritma yang dicadangkan dengan data dari lapangan.

1.5 Skop Penyelidikan

Kajian ini memfokuskan pada penggunaan kaedah logik kabur yang mampu memberikan daya output untuk meningkatkan kecekapan, dan memberikan tindak balas yang cepat apabila terdapat perubahan input, yaitu jumlah kenderaan dan jenis persimpangan. Model dinamik yang menggunakan Arduino akan dirancang untuk mencapai prestasi terbaik dalam pemantauan dan penyesuaian lampu isyarat penyesuaian. Kajian ini juga merangkumi penilaian persimpangan dengan kaedah logik kabur dan prestasi keseluruhan hanya akan dinilai berdasarkan hasil model simulasi yang disatukan dengan hasil rakaman gambar rakaman.

Untuk kajian ini, persimpangan empat cabang di Semplak, Bogor dan persimpangan tiga cabang di Sala Benda, Bogor akan digunakan. Persimpangan Bogor Sala Benda adalah kawasan pembangunan kerana terdapat banyak kawasan perumahan dan jalur penghubung dari Jakarta ke Bogor dan simpang Semplak yang dihubungkan dari Kabupaten Bogor Barat yang dikembangkan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB) serta perumahan dan tarikan pelancong di Kabupaten Bogor Barat ke Bandar Bogor. Lalu lintas ke Bogor dari Bogor Barat dari kesesakan lalu lintas di kenderaan bermotor, seperti motosikal, kenderaan persendirian atau kenderaan berat seperti trak dan bas yang menuju ke Kota Bogor dan sebaliknya ke Kabupaten Bogor Barat yang sesak menyebabkan kesesakan lalu lintas di Persimpangan Semplak.

Lokasi ini dipilih memandangkan kedua-dua persimpangan ini dianggap kompleks kerana dihubungkan dengan kawasan komersial dengan jumlah lalu lintas yang padat dan sering mempunyai antrian panjang di persimpangan ini. Dan dapat mewakili banyak persimpangan di Indonesia yang serupa dengan sifat dan pergerakan kenderaan dengan persimpangan Sala Benda dan Semplak

Lebar jalan diukur di persimpangan Sala Benda dengan 3 cabang dan 4 cabang di persimpangan Semplak. Pengukuran menggunakan peta google kemudian sekali diukur di setiap cawangan maka lebar jalan menentukan Nilai Waktu Hijau Piawai (NWHS).

Hasilnya dibandingkan dengan data dalam bidang pengumpulan data yang merujuk kepada MKJI dengan kaedah penyelidikan ini.

1.6 Sumbangan kajian

Secara umum, sumbangan utama penyelidikan ini adalah untuk merancang model lampu isyarat waktu hijau yang dinamik menggunakan formula Traffic Control (TC) iaitu waktu hijau yang ditentukan dan bukannya jumlah kenderaan yang sebanding dengan lebar jalan dengan nilai waktu hijau standard untuk menentukan prestasi terbaik di persimpangan lampu isyarat. Berdasarkan objektif di atas, sumbangan khusus kajian ini adalah seperti berikut:

- i. Kajian ini merancang model lampu isyarat adaptif dengan mengambil jumlah kenderaan dan lebar jalan menggunakan pemrosesan gambar dan peta google dengan hasil simulasi persimpangan lalu lintas yang dapat memperoleh waktu lampu isyarat hijau adaptif
- ii. Model simulasi baru digunakan untuk mendapatkan data keadaan sebenar. Dengan gabungan teknik pemrosesan gambar, dan simulasi TC masa hijau memodelkan kebolehpercayaan dan ketepatan dalam menilai teknik penentuan lampu hijau adaptif.
- iii. Gabungan Algoritma Pintar yang menggunakan teknik pengkelasan bilangan kenderaan yang terdiri daripada 9 aturan logik kabur yang mana ianya mengkelaskan 3 kelas jumlah kenderaan dan 3 kelas lebar jalan sebagai input.
- iv. Seterusnya, akan menghasilkan 3 klasifikasi masa hijau di persimpangan iaitu masa hijau sebentar, sederhana dan lama. Dari sini, masa hijau di persimpangan akan lebih

adaptif dengan jumlah kendaraan yang berbaris dan juga lebar jalan cabang tersebut serta akan memberi penyesuaian masa waktu hijau yang lebih optimum.

1.7 Rangka Tesis

Tesis ini terdiri daripada lima bab dan disusun seperti berikut:

Bab Satu memperkenalkan konsep lalu lintas dan masalahnya, terutama di persimpangan menggunakan lampu isyarat. Ini diikuti dengan pernyataan masalah, tujuan kajian, skop kajian dan juga sumbangan kajian.

Bab kedua menerangkan latar belakang teori, yang merangkumi pengetahuan asas maksimum dalam meningkatkan penyesuaian lampu isyarat serta perkembangan terkini yang mengatur persimpangan kesesakan yang berlaku.

Bab ketiga adalah prosedur penyelidikan yang berkaitan dengan pengembangan pengurusan waktu hijau untuk mendapatkan konsep baru dalam menentukan lampu isyarat di persimpangan dan persimpangan lalu lintas menjadi lancar dan proses model perumusan waktu hijau.

Bab empat akan membincangkan pengujian dan analisis yang dilakukan dalam kajian ini yang terdiri daripada hasil ujian lapangan, hasil simulasi TC, perbandingan TC dengan MKJI dan kemudian penemuan dengan perbandingan model Martinus.

Bab lima akan menyimpulkan bahawa penyelidikan akan menunjukkan bahawa objektif kajian yang telah dicapai akan menjadikan hasil penyelidikan lebih baik.

RUJUKAN

- Abbas, M.K., Karsiti, M.N., Napiah, M., Samir, B.B. and Al-Jemeli, M., 2015. High accuracy traffic light controller for increasing the given green time utilization. *Computers & Electrical Engineering*, 41, pp.40-51.
- Abdelrasoul Jabar Alzubaidi, Arwa Abdel MohsenAhmed Hassan, “Design of semi-automatic trafficlight control system” in *International Journal OfScientific & Technology Research* Volume 3, Issue10, October 2014 Issn 2277-8616, 2014.
- Agureev, I., Elagin, M., Pyshnyi, V. and Khmelev, R., 2017. Methodology of Substantiation of the City Transport System Structure and Integration of Intelligent Elements into it. *Transportation Research Procedia*, 20, pp.8-13
- Ahmed Bilal, —An Intelligent Traffic Controller Based on FuzzyLogic, *International Journal of Innovation in the Digital Economy(IJIDE)*, 5 (1), pages 31-40, 2014.
- Ahmad Aljaafreh, Naeem Al-Oudat, Ma“en Saleh. Adaptive Traffic-Signal Control using Discrete Event. *International Journal of Computer Applications (0975 8887)* Volume 101 - No. 12, September 2014.
- Alam, J., & Pandey, M. K. (2014). Development of Intelligent Traffic Light System Based on Congestion Estimation Using Fuzzy Logic. *International Organization of Scientific Research, Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, 16(3) : 36-44.
- Ankit Goel, Kuldeep Singh, Deepak Kumar. Improvement in Traffic Light System with Ant Colony Optimization Technique. *Journal of Engineering Research and Applications* www.ijera.com ISSN : 2248-9622, Vol. 3, Issue 6,Nov-Dec 2013, pp.1744-1749.
- Ashwini Basavaraju, Senhalata Doddigarla, NavithaNaidu, Shruti Malgatti “Vehicle density sensor systemto manage traffic” in *IJRET: International Journal ofResearch in Engineering and Technology* eISSN:2319-1163 | pISSN: 2321-7308, 2014.
- Ash tosh choudhary, Avinash G Keshkar, Pratik Kothari, Ashwin Gajghate, Atul Pandey, “Adaptive control of traffic Grid using Fuzzy Logic,” *International journal of Electrical, Electronics and Data Communication*, ISSN : 2320 - 2084 volume 2, Issue - 8, Aug 2014..
- Azeta, J., Okokpujie, I.P., Okokpujie, K.O. and Salawu, E.Y., 2018. Analytical Study Of A Road Traffic Conflict At The T-Junction Of University Of Benin Main Gate. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(8), pp.1048-1061.

- Babangida Zacharials, Peter Ayuba and Luhutyid Peter Damuut. "Optimization of Traffic Light Control System of An Intersection using Fuzzy Inference System," Science World Journal volume 12 (No 4) 2017. ISSN: 1597-6343.
- Bartosz Poletajew Adam Slowik. An Application of Fuzzy Logic to Traffic Lights Control and Simulation in Real Time. International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing ICAISC 2016: Artificial Intelligence and Soft Computing pp 266-275.
- Bhaskar, L., Sahai, A., Sinha, D., Varshney, G. and Jain, T., 2015, September. Intelligent traffic light controller using inductive loops for vehicle detection. In Next Generation Computing Technologies (NGCT), 2015 1st International Conference on (pp. 518-522).
- Bilal Ahmed Khan; Nai Shyan Lai .An Intelligent Traffic Controller Based On Fuzzy Logic. ISBN: 978-0-9853483-8-0 ©2013 SDIWC.
- B. Ilal Ghazal and K. Eikhatib, "Smart Traffic Light Control System," in 2016 Third International Conference on Electrical, Electronics, Computer Engineering and their Applications (EECEA), 2016, pp. 140–145.
- Christos G. Cassandras and Yanfeng Geng. Adaptive Traffic light Control. Fifty-first Annual Allerton Conference Allerton House, UIUC, Illinois, USA October 2 - 3, 2013.
- Chhaya Aher, Shakil Shaikh. Adaptive Traffic Control and Traffic Density Monitoring System using an Image Processing. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. Vol. 4, Issue 11, November 2015.
- Choudhary, A., Keskar, A.G., Kothari, P., Gajghate, A., & Pandey, A. (2014). Adaptive Control of Traffic Grid using Fuzzy Logic. *International Journal of Electrical, Electronics, and Data Communication*, 2(8) : 51-57.
- Collotta M, Bello LL, Pau G (2015). A novel approach for dynamic traffic lights management based on Wireless Sensor Networks and multiple fuzzy logic controllers. Elsevier: Expert Systems with Applications, pp.5403- 5415, March 2015.
- Davtalab, R., Dezfoulian, M. H., & Mansoorizadeh, M. (2014). Multi-level fuzzy min-max neural network classifier. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2013.2275937>

- Dharani.S.J, Anitha.V. Traffic Density Count by Optical Flow Algorithm using Image Processing. Second National Conference on Trends in Automotive Parts Systems and Applications (TAPSA-2014).
- Dietmar P. F. Moller, Aline Xavier Fidencio and Eduardo Cota, Isabell Alexandra Jehle, Hamid Vakilzadian. Cyber-Physical Smart Traffic Light System. 978-1-4799-8802-0/15/\$31.00 ©2015 European Union.
- Directorat General Of Highways Ministry Of Public Works. Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM).1993
- Ebin Nirmal Joseph and Dr.M.S.Nagakumar. Evaluation of Capacity and Level of Service of Urban Roads. International Journal of Emerging Technologies and Engineering (IJETE) ISSN: 2348–8050 ICRTIET-2014 Conference Proceeding, 30th -31st August 2014.
- Eme, O., Federal, A.I., Idemudia, J.O. and Udo, A., Simulation of N-Way Traffic Lights Using Arduino Uno Environment. International Journal of Computer Applications Technology and Research Volume 5– Issue 8, 543 -550, 2016, ISSN: -2319–8656
- Emmanuel Agung Nugroho.SISTEM PENGENDALI LAMPU LALULINTAS BERBASIS LOGIKA FUZZY. Jurnal SIMETRIS, Vol 8 No 1 April 2017 ISSN: 2252-4983.
- Erwan Eko Prasetyo O, Oyas Wahyuggoro, Selosulistyo “Design and Simulation of Adaptive Traffic Light Controller Using Fuzzy Logic Control Sugeno Method,” International Journal Of Scientific and Research publications, volume 5 - Issue 4, April 2015 ISSN : 2250-3153.
- Fachrul Kurniawan, Ade Sofiarani. Pendekatan Fuzzy Pada Kamera Cerdas Lampu Lalulintas. Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi ISSN: XXXX-XXXXVol 1, No 1, April 2019, pp. 34-3
- Ferli Febrian. Analisis Perencanaan Penerapan Persimpangan Bersinyal Dinamis (Actuated Traffic Control System) Pada Persimpangan di Kota Palembang. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol.2 No.3, September 2014 ISSN: 2355-374X
- F. Dammak, L. Baccour, and A. M. Alimi, “The Impact of Criterion Weights Techniques in TOPSIS Method of Multi-Criteria Decision Making in Crisp and Intuitionistic FuzzyDomains,” in International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2015, no. 9.
- Galang P. N. Hakim, Ahmad Firdausi, Mudrik Alaydrus, Setiyo Budiyanto. Dynamic Traffic Light Timing Control System using Fuzzy TOPSIS Algorithm. International Conference on Design, Engineering and Computer Sciences 2018 IOP Conf. Series:

Materials Science and Engineering 453 (2018) 012063 doi:10.1088/1757-899X/453/1/012063

- Ghazal, B., ElKhatib, K., Chahine, K. and Kherfan, M., 2016, April. Smartlight control system. In *Electrical, Electronics, Computer Engineering and their Applications (EECEA)*, 2016 Third International Conference on (pp. 140-145). IEEE.
- Heba A. Kurdi. Review of Closed Circuit Television (CCTV) Techniques for Vehicles Traffic Management. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)* Vol 6, No 2, April 2014.
- Hee-Hyol Lee, Member, KIICE. Real-Time Stochastic Optimum Control of Traffic Signals. *Regular Paper J. Inf. Commun. Converg. Eng.* 11(1): 30-44, Mar. 2013.
- Indrabayul Areni IS, Makobombang NN, Sidehabi SS (2014) A fuzzy logic approach for timely adaptive traffic light based on traffic load. *IEEE*: 170-174.
- Ivan Patrick G. Ramos, Czar Manuel M. Rosuello. Field Testing Of Smart Traffic Light: Adaptive Traffic Control Of An Intersection Using Cameras As Detectors. CE 199 – Undergraduate Research Project Transportation Engineering Group 7 April 2014.
- Ivan Patrick G. Ramos, Czar Manuel M. Rosuello. Field Testing Of Smart Traffic Light: Adaptive Traffic Control Of An Intersection Using Cameras As Detectors. CE 199 – Undergraduate Research Project Transportation Engineering Group 7 April 2014.
- Jaywant Kamble, Pratik Kothawade, Abhijeet Kumbhar, Prof. Rajani P.K. Traffic Control System Using Image Processing. *International Journal of Emerging Trends in Electrical and Electronics (IJETEE – ISSN: 2320-9569)* Vol. 3, Issue. 3, May-2013.
- Javed Alam, Pandey MK. Design and Analysis of a Two Stage Traffic Light System Using Fuzzy Logic. *Journal of Information Technology & Software Engineering* Alam and Pandey, *J Inform Tech Softw Eng* 2015, 5:3 DOI: 10.4172/2165-7866.1000162..
- Jha, Mohit, and Shailja Shukla. "Design Of Fuzzy Logic Traffic Controller For Isolated Intersections With Emergency Vehicle Priority System Using MATLAB Simulation." *arXiv preprint arXiv:1405.0936* (2014).
- J. Pang, "Review of Microcontroller Based Intelligent Traffic Light Control," in *12 International Conference and Expo on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT)*, 2015, pp. 1–5.

- Kavya P Walad, Jyothi Shetty, “ Traffic Light Control System Using Image proceeding”, international journal of innovative research in computer and communication engineering, Vol.2, pp.2320-9798, 2014.
- Kamlesh Kumar Pandey, Rajat Kumar Yadu, Pradeep Kumar Shukla, Narendra Pradhan “ A Case Study For Traffic Signal Control at Four-Way Intersection Road,” International Journal of Computer Techniques volume - 2 Issue 4, July-Aug 2015 ISSN : 2394 - 2231 page: 54–59
- Khalid, S., Khalil, T. and Nasreen, S. (2014) „A survey of feature selection and feature extraction techniques in machine learning“, *2014 Science and Information Conference*, pp. 372–378.
- Kingsley Monday Udofia, Joy Omoavowere Emagbetere, Frederick Obataimen Edeko. Dynamic traffic signal phase sequencing for an isolated intersection using ANFIS. *Automation, Control and Intelligent Systems 2014*; 2(2): 21-26 Published online May 20, 2014.
- Koukol, M., Zajíčková, L., Marek, L., & Tuček, P. (2015). *Fuzzy Logic in Traffic Engineering: A Review on Signal Control*. Mathematical Problems in Engineering. Volume 2015. Hindawi Publishing Corporation
- Kumthekar, Y., Patil, A.N., Notani, Y., Fating, J., & Das, S. (2016). Traffic Signal Optimization and Flow Control using Fuzzy Logic. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 4(5) : 153-156.
- K. Jintamuttha, B. Watanapa, and N. Charoenkitkarn, “Dynamic traffic light timing optimization model using bat algorithm,” 2016 2nd Int. Conf. Control Sci. Syst. Eng., pp. 181–185, 2016.
- K. Gao, Yicheng Zhang, A. Sadollah, and Rong Su, “Improved Artificial Bee Colony Algorithm for Solving Urban Traffic Light Scheduling Problem,” in 2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 2017, pp. 395–402.
- Liu, J., Li, J., Zhang, L., Dai, F., Zhang, Y., Meng, X. and Shen, J., 2018. Secure intelligent traffic light control using fog computing. *Future Generation Computer Systems*, 78, pp.817-824
- Li, Z., Chun-Yi, S., Guanglin, L., Su, H.: Fuzzy approximation-based adaptive backstepping control of an exoskeleton for human upper limbs. *IEEE Trans. Fuzzy Syst.* 23(3), 555–566 (2015).

- Martinus Maslim¹, B. Yudi Dwiandiyanta², Nonety Viany Susilo³. Implementasi Metode Logika Fuzzy dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas. *Jurnal Buana Informatika*, Volume 9, Nomor 1, Januari 2018: 11-20
- Madisa, M.K. and Joseph, M.K., 2018, August. Android and Cloud Based Traffic Control System. In 2018 International Conference on Advances in Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD) (pp. 1-4). IEEE.
- Mario Collota, Tullio Giufree, Giovanni Pau, Gianfranco Scat a. Smart Traffic Light Junction Management Using Wireless Sensor Networks. *Wseas Transactions on Communications* Volume 13, 2014.
- Maslim, M., Dwiandiyanta, B. Y., & Viany Susilo, N. (2018). Implementasi Metode Logika Fuzzy dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas. *Jurnal Buana Informatika*. <https://doi.org/10.24002/jbi.v9i1.1661>
- Maniswari, S. D., Rusdinar, A., Purnama, B., Elektro, F. T., Telkom, U., Elektro, F. T., ... Logic, F. (2015). Smart Traffic Light Menggunakan Image Processing Dan Metode Fuzzy Logic Smart Traffic Light Using Image Processing and Fuzzy Logic. *E-Proceeding of Engineering*
- Monk, S., 2014. *Programming Arduino Next Steps: Going Further with Sketches*. Mc Graw-Hill.
- Mojtaba Salehi, Iman Sepahvand, and Mohammad Yarahmadi. TLCSBFL: A Traffic Lights Control System Based on Fuzzy Logic. *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology* Vol.7, No.3 (2014), pp.27-34 <http://dx.doi.org/10.14257/ijunesst.2014.7.3.03>.
- Mohammad Khanjary. Using Game Theory to Optimize Traffic Light of an Intersection. 14th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics. 19–21 November, 2013 • Budapest, Hungary.
- Monish Puthran, Sangeet Puthur, and Radhika Dharulkar “Smart Traffic Signal” in (IJCSIT) *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Vol. 6 (2), 2015, 1360-1363, 2015.
- M.Rathinakumar, B.Sankara Subramanian, R.Vasanth Kumar Mehta and N. Kumaran. Auto Mobile Vehicle Direction In Road Traffic Using Artificial Neural Network. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAIA)*, Vol. 4, No. 4, July 2013.

- Nastaran Yaghoobi Ershadi, José Manuel Menéndez, David Jiménez. Robust vehicle detection in different weather conditions: Using MIPM. Plos one, published: March 7, 2018 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191355>
- Noto Royan. Analisa Perencanaan Traffic Light Di Persimpangan Bandara SMB II Palembang. Berkala Teknik Vol.5 No.2 September 2015 ISSN 2088-0804
- Nidhi Sharma and Shashank Sahu. Fuzzy Logic based Traffic Signal Control. Indian Journal of Science and Technology, Vol 11(23), DOI: 10.17485/ijst/2018/v11i23/114380, June 2018 ISSN (Print) : 0974-6846 ISSN (Online) : 0974-5645
- N. R. Yusupbekov, A. R. Marakhimov, H. Z. Igamberdiev, Sh. X. Umarov. An Adaptive Fuzzy-Logic Traffic Control System in Conditions of Saturated Transport Stream. Scientific World Journal. 2016. 719459. Published online 2016 Jul 19. doi: 10.1155/2016/6719459
- O. Younis and N. Moayeri, "Cyber-physical systems: A framework for dynamic traffic light control at road intersections," in 2016 IEEE Wireless Communications and Networking Conference, 2016, no. Wcnc, pp. 1–6
- Olivka, P., Hrabal, J., Seidl, D., Moravec, P. and Krumnikl, M., 2015. Microcontroller Peripheral Mapping Used to Control RGB LED Panel. IFAC-Papers, 48(4), pp.436-441.
- O. M Olanrewaju, A.A. Obiniyi, S. B. Junaidy "Fuzzy Logic Concept For Safety Driven Vehicle Pedestrian Traffic Interaction," International Journal of Computer Application (0995-8887) volume 167 (No. 1), June 2017.
- Pang, J., 2015, October. Review of microcontroller based intelligent traffic light control. In Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT), 2015 12th International Conference & Expo on (pp. 1-5). IEEE.
- Pallavi Choudekar, Sayanti Banerjee, M.K. Muju "Real Time Traffic Light Control Using Image Processing", Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE), Vol.2, pp.0976-5166, 2014.
- Prof. (Dr.) Y.P. Singh, Chandok, Bijnor U.P. Pradeep Kumar Mittal. Analysis and Designing of Proposed Intelligent Road Traffic Congestion Control System with Image Mosaicking Technique. International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR) ISSN: 2319-4413 Volume 2, No. 4, April 2013.

- Prof. Uma Nagaraj, Jinendra Rathod, Prachi Patil, Sayali Thakur, Utsav Sharma. Traffic Jam Detection Using Image Processing. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)* ISSN: 2248-9622 www.ijera.com Vol. 3, Issue 2, March -April 2013, pp.1087-1091.
- Prof (Dr.) Y.P. Singh, Director, S (PG) ITM, Rewari. A Novel Approach for Automatic Control of Road Traffic Congestion using Image Mosaicking Technique. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* Website: www.ijetae.com (ISSN 2250-2459 (Online), Volume 4, Special Issue 1, February 2014).
- Prasetyo, H., & Sutisna, U. (2014). Implementasi Algoritma Logika Fuzzy untuk Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Mikrokontroler. *TECHNO (Jurnal Fakultas Teknik)*, 15(2) : 01-08.
- Puspita, I., Suryani, E., & Abadi, A. M. (2012). Aplikasi fuzzy logic controller pada pengontrolan lampu lalu lintas di jalan Abu Bakar Ali, Yogyakarta. Seminar Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY 2017.
- Republik Indonesia Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota (BINKOT). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Februari 1997. Rachael Olomo¹, Omoruyi Osemwegie. Arduino Based Traffic Light System With Integrated LED Advertising Display. *International Conference on Engineering for Sustainable World Journal of Physics: Conference Series* doi:10.1088/1742-6596/1378/4/0420791378 (2019) 042079.
- Rahishet, Aparajita Sahoo, Aparna Indore, Vaibhavdeshmukh, Puspha U S. Intelligent Traffic control Light Control Using Image Processing. *Proceedings of 21st IRF International Conference*, 8th March 2015, Pune, India, ISBN: 978-93-82702-75-7.
- Rani, L.P.J., Kumar, M.K., Naresh, K.S. and Vignesh, S., 2017, March. Dynamic traffic management system using infrared (IR) and Internet of Things (IoT). In *3rd Int. Conf on Science Technology Engineering & Management (ICONSTEM)*, 2017 (pp. 353-357). IEEE.
- Rahishet, Aparajita Sahoo, Aparna Indore, Vaibhavdeshmukh, Pushpa U S. Intelligent Traffic Light Control Using Image Processing. *Proceedings of 21st IRF International Conference*, 8th March 2015, Pune, India, ISBN: 978-93-82702-75-7.

- Rensso V. H. Mora Colque, and Guillermo, —Robust Model for Vehicle Type Identification in Video Traffic Surveillance, SIBGRAPI-Conference Graphics, Patterns and Images, Peru, 2013.
- Roxanne Hawi, George Okeyo, Michael Kimwele. Smart Traffic Light Control using Fuzzy Logic and Wireless Sensor Network. Computing Conference 2017 18-20 July 2017 | London, UK.
- R. B. Bahaweres, F. Fikiansyah, and M. Alaydrus, “Analysis of Interference from Wireless Traffic Light Controller upon Remote Keyless Entry for Vehicles,” in 1st International Conference on Wireless and Telematics (ICWT), 2015.
- Shabnam Sayyed , Prajakta Date , Richa Gautam , Gayatri Bhandari .Design of Dynamic Traffic Signal Control System. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 3 Issue 1, January – 2014, IJERT/IJERT, ISSN: 2278-0181, IJERTV3IS10366
- Silva. R, Aires.K., Automatic Motorcycle Detection on Public Roads, CLEI Electronic Journal, 16 (3), Paper 04, 2013. Sugiarto , Thirayoot Limanoond . Impact of On-street Parking on Urban Arterial Performance: A Quantitative Study on Travel Speed and Capacity Deterioration. Aceh Int. J. Sci. Technol., 2 (2): 63-69 August 2013 DOI: 10.13170/AIJST.0202.04.
- S. Mohanaselvi, B. Shanpriya. Application of fuzzy logic to control traffic signals. AIP Conference Proceedings 2112, 020045 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5112230> Published Online: 24 June 2019.
- Sumiati, Triono Sigit, H., Kapuji, A.: Mamdani fuzzy inference system application setting for traffic lights. Int. J. Appl. Innovation Eng. Manage. 3(10), 56–62 (2014).
- Susilo, N. V., Maslim, M., & Dwiandiyanta, B. Y. (2018). Implementasi Metode Logika Fuzzy Dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas. Jurnal Buana Informatika. <https://doi.org/https://doi.org/10.24002/jbi.v9i1.1661>
- Suhanda, S. (2018). Rancangan Simulasi Antrian Kendaraan Pada Persimpangan Jalan Berbasis Multi Agent Menggunakan Logika Fuzzy. ENSAINS JOURNAL. <https://doi.org/10.31848/ensains.v1i1.52>
- Taranjeet Kaur, Sunil Agrawal. Adaptive Traffic Lights Based On Hybrid of Neural Network and Genetic Algorithm for Reduced Traffic Congestion. Proceedings of 2014 RAECS UIET Panjab University Chandigarh, 06 – 08 March, 2014.

- Walia, N., Singh, H., & Sharma, A. (2015). ANFIS : Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System- A Survey International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), 123(13), 32–38.
- Widodo, W. (1997). Perbandingan antara metode MKJI (1997) dengan program OSCADY pada simpang bersinyal. Tesis Magister Sistem dan Teknik Transportasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Vlasov, A., 2017. Features of Calculation of Traffic Light Control Modes in the Conditions of Intensive Road Traffic. Transportation Research Procedia, 20, pp.676-682
- V. John, K. Yoneda, B. Qi, Z. Liu, and S. Mita. Traffic Light Recognition in Varying Illumination using Deep Learning and Saliency Map. IEEE 17th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) October 8-11, 2014. Qingdao, China.
- V. Parthasarathi, M. Surya, B. Akshay, K. Murali Siva and Shriram K. Vasudevan. Smart Control of Traffic Signal System using Image Processing. Indian Journal of Science and Technology, Vol 8(16), 64622, July 2015.
- Yan Ge. A Two-Stage Fuzzy Logic Control Method of Traffic Signal Based on Traffic Urgency Degree. Hindawi Publishing Corporation Modelling and Simulation in Engineering Volume 2014, Article ID 694185, 6 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/694185>
- Y. Chen, K. Chen, and P. Hsiung, “Dynamic Traffic Light Optimization and Control System using Model-Predictive Control Method,” in 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2016, pp. 2366–2371.
- Yusupbekov N. R., Marakhimov A. R. Synthesis of the intelligent traffic control systems in conditions saturated transport stream. International Journal of International Journal of Chemical Technology, Control and Management Jointly with the Journal of Korea Multimedia Society. 2015;3-4:12–18
- Yudanto, A. Y., Apriyadi, M., & Sanjaya, K. (2018). Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic. Jurnal ULTIMATICS. <https://doi.org/10.31937/ti.v5i2.322>
- Zhang, Y.C., Xue, Y., Shi, Y., Guo, Y. and Wei, F.P., 2018. Congested traffic patterns of two-lane lattice hydrodynamic model with partial reduced lane. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 502, pp.135-147.

Z. Li, C. Li, Y. Zhang, and X. Hu, “Intelligent Traffic Light Control System Based on RealTime Traffic Flows,” in 14th IEEE Annual Consumer Communications & NetworkingConference (CCNC) Intelligent, 2017, pp. 625–626.

SENARAI PENERBITAN

A. JOURNAL Q3

Amir Hamzah Pohan, L.A.Latiff, Rudzidatul Akmam Dziauddin
“Application of Simulation of Queue Relationships that Occur and the Timing of Traffic Lights on Road Crossings using fuzzy logic method”, *International Journal of Innovation, Creativity and Change*. www.ijicc.net Volume 8, Issue 7, 2019 pp 116-134.

B. PROCEEDING

Amir Hamzah Pohan, L.A.Latiff, Rudzidatul Akmam Dziauddin,
“Crossroads traffic density Monitoring and injection Mitigation Through visual recognition”, *2016 2ND International Conference of Industrial, Mechanical, Electrical and Chemical Engineering*, Issue 4,2016, pp 1-5