

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

AMIR HAMZAH

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

**DECLARATION OF THESIS / UNDERGRADUATE PROJECT REPORT AND
COPYRIGHT**

Author's full name : Amir Hamzah

Date of Birth : 29 Oktober 1966

Title :

Academic Session :

I declare that this thesis classified as:

☐**CONFIDENTIAL**

(Contains confidential information under the Official Secret Act 1972)*

☐**RESTRICTED**

(Contains restricted information as specified by the organization where research was done)*

☒**OPEN ACCESS**

I agree that my thesis to be published as online open access (full text)

1. I acknowledged that Universiti Teknologi Malaysia reserves the right as follows:
2. The thesis is the property of Universiti Teknologi Malaysia
3. The Library of Universiti Teknologi Malaysia has the right to make copies for the purpose of research only.
4. The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.

Certified by:



SIGNATURE OF STUDENT



SIGNATURE OF SUPERVISOR

PD133029

MATRIX NUMBER

PM TS DR LIZA ABDUL LATIFF

NAME OF SUPERVISOR

Date: 1 November 2020

Date: 1 November 2020

“Kami akui bahawa kami telah membaca karya ini dan pada pandangan kami karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Doktor Falsafah dalam (Kejuruteraan Elektrik)”

Tandatangan : 
Nama Penyelia I : PM TS DR LIZA ABDUL LATTIF
Tarikh : 1 NOVEMBER 2020

Tandatangan : 
Nama Penyelia II : DR. RUDZIDATUL AKMAM DZIYAUDDIN
Tarikh : 1 NOVEMBER 2020

BAHAGIAN A - Pengesahan Kerjasama*

Adalah disahkan bahawa projek penyelidikan tesis ini telah dilaksanakan melalui kerjasama antara [Click or tap here to enter text.](#) dengan [Click or tap here to enter text.](#)

Disahkan oleh:

Tandatangan :

Tarikh :

Nama :

Jawatan :

(Cop rasmi)

** Jika penyediaan tesis atau projek melibatkan kerjasama.*

BAHAGIAN B - Untuk Kegunaan Pejabat Sekolah Pengajian Siswazah

Tesis ini telah diperiksa dan diakui oleh:

Nama dan Alamat Pemeriksa Luar :

Nama dan Alamat Pemeriksa Dalam :

Nama Penyelia Lain (jika ada) :

Disahkan oleh Timbalan Pendaftar di SPS:

Tandatangan :

Tarikh :

Nama :

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

AMIR HAMZAH

Tesis ini dikemukakan sebagai memenuhi
syarat penganuerahan ijazah
Doktor Falsafah dalam

School of Electrical Engineering
Razak Faculty of Technology and Informatics
Universiti Teknologi Malaysia

NOVEMBER 2020

PENGAKUAN

Saya akui karya ini yang bertajuk “*Pengurangan Kesusakan Lalu lintas Melalui Kawalan Lampu Isyarat Berasaskan Integrasi Imej Dan Logik Kabur*” adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya.

Tandatangan : 

Nama : AMIR HAMZAH

Tarikh : 1 NOVEMBER 2020

DEDIKASI

This thesis is dedicated to my father, who taught me that the best kind of knowledge to have is that which is learned for its own sake. It is also dedicated to my mother, who taught me that even the largest task can be accomplished if it is done one step at a time.

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 khususnya kepada penyelia utama iaitu PM. 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 (PBT) berdasarkan kajian kepadatan kenderaan sahaja. Perubahan dalam masa hijau ini dilakukan secara manual dan secara teori sahaja. Kesesakan lalu lintas yang tinggi di persimpangan, kecekapan penukaran data yang rendah dan masalah berinteraksi dengan sistem lain merupakan beberapa masalah yang perlu ditangani untuk pengurangan kesesakan lalu lintas. Ini adalah kerana sistem sedia ada hanya menggunakan satu masa hijau standard setiap hari tanpa mengambil kira jumlah kenderaan dan lebar jalan. Oleh itu, matlamat kajian ini adalah untuk mengawal lalu lintas dengan mengawal lampu isyarat di persimpangan dengan menggunakan input jumlah kenderaan dan lebar jalan dan seterusnya membangunkan aturan logik fuzzy bagi masa hijau. Kaedah pembangunan dibahagikan kepada tiga peringkat, iaitu pengiraan jumlah kenderaan, pengiraan lebar jalan, dan penentuan masa hijau. Aturan logik kabur yang dicadangkan akan mengetengahkan tiga pembolehubah untuk masa hijau yang boleh digunakan berasaskan jumlah kenderaan dan lebar jalan. Kajian ini akan mendapatkan input jumlah kenderaan di lapangan dan digunakan dalam program simulasi, seterusnya dengan antara muka Arduino. Keputusan kajian ini telah menunjukkan pengurangan masa hijau antara 9% hingga 91% di persimpangan Sala Benda dan antara 2.05% hingga 73.19% di persimpangan Semplak. Turutan daripada ini, tiga pembolehubah masa hijau menggunakan aturan logik fuzzy iaitu masa hijau sebentar, masa hijau sederhana dan masa hijau lama telah dirumuskan. Oleh yang demikian, kajian ini telah dapat merumuskan masa hijau yang optimum di setiap cabang persimpangan berdasarkan jumlah kenderaan dan lebar jalan dan juga telah merumuskan tiga aturan logik kabur untuk masa hijau. Ini akan digunakan oleh PBT untuk menentukan masa hijau lampu isyarat dan seterusnya mengawal lalu lintas.

ABSTRACT

The timing of traffic lights at intersections is determined by the Local Authority (PBT) based on the study of density of vehicles only. Changes in the green light must be done manually and in theory only. Traffic jams are still high at intersections, data changes efficiency is low and problems interacting with other systems are just a few problems that need to be addressed. This is because the current system only use one standard green time every day regardless of the number of vehicles and the road width. Therefore, the aim of this study is to control traffic by controlling traffic lights at the junction with the input of number of vehicles and the road width, and further developed the fuzzy logic rules for the green lights timing. The development of this research can be divided into three stages, namely the calculation of the number of vehicles, calculation of the road width, and calculation of the green lights timing. The proposed fuzzy logic rules will highlight three variables for a green lights timing that can be used, based on the number of vehicles and road width. This study will gather input in field test and the number of vehicles compared to the simulation program with Arduino interface. The results of this study have shown a reduction in green lights timing between 9% to 91% at the intersection of Sala Benda and between 2.05% to 73.19% at the intersection of Semplak. From here, three green lights timing variables using fuzzy logic rules namely, short green light timing, medium green lights timing and long green lights timing have been formulated. Therefore, this study was able to formulate an optimal green lights timing in each intersection based on the number of vehicles and the road width and also has formulated three logic fuzzy rules for green lights timing. This will be used by local authorities to determine the timing green traffic lights at intersection and hence, can implement traffic control.

SENARAI KANDUNGAN

	TAJUK	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	vi
	DEDIKASI	vii
	PENGHARGAAN	viii
	ABSTRAK	ix
	ABSTRACT	x
	SENARAI KANDUNGAN	xi
	SENARAI JADUAL	xiv
	SENARAI RAJAH	xv
	SENARAI SINGKATAN	xvii
	SENARAI SIMBOL	xviii
	SENARAI LAMPIRAN	xix
BAB 1	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Cabaran Persimpangan Jalan Raya	2
	1.2.1 Pemasaan Lampu Trafik	2
	1.2.2 Penglapan 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	10
	2.1 Pengenalan	10
	2.2 Gambaran Keseluruhan Tetapan Lampu Isyarat	10

2.3	Pemodelan Tempoh Lampu Isyarat	11
2.4	Pemantauan Trafik dan Penyelesaian	14
2.4.1	Pemantauan Trafik di Persimpangan	15
2.4.2	Penentuan Nyalaan Lampu Isyarat	16
2.5	Pemantauan Penyelarasan Mekanikal dan Persimpangan Lampu Isyarat Penyesuaian	20
2.6	Logic Kabur	22
2.7	Prosedur MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)	23
2.8	Rumusan Bab	30
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	43
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	51
3.6.5	Penentuan Masa Hijau	56
3.7	Pembangunan Program Penentuan Masa Hijau dan Antara Muka Arduino	37
3.7.1	Antara Muka Arduino	58
3.8	Rumusan	58

BAB 4	Pengujian dan Analisis	60
4.1	Hasil Ujian di Lapangan	60
4.1.1	Ujian di Persimpangan Sala Benda	61
4.1.2	Ujian di Persimpangan Semplak	61
4.2	Data Simulasi Masa Hijau Menggunakan TC	61
4.2.1	Simulasi Persimpangan Sala Benda	62
4.2.2	Simulasi Persimpangan Semplak	63
4.3	Perbandingan MKJI dengan TC	64
4.4	Kekuatan Pada Kaedah TC	68
4.5	Aturan Logik Kabur dan Klasifikasi	71
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 PENERBITAN		 110

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)	16
Jadual 2.2	Literatur lepas untuk jurang perbezaan kajian	19
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	61
Jadual 4.2	Data Jumlah Kenderaan dan Masa hijau di Persimpangan Semplak	62
Jadual 4.3	Simulasi Masa Hijau TC di Persimpangan Sala Benda	63
Jadual 4.4	Simulasi Masa Hijau TC di persimpangan Semplak	64
Jadual 4.5	Perbandingan masa hijau MKJI dengan TC di Sala Benda	65
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	72

SENARAI RAJAH

NO.RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
Rajah 2.1	Gambar Rajah Blok Sistem Model Persimpangan (Okene David Ese et al, 2017)	11
Rajah 2.2	Rajah Cabang	22
Rajah 2.3	Penentuan Lebar Berkesan (WE) dengan Pendekat (a) dengan Pulau dan (b) Tanpa Pulau (MKJI 1997)	24
Rajah 3.1	Rangka Kerja Penyelidikan	34
Rajah 3.2	Gambar Rajah Blok Algoritma	37
Rajah 3.3	Menangkap video kenderaan dengan sudut 45^0	38
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	42
Rajah 3.7	Paparan Peta Google bagi Sala Benda dan Semplak	42
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	Pembolehubah JK adalah sedikit	48
Rajah 3.15	Pembolehubah JK adalah sedang	49
Rajah 3.16	Pembolehubah JK Banyak	49
Rajah 3.17	Klasifikasi Fuzzy bagi JK	50
Rajah 3.18	Pembolehubah 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	54
Rajah 3.22	Faktor pekali bagi lebar jalan yang dinyatakan.	55

Rajah 3.23	Keseluruhan blok penentuan masa hijau	57
Rajah 3.24	Gambar rajah proses merancang TC	58
Rajah 4.1	Masa Hijau lapangan dengan Simulasi kaedah TC di persimpangan Sala Benda	66
Rajah 4.2	Masa Hijau MKJI dengan Simulasi Kaedah TC di Persimpangan Semplak	68
Rajah 4.3	Klasifikasi Masa Hijau	73

SENARAI SINGKATAN

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

SENARAI SIMBOL

ϵ	-	Masa Hijau
LJ_{pekali}	-	Faktor Pekali Lebar Jalan
g_i	-	Paparan masa hijau dalam fasa I
W_E	-	Lebar Efektif
W_{MASUK}	-	Lebar Masuk
W_{LTOR}	-	Lebar Belok Kiri
W_{KELUAR}	-	Lebar Keluar

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
Lampiran A	Kod Pemprosesan Menggunakan Logik Kabur	82
Lampiran B	Kod Paparan Traffic Controller (TC)	85
Lampiran C	Kod Lampu Trafik	92
Lampiran D	Pembinaan	99
Lampiran E	Pengiraan Terperinci Masa Hijau	108

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 lebuhraya sehingga keperluan pengendalian lalu lintas di lebuhraya, 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 penangguhan 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 lamu 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 pemprosesan 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 mengelaskan 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 kenderaan 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.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

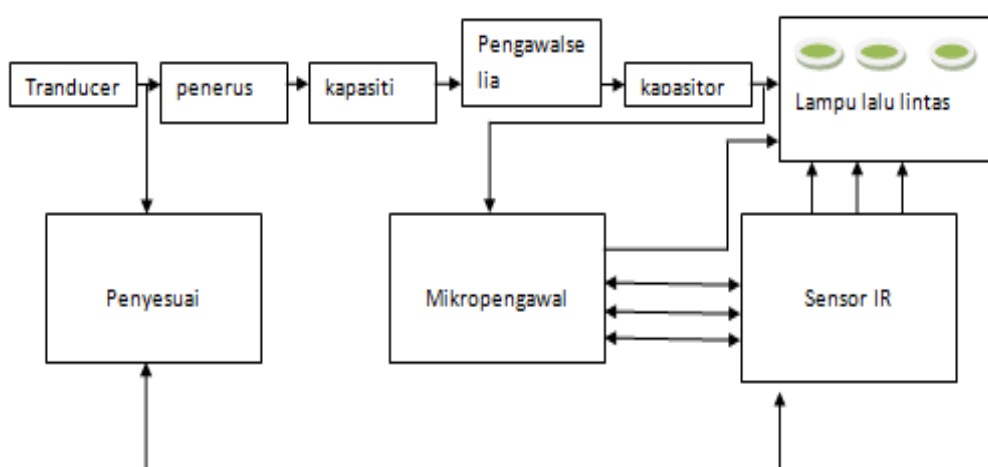
Bab ini memberikan gambaran keseluruhan sistem lampu isyarat di persimpangan, lampu isyarat digital dan tetapan kepadatan persimpangan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik daripada idea utama yang dikemukakan dalam kajian ini. Bahagian pertama bab ini membentangkan beberapa isu utama yang berkaitan dengan kawalan trafik di persimpangan. Bahagian kedua bab ini menerangkan asas dan klasifikasi lampu isyarat persimpangan. Bahagian akhir bab ini menyediakan kajian semula kemajuan dalam menetapkan persimpangan lampu isyarat.

2.2 Gambaran Keseluruhan Tetapan Lampu Isyarat

Di Indonesia, pemasaan lampu isyarat di persimpangan kini ditentukan dengan merujuk kepada MKJI semata-mata iaitu menggunakan satu masa standard. Manual itu menjelaskan bahawa purata bilangan kenderaan dalam sehari digunakan sebagai asas ketetapan masa lampu hijau bagi keseluruhan hari. Ini bermakna masa lampu isyarat adalah tetap dan tidak berubah walaupun bilangan kenderaan pada sesuatu masa itu adalah sangat sedikit. Ini akan memberi kesan kepada cabang lain di persimpangan yang sama kerana masa yang lebih diberikan kepada sesuatu cabang yang tidak mengambil kira bilangan kenderaan yang beratur. Penyesuaian masa hijau dengan bilangan kenderaan perlu dikaji supaya setiap cabang persimpangan itu akan diberi masa yang sesuai. Data daripada pemantauan trafik adalah dalam bentuk ketumpatan kenderaan di lampu isyarat, dan menggunakan data ini, data tingkah laku semasa mesti ditukar ke dalam masa sebenar.

2.3 Pemodelan Tempoh Lampu Isyarat

Dalam usaha untuk meniru tingkah laku lampu isyarat persimpangan, satu model matematik yang berbeza telah dicipta dan boleh digunakan untuk mewujudkan satu model teori. Keterangan matematik berkenaan ciri-ciri umum dalam memodelkan lampu isyarat telah dikaji selama lebih daripada empat dekad (Milan Koukol et al, 2015). Berdasarkan model lampu lalu lintas dengan pemprosesan imej juga menggunakan model kecerdasan buatan untuk menentukan lampu isyarat serta banyak model lain yang telah dibuat dalam penyelidikan. Model logik kabur (Yan Ge 2014) ialah satu kaedah sistem inferens logik kabur, yang mana satu anggaran bagi kelakuan lampu isyarat, dan ketepatan model bergantung kepada berapa banyak bilangan kenderaan. Pengawal lampu isyarat direka untuk trafik persimpangan berdasarkan sistem normal menggunakan dua hala persimpangan tunggal. Dalam model ini menggunakan model logik kabur satu trafik dibangunkan di persimpangan menggunakan MATLAB Simulink dan logik kabur yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1 (Okene David Ese et al, 2017). Sensor Infra Red (IR) diletakkan di persimpangan jalan pada jarak tetap dari isyarat lampu hijau kelewatan masa dalam isyarat lalu lintas ditetapkan berdasarkan kepadatan kenderaan di jalan raya. Sensor IR digunakan untuk mengira bilangan kenderaan di jalan raya. Mengikut jumlah Infra Red (IR), mikropengawal mengambil keputusan yang tepat untuk memberi keutamaan dan masih yang paling lama untuk lampu isyarat yang sesuai (Okene David Ese et al, 2017).



Rajah 2.1 Gambar rajah blok Sistem Model Persimpangan (Okene David Ese et al, 2017)

Sistem dalam Rajah 2.1 menggunakan sensor Infra Red (IR) dan mikropengawal. Pendekatan reka bentuk atas ke bawah digunakan di sini serta melibatkan pemecahan sistem menjadi unit yang lebih kecil dan menjadi beberapa unit seperti yang disenaraikan di bawah:

- (1) Unit Bekalan Kuasa
- (2) Unit Kawalan
- (3) Unit Sensor

Dari ujian yang dijalankan dalam litar, perhatikan bahawa LED dengan warna yang sama mempunyai masa yang sama, dan bahawa setiap tiang dari empat tiang lampu isyarat mengawal, bertukar secara berurutan dan berulang-ulang sehingga litar berada terputus dari kuasa.

Sensor membantu dalam menjaga kiraan kenderaan memasuki jalan dan mikropengawal kemudiannya memperuntukkan masa yang panjang dan sesuai sehingga memberi keutamaan yang tepat kepada setiap jalan. Sistem ini menyediakan isyarat secara automatik dengan menggunakan kombinasi sensor IR dan mikropengawal. Walaupun tujuan dan objektif projek itu dicapai dengan memuaskan, ia boleh diperbaiki lagi. Mikropengawal yang digunakan adalah sebuah optocoupler, digunakan untuk menyediakan gandingan sambil memastikan pengasingan elektrik antara input dan output. Tujuan lain optocoupler ini adalah untuk mengelakkan perubahan voltan atau voltan tinggi yang cepat di satu sisi litar daripada penyimpangan transmisi atau komponen kerosakan di bahagian lain litar. Reka bentuk baharu ini akan mengurangkan kelewatan masa, meningkatkan kecekapan dan mengurangkan kemalangan.

Dalam penyelidikan yang dijalankan oleh model disiplin ini seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1, model yang berbeza digunakan, iaitu model dengan tiga pendekatan. Pendekatan yang pertama ialah memberi kebenaran ambulans untuk lulus lorong masing-masing tanpa berlengah, yang kedua ialah membolehkan kelancaran kenderaan dengan keutamaan maksimum (kereta bomba, kereta polis), dan yang ketiga ialah mengawal ketumpatan lalu lintas silang dengan meningkatkan

masa isyarat hijau. Penyelidikan ini adalah replika persimpangan empat arah senario masa nyata. Pada bahagian pertama, perhatian ditumpukan kepada masalah yang dihadapi oleh Ambulans yang mana konsep Radio Frequency Identification (RFID) digunakan untuk mewujudkan talian ambulans hijau dan dengan itu menyediakan terminasi jalan percuma untuk Ambulans. Pemancar dan penerima IR digunakan untuk membuat lorong kenderaan hijau dan dengan itu mengelakkan kesesakan lalu lintas. Pemancar dan penerima IR lazimnya menyediakan kawalan trafik dinamik dan dengan itu meningkatkan tempoh lampu hijau lorong di mana ketumpatan trafik adalah tinggi dan oleh itu mengawal trafik. (Linganagouda R et al, 2016).

Satu lagi model dalam menentukan lampu isyarat menggunakan litar pintar dengan logik kabur, adalah hasil simulasi kekerapan (bilangan kereta yang menyelesaikan siklus) seminit untuk kawalan lalu lintas pra-masa (tetap) dan sistem kawalan trafik logik kabur (James Adunya Omina 2015). Sistem kawalan trafik logik kabur ini telah secara konsisten menunjukkan prestasi yang lebih baik kerana ia mempunyai kekerapan yang lebih tinggi (bilangan kereta yang menyiapkan kitaran) pada sebarang titik tertentu dalam sela masa. Walau bagaimanapun, dapat diperhatikan bahawa terdapat variasi prestasi pada titik masa tertentu dimana, bilangan kereta yang menyiapkan kitaran relatif lebih tinggi untuk sistem kawalan trafik logik kabur berbanding dengan sistem kawalan trafik pra-masa (tetap). Penyelidik menafsirkan penemuan ini sebagai petunjuk lanjut prestasi yang lebih baik di bahagian sistem kawalan lalu lintas logik kabur berdasarkan pada anggaran pada titik-titik tertentu dalam masa ketumpatan lalu lintas di persimpangan tinggi, maka jumlah kereta yang melengkapkan kitaran adalah sedikit lebih tinggi berbanding dengan titik masa ketumpatan trafik yang rendah (James Adunya Omina 2015).

Dalam kaedah logik kabur yang diterjemahkan lagi, yang terbaru adalah TOPSIS yang merupakan pemecah masalah umum yang memahami manusia untuk menentukan kenderaan mana yang harus dipilih walaupun terdapat banyak alternatif atau banyak kriteria (Galang P. N. et al 2018). Lampu lalu lintas berdasarkan klasifikasi kenderaan adalah masalah yang boleh dikategorikan sebagai Keputusan Membuat Kriteria Pelbagai (MCDM), dan salah satu algoritma terbaik untuk

menyelesaikan masalah adalah TOPSIS. Algoritma logik kabur TOPSIS adalah kaedah berdasarkan konsep alternatif yang dipilih yang perlu mempunyai jarak geometri terpendek dari penyelesaian ideal yang positif dan juga mempunyai jarakgeometri terpanjang bagi penyelesaian ideal yang negative (Galang P. N. et al 2018). Kaedah kabur ini menentukan masa lampu isyarat melalupenentuan panjang kenderaan yang paling dekat dengan masa lampu isyarat yang tersedia. Kajian ini menghasilkan masa lampu hijau optimum. TOPSIS menyelesaikan masalah yang biasa dengan menentukan pilihan jika terdapat banyak alternatif dan banyak kriteria. Lampu lalu lintas berdasarkan klasifikasi kenderaan adalah masalah yang boleh dikategorikan sebagai Keputusan Membuat Kriteria Pelbagai (MCDM) dan salah satu algoritma terbaik untuk menyelesaikan masalah adalah TOPSIS. Penyelesaian terpantas yang ideal dan juga mempunyai jarak geometri terpanjang adalah dari penyelesaian ideal yang negatif (Galang P. N. et al 2018). Pada setiap cabang persimpangan masa akan diperolehi bagi setiap satu kenderaan, iaitu kereta, bas dan lori yang digunakan dalam kajian ini.

2.4 Pemantauan Trafik dan Penyelesaian

Untuk menentukan kepadatan purata lalu lintas, adalah perlu untuk memantau jumlah kenderaan yang melalui lebuh raya. Pemantauan biasanya dilakukan oleh pemerhati yang menyebabkan kesilapan terjadi dalam proses perhitungan kerana adanya kesesakan jumlah kenderaan, pengaruh lingkungan atau keadaan penyelidik dalaman itu sendiri. Selain itu, pengiraan yang dilakukan oleh manusia memerlukan kos yang berasingan untuk setiap pelaksanaan sehingga sistem menjadi kurang efisien (Liang-Tay Lin et al 2009). Oleh itu, kajian ini mereka bentuk dan menganalisis pengiraan kenderaan di lebuh raya dan ditentukan dengan menggunakan pengaturcaraan C++ dengan simpanan OpenCV. OpenCV digunakan kerana ia mempunyai banyak subprogram atau simpanan yang boleh digabungkan supaya ia mempunyai pelbagai fungsi dalam pengaturcaraan yang berkaitan dengan pemprosesan imej digital.

2.4.1 Pemantauan trafik dipersimpangan

Dalam kes ini (Sasan Mohammadi et al, 2012), persimpangan trafik pemantauan topologi akan mengendalikan penentuan masa lampu hijau di persimpangan. Pemantauan trafik adalah dengan menggunakan kamera yang di sambungkan ke komputer yang diletakkan di tengah-tengah persimpangan dan ada juga menggunakan beberapa sensor seperti RFID. Zig Bee sensor lebah dan pengeluaran pemantauan trafik akan bergantung kepada parameter yang digunakan dalam pemantauan trafik sensor (Sasan Mohammadi et al, 2012). Parameter yang digunakan oleh sensor ialah mengira bilangan kenderaan, suatu output bilangan kenderaan yang diperolehi di persimpangan. Penghitungan dijalankan untuk menentukan bilangan, pergerakan dan klasifikasi kenderaan pada lokasi tertentu. Data ini boleh membantu mengenal pasti tempoh masa aliran kritikal, menentukan kesan kenderaan besar atau pejalan kaki dalam kajian lintas. Instrumen yang digunakan untuk kajian kelajuan tempat adalah pada kelajuan setiap kenderaan. Kelajuan dan masa pelepasan itu dijalankan menggunakan kereta terapung: kelajuan dan penyelidikan ini dijalankan semasa waktu puncak dan waktu bukan puncak pada setiap blok dengan kaedah kereta terapung. Masa yang diperlukan untuk menutup keseluruhan laluan jalan adalah direkod dan juga ditangguhkan kerana faktor yang berbeza. Kaji selidik inventori jalan raya yang dijalankan pada pertengahan blok adalah mengikuti setiap maklumat seperti lebar jalan, lebar bahu, dan lebar purata (Javier et al, 2012). Sistem kawalan trafik dengan telefon pintar (TCIM) yang menyambung televisyen litar tertutup (CCTV) adalah Televisyen Circuit Tertutuptanda berubah mesej, pengesan kenderaan dan lampu isyarat. Sistem ini juga menggabungkan algoritma pintar dinamik mengganggu parameter strategi trafik dan peningkatan untuk mengawal pentas. Strategi yang boleh menjana masa lampu isyarat adalah persimpangan yang optimum. Di samping itu, dengan menggunakan teknologi tanpa wayar, sistem yang dicadangkan tidak proses yang sukarantara komponen asas, polis trafik maya (VTP) dan ejen monitor status (SMA), menyokong toleransi kesalahan untuk perkakasan atau perisian kerosakan. Tambahan pula, suratcara Modul Integrasi Kawalan Trafik (TCIM) menggunakan tenaga kurang daripada yang konvensional. Oleh itu, pengurus sistem boleh mempertimbangkan

bekalan kuasa solar Sistem Kawalan Trafik Pintar Bergerak (MITC). Akhir sekali, TCIM dijangka menjadi salah satu sistem kawalan trafik yang paling sesuai di Taiwan (Liang-Tay Lin et al, 2012)

2.4.2 Penentuan nyalaan lampu isyarat

Di dalam alat kawalan logik kabur ditetapkan tiga puluh peraturan dan sistem logik kabur pemerintahan inferens mengambil masa kenderaan menunggu dan panjang kenderaan beratur dalam masa nyata pada fasa hijau dan mengeluarkan nilai untuk lanjutan masa sebagai output (Martinus Maslimet. al, 2018).

Pengawal logik kabur direka dengan menggunakan asas peraturan IF THEN, IF ELSE (Martinus Maslimet. al, 2018, Mojtaba Salehiet.al,2014). Oleh itu, syarat-syarat boleh dibandingkan daripada segi masa isyarat hijau yang ditetapkan dan yang berbeza adalah ketumpatan kenderaan. Ia adalah mungkin untuk mengenal pasti masa hijau yang betul dengan keadaan jalan raya yang kepadatan disampaikan dalam Jadual 2.1 (Bilal Ahmed Khanet. al, 2013).

Jadual 2.1 Keputusan perbandingan antara pengawal trafik konvensional dan pengawal berdasarkan Logik kabur trafik pintar (Bilal Ahmed Khan et.al, 2013)

Isyarat A Bilangan Kereta	Isyarat B Bilangan Kereta	Isyarat A masa operasi tunggal CTC	Isyarat B masa operasi tunggal CTC	Isyarat A masa operasi tunggal IFLTC	Isyarat B masa operasi tunggal IFLTC	Pengawal trafik konvensional (CTC)(s)	Logik Kabur pintar pengawal trafik berdasarkan (IFLTC) (s)
5	5	15	15	15	5	30	20
2	7	15	15	5	20	30	25
6	6	15	15	15	15	30	30
7	0	15	15	20	0	30	20
3	6	15	15	5	15	30	20
5	7	15	15	10	20	30	30
2	2	15	15	5	5	30	10
Jumlah bilangan kereta	Jumlah bilangan kereta	Jumlah masa	Jumlah masa (s)	Jumlah masa (s)	Jumlah masa (s)	Jumlah masa (s)	Jumlah masa (s)
30	30	105	105	75	80	210	155

Dalam Jadual 2.1. terdapat dua sistem yang dibandingkan iaitu sistem Kawalan Lalu Lintas Konvensional (CTC) dan sistem Pengawal Lalu Lintas Berasaskan Logik Pintar (IFLTC). Dalam sistem CTC, masa hijau adalah tetap iaitu selama 15 saat walaupun jumlah kenderaan adalah berbeza. Sebaliknya, dalam sistem IFLTC, masa hijau lampu isyarat berubah menurut jumlah kenderaan yang sedang berbaris di sesuatu cabang. IFLTC menentukan masa hijau adalah 5 saat untuk 1-3 kenderaan, 10 saat untuk 4-5 kenderaan, 15 saat untuk 6 kenderaan dan 20 saat untuk 7 kenderaan. Ternyata jumlah masa untuk melepaskan jumlah kenderaan yang sama bilangannya adalah lebih pendek untuk sistem IFLTC berbanding dengan CTC.

Bagi pemprosesan gambar, kajian yang dilaksanakan oleh (Chhaya Aheret al, 2015) yang menganggarkan kepadatan lalu lintas dan kawalan aliran berdasarkan teknik pemprosesan gambar telah berjaya mengira jumlah kenderaan dan melaksanakan sistem isyarat yang menunjukkan arah kenderaan di setiap jalan. Kamera yang dipasangkan di persimpangan akan berputar untuk mengirakan kenderaan di setiap cabang. Projek ini menggunakan perisian Virtual Basic yang merupakan pemprosesan gambar morfologi untuk mengurangkan kepekaan gambar. Dengan dua proses pelebaran dan pembukaan untuk mengurangkan kepekaan, jalur lorong kenderaan telah menentukan panjang L1 sebagai panjang antrian dan lebar jalan yang memberikan luas garis maksimum T, masa yang diperlukan untuk membersihkan atau mengesan 100% kawasan garis di persimpangan, dan akan menjadi waktu maksimum yang ditetapkan untuk mengawal lalu lintas di persimpangan semasa ini. Klasifikasi masa yang digunakan adalah masa rendah, sederhana dan tinggi.

Di persimpangan, kamera dipasang pada ketinggian dan sudut menghadap jalan. Oleh itu, dalam eksperimen L (bilangan kenderaan) dan T (kawasan jalan) mendapat barisan panjang yang menjadi tujuan dan menghasilkan gambar yang dipotong dalam bentuk jalan kosong atau gambar biasa dengan fungsi imej potong (jalan, persegi). Semua bingkai ditukar menjadi gambar menggunakan biru-hijau-merah (rgb) dan setelah diproses, gambar morfologi memberikan kontur objek yang mewakili kepadatan dan jumlah lalu lintas di lebuhraya. Analisis gumpalan boleh digunakan untuk mengesan bentuk gambar dua dimensi. Pengesanan berdasarkan

kaedah pengembangan setempat dengan kriteria tertentu. bahagian putih kaunter bingkai yang tompok, bilangan Blob NOB mewakili kepadatan lalu lintas di jalan raya. Hasil pemprosesan gambar adalah untuk menentukan lampu isyarat seterusnya di kawasan lampu hijau di sebelah barat kemudian mengirim arahan kepada PC untuk mengambil gambar, mengambil gambar di PC menggunakan kamera web, mengambil gambar operasi morfologi kenderaan, mengirim lalu lintas ke mikropengawal, tetapkan selang waktu barat, hidupkan dan matikan lampu hijau sisi barat, tunggu kelewatan, hidupkan lampu hijau dan nyalakan lampu kuning di sebelah selatan, gerakkan kamera ke kedudukan barat, ulangi proses untuk tiga jalan lain di persimpangan, menghantar data melalui bahagian pemantauan ZigBee, carta persembahan komputer di kawasan pemantauan.

Dengan reka bentuk perisian di atas, anggaran kepadatan lalu lintas dan kawalan aliran dibuat berdasarkan teknik pemprosesan gambar dan berjaya mengira lalu lintas dan menerapkan sistem isyarat yang menunjukkan arah kenderaan. (Chhaya Aher et al, 2015).

Dalam (Martinus, 2018) perbincangan adalah untuk menentukan masa hijau di lampu isyarat dengan menentukan panjang barisan kenderaan dan lebar lorong yang diatur dan seterusnya yang digunakan sebagai input data sementara output itu sendiri adalah masa hijau lampu isyarat. Langkah pertama dalam pengiraan adalah membuat set kabur untuk setiap pemboleh ubah. Terdapat empat pemboleh ubah input iaitu panjang antrian kenderaan di lorong yang diatur (tidak sesak, normal, dan sesak), panjang antrian kenderaan di lorong berikutnya (pendek, sederhana, dan panjang), lebar garis (sempit dan lebar) dan lebar lorong seterusnya (sempit dan lebar). Sementara itu, durasi lampu hijau kerana outputnya adalah masa cepat, sederhana, panjang dan sangat panjang (masing-masing adalah 10 saat, 30 saat, 50 saat dan 70 saat).

Langkah selanjutnya adalah defuzifikasi di mana hasil dari semua perhitungan menggunakan data dari pangkalan data di bahagian peraturan dikumpulkan bersama, maka akan dibuat kesimpulan untuk mencari nilai setiap aturan yang memiliki nilai μ dalam outputnya dengan Mamdani MOM kaedah

(Mean of Maximum), yang diambil nilai rata-rata domain cryptic yang memiliki nilai maksimum pada nilai yang diadopsi untuk pemboleh ubah keluarannya, dengan mengira secara khusus pada grafik segitiga untuk menentukan jumlah detik lampu hijau.

Oleh itu, daripada perbincangan literatur yang lepas dapat disimpulkan dalam Jadual 2.2 Perbatasan utama dalam kajian sebelum ini adalah dari segi pemrosesan imej untuk mengira jumlah kenderaan dan lebar jalan dalam menentukan masa hijau dipersimpangan sempit cabang dan tiga cabang.

Jadual 2.2 Literatur lepas untukjurang perbezaankajian

Penulis/Tahun	Tujuan Kajian
(Galang P. N. Hakim et al, 2018)	Kajian ini meneliti satu kenderaan yang melintas cahaya lalu lintas di persimpangan cawangan. Dan bilangan kenderaan yang keluar dari lampu isyarat mengikut jenis kenderaan
(Chhaya Aher, Shakil Shaikh.Adaptive, 2015)	Anggaran kepadatan lalu lintas dan kawalan aliran berdasarkan teknik pemprosesan imej
(Republik Indonesia Direktorat Bina Marga, 1997)	Untuk membangunkan Manual Kapasiti Jalan diIndonesia di kawasan bandar dan separa bandar optimum.
Martinus M et al 2018	Implementasi logik ksbur dalam Pembangunan Sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas.
(Rahishet,et al, 2015)	Cara yang berkesan dengan mengambil imej lalu lintas di persimpangan
Nidhi Sharma et al 22018	Isyarat kawalan lalu lintas menggunakan logik kabur
(V. Parthasarathi,et al 2015)	Menggunakan kaedah pengiraan objek dan pengesanan kenderaan kecemasan pada masa yang sama
(Dharani.S.J, Anitha.V, 2014)	Membangunkan sistem kawalan trafik dengan mengukur kepadatan lalu lintas di jalan
(D.E. Ventzas et al,2014)	Sistem nombor pengenalan plat automatik yang inovatif.
(Heba A. Kurdi. , 2014)	Ulasan pendekatan yang berbeza untuk menggunakan sistem CCTV untuk pengurusan lalu lintas Kenderaan
(Mojtaba Salehi et al, 2014)	Pengawal isyarat logik kabur untuk empat arahpersimpangan
(Prof (Dr.) Y.P. Singh, 2014)	Menganalisis kesesakan lalu lintas yang ada dan merekabentuk model baru dengan menggunakan penyalahgunaan imej teknik
(Ahmad Aljaafreh et al, 2014)	Yang menyesuaikan kedua-dua jarak hijau dan berselang,
(Kingsley Monday Udofia et al , 2014)	Pakar lalu lintas pemula mengenai pemilihan fasa yang sesuai untuk diberi hak pada persimpangan terpencil berdasarkan keadaan lalu lintas yang berlaku
(V. John, et al, 2014)	Mengemukakan algoritma pengiktirafan lampu lalu lintas untuk pelbagai keadaan lampu

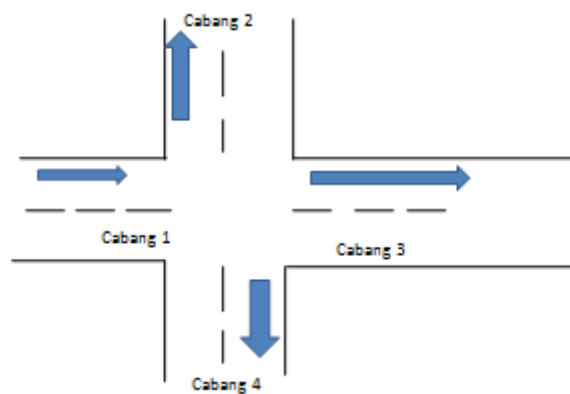
Fachrul Kurniawan et al 2019	Dalam kaedah kabur berbanding dengan sistem konvensional menunjukkan bahawa sistem konvensional kurang berkesan kerana jumlah lampu hijau yang dikeluarkan sepenuhnya adalah sama. Sementara itu, sistem kamera pintar berasaskan kabur telah mengaburkan cahaya hijau bergantung pada tahap ketumpatan yang ada di persimpangan.
------------------------------	---

2.5 Pemantauan penyelarasan mekanikal dan persimpangan lampu isyarat penyesuaian

Kaedah konvensional untuk menyambungkan lampu isyarat di persimpangan adalah menjana output isyarat hijau dalam beberapa kitaran waktu hijau atau fasa dengan nilai yang sama. Walaupun kaedah ini adalah mudah, ia membawa akibat kepada kepadatan trafik persimpangan yang tinggi. Di samping itu, kaedah ini tidak dapat menyediakan kemampuan penyegerakan rangkaian kawalan trafik dan kaedah lain diperlukan dalam pengiraan kepadatan lalu lintas untuk lampu isyarat penyesuaian. Keadaan lalu lintas ini dikesan dengan video, berdasarkan maklumat ini, modul perisian pula mengira keamatan aliran trafik. Dalam proses input dimasukkan ke dalam intensiti modul ramalan, di mana output modul adalah nilai keamatan masa depan. Berdasarkan nilai ini, panjang kitaran lampu isyarat baru dikira. Peraturan yang ketat dalam pengiraan siklus lampu hijau sedang berlangsung menetapkan pengawal dan logik kabur telah dilihat dalam kajian (Bilal Ahmed Khan *et al*, 2013). Dalam kajian ini, jadual waktu lampu isyarat diubah dengan 30 peraturan logik kabur, lanjutan konsep operasi isyarat sela masa memberikan masa hijau sekali lagi untuk laluan dengan jumlah lalu lintas yang lebih besar. Ujian fungsi sistem dilakukan pada semua pengatur terlebih dahulu sehingga jumlah kenderaan minimum dalam perisian reka bentuk.

Bagi pemprosesan imej kenderaan yang bagus, pemprosesan imej perlu segera serta dapat membaca bilangan kenderaan dan kemudian diselaraskan menggunakan MATLAB. Gambar-gambar yang telah diambil diproses untuk menentukan kepadatan kenderaan dalam sebarang masa (Bilal Ahmed Khan *et al*, 2013). Senarai keutamaan diberikan kepada setiap jalan dalam satu kitaran dan masa menunggu untuk jalan itu diubah mengikut ketumpatan. Pada satu cabang jalan yang

padat diberikan lebih panjang masa hijau agar kesesakan kenderaan lalu lintas dapat dikurangkan. Pengawal mikro mengubah tempoh masa hijau yang diberikan bagi setiap jalan yang sepadan dengan output selepas pemprosesan imej. Lampu isyarat yang digunakan di India pada dasarnya sudah ditetapkan di mana waktu setiap lorong mempunyai isyarat hijau yang telah ditetapkan. Dalam isyarat lalu lintas empat lorong, satu lorong diberi isyarat hijau pada satu masa. Jadi, lampu isyarat membolehkan kenderaan dari semua lorong melintas mengikut urutan. Oleh itu lalu lintas boleh maju dalam arah lurus atau berpusing 90 darjah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2. Oleh itu, walaupun kesesakan lalu lintas di lorong tertentu adalah paling sedikit, kenderaan tidak perlu menunggu lama dan apabila mendapat isyarat hijau, ia tidak perlu dibuat talian yang lain menunggu untuk jangka masa yang lebih lama. (Rahishet *et al*, 2015).



Rajah 2.2 Rajah Cabang

Tempoh isyarat lalu lintas dipantau dengan kamera ini yang dikawal oleh mikropengawal Arduino yang berputar mengikut arah jam dan berhenti untuk mengambil gambar setiap jalur. Imej yang diklik akan dihantar ke MATLAB untuk pemprosesan imej. Kemudian kamera berputar mengikut arah jam dan mengulangi langkah-langkah di atas. Imej-imej yang diproses di MATLAB dan keutamaan setiap trek ditentukan berdasarkan kepadatan lalu lintas. Laluan dengan ketumpatan relatif trafik tertinggi diberikan keutamaan dan jalan jalan raya dengan kesesakan lalu lintas yang paling tinggi diberi keutamaan. Memanjangkan isyarat hijau bagi jalan dengan keutamaan tertinggi lebih daripada lain, sehingga lalu lintas berada di landasan yang betul dan mengurangi kesesakan. Namun, garis lain mempunyai

keutamaan pengurangan masa hijau yang sesuai. Apabila semua baris mempunyai masa hijau, lampu isyarat menyempurnakan kitaran pemantauan lalu lintas dan mengawal kesesakan. Proses ini diulangi dan tempoh isyarat hijau diberikan untuk setiap laluan yang sentiasa disesuaikan selepas giliran kamera.

2.6 Logik Kabur

Logik kabur adalah satu bentuk logik pelbagai nilai yang mana nilai benar pembolehubah mungkin terdiri daripada sebarang nombor tulen antara 0 dan 1 termasuk nilai 0 dan 1 itu sendiri. Logik kabur ini adalah berbeza daripada logik digital yang hanya mengiktiraf bit 0 dan 1. Logik kabur boleh menjadi nilai dekat dengan 1 atau 0 untuk menentukan sesuatu yang tidak 0 dan 1, sebagai contoh, sebagai bilangan kenderaan di jalan kecil, sederhana atau besar logik kabur dapat menentukannya.

Logik kabur boleh dipanggil input iaitu boleh diguna dengan output yang hampir dengan 0 atau 1 dan mempunyai nilai berterusan yang mendekati 0 atau 1. Kelebihan logik kabur adalah dalam keupayaan **pemilaran** dalam bahasa. Oleh itu, dalam reka bentuknya, ia tidak memerlukan persamaan matematik kompleks bagi objek yang dikawal. Logik kabur diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari University of California, Berkeley pada tahun 1965.

Sebagai contoh dalam digital, nilai keahlian predikat logik adalah 0 atau 1. untuk menentukan $A = \{x \mid x > 20\}$, jika $A = 15$ adalah 0. Sedangkan 21 untuk A adalah 1. Logik klasik adalah mutlak yang bermaksud walaupun nilai $x = 19.999999$, predikat x adalah A masih 0 hasilnya berbeza daripada logik klasik jika logik itu kabur dengan sembarang nilai mempunyai nilai mengikut fungsi keahliannya. Tahap keahlian ditentukan oleh fungsi keahlian.

Dari (Martinus *et al* 2018), contoh seterusnya membincangkan masa output lampu hijau dengan dalam perhitungan logik kabur dalam setiap pembolehubah.

Terdapat empat pembolehubah input yang menjadi fungsi keanggotaan, iaitu panjang barisan kenderaan pada set lorong (sedikit, sedang, dan banyak), panjang lintasan kenderaan di lorong seterusnya (pendek, sederhana, dan panjang), lebar jalur lorong (sempit dan lebar), dan lebar jalur seterusnya (sempit dan lebar). Bagi jangka masa lampu hijau sebagai output, outputnya adalah cepat, sederhana, panjang, dan sangat panjang. Setiap pemboleh ubah dibuat menjadi satu set kabur dan grafiknya kemudian diambil dari data sebenar yang dikaburkan oleh peraturan logik kabur, bagaimana input dan output berjalan lalu diselesaikan dengan defuzifikasi pada rule yang ada. (Martinus Maslim et al 2018).

2.7 Prosedur MKJI (Manual Kapasiti Jalan Indonesia)

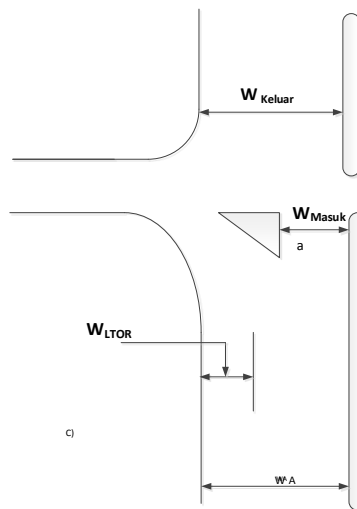
Jenis persimpangan yang dikesan Manual Kapsiti Jalan Indonesia (MKJI) adalah persimpangan empat cabang atau tiga cabang dengan menentukan lebar jalan, seterusnya nisbah sebelah kiri / kanan. Pengiraan dilakukan secara berasingan bagi setiap pendekat (susur kiri tanpa menunggu lampu trafik). Satu cabang persimpangan boleh terdiri daripada lebih daripada satu pendekat, yang dipisahkan kepada dua atau lebih sub-pendekat. Ini berlaku apabila pergerakan belok kanan / atau isyarat kiri-pusing mendapat hijau di fasa yang berbeza daripada trafik yang lurus, atau jika mereka dipisahkan secara fizikal oleh pulau-pulau lalu lintas di persimpangan. Bagi setiap persimpangan atau lebar berkesan (W_E) ditentukan dengan mempertimbangkan dari pintu masuk dan keluar bagi pengagihan.

Penentuan lebar masuk (W_{MASUK}) sebagaimana ditunjukkan dalam Rajah 2.3 atau untuk pendekat tanpa pulau lalu-lintas yang ditunjukkan pada bahagian kanan dari gambarajah. Pada keadaan terakhir $W_{MASUK} = W_A - W_{LTOR}$. Persamaan (2.1) dapat digunakan untuk kedua-dua keadaan tersebut.

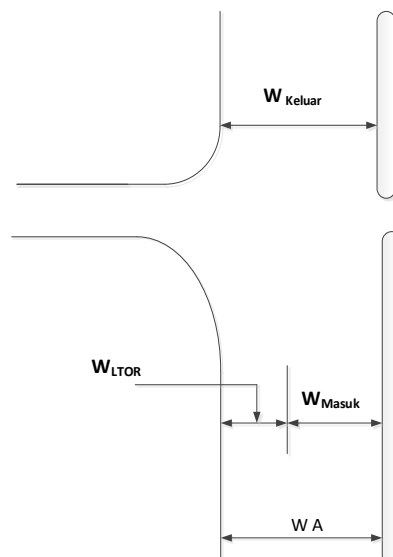
Dapatan jenis persimpangan untuk menentukan lebar khusus (MKJI 1997) ialah

$$W_{LTOR} \geq 2 \text{ meter} \quad (2.1)$$

Dimana W_{LTOR} = Lebar jalan bagi trafik belok kiri digunakan oleh buangan lalu lintas setelah melintaspersimpangan (Lebar belok kiri). Dalam kes ini ia dianggap bahawa kenderaan LTOR boleh mendahului barisan kenderaan lain dalam pendekat untuk isyarat merah. Buang seterusnya lalu lintas sebelah kiri langsung LTOR dari pengiraan lanjut dan menentukan pendekat lebar berkesan seperti berikut:



(a) Pendekat dengan pulau lalu lintas



(b) Pendekat tanpa pulau lalu lintas

Rajah 2.3 Penentuan lebar berkesan (W_E) dengan pendekat (a) dengan pulau dan (b) tanpa pulau (MKJI 1997)

$$W_E = \text{Min} \begin{cases} W_A - W_{L\text{TOR}} \\ W_{\text{MASUK}} \end{cases} \quad (2.2)$$

Jika

$$W_{\text{keluar}} < W_E \times (1 - \text{PRT}),$$

W_E perlu diberi nilai baru sama dengan W_{KELUAR} , dan analisis pemasaan isyarat untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bahagian trafik lurus diberi sebagai Persamaan (2.3),

$$W_{L\text{TOR}} < 2m \quad (2.3)$$

Dalam kes ini, diandaikan bahawa kenderaan LTOR tidak dapat memimpin barisan kenderaan lain dalam mendekati isyarat merah. Kemudian, pengiraannya tidak termasuk QLTOR, yang merupakan aliran kenderaan yang membelok ke kiri. Pengiraan dilakukan setiap jam untuk satu tempoh, contohnya berdasarkan keadaan aliran lalu lintas yang dirancang pada waktu puncak pagi, petang dan petang. Aliran lalu lintas (Q) untuk setiap pergerakan (belok kiri QLT, lurus QST dan pusingan kanan QRT) ditukar dari kenderaan setiap jam menjadi kereta penumpang (smp) sejam menggunakan setara dengan kenderaan penumpang (emp) untuk pendekatan terlindung dan menentang masing-masing. Pengiraan untuk setiap nisbah kenderaan membelok ke kiri dan di sebelah kanan dapat dikira menggunakan formula berikut:

$$P_{L\text{TOR}} = Q_{L\text{TOR}} / Q_{\text{TOTAL}}$$

Dimana:

$P_{L\text{TOR}}$ = nisbah belok kiri,

$Q_{L\text{TOR}}$ = aliran lalu lintas belok kiri (smp / jam),

Q_{total} = jumlah aliran lalu lintas (smp / jam)

$$P_{RT} = Q_{RT} / Q_{\text{TOTAL}}$$

Dimana:

PRT = nisbah belok kanan,

QRT = aliran lalu lintas belok kanan (smp / jam),

$Qtotal$ = jumlah aliran lalu lintas (smp / jam).

$$W_e = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} W_A \\ W_{MASUK} + W_{LTOR} \\ W_A(1 + P_{LTOR} - W_{LTOR}) \end{array} \right. \quad (2.4)$$

Jika $W_{KELUAR} < W_E \times (1 - P_{RT} - P_{LTOR})$, W_E perlu diberi nilai baru sama dengan W_{KELUAR} , dan analisis isyarat masa untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bahagian trafik lurus.

Dimana

Pendekat = Kawasan persimpangan kenderaan berbaris sebelum keluar melalui talian berhenti. (Apabila pergerakan trafik ke kiri atau ke kanan dipisahkan oleh sebuah pulau lalu lintas, lengan persimpangan boleh mempunyai dua pendekat).

$LTOR$ = Indeks bagi trafik belok kiri dibenarkan .

W_A = Lebar seksyen pendekat keras, yang digunakan oleh buangan trafik selepas lulus persimpangan (Lebar Pendekat).

W_{MASUK} = Lebar seksyen pendekat keras, diukur di garisan berhenti (Lebar Masuk).

W_{KELUAR} = Lebar seksyen pendekat keras, yang digunakan oleh buangan trafik selepas lulus persimpangan (Lebar Keluar).

W_E = Lebar seksyen pendekat keras, yang digunakan dalam pengiraan kapasiti (iaitu sebagai balasan bagi W_A , W_{MASUK} dan W_{KELUAR} dan pergerakan trafik (Lebar Efektif).

P_{LTOR} = Nisbah Belok Kiri

P_{RT} = Nisbah Belok Kanan

Keadaan Aliran Trafik

Jumlah lalu lintas berada pada persimpangan berdasarkan jam sibuk dalam satu atau lebih tempoh. Aliran lalu lintas (Q) bagi setiap pergerakan dan setiap jenis kenderaan adalah bersamaan dengan unit kereta penumpang (smp) berdasarkan jenis pendekatan.

Dimana

Q = Aliran lalu lintas setiap persimpangan (smp/jam)

Q_{ST} = Aliran trafik yang lurus (smp/jam)

Q_{RT} = semasa belok kanan (smp/jam)

Aliran Tepu (S)

Adalah bilangan maksimum kenderaan yang boleh melalui lampu lalu lintas. Jumlah arus tepu tidak sama untuk setiap persimpangan, terdapat beberapa perkara yang mempengaruhi, di antaranya adalah:

- Memanjat atau derivatif di cawangan penyeberangan
- Komposisi aliran trafik
- Jarak antara lokasi letak kereta dan laluan berhenti
- Sama ada atau tidak ada aliran belok kanan, lalu lintas datang dari arah yang bertentangan,.
- Aliran tepu dikira oleh formula berikut:

$$S = S_0 * FCs * F_G * F_p * F_{RT} * F_{LT} \quad (2.5)$$

Dimana

S = Aliran tepu (smp/jam)

S_0 = Aliran tepu asas (smp/jam)

W_E = Lebar pendekatan efektif berkesan (m)

FCs = Faktor penyesuaian saiz bandar

F_G = Faktor penyesuaian cerun

F_p = Faktor penyesuaian tempat letak kereta

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

Nisbah Alir (FR)

Nisbah semasa setiap pendekat dikira menggunakan formula:

$$F_R = Q/S$$

Dimana:

F_R = Nisbah aliran

Q = Kapasiti aliran lalu lintas setiap persimpangan (pcu / jam)

S = arus tepu (smp/ jam)

Nisbah Persimpangan (IF_R)

Jumlah nilai IF_R penting dan dikira menggunakan formula: :

$$IF_R = \sum(FR_{critis}) \quad (2.6)$$

Dimana:

IF_R = Nisbah simpang

FR_{critis} = Nisbah simpang kritis

Nisbah Fasa (PR)

Dalam setiap fasa sebagai nisbah antara FR_{critis} dan IF_R , dengan formula:

$$PR = FR_{CRIT} / IF_R \quad (2.7)$$

Dimana:

PR = Nisbah fasa

IF_R = Nisbahpersimpangan

FR_{critis} = Nisbahpersimpangan kritis

Kitaran Masa

Sebelum pelarasan boleh dicari dengan formula

$$c = \frac{(1.5*LT+5)}{(1-IFR)} \quad (2.8)$$

Dimana:

c = masa kitaran sebelum pelarasan (saat)

LT = jumlah masa yang hilang setiap kitaran

IF_R = Nisbah semasa persimpangan

Masa hijau

Pengiraan masa hijau untuk setiap fasa boleh dilakukan dengan menggunakan formula berikut:

$$g_i = \frac{(c*LT)*FR_{critis}}{\sum FR_{critis}} \quad (2.9)$$

atau

$$g_i = (c-LT) PR_i$$

Dimana:

g_i = Paparan masa hijau dalam fasa I (saat)

c = masa kitaran sebelum penyesuaian (saat)

LT = Jumlah masa yang hilang setiap kitaran (saat)

FR = Semasa dibahagikan dengan arus tepu (Q / S)

$\sum FR_{critis}$ = Nisbah arus simpang

PR_i = Nisbah kitar ke i

Waktu Kitar Yang Disesuaikan (C)

Pengiraan masa kitaran yang diselaraskan (C) adalah berdasarkan masa hijau yang diperoleh dan bulat dan masa yang hilang (LTI), menggunakan formula:

$$C = \sum g + LT \quad (2.10)$$

Dimana:

C = pengiraan kali kitaran yang diselaraskan

g = Waktu hijau pada pendekatan

LT = Masa hilang

$$A_j = \frac{(1-GR)}{2} \times (1-GR \times DS)$$

$$B_j = DS^{2/2} \times (1-DS)$$

Dimana,

c = Masa kitaran ditentukan (saat)

Q_j = Aliran trafik untuk pendekatan (det / smp)

2.8 Rumusan Bab

Dalam perbincangan lampu isyarat masih terdapat jurang yang boleh diteliti. Perbincangan hanyalah pengesanan kenderaan di setiap persimpangan yang akan menentukan waktu hijau. Penggunaan kamera untuk bantu mengira jumlah kenderaan di setiap cabang telah menunjukkan perlaksanaan yang baik yang menggunakan pemproses imej dan perisian MATLAB. Untuk menentukan masa hijau lampu isyarat yang mengambil kira jumlah kenderaan yang lebih adaptif maka aturan logik kabur telah dapat menentukan output masa hijau yang optimum setiap cabang. Tambahan pula, terdapat jurang yang tidak mengambil kira lebar jalan yang akan mengurangkan masa hijau lampu isyarat sekiranya cabang itu mempunyai lebar jalan yang agak besar dan lebih daripada satu baris kenderaan boleh diatuhkan. Oleh itu, perumusan masa hijau lampu isyarat adaptif yang berdasarkan jumlah kenderaan dan lebar jalan sesuatu cabang akan memperbaiki nilai masa hijau standard atau NWHS sedia ada. Persimpangan tiga cabang dan empat cabang akan digunakan yang mana input jumlah kenderaan diambil menggunakan kamera dan lebar jalan diambil dari peta google. Kedua-dua input ini akan dimasukkan dalam blok logik kabur untuk diatuhkan serta outputnya terdiri masa hijau yang optimum untuk mengurangkan kesesakan.

BAB 3

METODOLOGI KAJIAN

3.1 Pengenalan

Bab ini akan membincangkan mengenai rangka kerja kajian yang terdiri daripada kajian awal sistem trafik, faktor peleraian trafik, cadangan algoritma, pembangunan algoritma dan seterusnya kaedah pengujian dan analisis. Penerangan bab ini lebih tertumpu kepada pendekatan dan pembangunan algoritma aturan logik kabur untuk mengelaskan input yang terdiri daripada jumlah kenderaan, lebar jalan dan seterusnya 3 output klasifikasi masa lampu hijau di persimpangan. Dengan klasifikasi ini, masa hijau adaptif akan tercapai untuk mengurangkan kesesakan kerana masa hijau ini adalah selari dengan jumlah kenderaan dan lebar jalan.

3.2 Pendekatan Kajian

Kesesakan adalah salah satu masalah besar dalam pemanduan di lebuh raya dan juga jalan raya. Bilangan kenderaan di lebuh raya yang banyak menyebabkan kemudahan sokongan jalan tidak mencukupi sehingga perlu dinamik seiring dengan peningkatan bilangan kenderaan. Oleh itu, kesesakan sering berlaku di persimpangan jalan dengan banyak kenderaan yang berlalu dari pelbagai cabang dan menyebabkan konflik di persimpangan dengan pergerakan trafik yang berterusan, gangguan kecelakaan dan gangguan lalu lintas. Persimpangan yang kerap dalam kesesakan di Bogor ialah persimpangan Sala Benda dan persimpangan Semplak. Kesesakan lalu lintas di persimpangan di Sala Benda adalah disebabkan oleh peningkatan bilangan kenderaan yang melalui persimpangan kerana ianya merupakan tumpuan penduduk membeli-belah dan juga membuat urusan di pejabat

kerajaan. Dan ini ditambah dengan jalan yang tidak berubah dan dibesarkan sejak beberapa dekad. Kesyakan di persimpangan Semplak pula disebabkan oleh kemacetan lalu lintas dari arah perbandaran ke daerah Bogor di mana terdapat universiti terkenal iaitu Institut Pertanian Bogor (IPB) dan daerahnya. Melangkah ke hadapan dengan penambahan kemudahan di daerah ini membuat peningkatan kenderaan yang banyak dan melalui persimpangan Semplak. Lampu lalu lintas yang bersilang dan geometri persimpangan tidak dapat melicinkan perjalanan kenderaan. Persimpangan Sala Benda dan Semplak sering sesak dengan kenderaan yang beratur panjang.

Kini, berdasarkan MKJI (1997), masa lampu isyarat ditetapkan untuk setiap jalan setiap hari dan ini ternyata tidak dapat mengurangkan kesesakan. Semakin lama masa hijau di persimpangan, semakin lama masa merah di persimpangan lain. Jika persimpangan yang tenang mendapat masa hijau yang sama dengan persimpangan yang sibuk, tentunya ini menjadi kurang berkesan kerana persimpangan yang sibuk mesti menunggu masa hijau di persimpangan yang tenang yang sebenarnya tidak memerlukan masa hijau yang terlalu panjang. Seperti yang dibincangkan dalam Bab 2, cara untuk mengawal kesesakan lalu lintas adalah dengan mengawal aliran kenderaan secara fleksibel dengan mengubah masa lampu hijau di setiap cabang berdasarkan kepada jumlah kenderaan dan lebar jalan. Kesyakan di persimpangan perlu melihat kepadatan lalu lintas yang sedia ada supaya masa hijau dapat disesuaikan dengan kepadatan lalu lintas di setiap cabang di persimpangan.

Kaedah dalam menentukan masa lampu isyarat di persimpangan terdiri daripada integrasi pengesanan imej untuk mengira bilangan kenderaan di cabang dan menentukan lebar jalan menggunakan aplikasi peta Google (Google Maps). Seterusnya kedua-dua data tersebut akan dikategorikan menggunakan logik kabur. Keputusan logik kabur akan memberikan output masa hijau lampu isyarat yang berubah-ubah mengikut kriteria bilangan kenderaan dan lebar jalan. Dalam ujian menggunakan logik kabur ini, satu kaedah langkah demi langkah dipilih untuk menentukan persamaan dinamik masa hijau.

Perhitungan bilangan kenderaan di persimpangan adalah menggunakan rakaman video yang mana video akan dipasang di lokasi Semplak dan Sala Benda. Rakaman video ini akan diproses dengan menggunakan perisian Pengesanan Blob (Blob Detection) yang boleh di muat turun secara percuma dari internet.

Dalam membuat penyelidikan mengikut tujuan kajian, satu rangka kerja keseluruhan dan gambar rajah aliran akan di susun secara sistematik.

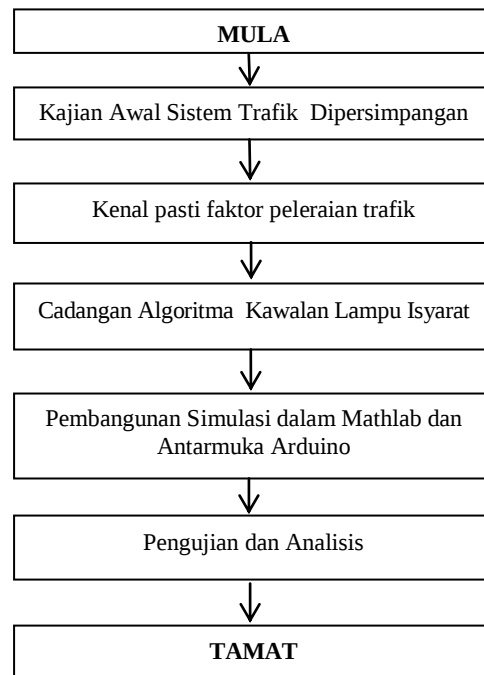
3.3 Rangka Kerja Keseluruhan

Pada permulaan penyelidikan, penyediaan dan pengenalanpastian kajian, sifat dan tingkah laku persimpangan dalam menentukan lampu hijau sebagai sesuatu yang khusus dikaji melalui kajian literatur. Satu lokasi di persimpangan Semplak dan Sala Benda, Bogor dipilih sebagai lokasi kajian sampel. Sampel diambil dari lokasi kajian untuk beberapa ujian awal mengenai simulasi masa hijau lampu isyarat. Selain itu, simulasi dengan menentukan ketumpatan kenderaan dan lebar jalan akan dibangunkan selepas menangkap imej video di Semplakdan Sala Benda,Bogor.

Data video imej kenderaan setiap cabang, masa lampu hijau dan masa diambil minggu ini(pagi, tengahari dan petang)dari persimpangan Sala Benda dan persimpangan Semplak dicatat. Berdasarkan pemantauan yang dilakukan, penyelidikan perlu dilakukan di persimpangan Sala Benda dan persimpangan T Semplak di Provinsi Bogor Barat kerana kedua-dua simpang tersebut mengalami kesesakan dari jam 06.00 pagi hingga 08.00 pagi semasa semua keluar bekerja serta 16.00 petang hingga 19.00 petang pada waktu pulang dari tempat kerja. Dan penting juga mencatat masa lampu hijau dan jumlah kenderaan ketika cabang di persimpangan tersebut agak kurang.

Data sedia ada diproses berdasarkan keperluan supaya ia boleh digunakan sebagai input dan akan digunakan sebagai ujian sistem. Bilangan kenderaan dan lebar jalan digunakan sebagai input data atau masukan sementara tempoh masa hijau adalah sebagai output. Analisis data dan pengesahan data dijalankan untuk mengesahkan bahawa output masa hijau boleh diterima selaras dengan parameter bilangan kenderaan dan lebar jalan di persimpangan. Untuk ini, pembangunan algoritma untuk memproses, menganalisis dan menentukan data dan maklumat akan dilaksanakan dan kemudian merekabentuk sistem yang akan dibangunkan bermula dari paparan maklumat data, rekabentuk seni bina hingga ke reka

bentuk antaramukayang sesuai. Proses pembangunan program mengikut reka bentuk sistem menggunakan bahasa pengaturcaraan yang sesuai dan mengikut peraturan pengaturcaraan yang sepadan. Reka bentuk dan carta aliran kajian ini ditunjukkan dalam Rajah 3.1.



Rajah 3.1Rangka Kerja Penyelidikan

3.4 Kajian Awal Sistem Lalu Lintas di Persimpangan

Pengangkutan adalah salah satu keperluan asas manusia untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lain, oleh itu pengangkutan akan terus berkembang bersama dengan pembangunan manusia. Sektor pengangkutan merupakan sektor penting yang dapat menyokong pembangunan kawasan. Perkembangan sektor-sektor lain seperti ekonomi, sosial dan politik sangat dipengaruhi oleh pengangkutan. Di bandar-bandar besar di Indonesia, masalah pengangkutan adalah salah satu masalah yang paling utama. Pada asasnya, masalah pengangkutan di kawasan bandar berlaku disebabkan peningkatan bilangan kenderaan bermotor yang tidak sepadan dengan peningkatan jalan raya.

Bogor sebagai bandar yang dekat dengan Jakarta dan termasuk di Provinsi Jawa Barat dan merupakan salah satu bandar dengan banyak penduduk kerana dekat dengan Jakarta. Penduduk Kabupaten Bogor berdasarkan data Bogor telah mencapai 5.8 juta (Badan Pusat Statistik, Januari 2019), dan jumlah ini akan terus tumbuh. Kemudian jumlah kenderaan beroda empat di Kawasan Bogor ialah 2,359,350 terdiri daripada 2,198,444 kenderaan persendirian dan 161,086 kenderaan awam (Agensi Perangkaan Pusat Jawa Barat 2018). Ketidakseimbangan antara kenaikan bilangan kenderaan dan panjang jalan menjadikan jumlah lalu lintas kenderaan meningkat di kawasan Bogor, menyebabkan masalah seperti kesesakan lalu lintas dan kemalangan jalan raya.

Bandaraya Bogor sebagai salah satu kota yang bersebelahan dengan Jakarta menjadikannya tempat yang baik untuk hidup bagi para pekerja di Jakarta. Memandangkan peranan penting pengangkutan di kota Bogor, pengurusan lalu lintas yang baik diperlukan untuk meningkatkan keselamatan dan keselamatan lalu lintas, salah satunya mengendalikan lampu isyarat di Sala Benda dan Semplak Bogor.

Seperti yang dibincangkan dalam Bab 2.6, sistem untuk menentukan masa hijau di persimpangan adalah menggunakan (MKJI, 1997) yang memberi nilai masa hijau yang tetap dan dikategorikan sebagai masa hijau kecil, sederhana atau panjang. Kategori ini ditentukan dengan mengambil jumlah kenderaan hanya pada waktu puncak sahaja. Jelas, dengan menggunakan MKJI 1997, masa hijau tidak menjelaskan senario lalu lintas masa nyata dengan mengambilkira jumlah kenderaan per fasa lampu isyarat. Oleh yang demikian, sistem lampu isyarat di persimpangan memerlukan perubahan dari masa tetap yang dibuat pada setiap persimpangan untuk masa yang lebih fleksibel.

3.5 Faktor peleraian lalu lintas

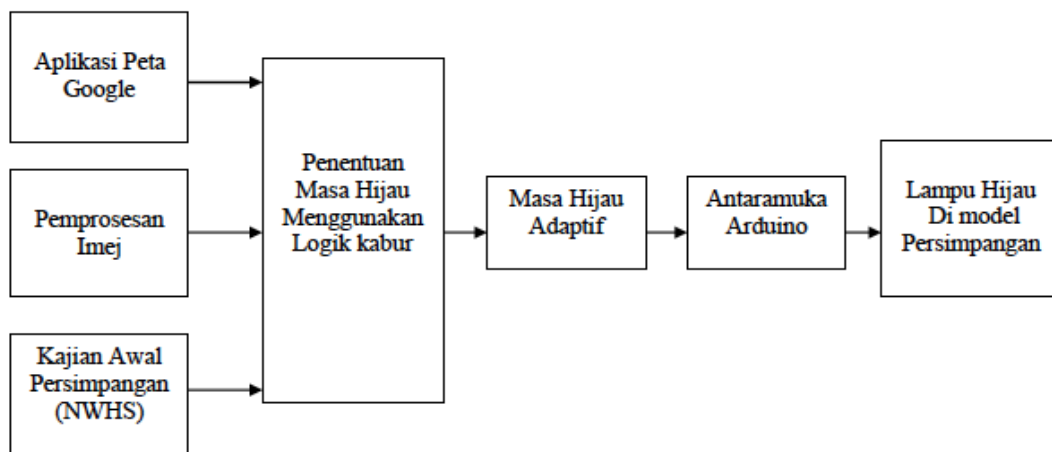
Langkah pertama ialah mengambil gambar kenderaan menggunakan kamera atau video yang akan menentukan jumlah kenderaan pada masa itu.

Langkah kedua adalah untuk menentukan pembolehubah input. Terdapat dua pembolehubah masukan, iaitu jumlah kenderaan dan lebar jalan dan kemudian fungsi keanggotaan dibuat untuk memberi kategori kepada jumlah kenderaan dan lebar jalan. Jumlah kenderaan yang diperoleh pada masa itu akan dikategorikan kepada jumlah kenderaan sedikit, sederhana, dan banyak, manakala untuk lebar jalan, ianya dikategorikan kepada lebar jalan sempit, sederhana dan lebar. Daripada sini masa hijau akan dipetakan kepada masa hijau lama, sederhana atau pendek dan merupakan output kepada sistem peleraian trafik ini.

Asas ini akan digunakan di sistem lampu isyarat persimpangan supaya perubahan dari masa tetap diubah kepada masa hijau yang fleksibel di setiap cabang jalan persimpangan. Kajian ini akan dijalankan pada empat dan tiga cabang persimpangan yang akan dapat meleraikan kesesakan di persimpangan.

3.6 Cadangan Algoritma Kawalan lampu isyarat

Bahagian ini akan membincangkan cadangan algoritma untuk mengawal lampu isyarat di persimpangan untuk mengurangkan kesesakan lalu lintas. Algoritma ini akan menggunakan pemprosesan imej yang ditangkap di persimpangan untuk menentukan jumlah kenderaan dan menggunakan peta Google untuk menentukan lebar jalan. Kedua-dua input ini akan digunakan sebagai input kepada pengklasifikasi dalam logik kabur yang akan menentukan darjah keanggotaan yang berbeza. Darjah keanggotaan ini pula akan digunakan untuk menentukan darjah keanggotaan masa hijau di persimpangan dengan menggunakan masa hijau asal iaitu dari MKJI 1997 atau dengan spesifiknya Nilai Waktu Hijau Standard (NWHS). Seterusnya, masa lampu hijau sebagai output dengan klasifikasi mereka, akan dimasukkan kepada antaramuka Arduino yang direka untuk menunjukkan perubahan masa hijau di setiap lampu di setiap cabang.



Rajah 3.2 Gambar blok Algoritma TC

3.6.1 Kaedah Penentuan Jumlah Kenderaan

Penentuan jumlah kenderaan dilakukan dari gambar yang diambil di persimpangan dengan sudut bermula dari 45^0 dari ketinggian kamera 3 meter yang disorot ke arah kenderaandi bawah. Area kenderaan tidak berubah di setiap lokasi, jarak yang diukur antar kenderaan lebih akurat, jarak yang diukur antara kenderaan dan kamera lebih akurat, lebar jalan yang diukur dan kenderaan lebih akurat(Nastaran Yaghoobi Ershadi et al 2018). Untuk memastikan kenderaan yang melintas jalan ditangkap dengan jelas, kamera yang digunakan memerlukan memori sebanyak 13 megapiksel (MP), kelajuan shutter $f / 1.9$, fokus auto dan resolusi kamera 1080 piksel dankadar kerangka kamera sebanyak 30 kerangka per saat(fps). Imej yang diperolehi akan dapat membezakan kenderaan roda empat dan roda dua. Rajah 3.3 menunjukkan paparan kamera yang dipasang di persimpangan.



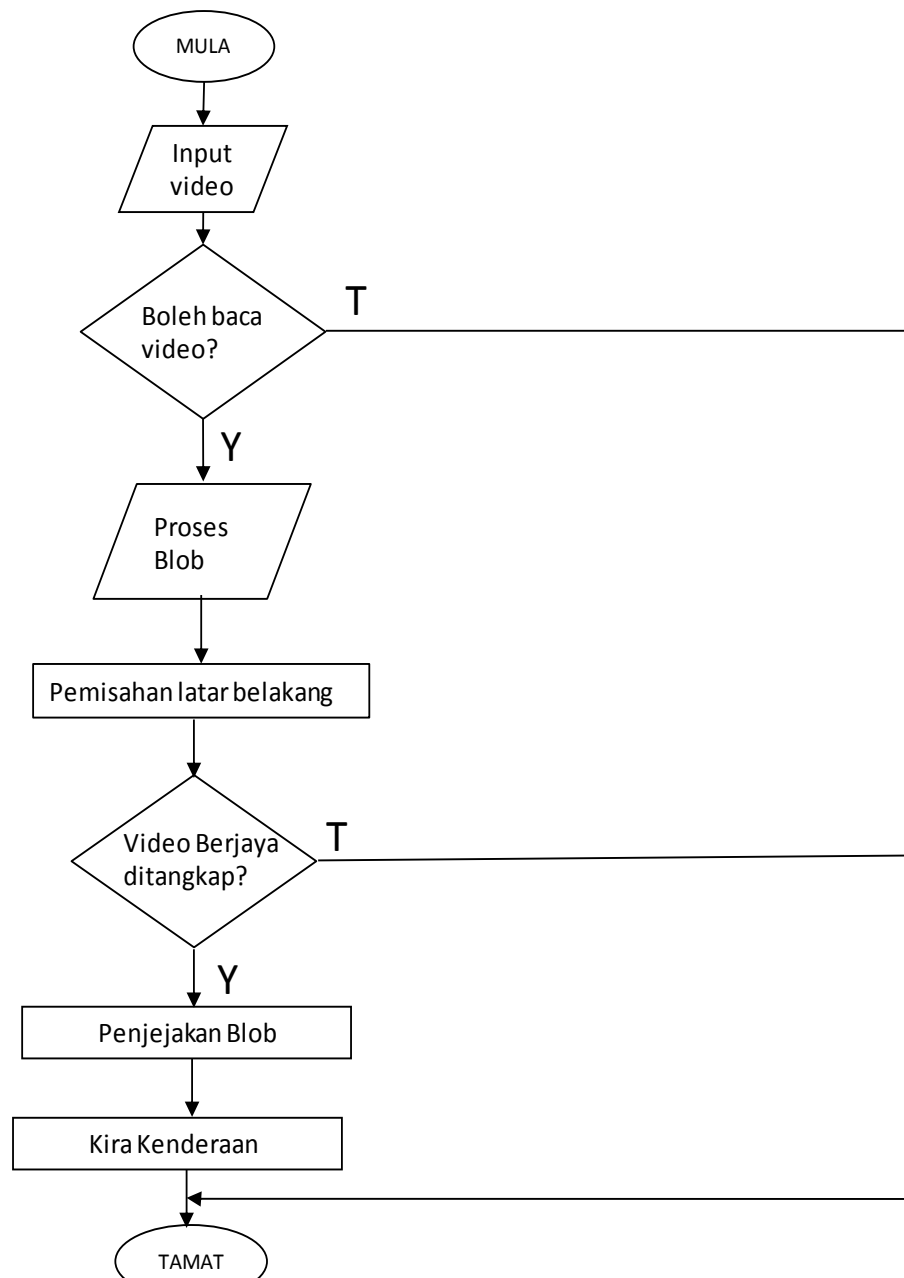
Rajah 3.3 Menangkap video kendaraan dengan sudut 45° dari ketinggian kamera 3 meter yang disorot ke arah kendaraan di bawah

Rajah 3.4 menunjukkan carta alir perisian untuk mengira jumlah kendaraan. Carta alir ini bermula dengan input video di persimpangan seterusnya dibaca melalui proses blob. Pengesanan objek melalui proses blob ini merupakan proses untuk mengetahui koordinat atau posisi objek sebelum proses perhitungan jumlah objek pada sesuatu kerangka video dilaksanakan. Proses Blob ini adalah algoritma untuk menentukan suatu kumpulan dari piksel yang saling berhubungan atau tidak dan biasanya digunakan untuk mengidentifikasi objek yang terpisah atau menghitung jumlah objek dari suatu kerangka (Hidayati, 2017).

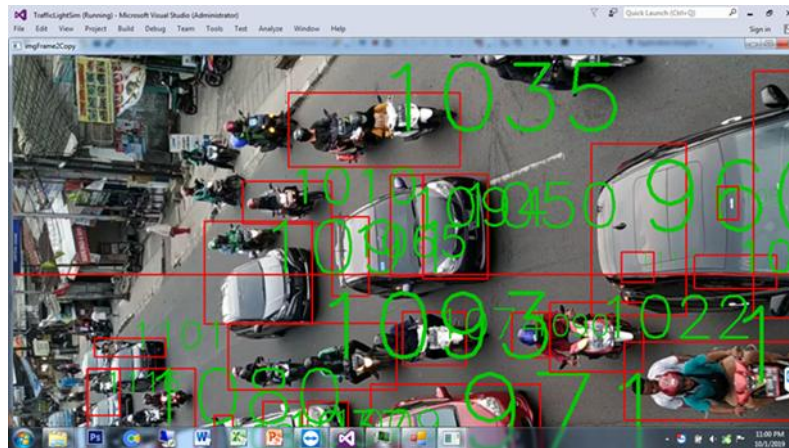
Algoritma ini akan memberikan tanda daerah dalam sebuah objek. Kemudian setiap batas atas, bawah, kanan dan kiri disimpan ke dalam sebuah variabel untuk dilakukan penandaan setiap objek dalam sebuah kerangka dan dilakukan proses penentuan jumlah kendaraan sesuai dengan banyaknya daerah atau objek dalam suatu kerangka.

Penentuan jumlah kenderaan dilakukan menggunakan algoritma Pengesanan Blob< seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.5) dengan menggunakan algoritma Penolakan Latar belakang (Background Subtraction) dalam proses segmentasi untuk penentuan jumlah kenderaan dalam sebuah kerangka. Pada sistem ini, evaluasi proses tapisan dan ambang untuk

mendapatkan hasil evaluasi terbaik perlu dilakukan. Setelah dilakukan evaluasi, sistem dapat menentukan jumlah kendaraan dalam sebuah kerangka dengan lebih tepat.



Rajah 3.4. Carta Alir Pengiraan Kenderaan



Rajah 3.5 Proses mengira kenderaan dengan Sudut 45^0

3.6.2 Pemetaan Jalan Raya

Pemetaan jalan diperlukan untuk mendapatkan lebar jalan (LJ) di persimpangan, memudahkan untuk menentukan output masa hijau lampu isyarat. Dengan menggunakan *Google Maps*, berikut adalah langkah yang diambil untuk menentukan LJ:

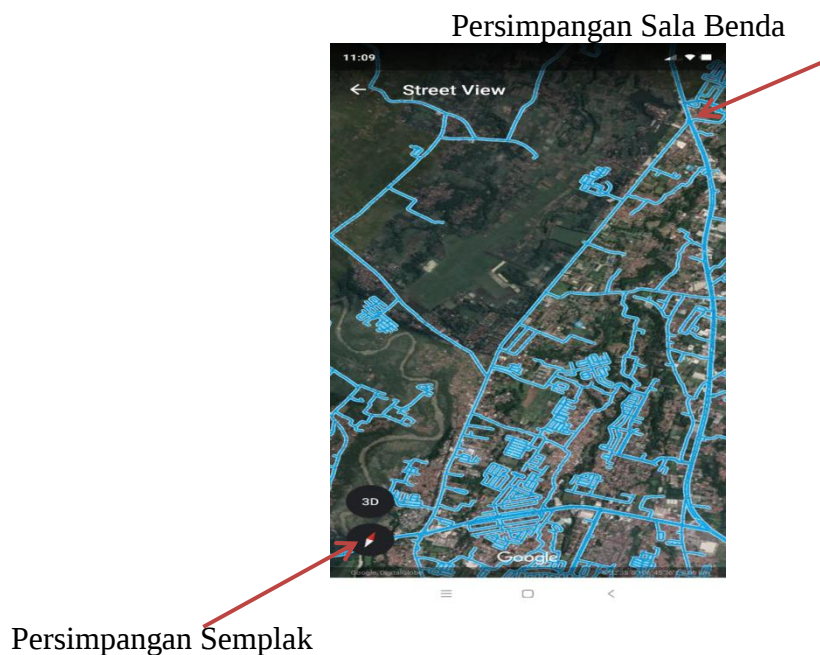
- Muatkan peta Google.
- Buat fungsi lintang dan bujur dan penanda kedudukan.
- Menggunakan skrip menentukan lebar jalan dengan pengiraan jarak.

Seperti yang dibincangkan sebelum ini, dua persimpangan iaitu persimpangan Sala Benda dan persimpangan Semplak dipilih dalam kajian ini. Peta Google bagi Kawasan Sala benda dan Semplak ditunjukkan dalam Rajah 3.6 Perhatikan pin bertanda merah di sebuah jalan raya. Melalui cara ini, lebar sesuat jalan boleh diketahui dan akan digunakan dalam algoritma TC ini.



Rajah 3.6 Menentukan lebar jalan menggunakan Peta Google.

Rajah 3.7 adalah paparan dari satelit kedua-dua persimpangan yang dikaji iaitu persimpangan Sala Benda dan persimpangan Semplak dalam daerah Bogor, Indonesia.



Rajah 3.7 Paparan satelit bagipersimpangan Sala Benda dan persimpangan Semplak

Rajah 3.8 (a) menunjukkan peta geologi yang lebih dekat bagi persimpangan Sala Benda yang mempunyai 3 cabang manakala Rajah 3.8 (b) menunjukkan persimpangan Semplak yang mempunyai 4 cabang. Lokasi ini dipilih dengan mempertimbangkan bahawa kedua-dua persimpangan dianggap kompleks kerana ia berkaitan dengan kawasan komersil di

beberapa jalan raya dengan jumlah trafik yang berat dan sering mengalami beratur panjang di persimpangan ini.



Rajah 3.8 Peta geologi bagi (a) Persimpangan Sala Benda, Bogor Jawa Barat , (b) Persimpangan Semplak, Bogor Jawa Barat

Kaedah dan prosedur yang diterangkan dalam MKJI 1997 mempunyai asas empirik kerana tingkah laku trafik di persimpangan yang tidak terkawal dari segi peraturan menyediakan cara disiplin lintasan dan peraturan beratur yang sangat sukar untuk dijelaskan dalam model tingkah laku. Tingkah laku pemandu dalam manual negara barat tidak boleh terpakai kerana profil pemandu adalah dari negara Barat.

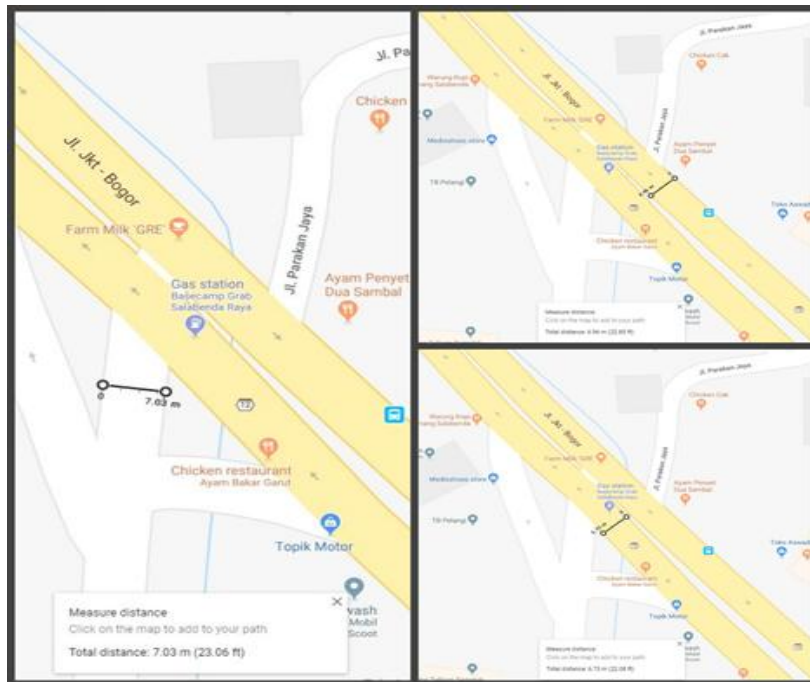
3.6.2.1 Persimpangan Sala Benda

Persimpangan Sala Benda mempunyai 3 cabangdan merupakan titik pertemuan antara Jalan Raya Bogor dengan Jala Sala Benda Raya. Jalan Raya Bogor merupakan jalan besar dualorong setiap hala dan Jalan Sala Benda Raya merupakan simpang yang bertemu dengan Jalan Raya Bogor. Dari segi trafik, Jalan Raya Bogor mempunyai trafik yang agak tinggi kerana merupakan jalan besar yang menghubungkan pekan Bogor dengan Jakarta.

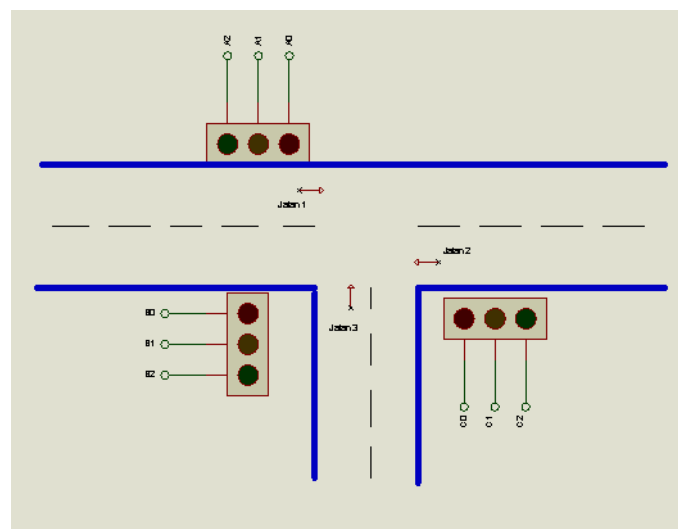
Daripada Rajah 3.9, Jalan Raya Bogor arah Selatan akan dinamakan Cabang 1, Jalan Bogor arah Utara akan dinamakan Cabang 2 manakala Jalan Sala Benda Raya dinamakan Cabang 3. Rajah 3.10 menunjukkan secara skematik ketiga-tiga cabang supaya nampak lebih jelas lagi.



Rajah 3.9 (a) Jalan Raya Bogor (b) Simpang Sala Benda bertemu dengan Jalan Raya Bogor



Rajah 3.10 Lebar jalan di cabang persimpangan Sala Benda



Rajah 3.11 Tiga cabang dipersimpangan Sala benda

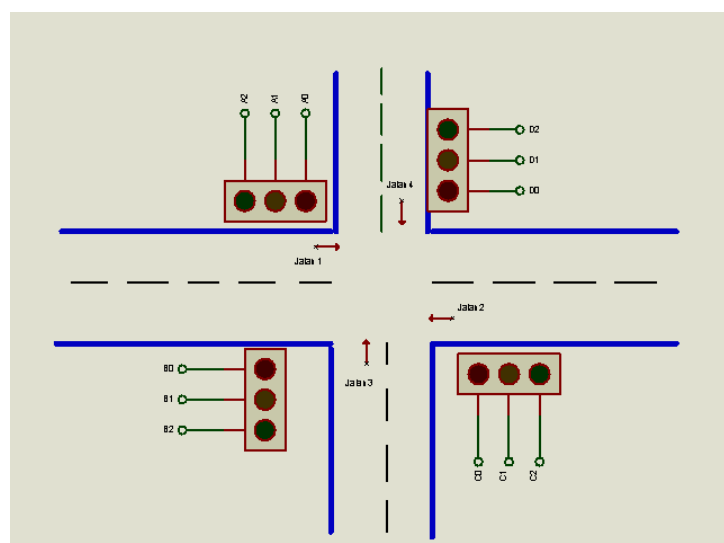
3.6.2.2 Persimpangan Semplak empat cabang

Pengukuran pemetaan dengan peta Google dilakukan di persimpangan Semplak seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.12 yang akan digunakan untuk menentukan lebar jalan. Persimpangan Semplak mempunyai cabang dengan titik pertemuan antara Jalan Raya Cibadak-Ciampea, Jalan Raya Semplak, Jalan Ring Road Taman Yasmin dan Jalan Brigjen Saptadji Hadiprawira. Keempat-empat jalan mempunyai jumlah masa hijau yang sama.

Daripada Rajah 3.12, Jalan Brigjen Saptadji Hadiprawira adalah Cabang 1, Jalan Raya Cibadak-Ciampea adalah Cabang 2, Jalan Raya Semplak adalah Cabang 3, manakala Jalan Ring Road Taman Yasmin adalah cabang 4. Rajah 3.13 menunjukkan secara skematik keempat-empat cabang dengan lebih jelas lagi.



Rajah 3.12 Lebar jalandi cabang persimpangan Semplak



Rajah 3.13 Empat cabang persimpangan Semplak

3.6.3 Penentuan Keanggotaan menggunakan Logik Kabur

Penentuan masa lampu isyarat di setiap persimpangan akan menggunakan logik kabur. Logik kabur adalah salah satu cara untuk memetakan ruang input ke ruang output. Logik kabur ini telah dipilih pada linear yang menunjukkan pemetaan titik data input ke nilai keanggotaan atau dirujuk kepada tahap keanggotaan dengan himpunan logik kabur. Tahap pertama untuk melakukan perhitungan membuat himpunan logik kabur pada pembolehubah masing-masing. Terdapat dua pembolehubah masukan yang telah ditunjukkan darjah keanggotaannya, iaitu jumlah kenderaan (sedikit, sederhana, dan banyak), lebar jalan (sempit, sederhana dan besar). Manakala, masa lampu hijau adalah keluaran atau output yang diberi keanggotaannya sebagai sebentar, sedang dan lama. Himpunan logik kabur untuk pembolehubah masing-masing ditunjukkan dalam Jadual 3.1.

Jadual 3.1 Kriteria input dan output logik kabur

<i>Fungsi</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Klasifikasi Kabur</i>
Input	Jumlah kenderaan	Sedikit
		Sederhana
		Banyak
	Lebar Jalan	Sempit
		Sedang
		Besar
Output	Masa Hijau	Sebentar
		Sedang
		Lama

Pengkelasan dengan nilai sebenar bagi input diberi dalam Jadual 3.2. Seterusnya, klasifikasi pembolehubah dengan pengiraan darjah keanggotaannya akan dibincangkan.

Jadual 3.2 Kriteria Input logik kabur

<i>No</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Jumlah kenderaan</i>
1	Jumlah Kenderaan sedikit	2 – 8 unit
2	Jumlah kenderaan sedang	7 – 25 unit
3	Bila kenderaan banyak	20 – 60 lebih unit
<i>No</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Faktor Pekali LJ</i>
1.	Jalan sempit (1 -3m)	1
2.	Jalan sedang (2m–6m)	2
3.	Jalan besar (5m – 10m)	3
<i>No</i>	<i>Masa Pergerakan Kenderaan</i>	<i>NWHS [Galang et al 2018]</i>
1.	Kereta	1.86 saat
2.	Bas	2.58 Saat
3.	Lori	3.77 Saat

3.6.3.1 JumlahKenderaan (JK)

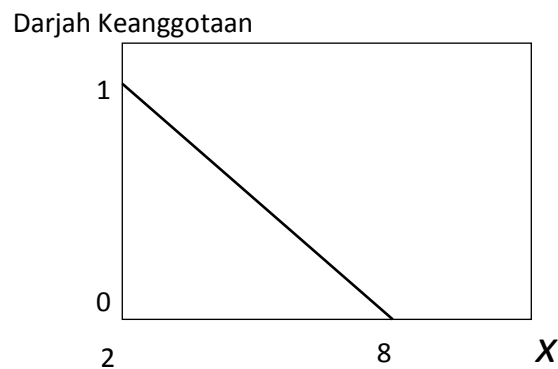
Seperti yang dibincangkan dalam Bab 2.3.1 iaitu dari (Fachrul Kurniawan, 2019), penentuan jumlah kenderaan, pemetaan kepada darjah keanggotaan digambarkan sebagai garis lurus dengan menggunakan data dalam Jadual 3.2. Terdapat 3 set keadaan logik kabur linear iaitu jumlah kenderaan sedikit, sederhana dan banyak.

Jumlah Kenderaan (JK) Sedikit

Pembolehubah x adalah bilangan kenderaan. Sekiranya bilangan kenderaan sedikit, maka set fuzzy yang dibuat adalah fungsi keanggotaan linier berikut:

$$\mu_{sedikit}[x] = \begin{cases} (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ x \geq b \end{cases} \quad (3.1)$$

Fungsi keanggotaan sedikit ditetapkan ke nombor pembolehubah kenderaan seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.13 yang nilai minimum adalah 2 manakala nilai maksimum adalah 8 kenderaan.. Darjah keanggotaan adalah satu jika x adalah 2 dan adalah 0 jika $x = 8$ kenderaan.



Rajah 3.14 Pembolehubah JK adalah sedikit

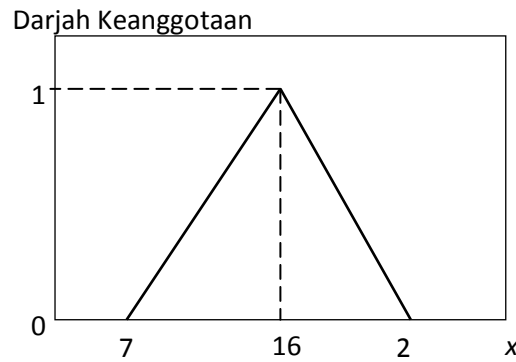
Sekiranya $x = 5$ dan ia berada antara nilai a dan b maka nilai darjahkeanggotaan adalah:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{sedikit}}[5] &= (8 - 5)/(8 - 2) \\ &= 3/6 \\ &= 0.5\end{aligned}$$

Jumlah Kenderaan (JK) Sedang

Untuk JK sedang, fungsi keanggotaan adalah yang ditunjukkan dalam Rajah3.15. Sambutan segitiga di atas adalah lengkung linear yang mempunyai tiga nilai iaitu nilai a adalah nilai minimum, b adalah titik tengah dan c adalah nilai maksimum. Dalam segitiga ini, Garis segitiga ini digunakan untuk mewakili fungsi keanggotaan set JK sedang. Julat kenderaan adalah dari 7 hingga 25 kenderaan. Set kabur adalah seperti berikut:

$$\mu_{\text{sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } \geq c \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x) / (c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3.2)$$



Rajah 3.15 Pembolehubah JK adalah sedang

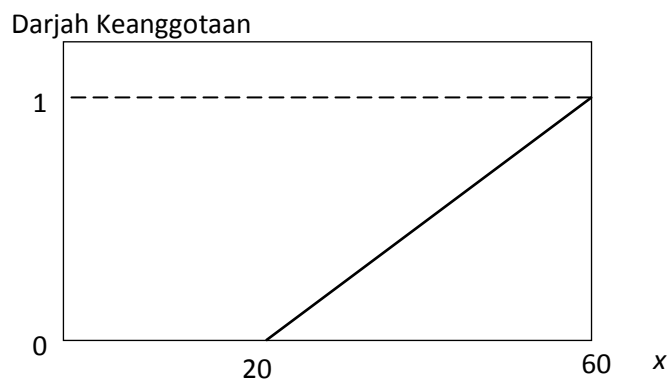
Jikabilangan kenderaan adalah 11, dan berada antara nilai 7 dan 16, maka darjah keanggotaan adalah seperti berikut.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{sedang}}[11] &= (11 - 7)/(16 - 7) \\ &= \frac{4}{9} \\ &= 0.44\end{aligned}$$

Jumlah Kenderaan (JK) Banyak

Sambutan untuk JK banyak adalah seperti dalam Rajah 3.16 iaitu mempunyai nilai minimum, $a = 20$ dan nilai maksimum, $b = 60$. Maka set kabur adalah seperti berikut:

$$\mu_{\text{banyak}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (3.3)$$



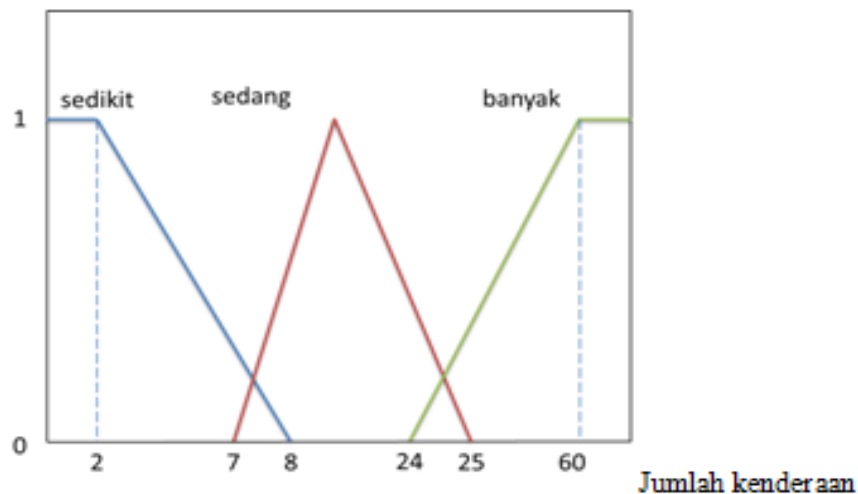
Rajah 3.16 Pembolehubah JK Banyak

Jika jumlah kendaraan adalah 50, maka darjah keanggotaan dikira seperti berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{banyak}}[50] &= \frac{50 - 20}{60 - 20} \\ &= \frac{30}{40} \\ &= 0.75\end{aligned}$$

Berdasarkan perkiraan logik kabur, sambutan bagi kesemua klasifikasi JK ditunjukkan dalam Rajah 3.17.

Darjah keanggotaan



Rajah 3.17 Klasifikasi Kabur bagi JK

3.6.3.2 Lebar Jalan (LJ)

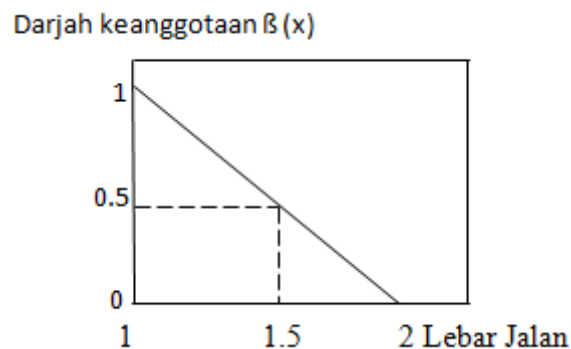
Penentuan LJ menggunakan logik kabur dan akan diberikan klasifikasi berdasarkan nilai dalam Jadual 3.1 dan Jadual 3.2. Terdapat 3 klasifikasi kabur linier iaitu untuk lebar jalan sempit, lebar jalan sedang dan lebar jalan besar.

Lebar Jalan (LJ) Sempit

Sambutan logik kabur sempit adalah dari 0 hingga 2 meter. Nilai minimum a adalah 0, diberi tandaan a , manakala nilai maksimum adalah 2 meter. Logik kabur diberikan seperti berikut:

$$\beta_{sempit}[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x < a \end{cases} \quad (3.4)$$

Tetapkan fungsi keanggotaan sempit ke lebar jalan seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.18.



Rajah 3.18 Pemboleh ubah lebar jalan yang sempit

Kerana nilai $x = 1.5$ adalah di antara nilai-nilai a dan b maka nilai darjahkeanggotaan adalah seperti berikut:

$$\begin{aligned} \beta_{sempit}[1.5] &= (2 - 1.5)/(2 - 1) \\ &= 0.5/1 \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

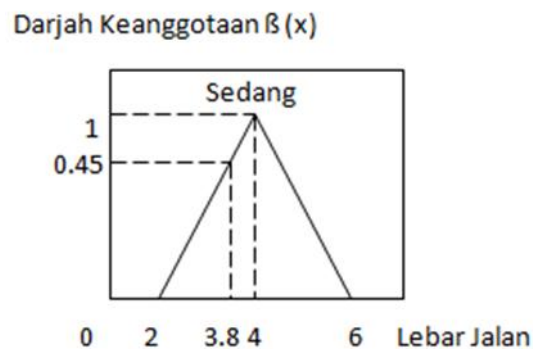
Lebar Jalan (LJ) Sedang

Untuk LJ sedang, fungsi keanggotaan adalah yang ditunjukkan dalam Rajah 3.18. Sambutan segitiga di atas adalah lengkung linear yang mempunyai tiga nilai iaitu nila a adalah nilai minimum, b adalah titik tengah dan c adalah nilai maksimum. Dalam segitiga ini,

Garis segitiga ini digunakan untuk mewakili fungsi keanggotaan set LJ sedang. Julat Lebar Jalan adalah dari 2 hingga 6 meter.

$$\beta_{sempit}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } \geq c \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x) / (c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3.5)$$

Dalam Rajah 3.19, jika lebar jalan adalah 4 meter lebar, lebar jalannya sederhana:



Rajah 3.19 Lebar jalan sedang

Kerana nilai $x = 3.8$ adalah di antara nilai a dan b maka cari nilai keanggotaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \beta_{Sedang}[3.8] &= (3.8 - 2) / (4 - 2) \\ &= \frac{1.8}{2} \\ &= 0.9 \end{aligned}$$

Lebar Jalan (LJ) Besar

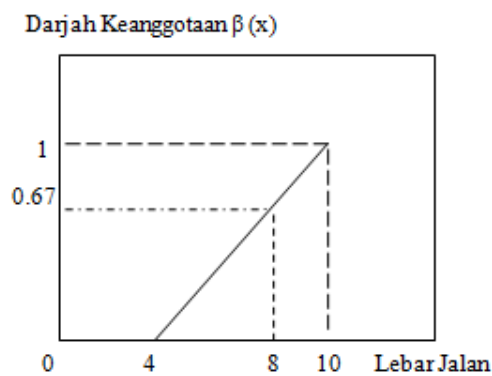
Jika lebar jalannya besar, maka set kabur yang dibuat adalah fungsi keanggotaan linear seperti berikut:

$$\beta_{Besar} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (3.6)$$

Fungsi keanggotaan sejumlah besar pembolehubah pada lebar jalan ditunjukkan dalam angka berikut dan ditunjukkan dalam Rajah 3.20.

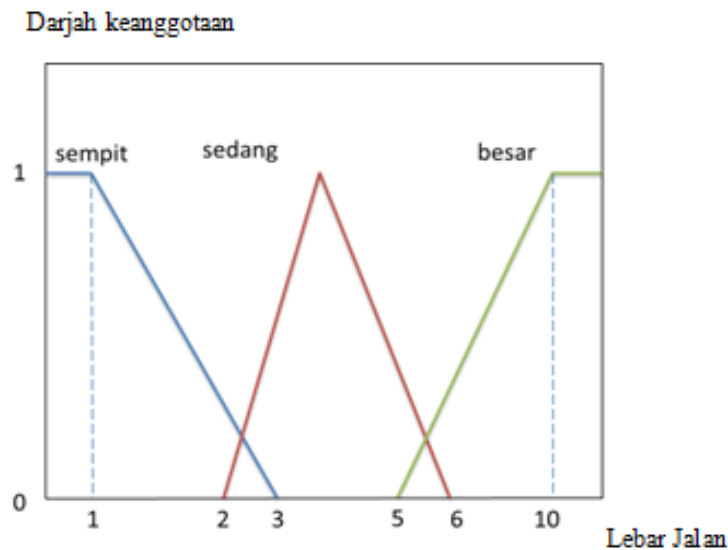
$$\begin{aligned} \beta_{Besar} [8] &= \frac{8 - 4}{10 - 4} \\ &= \frac{4}{6} \end{aligned}$$

$$= 0.67$$



Rajah 3.20 Contoh jalan lebar besar

Secara keseluruhannya, darjah keanggotaan dan juga julat lebar jalan boleh ditentukan semula seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.21.

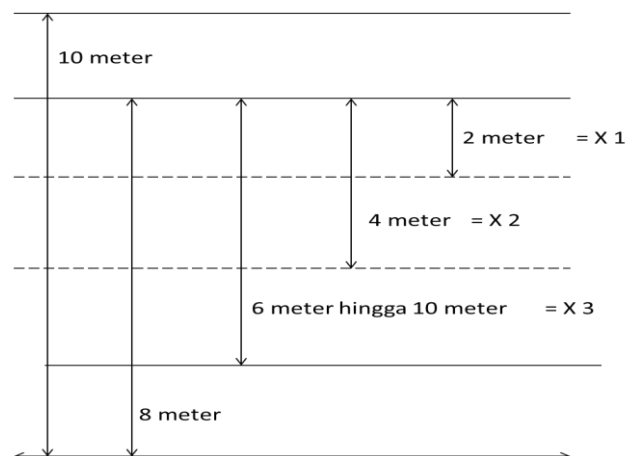


Rajah 3.21 Klasifikasi Logik kabur bagi Lebar Jalan

Penentuan lebar jalan ditentukan oleh set kabur dengan lebar jalan yang sesuai. Kemudian ditentukan apabila lampu hijau dihidupkan, inputnya terdiri daripada bilangan kenderaan di jalan raya dengan lebar tertentu.

Pada tahap ini akan dilakukan juga perhitungan. Untuk setiap data akan dilakukan proses fuzzifikasi dengan masukan data adalah JK dan LJ. Hasil dari kajian lapangan, kesemua jalan raya menggunakan lorong yang memisahkan perjalanan kenderaan dengan sistematik.

Jika lebar jalan sempit adalah 0 hingga 2 meter, kenderaan yang memasuki jalan raya adalah satu kenderaan sahaja, faktor pekali adalah satu untuk lebar jalan sempit. Dan jika jalan itu adalah 2 hingga 4 meter, kenderaan yang masuk adalah dua kenderaan sahaja, faktor pekali adalah dua untuk lebar jalan sederhana. Kemudian jika lebar jalan besar adalah 6 hingga 10 meter, kenderaan yang memasuki jalan raya adalah 3 kenderaan, faktor pekali adalah tiga untuk lebar jalan besar. Untuk lebar jalan melebihi 10 meter, ianya tidak dibincangkan disini. Oleh yang demikian, faktor pekali LJ digunakan untuk menggambarkan bilangan lorong yang ada pada satu cabang disebabkan lebar jalan yang boleh memuatkan lebih dari satu kenderaan. Oleh yang demikian, kenderaan akan melepasi simpang dengan lebih cepat lagi dan ini perlu diambil kira seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.2 dan diilustrasi dalam Rajah 3.22.



Rajah 3.22 Faktor pekali bagi lebar jalan yang dinyatakan.

3.6.4 Cadangan Aturan Logik Kabur dan Klasifikasi Masa Hijau

Aturan logik kabur berikut digunakan untuk memberi klasifikasi bagi output masa hijau bagi keadaan input JK dan JK yang telah dikategorikan sebelum ini. Cadangan Aturan logik kabur untuk lampu hijau adalah diberikan seperti berikut yang terdiri daripada 9 aturan.

- Jika jumlah kenderaan di lorong adalah banyak dan lebar jalan adalah besar maka tempoh lampu hijau adalah sebentar.
- Jika jumlah kenderaan di cabang adalah banyak dan lebar jalan adalah sederhana maka tempoh masa hijau adalah sederhana.
- Jika jumlah kenderaan di cabang adalah banyak dan lebar jalan adalah sempit maka masa hijau adalah lama.
- Jika jumlah kenderaan di cabang yang ditetapkan adalah sederhana dan lebar jalan adalah lebar maka masa hijau adalah sebentar.

- e. Jika jumlah kendaraan di cabang adalah sederhana dan lebar jalan adalah sederhana maka masa hijau adalah sederhana.
- f. Jika jumlah kendaraan di cabang adalah sederhana dan lebar jalan adalah sempit maka masa hijau adalah lama.
- g. Jika jumlah kendaraan di cabang adalah sedikit dan lebar jalan adalah lebar sementara tempoh masa hijau adalah sebentar.
- h. Jika jumlah kendaraan di cabang adalah sedikit dan lebar jalan adalah sederhana sementara masa hijau adalah sederhana.
- i. Jika jumlah kendaraan di cabang adalah sedikit dan lebar jalan adalah sempit maka masa hijau adalah lama.

3.6.5 Penentuan Masa Hijau

Asas pengiraan yang digunakan adalah berapa masa yang diperlukan oleh sebuah kenderaan untuk bergerak dipersimpangan. Daripada kajian (Martinus et al, 2018), kereta mengambil masa 1.86 saat untuk bergerak, dan bas memerlukan masa 2.58 saat manakala lori memerlukan masa 2.77 saat. Oleh kerana kenderaan di jalan raya di Bogor adalah rencam iaitu terdiri daripada ketiga-tiga jenis kenderaan tersebut, sudah tentu akan menjejaskan pergerakan kenderaan yang mengambil masa yang pendek. Oleh yang demikian masa purata bagi ketiga-tiga kenderaan akan digunakan sebagai nilai waktu standard. Dalam kajian ini, tandaan NWHS iaitu bermaksud Nilai Waktu Hijau Standard akan digunakan dan mempunyai nilai 2.73 saat.

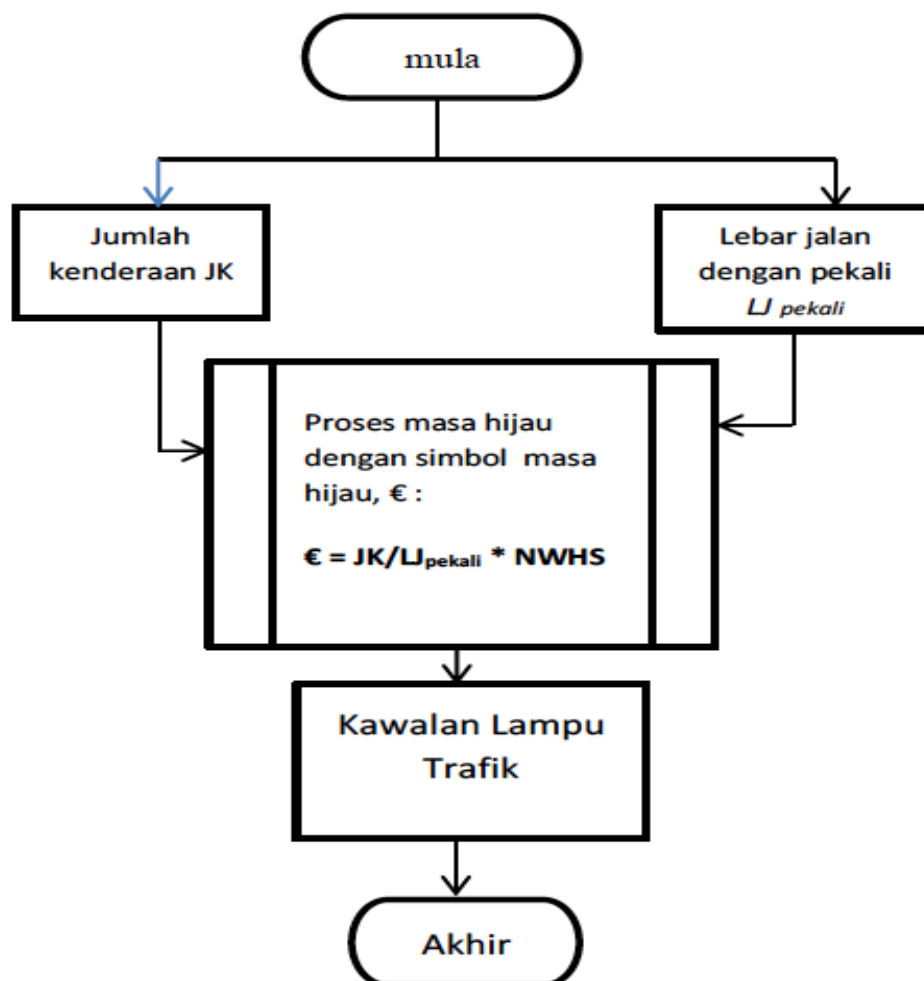
Maka formula masa hijau boleh diungkapkan sebagai jumlah kenderaan (JK) dibahagi dengan lebar jalan (LJ pekali) didarab dengan nilai masa hijau standard (NWHS) seperti Persamaan 3.7.

$$\epsilon = (JK / LJ_{pekali}) NWHS \quad (3.7)$$

Dimana

ϵ	=	Masa Hijau
JK	=	Jumlah Kendaraan
LJ_{pekali}	=	Faktor Pekali Lebar Jalan
$NWHS$	=	Nilai Masa Hijau Standard

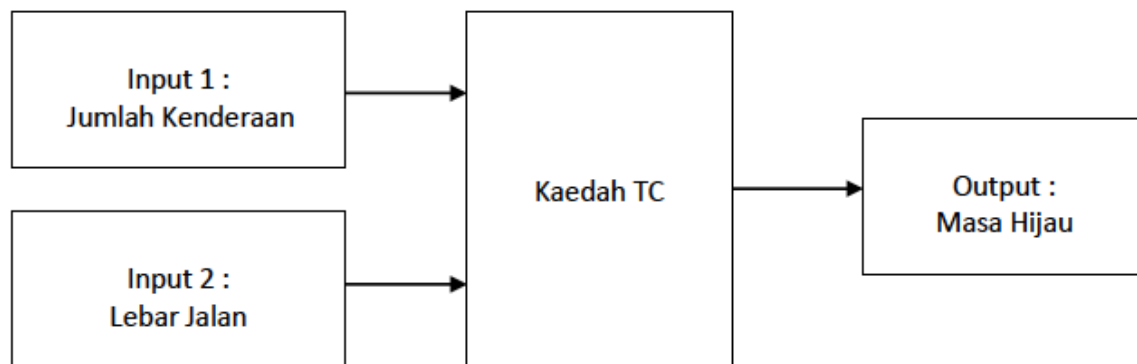
Persamaan dinamik menggunakan dua input iaitu jumlah kendaraan dan lebar jalan yang dilakukan oleh beberapa ujian untuk menentukan masa hijau berdasarkan keadaan dipersimpangan Sala Benda dan persimpangan Semplak di Bogor. Kajian ini diberi nama kaedah Kawalan Trafik atau TC. Carta alir ini boleh digambarkan dalam Rajah 3.23 yang telah diperincikan berdasarkan Rajah 3.2. Paparan algoritma TC ditunjukkan dalam Appendix A manakala perisian algoritma TC ditunjukkan dalam Appendix B.



Rajah 3.23 Carta Alir penentuan masa hijau

3.7 Pembangunan Program Penentuan Masa Hijau dan Antaramuka Arduino

Berdasarkan Rajah 3.2, pembangunan TC akan diikuti dengan penerangan antara muka Arduino. Rajah 3.24 menunjukkan proses pembangunan TC yang terdiri daripada data input dari jumlah kenderaan dan lebar jalan yang akan diproses menggunakan Persamaan (3.7) dan seterusnya keluaran adalah masa hijau yang akan berubah berdasarkan data input. Perisian antara muka Arduino ditunjukkan dalam Appediks C manakala pengujian antara muka Arduino ditunjukkan dalam Appendiks D.



Rajah 3.24 Gambar rajah proses merancang TC

3.7.1 Antara muka Arduino

Rekabentuk simulasi lampu isyarat terdiri daripada mengambil data program penentuan masa hijau dan seterusnya digunakan untuk mengawal lampu di persimpangan. Aplikasi uno Arduino akan digunakan untuk mengawal lampu menggunakan Bahasa C dan akan ditukar menjadi kod binari secara automatik. Keterangan lanjut mengenai proses ditunjukkan dalam Appendiks D.

3.8 Rumusan

Bab ini telah membicarakan pendekatan kajian, diikuti dengan kerangka kajian. Dalam kerangka kajian, setiap langkah yang dilaksanakan telah dibicarakan yang terdiri daripada kajian awal, peleraian trafik dan seterusnya kepada cadangan algoritma. Penentuan masa hijau daripada algoritma yang diberikan telah dibicarakan yang mana ianya telah menggunakan input jumlah kenderaan dan lebar jalan dan outputnya adalah masa hijau. Dalam bab 4 seterusnya, cara dan data pengujian akan diberikan dan kemudian akan dibicarakan rumusan logik kabur yang terdiri daripada 9 aturan logik kabur.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini akan membicarakan proses pengambilan data di lapangan yaitu di persimpangan Sala Benda dan Semplak. Seterusnya, data simulasi dari kaedah TC akan dibincangkan dan perbandingan antara kedua-dua data tersebut akan diberi. Seterusnya, aturan logik kabur yang diberikan dalam Bab 3.6.4 akan dibincangkan serta menunjukkan penggunaannya dalam kajian ini.

4.1 Hasil Ujian di Lapangan

Data lapangan termasuk data masa hijau di lapangan yang dilakukan oleh berapa banyak kenderaan (JK) serta lebar jalan di setiap persimpangan diperolehi. Penangkapan imej bagi bilangan kenderaan dilakukan untuk menghitung jumlah kenderaan di persimpangan tersebut yang merupakan input kajian. Selain itu, peta Google digunakan untuk menentukan lebar jalan. Ujian di setiap persimpangan dilaksanakan dan diberikan di bahagian seterusnya.

Untuk persimpangan Sala Benda, lebar jalan Cabang pertama adalah 6.96 meter, Cabang kedua adalah 6.73 meter dan Cabang ketiga adalah 7.03 meter. Untuk persimpangan Semplak pula, lebar jalan Cabang pertama 6.96 adalah meter, Cabang kedua adalah 7.19 meter, Cabang ketiga adalah 6.86 meter dan Cabang ke empat adalah 7.11 meter.

Hasil dari proses mengira kenderaan di persimpangan Sala Benda dan persimpangan Semplak dari penangkapan Video dipagi hari antara jam 10.00 pagi hingga pukul 10.30 pagi dan perhitungan jumlah kenderaan berhasil sekitar 80%.

4.1.1 Ujian di Persimpangan Sala Benda

Ujian di persimpangan dilaksanakan pada dua waktu yang berbeza iaitu dari jam 9.00 pagi hingga jam 10.00 pagi, pada jam 12.00 tengah hari hingga jam 1.00 pm dan pada jam 8.00 malam. Data yang diambil adalah pada setiap cabang dan jumlah kenderaan dikira menggunakan blob dan masa hijau pula menggunakan jam randik. Jadual 4.1 menunjukkan data yang telah diambil.

Jadual 4.1 Data Jumlah Kenderaan dan Masa hijau di Persimpangan Sala Benda

<i>Bil Simulasi</i>	<i>Butiran</i>	<i>Cabang 1</i>	<i>Cabang 2</i>	<i>Cabang 3</i>
	Lebar Jalan (meter)/Faktor pekali LJ	6.96/3	6.73/3	7.03/3
1	Bilangan kenderaan (unit)	43	47	37
	Masa Hijau (saat)	55	62	37
2	Bilangan kenderaan (unit)	41	46	25
	Masa Hijau (saat)	55	62	37
3	Bilangan kenderaan (unit)	44	45	23
	Masa Hijau (saat)	55	62	37
4	Bilangan kenderaan (unit)	5	12	11
	Masa Hijau (saat)	55	62	37

Perhatikan bahawa masa hijau MKJI adalah tetap dan tidak mengambil kira bilangan kenderaan pada sesuatu masa. Ini adalah sesuai dengan pendekatan MKJI yang akan diubah dalam kajian ini.

4.1.2 Ujian di Persimpangan Semplak

Ujian di persimpangan dilaksanakan pada dua waktu yang berbeza iaitu dari jam 9.00 pagi hingga jam 10.00 pagi dan juga pada jam 12.00 tengahari hingga jam 1.00 pm. Data yang diambil adalah pada setiap cabang dan jumlah kenderaan dikira dengan blob dan masa hijau pula menggunakan jam randik. Jadual 4.2 menunjukkan data yang telah diambil.

Jadual 4.2 Data Jumlah Kenderaan dan Masa hijau di Persimpangan Semplak

<i>Bil Simulasi</i>	<i>Butiran</i>	<i>Cabang 1</i>	<i>Cabang 2</i>	<i>Cabang 3</i>	<i>Cabang 4</i>
	Lebar Jalan (meter)/Faktor pekali LJ	6.96/3	7.19/3	6.86/3	7.11/3
1	Jumlah kenderaan (unit)	23	37	34	54
	Masa hijau (saat)	33	67	37	66
2	Jumlah kenderaan(unit)	29	25	25	51
	Masa hijau (saat)	33	67	37	66
3	Jumlah kenderaan (unit)	22	41	37	50
	Masa hijau (saat)	33	67	37	66
4	Jumlah kenderaan(unit)	23	27	26	52
	Masa hijau (saat)	33	67	37	66

Keadaan masa hijau yang sama juga didapati di persimpangan Semplak iaitu, masa hijau adalah tetap di setiap cabang walaupun dengan berubah jumlah kenderaan. Ini adalah pendekatan asas yang diikuti dalam MKJI.

4.2 Data simulasi masa hijau menggunakan TC

Untuk data simulasi, pengiraan masa hijau adalah menggunakan program TC yang telah dibangunkan dan telah dibincangkan dalam Bab 3.

4.2.1 Simulasi Persimpangan Sala Benda

Data keluaran masa hijau dalam simulasi dengan menggunakan kaedah TC ditunjukkan pada Jadual 4.3. Jadual tersebut menunjukkan perubahan masa hijau yang berubah dengan

bilangan kenderaan. Ini selari dengan penggunaan Persamaan (3.7) yang adaptif kepada bilangan kenderaan yang sedang beratur pada cabang persimpangan.

Jadual 4.3 Simulasi Masa Hijau TC di persimpangan Sala benda

<i>Bil Simulasi</i>	<i>Butiran</i>	<i>Cabang 1</i>	<i>Cabang 2</i>	<i>Cabang 3</i>
	Lebar Jalan (meter)/Faktor pekali LJ	6.96/3	6.73/3	7.03/3
1	Bilangan kenderaan (unit)	43	47	37
	Masa Hijau (saat)	39.13	42.77	33.67
2	Bilangan kenderaan (unit)	41	46	25
	Masa Hijau (Saat)	37.31	41.86	22.75
3	Bilangan kenderaan (unit)	44	45	23
	Masa Hijau (Saat)	40.04	40.95	20.93
4	Bilangan kenderaan (unit)	5	12	11
	Masa Hijau (saat)	4.55	10.92	10.01

4.2.2 Simulasi Persimpangan Semplak

Data keluaran masa hijau dalam simulasi dengan menggunakan kaedah TC ditunjukkan pada Jadual 4.4. Jadual tersebut menunjukkan perubahan masa hijau yang berubah dengan bilangan kenderaan.

Jadual 4.4 Simulasi Masa Hijau TC di persimpangan Semplak

<i>Bil Simulasi</i>	<i>Butiran</i>	<i>Cabang 1</i>	<i>Cabang 2</i>	<i>Cabang 3</i>	<i>Cabang 4</i>
	Lebar Jalan (meter)/Faktor pekali LJ	6.96/3	7.19/3	6.86/3	7.11/3
1	Jumlah kenderaan (unit)	23	37	34	54
	Masa hijau (saat)	20.93	33.67	30.94	49.14
2	Jumlah kenderaan (unit)	29	25	25	51
	Masa hijau (saat)	26.39	22.75	22.75	46.41
3	Jumlah kenderaan (unit)	22	41	37	50
	Masa hijau (saat)	20.02	37.31	33.67	45.5
4	Jumlah kenderaan (unit)	23	27	26	52
	Masa hijau (saat)	20.93	24.57	23.66	47.32

4.3 Perbandingan MKJI dengan TC

Jadual 4.5 menunjukkan masa hijau di persimpangan Sala Benda bagi data yang diperoleh di lapangan dan juga dengan menggunakan program simulasi TC. Seperti yang dibincangkan dalam pernyataan masalah dalam Bab Satu, MKJI mendapatkan masa hijau pada jumlah kenderaan masa puncak dalam satu hari. Ini bermakna masa hijau tidak akan berubah jika jumlah kenderaan berkurang atau pun meningkat, iaitu dengan lain perkataan MKJI tidak fleksibel.

Turutan daripada sini, ketika jumlah kenderaan meningkat, masa hijau tetap tidak diubah dan dengan itu, akan menjejaskan pergerakan kenderaan dan seterusnya menyebabkan kesesakan berlaku di cabang tersebut. Dengan menggunakan kaedah TC, masa hijau akan berubah mengikut jumlah kenderaan yang beratur di cabang tersebut. Masa hijau TC mengambil kira lebar jalan dan masa pergerakan kenderaan supaya masa yang diperuntukkan adalah lebih realistik.

Bagi simulasi 1, 43 kenderaan di cabang 1 memerlukan masa 39.13 saat bagi sistem TC untuk melepasi simpang tersebut manakala sistem MKJI memerlukan masa 55 saat untuk kenderaan yang terakhir melepasi simpang. Begitu juga cabang 2 yang mempunyai 47 kenderaan, masa yang diperlukan untuk melepasi simpang adalah 81.9 saat bagi sistem TC dan 117 saat bagi sistem MKJI.

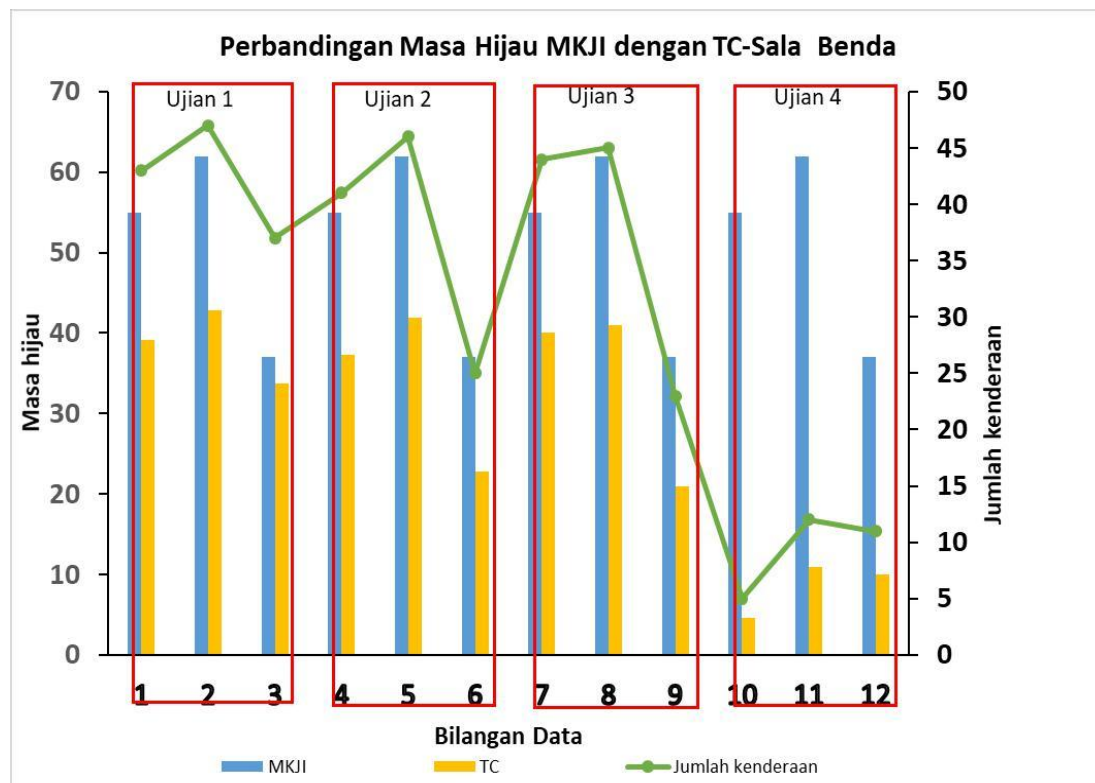
Jadual 4.5 Perbandingan masa hijau MKJI dengan TC di Sala Benda

Bil. Simulasi	Cabang	Jumlah Kenderaan	Masa Hijau dilapangan (saat)	Masa hijau TC (saat)	Waktu Tunggu dilapangan (Saat)	Waktu Tunggu TC (Saat)	Peratus Perbezaan (%)
1	1	43	55	39.13	0	0	-28.85
	2	47	62	42.77	55	39.13	-31.01
	3	37	37	33.67	117	81.9	-9.0
2	1	41	55	37.31	0	0	-32.16
	2	46	62	41.86	55	37.31	-32.48
	3	25	37	22.75	117	79.17	-38.5
3	1	44	55	40.04	0	0	-27.1
	2	45	62	40.95	55	40.04	-33.95
	3	23	37	20.93	117	80.99	-43.43
4	1	5	55	4.55	0	0	-91.0
	2	12	62	10.92	55	4.55	-82.0
	3	11	37	10.01	117	15.47	-72.94

Selain itu, jika dikira masa menunggu oleh setiap cabang, masa yang lama perlu dialami oleh pemandu yang perlu menunggu cabang yang mempunyai kenderaan yang sedikit dalam sistem MKJI. Ini adalah kerana masa lampu hijau adalah tetap tidak kira jumlah kenderaan adalah sedikit atau banyak. Sebaliknya, dengan sistem TC, masa menunggu adalah sepadan dengan jumlah kenderaan dan berubah-ubah bergantung kepada jumlah kenderaan yang ada. Sebagai contoh, bagi Simulasi 1, masa menunggu di cabang 2 adalah 39.13 saat bagi algoritma TC berbanding dengan 55 saat bagi sistem MKJI untuk 43 kenderaan yang berada di cabang 1 ketika itu. Dan bagi kenderaan yang berada di cabang 3, masa menunggu adalah 81.9 ($39.12 + 42.77$) saat untuk mula bergerak berbanding dengan sistem MKJI, masa menunggu adalah 117 saat ($55 + 62$) bagi 94 kenderaan yang berada di cabang 1 dan 2.. Dan jika dilihat peratus

perubahan pada data yang mempunyai jumlah kenderaan yang sedikit, perbezaannya adalah sebanyak 91% iaitu dalam simulasi 4.

Rajah 4.1 adalah graf yang memaparkan masa hijau bagi MKJI dan juga TC bagi persimpangan Sala Benda yang terdiri daripada 3 cabang. Graf tersebut dikumpulkan mengikut ujian 1 hingga 4 dan sambutan graf nya adalah lebih kurang sama.



Rajah 4.1 Masa Hijau lapangan dengan Simulasi kaedah TC di persimpangan Sala Benda

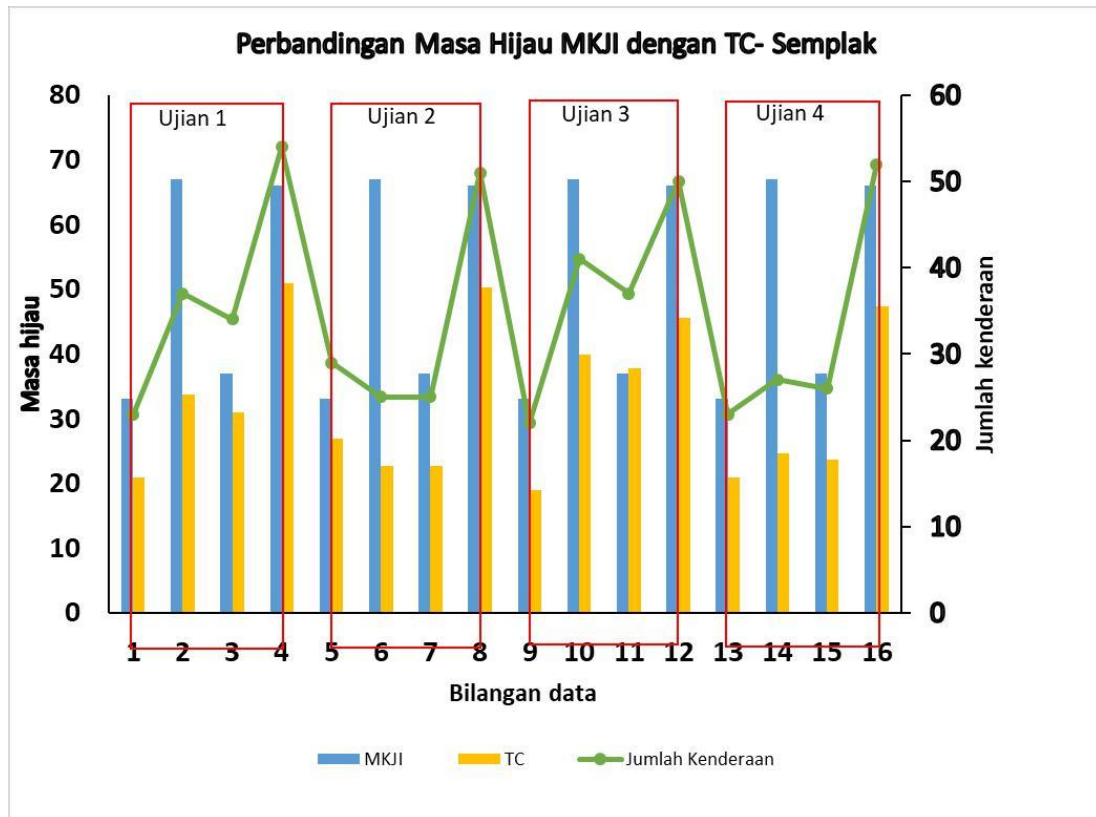
Jadual 4.6 menunjukkan masa hijau di persimpangan Semplak bagi data yang diperoleh di lapangan dan juga dengan menggunakan program simulasi TC. Pengiraan yang sama juga digunakan untuk persimpangan Semplak cuba kenderaan perlu menunggu kenderaan dari 3 cabang untuk bergerak kerana persimpangan ini terdiri daripada 4 cabang. Dengan menggunakan kaedah TC, masa hijau akan berubah mengikut jumlah kenderaan yang beratur di cabang tersebut. Masa hijau TC mengambil kira lebar jalan dan masa pergerakan kenderaan supaya masa yang diperuntukkan adalah lebih realistik. Bagi simulasi 1, 23 kenderaan di cabang 1 memerlukan masa 20.93 saat bagi sistem TC untuk melepasi simpang tersebut manakala sistem MKJI memerlukan masa 33 saat untuk kenderaan yang terakhir melepasi simpang. Begitu juga cabang 2 yang mempunyai 37 kenderaan, masa yang diperlukan untuk melepasi simpang adalah 33.67 saat bagi sistem TC dan 67 saat bagi sistem MKJI.

Bagi persimpangan Semplak, untuk mengira masa menunggu pada setiap cabang, bagi Simulasi 1, masa menunggu di cabang 2 adalah 20.93 saat bagi algoritma TC berbanding dengan 33 saat bagi sistem MKJI untuk 23 kenderaan yang berada di cabang 1 ketika itu. Dan bagi kenderaan yang berada di cabang 4, masa menunggu adalah 85.54 ($20.93 + 33.67 + 30.94$) saat untuk mula bergerak berbanding dengan sistem MKJI, masa menunggu adalah 137 saat ($33 + 67 + 37$) bagi kesemua 94 kenderaan yang berada di cabang 1, 2 dan 3. Boleh disimpulkan disini bahawa masa lampu hijau yang berubah disesuaikan dengan jumlah kenderaan di lapangan, tidak akan ada waktu hijau sia-sia atau jalan kosong. Dengan lain perkataan, masa hijau telah dioptimumkan dalam kaedah TC.

Jadual 4.6 Masa Hijau di persimpangan Semplak dengan lapangan dibanding dengan Simulasi Kaedah TC

Bil. Simulasi	Cabang	Jumlah Kenderaan	Masa Hijau lapangan (saat)	Masa hijau TC (saat)	Waktu Tunggu lapangan (Saat)	Waktu Tunggu TC (Saat)	Peratus Perbezaan (%)
1	1	23	33	20.93	0	0	-36.57
	2	37	67	33.67	33	20.93	-49.75
	3	34	37	30.94	100	54.6	-16.37
	4	54	66	50.94	137	85.54	-22.82
2	1	29	33	26.93	0	0	-18.39
	2	25	67	22.75	37	26.93	-66.04
	3	25	37	22.75	100	49.68	-38.51
	4	51	66	50.21	137	72.43	-23.92
3	1	22	33	18.97	0	0	-42.52
	2	41	67	39.92	37	18.97	-73.19
	3	37	37	37.76	100	58.89	2.05
	4	50	66	45.50	137	96.65	-59.85
4	1	23	33	20.93	0	0	-36.57
	2	27	67	24.57	37	20.93	-63.33
	3	26	37	23.66	100	45,5	-36.05
	4	52	66	47.32	137	69,16	-28.30

Rajah 4.2 adalah graf yang memaparkan masa hijau bagi MKJI dan juga TC bagi persimpangan Semplak yang terdiri daripada 4 cabang. Graf tersebut dikumpulkan mengikut ujian 1 hingga 4 dan sambutan graf nya adalah lebih kurang sama.



Rajah 4.2 Masa Hijau MKJI dengan Simulasi Kaedah TC di Persimpangan Semplak

4.4 Kekuatan pada Kaedah TC

Dalam MKJI, pengiraan lebar jalan agak terperinci iaitu mengambil kira lebar jalan, lebar bahu dan median lebar serta arahan untuk setiap lengan silang. Data ini bertujuan untuk mengira darjah prestasi persimpangan. Pengawal selia trafik yang tidak lagi berfungsi ditambah dengan geometri jalan yang tidak lagi dapat menampung kenderaan yang lulus sehingga di lokasi persimpangan sering ada kemasukan baharu dan penundaan pada setiap lengan silang. Kapasiti kenderaan yang melintasi jalan ini bersilang sebagai arus maksimum melalui titik jalan yang dapat dikekalkan kesatuan jam dalam keadaan tertentu.

Kaedah MKJI menggunakan pemerhatian lapangan yang jelas dan simulasi komputer untuk menghasilkan prosedur yang sangat baik untuk merancang lampu isyarat. Andaian asas

dalam kerja MKJI ialah ketibaan kenderaan adalah rawak. MKJI membangunkan persamaan klasik untuk mengira kelewatan purata dalam memandu apabila menghampiri persimpangan, dan juga menghasilkan persamaan untuk mendapatkan masa kitaran optimum yang mengakibatkan kelewatan kenderaan minimum.

MKJI menggunakan istilah yang memerlukan beberapa faktor asas untuk menentukan pengiraan. Dengan menggunakan kaedah TC, menentukan lebar jalan dengan pemetaan, yang terdapat di peta Google, jadi jalan akan ditentukan pada mulanya, maka dengan menggunakan simulasi, akan ada masa hijau yang sesuai di lokasi pertemuan.

Kesimpulannya adalah lebih cepat menggunakan TC untuk menentukan masa hijau berbanding MKJI kerana sistem pemetaan sudah banyak digunakan hari ini seperti Peta Google, sedangkan di MKJI perlu membuat butiran untuk persimpangan jalan raya untuk membuat persimpangan jalan raya atau fizikal manakala TC menggunakan lebar jalan untuk menentukan masa hijau di lampu isyarat.

Kekuatan TC juga ialah ia dapat mengintegrasikan lebar jalan dan jumlah kenderaan dengan lebih cepat untuk menentukan masa hijau. Masalah utama dalam kajian ini adalah bagaimana untuk mengurangkan kesesakan di persimpangan untuk mengelakkan kelewatan. MKJI menggunakan waktu tetap sepanjang hari manakala dengan TC masa lampu hijau berubah untuk setiap fasa supaya TC lebih baik dalam mengurangkan kesesakan. Dengan mengubah masa lampu hijau di persimpangan yang mengambil kira jumlah kenderaan masa sebenar dengan lebar jalan (atau dalam kajian digunakan faktor pekali LJ, kaedah TC lebih adaptif serta dinamik. Kaedah ujian adalah untuk mendapatkan nilai terbaik dan mudah digunakan dan lokasi persimpangan adalah di mana persimpangan sampel dapat dilihat.

(Martinus et al, 2018) telah menggunakan data jumlah kenderaan dan lebar jalan hanya satu lorong, sementara kaedah TC mengambil kira jumlah kenderaan dan lebar jalan yang mana dalam kajian ini, lebar jalan boleh mempunyai 1 lorong, 2 lorong atau 3 lorong. Ini bermakna sistem TC lebih terperinci mengambil kira lebar jalan akan melepaskan kenderaan yang lebih banyak melepasi persimpangan.

Seterusnya, menyebabkan output masa hijau yang optimum dan adaptif serta menggambarkan keadaan sebenar.

4.5 Aturan Logik Kabur dan Klasifikasi

Aturan logik kabur yang dihasilkan dalam kaedah TC memberi penambahbaikan kepada MKJI iaitu menghasilkan klasifikasi masa hijau sebentar, sederhana dan juga lama. Aturan Logik Kabur ini mengambil kira jumlah kenderaan dan lebar jalan sebagai input kemudian menghasilkan output masa hijau dengan memasukkan tetapan kabur dan klasifikasi mereka.

Daripada Jadual 3.2, jumlah kenderaan yang digunakan untuk JK banyak adalah 60 kenderaan, JK sederhana adalah 25 kenderaan manakala JK sedikit adalah 8 kenderaan. Dan purata masa yang diambil oleh kenderaan melepasi simpang adalah 2.737 saat ($(1.86 + 2.58 + 3.77)/3 = 2.737$ saat) (Galang et al, 2018). Masa hijau dikira menggunakan Persamaan (3.7) iaitu masa hijau berdasarkan logik kabur. Masa hijau sebentar mempunyai nilai [7.3, 23 dan 54] saat yang mana JK masing-masing adalah banyak, sederhana atau sedikit dan lebar jalan adalah tiga lorong. Keadaan ini terjadi kerana faktor lebar jalan iaitu cabang tersebut mempunyai tiga lorong yang akan melepaskan tiga kenderaan pada setiap jeda. Bagi masa hijau sederhana, julat masa hijau adalah [11, 34 dan 82] saat yang mana JK adalah banyak, sederhana atau sedikit dan lebar jalan adalah dua lorong. Julat masa hijau lama pula adalah [22, 68 dan 164] saat yang mana JK adalah banyak, sederhana atau sedikit dan lebar jalan adalah satu lorong. Nilai-nilai yang ditunjukkan dalam Jadual 4.7 yang memberi masa hijau untuk setiap 9 aturan yang diberikan dalam Bab 3.6.4. Pengiraan ini diperincikan dalam Appendix E. Klasifikasi masa hijau ini yang merujuk kepada Jadual 4.7 boleh digambarkan seperti dalam Rajah 4.3.

Perhatikan bahawa daripada Jadual 4.5 untuk persimpangan Sala Benda, julat masa hijau adalah dari 4.55 saat hingga 42.77 saat yang mana julat JK adalah dari 5 kenderaan sehingga 47 kenderaan. Nilai masa hijau 4.55 saat ini adalah untuk 5 kenderaan dan dalam pengiraan untuk Jadual 4.7, untuk JK sedikit pengiraan

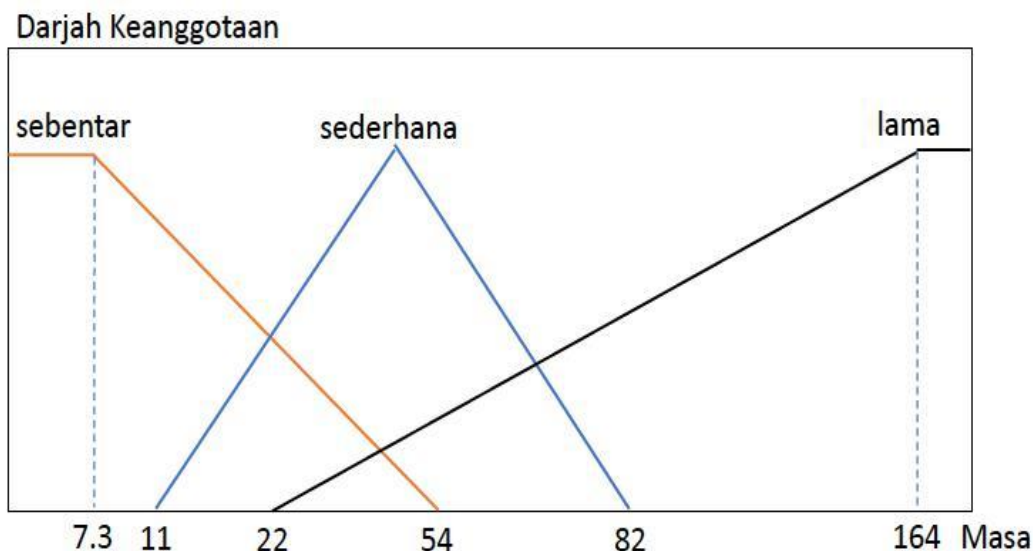
menggunakan nilai 8 kenderaan walaupun julat JK sedikit adalah dari 2 hingga 8 kenderaan. Selainnya, JK yang diguna adalah mencakupi JK sedikit, JK sederhana dan JK banyak. Perhatikan juga bahawa lorong bagi persimpangan Sala Benda adalah 3 dan dikategorikan sebagai jalan lebar. Disebabkan oleh jalan yang lebar, untuk JK sedikit, JK sederhana dan JK banyak, masa hijau yang dikira adalah masa hijau sebentar dan berada antara 7.3 saat sehingga 52 saat.

Bagi Jadual 4.6 pula iaitu untuk persimpangan Semplak, julat masa hijau adalah dari 18.97 saat sehingga 50.94 saat yang mana julat JK adalah 22 kenderaan hingga 54 kenderaan. Kategori JK mencakupi JK sederhana dan JK banyak dan lebar jalan adalah 3 lorong. Rumusan sama boleh dibuat kerana disebabkan lebar jalan adalah lebar, walaupun JK berada dalam kategori JK sederhana dan JK banyak, julat masa hijau yang diperoleh masih dalam klasifikasi masa hijau sebentar.

Klasifikasi masa hijau kedua-dua persimpangan Sala Benda dan Semplak telah mengikuti peraturan logik kabur yang menggunakan input JK dan lebar jalan untuk menghasilkan masa hijau yang adaptif. Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa faktor lebar jalan adalah penting untuk melepasi kenderaan dengan lebih cepat dan seterusnya untuk menghasilkan tiga klasifikasi masa hijau iaitu masa hijau sebentar, sederhana dan lama. Dengan lain perkataan, pendekatan memberikan klasifikasi JK dan tambahan lebar jalan, telah dapat menghasilkan tiga klasifikasi masa hijau yang lebih adaptif. Rajah 4.3 menunjukkan secara grafik, darjah keanggotaan dua input iaitu JK sedikit, JK sederhana dan JK banyak dan lebar jalan 1 lorong, 2 lorong dan 3 lorong, kepada masa hijau sebentar, sederhana dan lama.

Jadual 4.7 Aturan Logik kabur dan Klasifikasi Masa Hijau

Aturan Logik Kabur	Masa Hijau (saat)	Klasifikasi Masa Hijau
Jika jumlah kenderaan di cabang adalah banyak dan lebar jalan adalah besar maka tempoh lampu hijau adalah sebentar.	54	Sebentar
Jika jumlah kenderaan di cabang yang ditetapkan adalah sederhana dan lebar jalan adalah besar maka masa hijau adalah sebentar.	23	
Jika jumlah kenderaan di cabang adalah sedikit dan lebar jalan adalah besar sementara tempoh masa hijau adalah sebentar.	7.3	
Jika jumlah kenderaan di cabang adalah banyak dan lebar jalan adalah sederhana maka tempoh masa hijau adalah sederhana.	82	Sederhana
Jika jumlah kenderaan di cabang adalah sederhana dan lebar jalan adalah sederhana maka masa hijau adalah sederhana.	34	
Jika jumlah kenderaan di cabang adalah sedikit dan lebar jalan adalah sederhana sementara masa hijau adalah sederhana.	11	
Jika jumlah kenderaan di cabang adalah banyak dan lebar jalan adalah sempit maka masa hijau adalah lama.	164	Lama
Jika jumlah kenderaan di cabang adalah sederhana dan lebar jalan adalah sempit maka masa hijau adalah lama.	68	
Jika jumlah kenderaan di cabang adalah sedikit dan lebar jalan adalah sempit maka masa hijau adalah lama.	22	



Rajah 4.3 Klasifikasi Masa Hijau

4.6 Rumusan

Bab ini telah menerangkan bagaimana data kajian lapangan di kedua-dua persimpangan. Bilangan kenderaan dan tempoh masa hijau disetiap cabang diambil pada waktu pagi, tengahari dan petang untuk menunjukkan perbezaan JK pada masa puncak dan masa senggang. Data yang diambil ini dari lapangan di persimpangan Sala Benda dan Semplak dibandingkan dengan data yang didapati dari simulasi menggunakan kaedah TC. Perbandingan menggunakan jadual dan juga graf telah menunjukkan masa hijau yang realistik serta adaptif dan merujuk kepada jumlah kenderaan dan lebar jalan di lapangan. Dan, melalui jadual juga telah ditunjukkan masa menunggu di setiap cabang untuk melepasi simpang adalah lebih singkat berbanding dengan data dilapangan. Aturan logik kabur yang terdiri daripada tiga klasifikasi jumlah kenderaan dan tiga kelas lebar jalan telah dapat menentukan keluaran klasifikasi logik kabur yang terdiri daripada masa hijau sebentar, sederhana dan juga lama. Kaitan antara 9 aturan logik kabur dengan data simulasi, menunjukkan bahawa penggunaan Persamaan (3.7) yang mengambil kira JK dan lebar jalan telah mampu mengurangkan kesesakan kerana masa hijau kini adalah lebih adaptif dengan keadaan di lapangan.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Hasil Kajian

Berdasarkan hasil penelitian dan perbincangan tentang pelaksanaan untuk mengoptimalkan lampu lalu lintas, telah dapat disimpulkan kepada penerapan sistem optimisasi masa hijau TC dengan memasukkan dua input yang akan diimplementasikan ke dalam simulasi TC iaitu jumlah kenderaan dan lebar jalan, telah berjaya. Ujian di lapangan kemudian diambil dari persimpangan bererti bahawa sistem tidak hanya memperhatikan jumlah kenderaan di setiap cabang tetapi juga memperhatikan jalur yang menunggu atau yang akan ditetapkan berikutnya dan output dalam bentuk masa maksimum lampu hijau pada jalur yang ditetapkan dan layak untuk menentukan lebar jalan juga.

Perbezaan waktu hijau yang diperoleh dari simulasi dibandingkan dengan ujian lapangan menentukan bahawa jumlah kenderaan yang ditangkap pada waktu pagi, tengah hari dan petang di persimpangan Sala Benda sangat ketara dengan perbezaan antara -9.00% hingga -91.0% dan di persimpangan semplak adalah +2.05% s hingga -73.19%, jadi ada perbezaan waktu hijau kerana aliran lalu lintas berbeza pada waktu pagi, tengah hari dan petang. seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.5 dan Jadual 4.6. Perbezaan yang ketara ini adalah disebabkan dalam MKJI, masa hijau adalah tetap dan ditentukan ketika masa puncak pada persimpangan itu. Oleh itu, ketika jumlah kenderaan sedikit, masa hijau lampu trafik masa masih sama ketika waktu puncak walhal TC menentukan masa hijau berdasarkan jumlah kenderaan dan lebar jalan di lapangan. Dengan perubahan ini yang memperhitungkan pergerakan kenderaan, kaedah TC akan dapat mengurangkan kesesakan di persimpangan dengan memberikan waktu hijau lalu lintas yang optimum.

Dapatan kajian ini juga dapat memberikan tiga klasifikasi masa hijau di persimpangan menggunakan kaedah TC sebagai asas, berdasarkan peraturan logik kabur yang digunakan dengan had perubahan waktu hijau yang disesuaikan, iaitu jumlah input kenderaan besar, sederhana atau kecil (JK) pada setiap fasa dan lebar jalan. iaitu besar, sederhana dan sempit yang juga dikategorikan menjadi 1 lorong (sempit), 2 lorong (sederhana) dan 3 lorong (besar). Dari sini, tiga klasifikasi masa hijau dirumuskan sebagai masa hijau pendek [7.3, 23, dan 54] saat yang mempunyai lebar jalan 3 lorong; Masa hijau sederhana [11, 34 dan 82] saat dengan 2 lorong; waktu hijau yang panjang [22, 68, dan 164] saat dengan 1 lorong, faktor lebar jalan perlu diambil kira yang menghasilkan masa hijau yang adaptif. Berbeza dengan MKJI, yang memberikan nilai waktu hijau sepanjang hari, tidak kira berapa banyak kenderaan yang beratur di persimpangan.

5.2 Kontribusi untuk Pengetahuan

Hasil pembangunan akhir kaedah penentuan lampu isyarat dalam kajian ini menyumbang kepada teori penyelidikan lampu isyarat untuk mengurangkan kesesakan dalam menentukan masa hijau di persimpangan yang belum pernah dikembangkan di Indonesia. Teori ini menerangkan langkah-langkah yang mesti dibuat dalam menentukan masa hijau sesuai. Langkah-langkah yang mesti dilaksanakan dibahagikan kepada 7 aktiviti pembelajaran, iaitu

- (1) membuat peta persimpangan dan kemudian membincangkannya;
- (2) aktiviti menganalisis keputusan menggunakan pelbagai kaedah penyelidikan;
- (3) aktiviti mencari masalah penyelidikan, membuat dan mengesahkan instrumen penyelidikan, dan menentukan sumber data dan pengumpulan data penyelidikan;
- (4) memproses dan menganalisis data penyelidikan;
- (5) aktiviti menulis hasil penyelidikan dalam bentuk artikel saintifik;

- (6) menilai artikel saintifik; dan
- (7) penyerahan dalam talian artikel saintifik dalam jurnal antarabangsa.

Akhirnya, kemahiran penyelidikan yang memberi tumpuan kepada trend penyelidikan dalam artikel saintifik yang diterbitkan dalam Scopus diindeks jurnal antarabangsa.

5.3 Kekangan Kajian

Dalam mana-mana kajian, tentu ada kekangan daripada perkakasan atau perisian. Terdapat beberapa kekangan yang dihadapi seperti berikut:

- (1) Data diambil dari cuaca cerah menggunakan kamera 13 megapiksel (MP), kecepatan rana $f / 1.9$, fokus automatik dan kamera resolusi 1080 piksel. Pada waktu malam, perlu menggunakan kamera yang berbeza.
- (2) Dalam menentukan masa hijau, alat TC yang dipasang di persimpangan perlu perkakasan yang tahan cuaca.

5.4 Kerja masa hadapan

Banyak penyesuaian, ujian, dan eksperimen yang berbeza telah ditinggalkan untuk masa depan kerana kekurangan masa (iaitu percubaan dengan data sebenar biasanya memakan masa, bahkan memerlukan hari untuk menyelesaikan satu pusingan). Kerja masa depan melibatkan analisis yang lebih mendalam tentang mekanisme penentuan masa hijau, melaksanakan integrasi 3 blok iaitu dua input pengiraan jumlah kenderaan dan lebar jalur dengan pengiraan masa hijau dan seterusnya dibangunkan sebuah prototaip untuk diketengahkan di lapangan.

Selain itu, perlu diambil kira keadaan cuaca dan juga keadaan siang dan malam kerana ia akan mempengaruhi ketepatan mengira jumlah kenderaan.

Boleh dicadangkan untuk mengambil kira keadaan trafik di hadapan persimpangan supaya sistem tidak akan memberi masa hijau yang lama kerana kenderaan tidak dapat meneruskan perjalanan kerana keseakan di hadapan.

Cara model dibina juga boleh diubah: bukannya menggunakan imej biasa (prototaip), ia boleh berdasarkan imej yang berbeza, untuk memberikan beberapa maklumat tentang variasi antara imej yang berbeza, dan memperkenalkannya dalam sifat. Jelasnya, penggunaan jenis lain untuk menentukan jumlah kenderaan dan fungsi imej boleh disiasat kerana ia mempunyai pengaruh penting terhadap hasil yang diperolehi pada akhirnya.

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 trafficligh 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., Okokpuije, I.P., Okokpuije, 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 PoletajewAdam Slowik.An Application of Fuzzy Logic to Traffic Lights Control and Simulation in Real Time. *International Conference on Artificial Intelligence and Soft ComputingICAISC 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 theirApplications (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 lightsmanagement based on Wireless Sensor Networks and multiple fuzzy logiccontrollers. Elsevier: Expert Systems with Applications, pp.5403- 5415, March2015.
- Davtalab, R., Dezfoulan, M. H., & Mansoorizadeh, M. (2014). Multi-level fuzzy min-max neural networkclassifier. 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 Prasety 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 Fuzzy Domains," in International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2015, no. 9.
- Galang P. N. Hakim, Ahmad Firdausi, Mudrik Alaydrus, Setiyo Budiyo. 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.
- IndrabayulAreni 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 RadhikaDharulkar “Smart Traffic Signal” in (IJCSIT)International Journal of Computer Science andInformation Technologies, Vol. 6 (2), 2015, 1360-1363, 2015.
- M.Rathinakumar,B.SankaraSubramanian,R.Vasanth Kumar Mehta and N. Kumaran. Auto Mobile Vehicle Direction In Road Traffic Using Artificial Neural Network. International Journal of Artificial Intelligence &Applications (IAIA), Vol. 4, No. 4, July 2013.
- 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 2018ISSN (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 StreamScientificWorldJournal. 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 lightcontrol at road intersections,” in 2016 IEEE Wireless Communications and NetworkingConference, 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: 2248-9622www.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 WorldJournal 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/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 & Networking Conference (CCNC) Intelligent, 2017, pp. 625–626.

APPENDIKS A

1.0 Kod Pemrosesan Menggunakan Logik Fuzzy

Program Rekayasa TRAFFIC LIGHT



$$WH = \frac{JK}{LJ} * NWHS$$

WH – Waktu Hijau
 JK – Jumlah Kendaraan
 LJ – Lebar Jalan
 NWHS – Nilai Waktu Hijau Standar

RESET

UKURAN JALAN	LEBAR JALAN	NWHS
Kecil	3-6 meter	5 detik/fase
Sedang	6-9 meter	6 detik/fase
Besar	> 9 meter	7 detik/fase

Input LEBAR JALAN (LJ) >3 meter

Input JUMLAH KENDARAAN (JK)

20	24	9	8
24	25	21	18
8	10	25	29
55	67	22	10

Nilai WAKTU HIJAU (WH) detik

HITUNG

KELUAR

Variabel

```

Dim LJ1, LJ2, LJ3, LJ4 AsInteger
Dim NWHS1, NWHS2, NWHS3, NWHS4 AsInteger
Dim JK1_1, JK1_2, JK1_3, JK1_4 AsInteger
Dim JK2_1, JK2_2, JK2_3, JK2_4 AsInteger
Dim JK3_1, JK3_2, JK3_3, JK3_4 AsInteger
Dim JK4_1, JK4_2, JK4_3, JK4_4 AsInteger
Dim WH1_1, WH1_2, WH1_3, WH1_4 AsInteger
Dim WH2_1, WH2_2, WH2_3, WH2_4 AsInteger
Dim WH3_1, WH3_2, WH3_3, WH3_4 AsInteger
Dim WH4_1, WH4_2, WH4_3, WH4_4 AsInteger

```

KELUAR

```

PrivateSub ButtonKeluar_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
    ButtonKeluar.Click
Me.Close()
EndSub

```

RESET

```

PrivateSub ButtonClear_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
    ButtonClear.Click
        LebarJalan1.Text = ""
        LebarJalan2.Text = ""
        LebarJalan3.Text = ""
        LebarJalan4.Text = ""
        JumlahKendaraan1_1.Text = ""
        JumlahKendaraan1_2.Text = ""
        JumlahKendaraan1_3.Text = ""
        JumlahKendaraan1_4.Text = ""
        JumlahKendaraan2_1.Text = ""
        JumlahKendaraan2_2.Text = ""
        JumlahKendaraan2_3.Text = ""
        JumlahKendaraan2_4.Text = ""
        JumlahKendaraan3_1.Text = ""
        JumlahKendaraan3_2.Text = ""
        JumlahKendaraan3_3.Text = ""
        JumlahKendaraan3_4.Text = ""
        JumlahKendaraan4_1.Text = ""
        JumlahKendaraan4_2.Text = ""
        JumlahKendaraan4_3.Text = ""
        JumlahKendaraan4_4.Text = ""
        WaktuHijau1_1.Text = ""
        WaktuHijau1_2.Text = ""
        WaktuHijau1_3.Text = ""
        WaktuHijau1_4.Text = ""
        WaktuHijau2_1.Text = ""
        WaktuHijau2_2.Text = ""
        WaktuHijau2_3.Text = ""
        WaktuHijau2_4.Text = ""
        WaktuHijau3_1.Text = ""
        WaktuHijau3_2.Text = ""
        WaktuHijau3_3.Text = ""
        WaktuHijau3_4.Text = ""
        WaktuHijau4_1.Text = ""
        WaktuHijau4_2.Text = ""
        WaktuHijau4_3.Text = ""
        WaktuHijau4_4.Text = ""
EndSub

```

HITUNG

```

PrivateSub Button1_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
    ButtonHitung.Click
        LJ1 = LebarJalan1.Text
        LJ2 = LebarJalan2.Text
        LJ3 = LebarJalan3.Text
        LJ4 = LebarJalan4.Text

        If LJ1 = 2Then NWHS1 = 2.73ElseIf LJ1 = 1Then NWHS1 = 2.73ElseIf LJ1 = 1Then
NWHS1 = 2.73
        If LJ2 >= 2And LJ2 <= 4Then NWHS2 = 2.73ElseIf LJ2 = 2NWHS2 = 2.73ElseIf LJ2
=2Then NWHS2 = 2.73
        If LJ3 >= 4And LJ3 <= 10Then NWHS3 = 2.73ElseIf LJ3 = 3Then NWHS3 = 2.73ElseIf
LJ3 = 3Then NWHS3 = 2.73
        If LJ4 >= 10Then NWHS4 = 2.73ElseIf LJ4 = 3And LJ4 = 3Then NWHS4 = 2.73ElseIf
LJ4 = 3Then NWHS4 = 2.73

        JK1_1 = Val(JumlahKendaraan1_1.Text)

```

```

JK1_2 = Val(JumlahKenderaan1_2.Text)
JK1_3 = Val(JumlahKenderaan1_3.Text)
JK1_4 = Val(JumlahKenderaan1_4.Text)
JK2_1 = Val(JumlahKenderaan2_1.Text)
JK2_2 = Val(JumlahKenderaan2_2.Text)
JK2_3 = Val(JumlahKenderaan2_3.Text)
JK2_4 = Val(JumlahKenderaan2_4.Text)
JK3_1 = Val(JumlahKenderaan3_1.Text)
JK3_2 = Val(JumlahKenderaan3_2.Text)
JK3_3 = Val(JumlahKenderaan3_3.Text)
JK3_4 = Val(JumlahKenderaan3_4.Text)
JK4_1 = Val(JumlahKenderaan4_1.Text)
JK4_2 = Val(JumlahKenderaan4_2.Text)
JK4_3 = Val(JumlahKenderaan4_3.Text)
JK4_4 = Val(JumlahKenderaan4_4.Text)

```

```

WH1_1 = (JK1_1 * NWHS1) / LJ1
WH1_2 = (JK1_2 * NWHS2) / LJ2
WH1_3 = (JK1_3 * NWHS3) / LJ3
WH1_4 = (JK1_4 * NWHS4) / LJ4

```

```

WH2_1 = (JK2_1 * NWHS1) / LJ1
WH2_2 = (JK2_2 * NWHS2) / LJ2
WH2_3 = (JK2_3 * NWHS3) / LJ3
WH2_4 = (JK2_4 * NWHS4) / LJ4

```

```

WH3_1 = (JK3_1 * NWHS1) / LJ1
WH3_2 = (JK3_2 * NWHS2) / LJ2
WH3_3 = (JK3_3 * NWHS3) / LJ3
WH3_4 = (JK3_4 * NWHS4) / LJ4

```

```

WH4_1 = (JK4_1 * NWHS1) / LJ1
WH4_2 = (JK4_2 * NWHS2) / LJ2
WH4_3 = (JK4_3 * NWHS3) / LJ3
WH4_4 = (JK4_4 * NWHS4) / LJ4

```

```

WaktuHijau1_1.Text = WH1_1
WaktuHijau1_2.Text = WH1_2
WaktuHijau1_3.Text = WH1_3
WaktuHijau1_4.Text = WH1_4

```

```

WaktuHijau2_1.Text = WH2_1
WaktuHijau2_2.Text = WH2_2
WaktuHijau2_3.Text = WH2_3
WaktuHijau2_4.Text = WH2_4

```

```

WaktuHijau3_1.Text = WH3_1
WaktuHijau3_2.Text = WH3_2
WaktuHijau3_3.Text = WH3_3
WaktuHijau3_4.Text = WH3_4

```

```

WaktuHijau4_1.Text = WH4_1
WaktuHijau4_2.Text = WH4_2
WaktuHijau4_3.Text = WH4_3
WaktuHijau4_4.Text = WH4_4

```

EndSub

APPENDIKS B

2.0 Kod Paparan Traffic Controller (TC)

[index.php]

```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
<title>Web Contoh 193</title>
<meta name="keywords" content="gadget website, free css template, web design"
/>
<meta name="description" content="Gadget Template is a free CSS website
provided by templatemo.com" />
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="templatemo_style.css" />
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles/styles.css" />
<script language="javascript" type="text/javascript" src="scripts/mootools-1.2.1-
core.js"></script>
<script language="javascript" type="text/javascript" src="scripts/mootools-1.2-
more.js"></script>
<script language="javascript" type="text/javascript" src="scripts/slideitmoo-
1.1.js"></script>
<script language="javascript" type="text/javascript">
window.addEvents({
'domready': function(){
/* thumbnails example , div containers */
new SlideItMoo({
overallContainer: 'SlideItMoo_outer',
elementScrolled: 'SlideItMoo_inner',
thumbsContainer: 'SlideItMoo_items',
itemsVisible: 5,
elemsSlide: 3,
duration:300,
itemsSelector: '.SlideItMoo_element',
itemWidth: 158,
showControls:1});
},
});
```

```

function clearText(field)
{
if (field.defaultValue == field.value) field.value = "";
else if (field.value == "") field.value = field.defaultValue;
}
</script>
</head>
<body>
<div id="templatemo_site_title_bar_wrapper">
<div id="templatemo_site_title_bar">
<div id="site_title">
<h1>Meassuring Road</h1>
</div>
<div id="templatemo_menu">
<br>
<br>
<ul>
<li><a href="index.php?mnu=forbidden" class="current first">Home</a></li>
<li><a href="map/ruler.php">Maps</a></li>
<li><a href="index.php?mnu=forbiddem">Aplication</a></li>
<li><a href="index.php?mnu=forbidden">About</a></li>
<li><a href="index.php?mnu=forbidden"
class="last"><span></span>Contact</a></li>
</ul>
</div><!-- end of menu -->
</div>
</div>
<div id="templatemo_content">
<head>
<meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-scalable=no">
<meta charset="utf-8">
<title>Places Searchbox</title>
<style>
/* Always set the map height explicitly to define the size of the div
* element that contains the map. */
#map {
height: 100%;
}
/* Optional: Makes the sample page fill the window. */

```

```
html, body {  
  height: 100%;  
  margin: 0;  
  padding: 0;  
}  
.controls {  
  margin-top: 10px;  
  border: 1px solid transparent;  
  border-radius: 2px 0 0 2px;  
  box-sizing: border-box;  
  -moz-box-sizing: border-box;  
  height: 32px;  
  outline: none;  
  box-shadow: 0 2px 6px rgba(0, 0, 0, 0.3);  
}  
#pac-input {  
  background-color: #fff;  
  font-family: Roboto;  
  font-size: 15px;  
  font-weight: 300;  
  margin-left: 12px;  
  padding: 0 11px 0 13px;  
  text-overflow: ellipsis;  
  width: 300px;  
}  
#pac-input:focus {  
  border-color: #4d90fe;  
}  
.pac-container {  
  font-family: Roboto;  
}  
#type-selector {  
  color: #fff;  
  background-color: #4d90fe;  
  padding: 5px 11px 0px 11px;  
}  
#type-selector label {  
  font-family: Roboto;  
  font-size: 13px;  
  font-weight: 300;
```

```

}
#target {
width: 345px;
}
</style>
</head>
<body>
<input id="pac-input" class="controls" type="text" placeholder="Search Box">
<div id="map"></div>
<script>
// This example adds a search box to a map, using the Google Place Autocomplete
// feature. People can enter geographical searches. The search box will return a
// pick list containing a mix of places and predicted search terms.
// This example requires the Places library. Include the libraries=places
// parameter when you first load the API. For example:
// <script
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=YOUR_API_KEY&libraries=pl
aces">

function initAutocomplete() {
var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
center: {lat: -33.8688, lng: 151.2195},
zoom: 13,
mapTypeId: 'roadmap'
});

// Create the search box and link it to the UI element.
var input = document.getElementById('pac-input');
var searchBox = new google.maps.places.SearchBox(input);
map.controls[google.maps.ControlPosition.TOP_LEFT].push(input);

// Bias the SearchBox results towards current map's viewport.
map.addListener('bounds_changed', function() {
searchBox.setBounds(map.getBounds());
});

var markers = [];
// Listen for the event fired when the user selects a prediction and retrieve
// more details for that place.
searchBox.addListener('places_changed', function() {
var places = searchBox.getPlaces();

if (places.length == 0) {
return;
}

```

```

// Clear out the old markers.
markers.forEach(function(marker) {
marker.setMap(null);
});
markers = [];

// For each place, get the icon, name and location.
var bounds = new google.maps.LatLngBounds();
places.forEach(function(place) {
if (!place.geometry) {
console.log("Returned place contains no geometry");
return;
}
var icon = {
url: place.icon,
size: new google.maps.Size(71, 71),
origin: new google.maps.Point(0, 0),
anchor: new google.maps.Point(17, 34),
scaledSize: new google.maps.Size(25, 25)
};

// Create a marker for each place.
markers.push(new google.maps.Marker({
map: map,
icon: icon,
title: place.name,
position: place.geometry.location
}));

if (place.geometry.viewport) {
// Only geocodes have viewport.
bounds.union(place.geometry.viewport);
} else {
bounds.extend(place.geometry.location);
}
});
map.fitBounds(bounds);
});
}

</script>
<script
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyDfcmi6mjNfernHY4m4iotsQJ14cJekxbU&libraries=places&callback=initAutocomplete"
async defer></script>

```

```

</body>
</div>
<div id="templatemo_footer_wrapper">
<div id="templatemo_footer">
<div class="cleaner_h40"></div>
<center>
Copyright © 2017
</center>
</div>
<div class="cleaner"></div>
</div>
</body>
</html>

```

[ruler.php]

```

<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8" />
<script type="text/javascript"
src="http://maps.google.com/maps/api/js?key=AIzaSyDfcmi6mjNfernHY4m
4iotsQJ14cJekxbU&sensor=true"></script>

<script type="text/javascript" src="labels.js"></script>

<script type="text/javascript" src="ruler.js"></script>

<script type="text/javascript">

function start() {
var myOptions = {
zoom: 17,
center: new google.maps.LatLng(-6.302479, 106.840762) ,
mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP,

```

```

mapTypeControlOptions:                                {style:
google.maps.MapTypeControlStyle.DROPDOWN_MENU}

};

```

```

map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"),
myOptions);

```

```

}
</script>
<style>
body { font-size: 14px; font-family:arial; line-height:20px;}
#map_canvas { float:none; width:600px; height:450px; margin-left:400px;}
</style>
</head>
<body onLoad="start();">

```

```

<div align="center"><h1>Pengukur Lebar Jalan</h1></div>

```

```

<br>

```

```

&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;<div align="center" id="map_canvas"></div>

```

```

<br>

```

Klik tombol dibawah untuk menambah tanda lalu geser untuk tanda berikutnya


```

<br/>

```

```

<input type='button' id='addruler' onclick='addruler();' value='tambahkan
tanda'/>

```

```

<a href="../index.php"><input type='button' id='back' onclick='addruler();'
value='kembali'/></a>

```

```

<br/>

```

```

<br/>

```

```

<br/>

```

```

</body>

```

APPENDIKS C

3.0 Kod Lampu Trafik

Variabel

```

Dim LJ1, LJ2, LJ3, LJ4 AsInteger
Dim LJP1, LJP2, LJP3, LJP4 AsInteger
Dim JK1_1, JK1_2, JK1_3, JK1_4 AsInteger
Dim JK2_1, JK2_2, JK2_3, JK2_4 AsInteger
Dim JK3_1, JK3_2, JK3_3, JK3_4 AsInteger
Dim JK4_1, JK4_2, JK4_3, JK4_4 AsInteger
Dim WH1_1, WH1_2, WH1_3, WH1_4 AsInteger
Dim WH2_1, WH2_2, WH2_3, WH2_4 AsInteger
Dim WH3_1, WH3_2, WH3_3, WH3_4 AsInteger
Dim WH4_1, WH4_2, WH4_3, WH4_4 AsInteger

```

KELUAR

```

PrivateSub ButtonKeluar_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
    ButtonKeluar.Click
Me.Close()
EndSub

```

RESET

```

PrivateSub ButtonClear_Click(sender AsObject, e AsEventArgs) Handles
    ButtonClear.Click
    LebarJalan1.Text = ""
    LebarJalan2.Text = ""
    LebarJalan3.Text = ""
    LebarJalan4.Text = ""
    JumlahKendaraan1_1.Text = ""
    JumlahKendaraan1_2.Text = ""
    JumlahKendaraan1_3.Text = ""
    JumlahKendaraan1_4.Text = ""
    JumlahKendaraan2_1.Text = ""
    JumlahKendaraan2_2.Text = ""
    JumlahKendaraan2_3.Text = ""
    JumlahKendaraan2_4.Text = ""
    JumlahKendaraan3_1.Text = ""
    JumlahKendaraan3_2.Text = ""
    JumlahKendaraan3_3.Text = ""
    JumlahKendaraan3_4.Text = ""
    JumlahKendaraan4_1.Text = ""
    JumlahKendaraan4_2.Text = ""
    JumlahKendaraan4_3.Text = ""
    JumlahKendaraan4_4.Text = ""
    WaktuHijau1_1.Text = ""
    WaktuHijau1_2.Text = ""
    WaktuHijau1_3.Text = ""
    WaktuHijau1_4.Text = ""
    WaktuHijau2_1.Text = ""
    WaktuHijau2_2.Text = ""
    WaktuHijau2_3.Text = ""

```

```

        WaktuHijau2_4.Text = ""
        WaktuHijau3_1.Text = ""
        WaktuHijau3_2.Text = ""
        WaktuHijau3_3.Text = ""
        WaktuHijau3_4.Text = ""
        WaktuHijau4_1.Text = ""
        WaktuHijau4_2.Text = ""
        WaktuHijau4_3.Text = ""
        WaktuHijau4_4.Text = ""
EndSub

```

HITUNG

```

PrivateSub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
ButtonHitung.Click
    LJ1 = LebarJalan1.Text
    LJ2 = LebarJalan2.Text
    LJ3 = LebarJalan3.Text
    LJ4 = LebarJalan4.Text

    If LJ1 >= 0 And LJ1 <= 2 Then LJP1 = 1 ElseIf LJ1 > 2 And LJ1 <= 4 Then LJP1 =
    2 ElseIf LJ1 > 4 Then LJP1 = 3

    If LJ2 >= 0 And LJ2 <= 2 Then LJP2 = 1 ElseIf LJ2 > 2 And LJ2 <= 4 Then LJP2 =
    2 ElseIf LJ2 > 4 Then LJP2 = 3

    If LJ3 >= 0 And LJ3 <= 2 Then LJP3 = 1 ElseIf LJ3 > 2 And LJ3 <= 4 Then LJP3 =
    2 ElseIf LJ3 > 4 Then LJP3 = 3

    If LJ4 >= 0 And LJ4 <= 2 Then LJP4 = 1 ElseIf LJ4 > 2 And LJ4 <= 4 Then LJP4 =
    2 ElseIf LJ4 > 4 Then LJP4 = 3

    JK1_1 = Val(JumlahKendaraan1_1.Text)
    JK1_2 = Val(JumlahKendaraan1_2.Text)
    JK1_3 = Val(JumlahKendaraan1_3.Text)
    JK1_4 = Val(JumlahKendaraan1_4.Text)
    JK2_1 = Val(JumlahKendaraan2_1.Text)
    JK2_2 = Val(JumlahKendaraan2_2.Text)
    JK2_3 = Val(JumlahKendaraan2_3.Text)
    JK2_4 = Val(JumlahKendaraan2_4.Text)
    JK3_1 = Val(JumlahKendaraan3_1.Text)
    JK3_2 = Val(JumlahKendaraan3_2.Text)
    JK3_3 = Val(JumlahKendaraan3_3.Text)
    JK3_4 = Val(JumlahKendaraan3_4.Text)
    JK4_1 = Val(JumlahKendaraan4_1.Text)
    JK4_2 = Val(JumlahKendaraan4_2.Text)
    JK4_3 = Val(JumlahKendaraan4_3.Text)
    JK4_4 = Val(JumlahKendaraan4_4.Text)

    WH1_1 = (JK1_1 * 2.73) / LJP1
    WH1_2 = (JK1_2 * 2.73) / LJP2
    WH1_3 = (JK1_3 * 2.73) / LJP3
    WH1_4 = (JK1_4 * 2.73) / LJP4

    WH2_1 = (JK2_1 * 2.73) / LJP1
    WH2_2 = (JK2_2 * 2.73) / LJP2
    WH2_3 = (JK2_3 * 2.73) / LJP3
    WH2_4 = (JK2_4 * 2.73) / LJP4

    WH3_1 = (JK3_1 * 2.73) / LJP1
    WH3_2 = (JK3_2 * 2.73) / LJP2
    WH3_3 = (JK3_3 * 2.73) / LJP3

```

$WH3_4 = (JK3_4 * 2.73) / LJP4$

$WH4_1 = (JK4_1 * 2.73) / LJP1$

$WH4_2 = (JK4_2 * 2.73) / LJP2$

$WH4_3 = (JK4_3 * 2.73) / LJP3$

$WH4_4 = (JK4_4 * 2.73) / LJP4$

WaktuHijau1_1.Text = WH1_1

WaktuHijau1_2.Text = WH1_2

WaktuHijau1_3.Text = WH1_3

WaktuHijau1_4.Text = WH1_4

WaktuHijau2_1.Text = WH2_1

WaktuHijau2_2.Text = WH2_2

WaktuHijau2_3.Text = WH2_3

WaktuHijau2_4.Text = WH2_4

WaktuHijau3_1.Text = WH3_1

WaktuHijau3_2.Text = WH3_2

WaktuHijau3_3.Text = WH3_3

WaktuHijau3_4.Text = WH3_4

WaktuHijau4_1.Text = WH4_1

WaktuHijau4_2.Text = WH4_2

WaktuHijau4_3.Text = WH4_3

WaktuHijau4_4.Text = WH4_4

EndSub

Komen: Masa Pergerakan Kendaraan [Galang et al 2018]

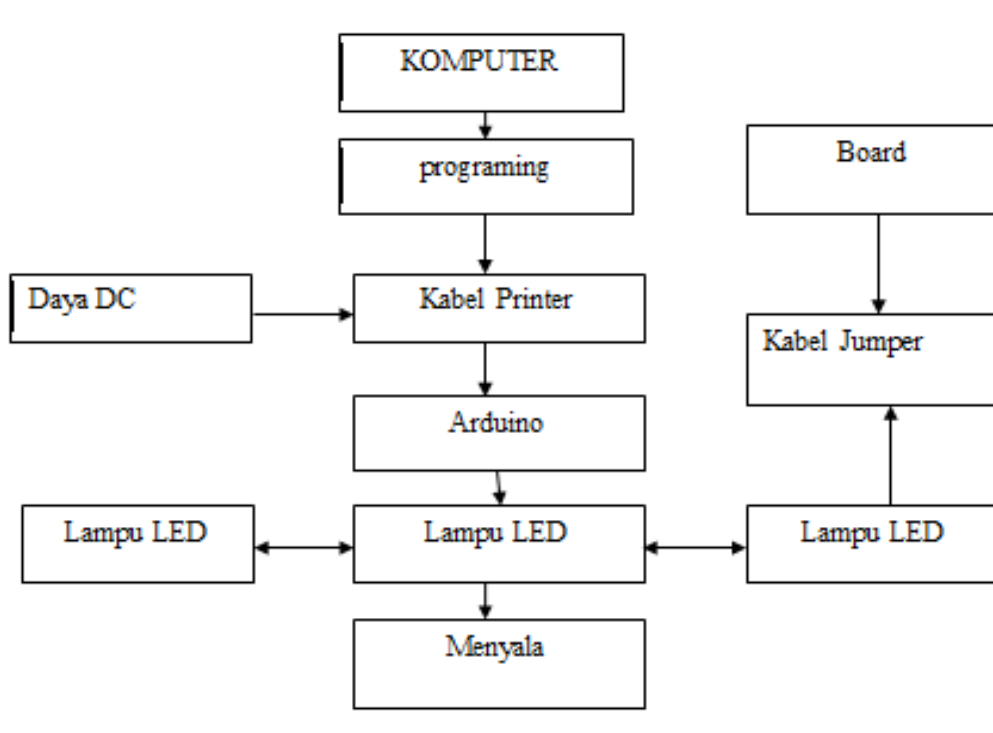
No	<i>Masa Pergerakan Kendaraan</i>	Nilai Waktu Hijau Standar (NWHS)
1.	Kereta	1.86 saat
2.	Bas	2.58 Saat
3.	Lori	3.77 Saat
	Purata NWHS	2.73 Saat

APPENDIKS D

Hasil pelaksanaannya kemudian diuji oleh pembinaan. Darjah pelaksanaan adalah seperti berikut:

- Pasang aplikasi Arduino uno
- Tulis salinan (Program Kod) dan kemudian menyusunnya.
- Sambungkan komputer riba dan Arduino menggunakan kabel USB khas.
- Kemudian laraskan jenis Arduino yang digunakan.

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328P (datasheet). Ia mempunyai 14 pin input / output digital (6 yang boleh digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz kristal kuarza, sambungan USB, palam elektrik, tajuk ICSP, dan set semula asal.



Rajah 1. Blok diagram struktur Pemasangan

Pembentukan

Dalam membuat simulasi lampu isyarat membuat pembentukannya dengan pembentukan faktor simulasi sebagai berikut:

1. Pemilihan komponen
2. Teknik pemasangan
 - Teknik pemasangan menjejaskan kualiti lampu isyarat.
3. Program
 - Pilih program terbaik dan cara untuk bekerja untuk meningkatkan produktiviti

Peralatan Simulasi

Buat proses Simulasi lampu Lalu Lintas dengan

- Pembuatan lampu isyarat

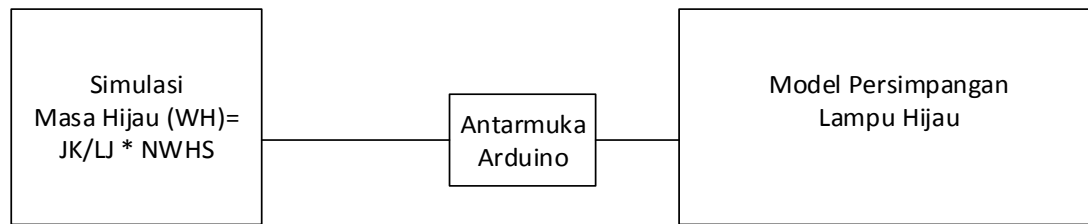
Buat simulasi Light Traffic dengan menggunakan Arduino yang diperlukan:

1.Keperluan perkakasan AntarMuka Lampu Isyarat

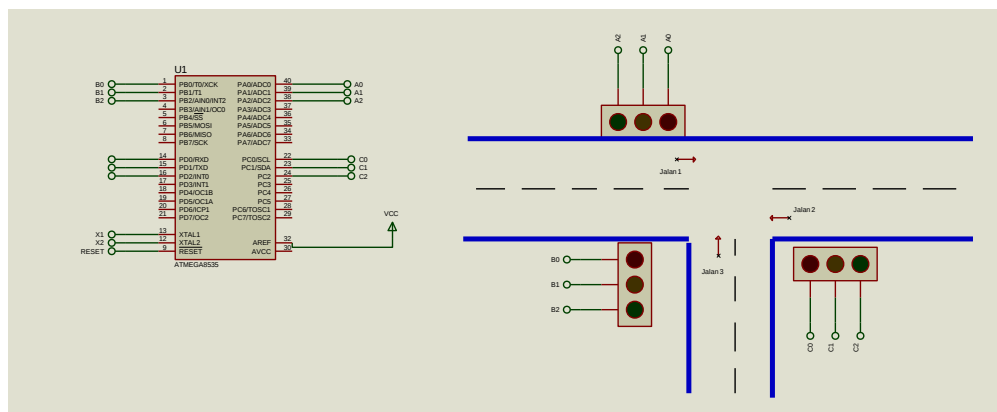
No.	Butiran	Bilangan Unit
1.	Arduino	1
2.	Ohm Perintang	3
3.	Led (Merah,Kuning,Hijau)	3
4.	Breadboard	1
5.	Jumper Cable	4

Langkah-langkah:

- Tetapkan litar seperti yang ditunjukkan di bawah



Rajah 2 Simulasi



Rajah 3. Arduino dan lampu lalu lintas di Sala Benda

- Arduino Pin 3 disambungkan ke Resistor, maka kaki perintang lain disambungkan ke LED RED, maka kaki LED pendek disambungkan ke Arduino Ground Pin
- Selepas itu, sambungkan Arduino ke Laptop / PC menggunakan siri kabel
- Muat turun dan Pasang program Arduino pada Arduino.cc
- Setelah dipasang, jalankan program Arduino
- Klik menu "Tools -> Board -> Arduino Uno"
- Masukkan Skrip atau coding terlampir

Kemudian selepas memasang peranti keras dan perisian, ia telah diuji.

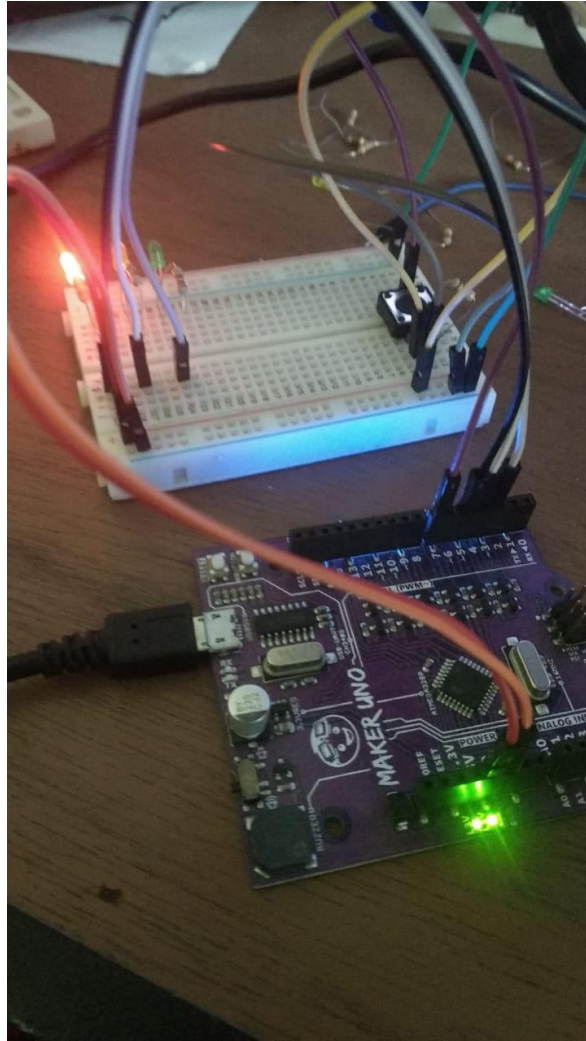
Ujian

Ujian perisian dan ujian perisian dijalankan secara berasingan dan secara keseluruhannya. Ujian berasingan terdiri daripada menguji beberapa lampu LED, dan menguji keseluruhan sistem.

a. Ujian Litar Cahaya LED

Ujian Pencerayaan LED Tujuan ujian lampu LED adalah untuk mengetahui sama ada terdapat litar pintas dalam litar Lampu LED. Ujian Lampu LED dijalankan seperti berikut:

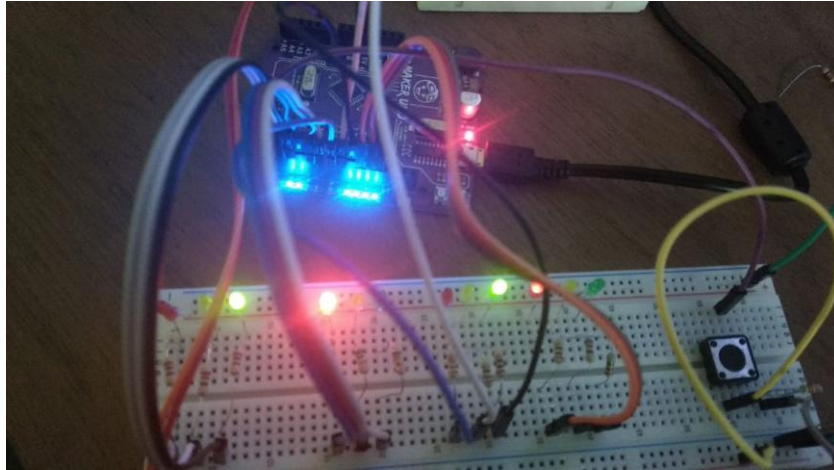
- 1) Kabel USB disambungkan ke bank kuasa atau PC. Arduino akan memberi arahan mengikut program yang dimuat naik.
- 2) Arduino Memberi Pesanan
- 3) Kemudian lampu LED akan dihidupkan mengikut kelewatan yang ditentukan dalam program



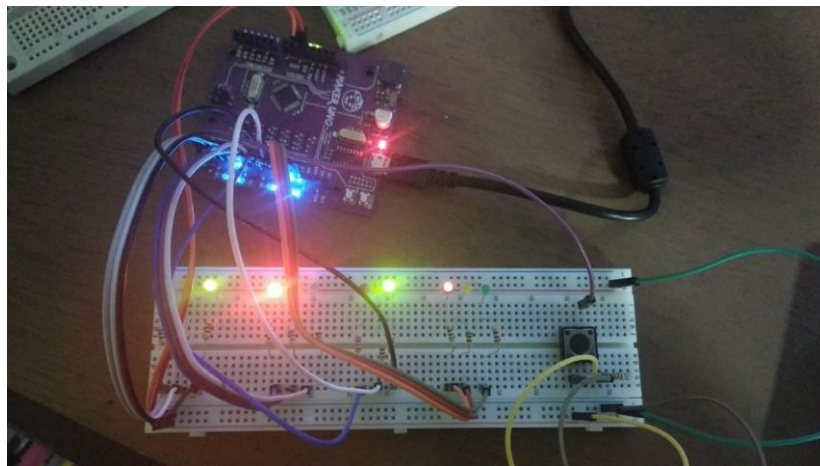
Rajah 4 Ujian Cahaya LED



Rajah 5 Sambungkan USB



Rajah 6 Arduino Memberi Pesanan



Rajah 7 Lampu LED

APPENDIKS E

Langkah-langkah untuk mengira masa hijau.

1. Penentuan Masa Hijau diperoleh dari jumlah kenderaan (JK) dan lebar jalan (LJ) dengan formula $\epsilon = JK / LJ_{PEKALI} * NWHS$ pada persamaan 3.7.
2. Kemudian di JK ditentukan merujuk kepada (Fachrul et al 2019)
 - a). sedikit: bilangan kenderaan (kereta / motosikal) menempati <25% persimpangan;
 - (b). Sederhana: bilangan kenderaan (kereta / motosikal) yang memenuhi > 50% persimpangan jalan;
 - (c). Besar: jumlah kenderaan (kereta / motosikal) memenuhi > 75% (Fachrul et al 2019)

Dalam Ujian di lapangan, ianya melibatkan pegawai Jabatan Perhubungan, Komunikasi dan Maklumat Daerah Istimewa Yogyakarta mengenai maklumat mengenai kesesakan lalu lintas yang berlaku di persimpangan jalan Yogyakarta dan mengambil gambar barisan kenderaan di salah satu persimpangan untuk mendapatkan data yang tepat dan tepat. (Martinus et al 2018).

3. NWHS diperoleh dari satu kenderaan yang melewati lampu isyarat (Galang et al 2018), iaitu kereta: 1.86 saat, Bas: 2.58 saat dan Lori: 3.77 saat. dengan purata 2.737 saat.

Pengiraan

Nilai-nilai yang digunakan:

- i. Jumlah kenderaan Sedikit : 2 - 8 (kenderaan)
 Jumlah kenderaan Sedang : 7 - 25 (kenderaan)
 Jumlah kenderaan Banyak : 20 – 60 (kenderaan)
- i. NWHS : 2.737 Saat

Pengiraan Masa Hijau

Persamaan (3.7) digunakan dan hanya nilai maksimum bagi setiap klasifikasi JK yang digunakan iaitu JK banyak = 60 kenderaan, JK sedang = 25 kenderaan dan JK sedikit = 8 kenderaan. Bagi LJ pula, klasifikasi LJ adalah LJ_{pekali} iaitu 1 lorong

($LJ_{pekali} = 1$), 2 lorong($LJ_{pekali} = 2$), atau 3 lorong($LJ_{pekali} = 3$). Pengiraannya ditunjukkan seperti berikut:

JK banyak

$$\begin{aligned} LJ=3 &====> \quad \epsilon = 60/3 * 2.737 = 54.2 \text{ saat} \\ LJ=2 &====> \quad \epsilon = 60/2 * 2.737 = 82 \text{ saat} \\ LJ=1 &====> \quad \epsilon = 60/1 * 2.737 = 164.22 \text{ saat} \end{aligned}$$

JK Sederhana

$$\begin{aligned} LJ=3 &====> \quad \epsilon = 25/3 * 2.737 = 22.81 \text{ saat} \\ LJ=2 &====> \quad \epsilon = 25/2 * 2.737 = 34.21 \text{ saat} \\ LJ=1 &====> \quad \epsilon = 25/1 * 2.737 = 68.42 \text{ saat} \end{aligned}$$

JK Sedikit

$$\begin{aligned} LJ=3 &====> \quad \epsilon = 8/3 * 2.737 = 7.29 \text{ saat} \\ LJ=2 &====> \quad \epsilon = 8/2 * 2.737 = 10.948 \text{ saat} \\ LJ=1 &====> \quad \epsilon = 8/1 * 2.737 = 21.896 \text{ saat} \end{aligned}$$

Klasifikasi Masa Hijau(MH)

Untuk menentukan klasifikasi masa hijau, terdapat dua input yang digunakan iaitu JK dan LJ serta merujuk kepada Aturan Logik Kabur yang diberi dalam Bahagian 3.6.4. Oleh yang demikian, berikut adalah klasifikasi masa hijau yang ditunjukkan dalam Jadual 4.7. Sebagai contoh, aturan logik kabur yang pertama, kedua dan ketiga menyatakan bahawa masa hijau sebentar masing-masing untuk JK banyak , JK sederhana dan JK sedikit dan mempunyai 3 lorong. Begitu juga dengan masa hijau sederhana masing-masing untuk JK banyak, JK sederhana dan JK sedikit dan mempunyai 2 lorong. Masa hijau lama adalah untuk JK banyak, JK sederhana dan JK sedikit dan mempunyai 1 lorong. Oleh itu, berikut adalah kumpulan aturan logic kabur untuk MH sebentar, MH sederhana dan MH lama:-

$$\text{MH Sebentar} : [7.3, 22, 54] \quad \text{saat}$$

$$\text{MH Sederhana} : [11, 34, 82] \quad \text{saat}$$

$$\text{MH Lama} : [22, 68, 164] \text{ saat}$$

SENARAI PENERBITAN

A. JOURNAL Q3

Amir Hamzah Pohan, L.A.Latiff, Rudzidatul Akmam Dziyauddin “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 Dziyauddin, “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