


**MEREKABENTUK PROTOTAIP DAN MEMBANGUNKAN  
LAMPU ISYARAT PINTAR MENGGUNAKAN PLC**

**KAMARUL ISZUWANDI BIN SUBRI**

**MEI 2007**

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri).”

Tandatangan : .....  .....

Nama Penyelia : ENCIK AHMAD AIZAN BIN ZULKEFLE

Tarikh : 7 MEI 2007

**MEREKABENTUK PROTOTAIP DAN MEMBANGUNKAN LAMPU ISYARAT  
PINTAR MENGGUNAKAN PLC**

**KAMARUL ISZUWANDI BIN SUBRI**

Laporan Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Syarat Sebahagian Daripada Syarat  
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

Mei 2007

**“ Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya.”**

Tandatangan :  .....

Nama Penulis : KAMARUL ISZUWANDI BIN SUBRI

Tarikh : 7 MEI 2007

Untuk ayahanda dan bonda tersayang

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah dan selawat serta salam ke atas nabi junjungan Nabi Muhammad S.A.W. Syukur saya ke hadrat Ilahi dengan limpah kurnia-Nya, Projek Sarjana Muda ini telah berjaya disempurnakan.

Jutaan terima kasih saya ucapkan kepada penyelia bagi projek ini iaitu Encik Ahmad Aizan Bin Zulkefle. Segala tunjuk ajar, dorongan dan bimbingan yang telah diberikan kepada saya dalam melaksanakan projek ini tidak akan dilupakan. Jutaan terima kasih juga diucapkan kepada para pensyarah dan juruteknik yang terlibat diatas segala pandangan dan bantuan yang telah dihulurkan sepanjang perjalanan projek ini.

Ucapkan terima kasih juga kepada ayahanda Subri bin Ismail dan bonda Asma binti Manan yang tidak pernah jemu memberikan dorongan dan sokongan kepada anakanda dalam melaksanakan projek ini. Juga tidak dilupakan kepada ahli keluarga dan teman teristimewa yang sentiasa mendoakan kejayaan saya di dalam menjalani proses pembelajaran di sini. Turut diucapkan ribuan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang banyak membantu dalam memberikan idea dan pandangan. Jasa kalian semua tidak akan pernah hilang dalam ingatan ini.

## ABSTRAK

Sejak kebelakangan ini, masalah kesesakan lalulintas menyumbangkan satu impak yang besar terhadap sistem pengangkutan dalam negara. Dengan pertambahan jumlah kenderaan di dalam negara merupakan penyumbang paling besar terjadinya situasi ini. Kesesakan yang dialami telah menyebabkan banyak kerja telah tertangguh disebabkan masa yang sepatutnya dihabiskan di rumah atau di pejabat terpaksa dibazirkan diatas jalan raya hanya untuk menunggu lampu isyarat yang lama. Sistem kawalan lampu isyarat yang dibangunkan ini merupakan satu sistem yang mengawal tempoh nyalaan lampu isyarat mengikut keadaan sebenar berbanding dengan sistem lama yang menggunakan kawalan tetapan masa ( *Fixed Time System* )[2]. Sekaligus mengurangkan kesesakan yang dialami di kawasan tersebut . Sistem kawalan trafik menggunakan PLC ini bertindak secara langsung keatas perubahan pada keperluan lalulintas semasa, kapasiti persimpangan dan mengubah jangkamasa isyarat disesuatu kawasan bagi memberikan pergerakan yang optima. Di harapkan dengan adanya sistem kawalan lampu isyarat pintar ini, kesesakan lalulintas dapat dikurangkan dan sekaligus mengelakkan masalah-masalah lain yang berpunca daripada kesesakan terjadi.

## ABSTRACT

Recently, traffic congestion problem contributed a huge impact to the transportation system in this country. The increasing an amount of vehicle is the major problem which had contributed to this problem. A lot of work has been delayed due to traffic congested. This is because the commuters have to spend a lot of their time on the road just to wait their turn to pass through at the traffic light intersection. Traffic light controller system that has been developed using PLC is a system which can be controlled the additional time required compared to the old system (Fixed Time System). Traffic light system using PLC will react simultaneously due to need of present traffic, intersection capacity and rapidly change the period of traffic at the certain intersection to have an optima movement. Through this Intelligent Traffic Light Controller System, heavy traffic congestion are hopefully been reduce and can prevent any problem that occur from the traffic congestion.



## ISI KANDUNGAN

<b>BAB PERKARA</b>	<b>HALAMAN</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ISI KANDUNGAN</b>	<b>vii</b>
<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>xi</b>
<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xii</b>
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	<b>xv</b>
<b>I PENGENALAN</b>	
1.1 Pengenalan projek	1
1.2 Objektif Projek	2
1.3 Skop Projek	2
1.4 Ringkasan Laporan Akhir	3
<b>II KAJIAN LITERATUR</b>	
2.1 Pengenalan	4
<b>III KAWALAN ASAS LOGIK</b>	
3.1 Pengenalan	8
3.2 Kawalan Asas Logik	8
3.2.1 Faktor pemilihan PLC	10
3.2.2 Kelebihan PLC	11
3.2.3 PLC dan Komputer	12
3.2.4 Membina Aturcara	13

3.3	Asas logik	16
3.3.1	GET DAN (AND <i>gate</i> )	17
3.3.2	GET ATAU (OR <i>gate</i> )	18
3.3.3	GET TAK (NOT <i>gate</i> )	19
3.3.4	GET TAK ATAU (NOR <i>gate</i> )	20
3.3.5	GET TAK DAN (NAND <i>gate</i> )	21
3.3.6	GET XOR (EXCLUSIVE OR <i>gate</i> )	22

## IV METODOLOGI

4.1	Pengenalan	24
4.2	Prosedur Pelaksanaan	24
4.2.1	Pengumpulan Maklumat	24
4.2.2	Membangunkan Perisian	25
4.2.3	Membina Model Lampu Isyarat	25
4.2.4	Menggabungkan Perisian Dengan Model Lampu Isyarat	25
4.2.5	Pengujian Dan Pengenalpastian Masalah	25
4.3	Prinsip Projek	27
4.3.1	Carta Alir Aturcara	27
4.3.2	Kendalian Litar Lampu Isyarat Menggunakan PLC	29
4.4	Prinsip Asas Projek	30
4.5	Prinsip Litar Kawalan Pintar	31
4.6	Fungsi-Fungsi Komponen	34
4.6.1	Suis	34
4.6.2	Suis Magnet ( <i>Magnetic Switch</i> )	35
4.6.3	Pemasa ( <i>Timer</i> )	36
4.6.4	<i>Keep</i> (11)	36
4.6.5	<i>Differential Up</i> (DIFU) dan <i>Differential Down</i> (DIFD)	38
4.6.6	Jenis- Jenis Lampu Isyarat	39
4.7	Pembangunan Perisian	40
4.7.1	Komponen Dalam Aturcara	41
4.8	Pembinaan Perkakasan	46

4.8.1	Peringkat 1 : Membuat perancangan rekabentuk simpang empat yang akan dibina.	47
4.8.2	Peringkat 2 : Merekabentuk dan melakarkan pada <i>mounting board</i> .	47
4.8.3	Peringkat 3 : Mengecat permukaan jalan dan membina lampu isyarat.	48
4.8.4	Peringkat 4 : Meletakkan garisan pembahagi jalan dan kerja-kerja hiasan pada model.	50
4.8.5	Peringkat 5 : Memasang suis magnet dibawah permukaan prototaip.	51
4.8.6	Peringkat 6 : Melakukan pendawaian di bawah permukaan prototaip.	52
4.8.7	Peringkat 7 : Melakukan kerja-kerja kekemasan pada prototaip projek.	53

## V KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

5.1	Pengenalan	54
5.2	Aturcara PLC	54
5.2.1	Strategi aturcara PLC	55
5.2.2	Masukan Dan Keluaran	55
5.2.3	Kendalian aturcara PLC	56
5.3	Kawalan Masa Tetap	64
5.4	Kawalan Lampu Isyarat Pintar	65
5.5	Analisis Keputusan	68
5.5.1	Keluaran Pada Modul PLC	68
5.5.2	Keluaran Pada Perkakasan	69

## VI KESIMPULAN DAN CADANGAN

6.1	Kesimpulan	71
6.2	Cadangan	71

**RUJUKAN**

73

**LAMPIRAN**

75

**SENARAI JADUAL**

<b>NO</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
3.1	Perbandingan antara sistem kawalan yang menggunakan wayar dengan PLC	12
3.2	Jadual Kebenaran AND gate	17
3.3	Jadual Kebenaran OR gate	18
3.4	Jadual Kebenaran NOT gate	19
3.5	Jadual Kebenaran NOR gate	20
3.6	Jadual Kebenaran NAND gate	21
3.7	Jadual Kebenaran XOR gate	22
3.8	Jenis-jenis gate berserta dangan simbol	23
4.1	Senarai masukan dan keluaran	35

## SENARAI RAJAH

NO.	TAJUK	HALAMAN
3.1	Asas sistem PLC	9
3.2	Merekabentuk <i>Programmable Logic Controller</i> (A)	14
3.3	Merekabentuk <i>Programmable Logic Controller</i> (B)	15
3.4	i) Get DAN ( <i>AND Gate</i> )	17
	ii) Gambarajah tetangga <i>AND gate</i>	
3.5	i) Get ATAU ( <i>OR Gate</i> )	18
	ii) Gambarajah tetangga <i>OR gate</i>	
3.6	i) Get TAK ( <i>NOT Gate</i> )	19
	ii) Gambarajah tetangga <i>NOT gate</i>	
3.7	i) Get TAK ATAU ( <i>NOR Gate</i> )	20
	ii) Gambarajah tetangga <i>NOR gate</i>	
3.8	i) Get TAK DAN ( <i>NAND Gate</i> )	21
	ii) Gambarajah tetangga <i>NAND gate</i>	
3.9	i) Get XOR ( <i>EXCLUSIVE OR GATE</i> )	22
	ii) Gambarajah tetangga <i>XOR gate</i>	
4.1	Carta alir pelaksanaan projek	26
4.2	Turutan pengoperasian pada lampu Isyarat	27
4.3	Gambarajah sebelum penambahan masa pada pemasa hijau	30
4.4	Gambarajah selepas penambahan masa pada pemasa hijau	31
4.5	Gambaran kedudukan pengesan pada prototaip	32
4.6	Kitaran lampu isyarat yang dibangunkan	33
4.7	Gambaran kedudukan pengesan pada jalan raya	33
4.8	Suis sedia buka	34
4.9	Suis sedia tutup	34
4.10	Suis magnet	35
4.11	Keratan rentas suis magnet	35

4.12	Pemasa dalam PLC	36
4.13	Simbol KEEP dalam gambarajah tetangga	37
4.14	Syarat pelaksanaan KEEP	37
4.15	Simbol DIFU dan DIFD dalam gambarajah tetangga	38
4.16	Syarat pelaksanaan DIFD dan DIFU	38
4.17	Jenis-Jenis lampu isyarat di Malaysia	39
4.18	Pembangunan aturcara menggunakan perisian PLC	40
4.19	Fungsi suis tekan tutup	41
	(a) sebelum suis ditekan	
	(b) selepas suis ditekan	
4.20	Sesentuh digunakan untuk mengaktifkan pemasa	42
4.21	Gegelung 2 akan diaktifkan oleh pemasa selepas 30 saat	43
	a) sebelum pemasa aktif	
	b) selepas pemasa aktif	
4.22	<i>Differential up</i> (sebelum aktif )	44
4.23	<i>Differential up</i> (selepas aktif)	44
4.24	<i>Keep</i> menyimpan isyarat tinggi	45
4.25	<i>Reset Keep</i>	45
4.26	Lakaran prototaip lampu isyarat	47
4.27	Kerja-kerja kekemasan dilakukan keatas model	48
4.28	Ukuran lampu isyarat yang dibina	49
4.29	Lampu isyarat yang siap dibina	49
4.30	Kerja-kerja kekemasan pada prototaip	50
4.31	Pemasangan magnet pada kenderaan	51
4.32	Pemasangan suis magnet dibawah permukaan prototaip	52
4.33	Pendawaian dibawah permukaan prototaip	52
4.34	Prototaip lampu isyarat yang telah siap	53
5.1	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 0	56
5.2	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 1	57
5.3	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 2 hingga <i>Rung</i> 3	58
5.4	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 4 hingga <i>Rung</i> 7	59
5.5	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 8 hingga <i>Rung</i> 10	60
5.6	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 11 hingga <i>Rung</i> 13	61
5.7	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 14 hingga <i>Rung</i> 15	62

5.8	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 16 hingga <i>Rung</i> 17	62
5.9	Aturcara PLC fasa 1 pada <i>Rung</i> 18 hingga <i>Rung</i> 19	63
5.10	Tempoh Kawalan Masa Tetap	64
5.11	Tempoh Kawalan lampu Isyarat Pintar bagi 1 Pengesan	65
5.12	Tempoh Kitaran Kawalan Tetapan Masa dengan Kawalan Pintar	66
5.13	Keluaran aturcara kawalan trafik	68
5.14	Keluaran aturcara yang disambungkan pada perkakasan	69



## SENARAI LAMPIRAN

NO.	TAJUK	HALAMAN
A	Contoh Fasa Bagi Simpang Tiga	75
B	Contoh Fasa Bagi Simpang Empat	76
C	Sistem Lampu Isyarat	77
D	Kedudukan Pengesan Di Jalan Raya	78
E	Carta Gant Perancangan Projek	79
F	Jenis-Jenis Lampu Isyarat	80
G	Aturcara PLC ( Kitaran 1 )	81
H	Aturcara PLC ( Kitaran 2 )	86
I	Aturcara PLC ( Kitaran 3 )	91
J	Aturcara PLC ( Kitaran 4 )	97
K	Aturcara PLC ( Keluaran)	102
L	<i>Combined Decentralized Multi-desstination Dynamic Routing and Real-Time Traffic Light Control For Congested Traffic Network</i>	103
M	<i>Control of A Complex Traffic Junction Using Fuzzy Interference</i>	109
N	<i>Intelligent Traffic Light control by Fuzzy Logic</i>	117
O	<i>Traffic light Control Method for a Single Intersection Based on Hybrid Systems</i>	124
P	<i>Design Of An Intelligence Traffic Light Controller ITLC with VHDL</i>	129

# **BAB I**

## **PENGENALAN**

### **1.1 Pengenalan Projek**

Kemajuan sebuah negara terletak pada kemudahan lingkaran jalan raya yang sempurna. Ini adalah kerana jalan raya merupakan salah satu cara perhubungan yang paling cepat dan dapat menjimatkan kos pengangkutan didalam sistem pengangkutan domestik. Dalam negara Malaysia , pada tahun 1997 sahaja jumlah kenderaan yang berdaftar dengan Kementerian Pengangkutan dianggarkan telah menjangkau ke angka 10 juta. Peningkatan purata tahunan sebanyak 20% ini dianggarkan telah menyulitkan lagi pergerakan lalulintas di dalam negara. Peningkatan kesesakan lalulintas ini juga berlaku dikebanyakan negara-negara membangun seperti Kuala Lumpur, Bangkok, Jakarta dan Manila.[7] Tempoh perjalanan , kualiti persekitaran, kualiti kehidupan dan faktor keselamatan di jalan raya merupakan faktor penyumbangnya kesesakan jalan raya[8]. Ini ditambah pula dengan penetapan masa yang singkat pada lampu isyarat dikawasan tersebut turut menjejaskan kecekapan, produktiviti dan menyebabkan kehilangan kuasa.

Terdapat banyak faktor yang menjadi pendorong utama masalah kesesakan ini. Antaranya ialah faktor ketumpatan kenderaan diatas jalan raya, sikap atau perangai manusia, kelakuan masyarakat umum dan sistem kawalan lampu isyarat itu sendiri. Oleh itu, satu kajian dan pengubahsuaian sistem yang berterusan harus dibuat bagi mengurangkan kesesakan dan diharapkan dapat menyelesaikan masalah kesesakan yang telah berlarutan sejak bertahun-tahun yang lalu.

## 1.2 Objektif Projek

Kesesakan lalulintas yang kian meruncing dikebanyakan kawasan terutamanya di kawasan bandar telah menyebabkan tercetusnya idea bagaimana hendak mengatasi masalah ini agar kesesakan yang dialami dapat dikurangkan. Dengan terciptanya aturcara ini, sistem kawalan lampu isyarat yang lama yang menggunakan kawalan tetapan masa dapat ditingkatkan dan dapat mengurangkan masa menunggu yang lama di satu-satu simpang. Selain itu terdapat juga beberapa objektif yang turut diambil kira. Antaranya:

- 1) Membolehkan sejumlah kenderaan yang maksimum melalui lampu isyarat pada satu-satu masa.
- 2) Mengurangkan tempoh masa pemandu menunggu di simpang ( lampu hijau )
- 3) Meningkatkan tahap keselamatan

## 1.3 Skop Projek

Pembangunan perisian yang menggunakan *CX-programmer* versi enam yang dibangunkan menggunakan gambarajah tetangga ( *ladder diagram* ). Aturcara ini berupaya mengurangkan kesesakan lalulintas di sesuatu kawasan dengan membenarkan sejumlah kenderaan melalui pada satu-satu simpang pada tahap yang optimum. Selain itu jurang masa untuk menunggu lampu hijau dapat dikurangkan dan ditambah sekiranya perlu. Dengan adanya aturcara ini diharapkan kadar kemalangan jalan raya yang sering berlaku dikawasan lampu isyarat dapat dikurangkan.

## 1.4 Ringkasan Laporan Akhir

- Bab 1 : Bab menceritakan tentang pengenalan projek yang akan dibangunkan, skop projek dan objektif sistem kawalan isyarat kawalan trafik menggunakan PLC ini dibangunkan.
- Bab 2 : Bab ini menerangkan tentang teori dan kaedah yang digunakan oleh projek-projek lain yang yang boleh digunakan dalam membangunkan projek.
- Bab 3 : Bab ini menceritakan tentang teori asas berkaitan *Programmable Logic Controller* ( PLC ) yang digunakan dalam membangunkan aturcara sistem kawalan trafik ini.
- Bab 4 : Prosedur menjalankan projek diceritakan dalam bab ini secara terperinci. Antaranya prosedur membangunkan aturcara, komponen yang digunakan dalam perkakasan dan simbol-simbol gambarajah tetangga yang digunakan beserta dengan contoh kendalian.
- Bab 5 : Keputusan berdasarkan aturcara dan keluaran dari perkakasan dipaparkan dalam bab ini. Perjalanan aturcara beserta fungsi setiap komponen turut diceritakan dalam bab ini.
- Bab 6 : Kesimpulan dan cadangan untuk penambahbaikan sistem kawalan trafik diceritakan dalam bab ini.

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 Pengenalan

Terdapat beberapa kertas kerja yang dianalisis untuk melihat perbandingan diantara sistem yang akan dibina dengan sistem yang telah cuba dibangunkan ini. Jurnal ini telah mengemukakan pelbagai sebab dan cara untuk mengatasi masalah kesesakan ini. Diantara jurnal yang dirujuk untuk projek ini ialah :

Rujukan [6] menggabungkan konsep pemetaan jalan bagi pelbagai destinasi ( *multi-destination routing* ) dengan kawalan lampu isyarat menggunakan masa tetap ( *Real-Time Traffic Light Control* ). Strategi menggunakan *multi-destination routing* ini berasaskan kepada konsep *cost-to-go* kepada destinasi yang berlainan. Sejak sistem *cost-to-go* ini diambilkira, ia meninggalkan kesan terhadap penangguhan masa ( *delay time* ) yang berpunca daripada kesesakan pada setiap penghujung jalan, masa perjalanan, dan penangguhan masa yang berpunca daripada lampu isyarat. Strategi *routing* ini lebih cenderung kepada pemusatan dan *dynamic routing method*. Kawalan lampu isyarat dalam kertas kerja ini juga menggunakan pendekatan kawalan yang tidak menumpukan kepada sesuatu kawasan yang sesak. Dalam erti kata lain, sistem ini cuba mengatasi kesesakan lalulintas.

Dalam jurnal [7], sekumpulan penyelidik membina sistem kawalan lampu isyarat menggunakan kawalan *fuzzy logic*. Memandangkan penggunaan kawalan *fuzzy logic* semakin luas digunakan dalam produk-produk penggunaan dan aplikasi dalam industri dengan jayanya dalam tempoh dua dekad sebelum ini. Jurnal ini mencadangkan supaya kawalan lampu isyarat menggunakan fungsi *Fuzzy logic* ini ditempatkan pada persimpangan yang kompleks ditengah-tengah bandar Kuala Lumpur. Cadangan menggunakan kawalan *Fuzzy logic* ini mampu berkomunikasi dengan persimpangan yang berada berdekatan dengannya dan berupaya menyesuaikan turutan fasa ( *phase sequence* ) dan panjang fasa ( *phase lengths* ). Tetapi sebelum pembinaan kawalan *fuzzy logic* ini dibina sistem kawalan yang menggunakan kawalan pusingan masa preset ( *Preset Cycle Time ( PCT )* ) harus dikaji terlebih dahulu. Seterusnya kajian terhadap sistem kawalan yang kedua iaitu *Vehicle Actuated controller ( VA )*[2] harus dibuat bagi menghasilkan sistem kawalan *fuzzy logic* yang lebih lebih mesra pengguna. Dalam sistem ini, pegasan kenderaan digunakan untuk mengesan kenderaan di setiap simpang. Cara ini menggunakan tiga parameter ( *Initial Interval, Extension Unit and Extension Limit* ) [2]. Purata ketumpatan aliran, purata kelewatan masa dan hubungan perjalanan di keempat-empat simpang digunakan untuk membezakan sistem kawalan lama dengan sistem kawalan *fuzzy logic*. Sejenis simulator telah dibangunkan untuk menunjukkan kecekapan sistem menggunakan kawalan *fuzzy logic* ini yang boleh digunakan untuk tujuan pembelajaran.

Dalam jurnal [8], penulis menerangkan tentang binaan dan penggunaan teknologi *fuzzy logic* dalam kawalan lampu isyarat pintar ini. Perisian yang telah dibangunkan yang bertujuan untuk mensimulasikan pada persimpangan yang terpencil berasaskan pada teknologi *fuzzy logic* ini. Perisian ini dapat menggambarkan keadaan sebenar sekiranya teknologi *fuzzy logic* ini digunakan. Simulasi ini juga turut mengambil kira masa menunggu, ketumpatan aliran kenderaan, kos projek dan sebagainya. Penulis mencadangkan supaya meletakkan dua sensor pada satu-satu laluan tersebut. Satu pegasan yang diprogramkan untuk mengesan kehadiran kenderaan manakala yang selebihnya diprogramkan untuk mengira bilangan kenderaan yang melaluinya. Ini adalah bertujuan untuk menentukan tempoh nyalaan lampu di persimpangan tersebut. *Sensor* pengiraan pula akan mengira kenderaan sehingga mencapai tahap dimana sejumlah kenderaan telah lama menunggu

dipersimpangan tersebut, lalu isyarat lampu hijau akan diberikan. Namun begitu, skop kajian hanyalah untuk persimpangan yang terpisah daripada persimpangan yang lain sahaja. Walaubagaimanapun, kawalan *fuzzy logic* ini menunjukkan sedikit perubahan yang positif berbanding dengan sistem lama yang menggunakan kawalan masa tetap ( *Fixed Time System* ) dengan mengadakan masa tambahan yang tidak tetap dan boleh disesuaikan mengikut keadaan.

Rujukan [9] telah mengadakan ujikaji di persimpangan empat yang mempunyai empat fasa. Idea yang diketengahkan oleh penulis dalam jurnal ini ialah menggunakan sistem hybrid. Dalam jurnal ini, penulis menggunakan panjang purata kesesakan sebagai objektif kajian untuk mencari rancangan pensuisan yang optima bagi lampu isyarat. Secara amnya, sistem hybrid mengandungi dua bahagian seperti persamaan *continuous ordinary differential* dan aktiviti pensuisan adalah berdasarkan kepada kejadian *discrete*. Dua bahagian sistem ini tidak mudah untuk digabungkan tetapi kedua-dua keadaan ini akan membentuk gandingan yang mantap apabila disatukan. Melalui kajian menggunakan sistem hybrid ini dijalankan beberapa andaian yang dibuat. Antaranya :

1. Lampu isyarat boleh menjadi samada merah atau hijau.
2. Purata kadar ketibaan dan kelepasan kenderaan adalah tetap atau berubah perlahan-lahan mengikut masa.
3. Panjang kesesakan adalah berubah secara terus.

Hasil daripada andaian dan perkiraan yang telah dijalankan masa yang sesuai untuk persimpangan empat yang mempunyai empat kitaran telah ditetapkan sebanyak 120 saat. Rancangan kawalan lampu isyarat menggunakan sistem hybrid berkaitan perubahan kitaran dan perubahan turutan fasa akan dibincangkan pada jurnal yang akan datang.

Kawalan lampu isyarat pintar ( ITLC ) yang dibangunkan ini dalam rujukan [10] adalah berdasarkan masa berlaku kesesakan diatas jalan raya apabila pengguna hendak ketempat kerja dan tempoh nyalaan pada lampu isyarat itu sendiri. Kesesakan trafik yang meningkat kerana lampu isyarat pada masa sekarang kebanyakan menggunakan kawalan masa tetap. Dengan ITLC penambahan masa yang dihadapi

oleh pengguna boleh dikurangkan. Sistem ITLC ini memilih persimpangan empat sebagai kawasan ujikaji. Lampu isyarat pada jalan utama dipasang dengan pemasa tetap dan pada jalan yang lain pula pengesan telah dipasang. Keadaan yang sesuai dipasang sistem ITLC ini adalah dikawasan yang tidak begitu sibuk, dipinggir bandar dan dikawasan perkampungan. ITLC menunjukkan prestasi yang membanggakan dikawasan-kawasan tersebut. Sistem ini akan membenarkan kenderaan melalui persimpangan melalui dua tempoh nyalaan lampu hijau yang berlainan mengikut jumlah kenderaan. 40 saat diberikan pada jalan utama dan 20 saat diberikan pada laluan yang lain. Tempoh nyalaan untuk lampu hijau selain di jalan utama boleh dihapuskan sekiranya pengesan pengesan pada laluan tersebut tidak mengesan sebarang kenderaan kenderaan. Jika kejadian ini terjadi, 20 saat dapat dikurangkan dan tempoh nyalaan untuk lampu hijau di jalan utama dapat disegerakan. Setelah ujikaji menggunakan simulasi dijalankan, didapati kecekapan sistem ini beroperasi adalah 36%. Ini menunjukkan keberfungsian ITLC ini telah mengurangkan masa menunggu pengguna terutama yang berada di laluan utama.

Sebagai kesimpulannya, hasil daripada analisa daripada jurnal-jurnal yang dimuatkan diatas didapati punca kesesakan di jalan raya lebih banyak berlaku kepada sistem yang menggunakan kawalan masa tetap ( *Fixed Time System* ). Oleh itu pelbagai kaedah dan ujikaji telah dicadangkan dan dikemukakan didalam jurnal-jurnal ini untuk mengatasi masalah kesesakan ini. Oleh itu, kesan daripada pengurangan kesesakan ini akan memberikan banyak kesan yang positif kepada pengguna.