



PUSAT PENGAJIAN KEJURUTERAAN AWAM
KAMPUS KEJURUTERAAN

Kajian Kesan Halangan Ketika Bas
Berhenti Terhadap Kadar Aliran Tepu Di
Persimpangan Lampu Isyarat

HAU SZE CHERN

65281

2005

**KAJIAN KESAN HALANGAN KETIKA BAS
BERHENTI TERHADAP KADAR ALIRAN TEPU DI
PERSIMPANGAN LAMPU ISYARAT**

Oleh

Hau Sze Chern

Disertai ini dikemukakan kepada

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat
Keperluan untuk ijazah dengan kepujian

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN AWAM)

Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam
Universiti Sains Malaysia

April 2005

PENGHARGAAN

Dalam kesempatan ini, saya berasa sangat bersyukur kerana telah dapat menyiapkan Projek Tahun Akhir ini dengan lancar dan sempurna. Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menjayakan kajian projek ini. Secara khususnya, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- Teristimewa kepada penyelia akademik saya, Dr. Leong Lee Vien yang telah banyak memberikan idea-idea yang bernas dan sokongan serta komitmen yang tinggi sepanjang kajian ini. Terima kasih di atas masa yang diluangkan oleh Dr Leong kepada saya.

- Tidak lupa juga saya mengucapkan ribuan terima kasih kepada Encik Hasrul yang telah memberikan idea-idea dan kaedah dalam merakamkan bilangan kenderaan yang melalui persimpangan, juga memberikan banyak kerjasama kepada saya dalam menjayakan projek ini.

Kajian Kesan Halangan Ketika Bas
Berhenti Terhadap Kadar Aliran Tepu Di
Persimpangan Lampu Isyarat

Hau Sze Chern

Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam

Universiti Sains Malaysia

Abstrak:

Faktor pelarasan halangan ketika bas berhenti merupakan satu pembetulan bagi aliran tepu kenderaan yang bergerak melalui persimpangan lampu isyarat. Iaitu, aliran tepu yang berlaku di persimpangan berlampu isyarat bagi kenderaan yang mengalami kesan halangan ketika terdapat bas yang berhenti di perhentian bas pada jarak kira-kira 7.5 meter daripada persimpangan merupakan salah satu parameter kejuruteraan lalu lintas yang biasanya mempengaruhi kapasiti sesuatu persimpangan berlampu isyarat. Parameter-parameter lain yang mempengaruhi kapasiti dan aras perkhidmatan di persimpangan berlampu isyarat ialah perbarisan kenderaan, ruang yang diterima dan kelengahan. Dalam pergerakan lalu lintas di persimpangan berlampu isyarat akan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti komposisi lalu lintas, keadaan geometri jalan raya, ciri-ciri lorong samada untuk pergerakan terus dan pergerakan membelok. Sebagai seorang jurutera rekabentuk bertanggungjawab untuk memastikan persimpangan yang direkabentuk tidak mengalami masalah kesesakan untuk satu tempoh masa tertentu. Seorang jurutera rekabentuk akan cuba

mengandaikan kadar aliran kenderaan yang melalui persimpangan berlampu isyarat tersebut dengan mempertimbangkan beberapa faktor pelarasan seperti faktor pelarasan halangan ketika bas berhenti, pelarasan cerun dan sebagainya. Di samping itu, kajian-kajian telah dilakukan di beberapa persimpangan berlampu isyarat di Jalan Sungai Dua dan Jalan Makro. Dalam kajian ini, kaedah data cerapan lapangan, kaedah Highway Capacity Manual 1994, kaedah Arahan Teknik Jalan 13/87 telah digunakan untuk mendapatkan aliran tepu di persimpangan-persimpangan tersebut. Kemudian keputusan yang diperolehi dibandingkan di antara satu kaedah dengan kaedah lain. Berdasarkan perbandingan yang dibuat, kaedah penganalisan yang paling tepat akan diperolehi. Sebagai hasil kajian, kadar aliran tepu berdasarkan data cerapan di persimpangan tersebut adalah lebih menghampiri kadar aliran tepu yang dianalisis berdasarkan kaedah HCM 1994 berbanding hasil analisis dengan menggunakan kaedah Arahan Teknik Jalan 13/87. Ini adalah disebabkan dalam kaedah HCM 1994 menimbangkan faktor kesan halangan ketika bas berhenti, memandangkan lokasi persimpangan lampu isyarat tersebut terdapat perhentian bas yang berdekatan.

A Study On The Effect Of Bus Blockages
On Saturation Flow Rates At Signalized Intersection

Hau Sze Chern
School Of Civil Engineering
University Sains Malaysia

Abstract:

Bus Blockage adjustment factor is a saturation flow rate correction of the vehicle pass through a signalized intersection. The correction of saturation flow rate for the vehicle pass through signalized intersection during green time and where getting bus stopping at bus stop around 7.5 meter from the signalized intersection and delay the saturation flow is a traffic engineering parameter influence in capacity of the traffic. The other parameters influence in capacity and level of service traffic are amount of vehicles waiting at signalized intersection during red time period, provided space and delay. The saturation flow rate at signalized intersection is also influenced by several factors such as traffic composition, traffic geometric and the type of lane. As a traffic design engineer should be responsible make sure the traffic congestion won't occur in certain period during design traffic. Traffic design engineer also should be estimate the saturation flow rate at signalized intersection with consider several factor adjustment for the saturation flow rate, such as bus blockage adjustment factor, gradient adjustment factor. There are several research were done at signalized intersection at Jalan Sungai Dua and Jalan Makro to analysis the saturation flow rate.

In this research, HCM 1994 method, field data collection method and Arahan Teknik Jalan 13/87 method are applied to analysis the saturation flow rate at the signalized intersection. Then the result from the several method are compared each other. According on the comparison, which method is more satisfy should be determined. As a result of analysis, the saturation flow rate base on field data is more nearly with the result analysis with HCM 1994 method as compare the saturation flow rate find with Arahan Teknik Jalan 13/87 method. It's because in HCM 1994 method include the bus blockage adjustment factor since the location of signalized intersection is getting bus stop very near with it.

KANDUNGAN

MUKA SURAT

PENGHARGAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xii

BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang Kajian	1
	1.2 Penyataan Masalah	1
	1.3 Objektif Kajian	2
	1.4 Skop Kajian	2
BAB 2	Kajian Persuratan	3
	2.1 Pengenalan	3
	2.2 Pendekatan Konsep	4
	2.2.1 Konsep kapasiti dan aras perkhidmatan	4
	2.2.2 Konsep Kadar Aliaran Tepu	6

2.2.3	Kajian Mengenai Teori Aliran Lalu Lintas	7
2.3	Faktor-faktor Dalam Mengganggu Kadar Aliran Tepu	8
2.4	Faktor Pembetulan Halangan Ketika Bas Berhenti	13
2.5	Kaedah-kaedah Dalam Menganalisis Kadar Aliran Tepu	16
2.5.1	Arahan Teknik Jalan 13/87	17
2.5.2	Kaedah HCM 1994 (US Highway Capacity Manual 1994)	17
BAB 3	METODOLOGI KAJIAN	19
3.1	Pengenalan	19
3.2	Data-data yang perlu dicerapkan	21
3.2.1	Data geometri jalan	21
3.2.2	Data persimpangan berlampu isyarat	21
3.3	Piawaian Analisis	22
3.3.1	Analisis Aliran Kenderaan Dengan Berpandukan HCM 1994	23
3.3.2	Analisis Kadar Aliran kenderaan Berpandukan Arahan Teknik Jalan 11/87	25
3.4	Lokasi Kajian	26
3.5	Pengenalan Mengenai Lorong Kajian	27

BAB 4	KEPUTUSAN	30
4.0	Keputusan Penganalisan	30
4.1	Analisis Lorong Belok Kiri Dan Terus Di Persimpangan Lampu Isyarat Jalan Sungai Dua.	30
4.2	Analisis Lorong Belok Kiri Dan Terus Di Persimpangan Lampu Isyarat Jalan Makro	34
4.3	Analisis Lorong Terus Di Persimpangan Lampu Isyarat Jalan Sungai Dua	38
4.4	Analisis Lorong Terus Di Persimpangan Lampu Isyarat Jalan Makro	41
4.5	Analisis kaedah Berdasarkan Penerbitan Persamaan Baru Berdasarkan Keadaan Jalan Di Malaysia.	44
4.5.1	Persimpangan Lorong Terus Dan Belok Kiri Jalan Sungai Dua	44
4.5.2	Persimpangan Lorong Terus Sungai Dua Lorong	45
4.5.3	Persimpangan Lorong Terus Jalan Makro	46
4.5.4	Persimpangan Terus Dan Belok Kiri Jalan Makro	46
4.6	Rumusan keputusan	48

BAB 5	PERBINCANGAN	54
	5.0 Pengenalan	54
	5.1 Perbandingan antara keputusan yang dianalisis dengan kaedah Arah Teknik Jalan 11/89, kaedah HCM 1994 dan data cerapan lapangan yang dianalisis dengan perisian “Bancian”	54
	5.2 Membincangkan kadar aliran tepu bagi persimpangan sebelum perhentian bas dan selepas perhentian bas.	57
	5.2.1 Persimpangan Jalan Makro	57
	5.2.2 Persimpangan Jalan Sungai Dua	58
	5.3 Perhubungan antara kesan faktor halangan ketika bas berhenti terhadap bilangan bas berhenti per jam	59
BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN MASA DEPAN	61
	6.1 Kesimpulan	61
	6.2: Cadangan Dan Komen	63

RUJUKAN

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran C

SENARAI JADUAL

MUKA SURAT

Jadual 2.0	Julat laju, ketumpatan dan kapasiti lebuhraya (Duncan, 1979)	7
Jadual 2.1	Ukp Setara Bagi Jenis-jenis Kenderaan Yang Tertentu, Daripada (Arahan Teknik Jalan 11/87)	12
Jadual 2.2	Faktor Pembetulan Ketika Bas Berhenti	14
Jadual 3.1	Susunan Lorong Kajian Mengikut Nombor, Lokasi, Lebar Dan Jenis Pergerakan	27
Jadual 4.5.1	Jenis Kenderaan Dengan Ukp Setara. (Leong Lee Vien, 2004)	44
Jadual 4.6	Keputusan Aliran Ketepuan Data Cerapan Lapangan	48
Jadual 4.7	Keputusan Aliran Ketepuan Daripada Analisis HCM 1994	48
Jadual 4.8	Keputusan Aliran Ketepuan Daripada Analisis Arahan Teknik Jalan	49
Jadual 4.9	Kadar Aliran Tepu Data Cerapan Di Persimpangan Lorong Terus Jalan Sungai Dua	50

Jadual 4.10	Kadar Aliran Tepu Data Cerapan Di Persimpangan Lorong Terus Dan Belok Kiri Jalan Sungai Dua	51
Jadual 4.11	Kadar Aliran Tepu Data Cerapan Di Persimpangan Lorong Terus Jalan Makro	52
Jadual 4.12	Kadar Aliran Tepu Data Cerapan Di Persimpangan Lorong Terus Dan Belok Kiri Jalan Makro	53
Jadual 5.0	Nilai f_{bb} Dicari Daripada Kaedah Berdasarkan Penerbitan Persamaan Baru Berdasarkan Keadaan Jalan Di Malaysia.	59

SENARAI RAJAH

MUKA SURAT

Rajah 2.0	Gambarajah Aliran Tepu Dan Masa Terhilang Di Persimpangan Lampu	6
Rajah 3.0	Kaedah Penilaian Faktor Halangan Bas Ketika Berhenti	20
Rajah 4.1	Pelan Lokasi Persimpangan Jalan Sungai Dua	28
Rajah 4.2	Pelan Lokasi Persimpangan Jalan Makro	29
Rajah 5.1	Kadar Aliran Tepu (Arahan Teknik Jalan 11/87) Lawan Kadar Aliran Tepu (Data Cerapan).	56
Rajah 5.2	Kadar Aliran Tepu (HCM 1994) Lawan Kadar Aliran Tepu (Data Cerapan).	56
Rajah 5.3	Bilangan Bas Berhenti Per Jam Lawan Faktor Pelarasan Halangan Bas Berhenti	59

BAB 1.0: PEGENALAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Melihat kepada senario di Malaysia, di mana kurangnya kajian dibuat terhadap perbandingan penganalisan dengan menggunakan pelbagai kaedah, maka secara tidak langsung kajian ini diharapkan dapat menjadi mangkin kepada kajian seterusnya. Tujuan dibuat penganalisan dengan pelbagai kaedah adalah untuk mendapatkan kebaikan dan kekurangan untuk setiap kaedah yang digunakan. Selain daripada itu, kajian ini juga dibuat untuk melihat atau mendapatkan kesan halangan ketika bas berhenti terhadap kadar aliran tepu untuk persimpangan yang dikaji.

1.2 Penyataan Masalah

Keadaan lalu lintas di Jalan Sungai Dua dan Jalan Makro menjadi semakin sesak sejak kebelakangan ini. Ini adalah disebabkan pembangunan yang pesat di sekitar kawasan tersebut. Memandangkan lokasi Jalan Sungai Dua terletak di pusat bandar dan kawasan yang strategik, tambahan pula, sebuah institusi pengajian tinggi USM terletak berdekatan jalan tersebut, maka bilangan kenderaan yang melaluinya tinggi. Terutamanya pada waktu pagi kesesakan akan berlaku lebih serius disebabkan masa itu merupakan waktu puncak. Para pelajar pusat pengajian tinggi akan menuju ke kampus untuk menghadiri kuliah dan para pekerja pula perlu menuju ke tempat kerja masing-masing. Terdapat juga banyak pelajar dan pekerja yang menaiki kenderaan awam untuk menuju destinasi masing-masing, maka bilangan perkhidmatan bas akan

meningkat dan kesan halangan bas ketika berhenti di perhentian bas akan bertambah serius disebabkan bilangan bas yang berhenti bertambah.

1.3 Objektif Kajian

Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji kesan halangan yang disebabkan bas berhenti terhadap kadar aliran tepu kenderaan yang melalui persimpangan lampu isyarat ketika lampu berwarna hijau. Di samping itu, kajian juga dilakukan untuk mengkaji perhubungan antara bilangan bas yang berhenti dengan kesan terhadap aliran tepu dengan menganggar kadar aliran kenderaan di persimpangan lampu isyarat. Dalam kajian ini beberapa kaedah penganggaran kadar aliran kenderaan telah digunakan, seperti kaedah HCM 1994, Arahan Teknik Jalan 13/87, dan perbandingan dengan data cerapan lapangan.

1.4 Skop Kajian

Setelah melihat pengenalan di atas, maka dapat dinyatakan bahawa kajian ini penting untuk mendapatkan kaedah yang sesuai untuk digunakan bagi tujuan penganalisan. Skop kajian adalah meliputi pengukuran kadar aliran tepu kenderaan di beberapa lorong sepanjang Jalan Sungai Dua yang mempunyai perhentian bas di salah sebelah jalan. Ia juga bertujuan melihat perbezaan antara keputusan yang diberikan oleh setiap kaedah.

BAB 2. 0: KAJIAN PERSURATAN

2.1 Pengenalan

Teori aliran lalu lintas telah dikaji oleh para pelapor sejak tujuh dekad yang lalu. Greenshields(1935) iaitu pelopor terkenal dalam bidang ini telah membuat banyak kajian tentang kapasiti jalan. Seorang lagi pengkaji yang bernama Wardrop(1952) telah memperkenalkan beberapa teori baru mengenai kejuruteraan jalan raya dan beliau juga (Wardrop dan Charlesworth, 1954) telah mencadangkan kaedah untuk menganggar laju dan aliran lalu lintas dengan kenderaan yang bergerak. Teori Gelombang Kinematik telah diperkenalkan oleh Lighthill dan Witham (1957) untuk menganalisa aliran lalu lintas di jalan yang sesak. Pada masa yang sama, sekumpulan penyelidik dari General Motor telah membangunkan siri-siri Model Mengekori Kereta (Herman *et. al*, 1959 dan Herman dan Potts, 1961). Perkembangan yang pesat dalam bidang penyelidikan aliran lalu lintas pada tahun 1960-an tidak dapat dinafikan. Sebagai contoh, Edie (1961 dan 1965) telah menerbitkan beberapa kertas kerja yang berkaitan dengan Model Mengekori Kereta dan kaedah pengukuran aliran lalu lintas. Drew(1968) pula telah mengkaji mengenai berbagai-bagai aspek operasi dan kawalan lebuhraya. Di penghujung tahun 1980-an, Newell (1989) telah menerbitkan sebuah buku yang berkenaan dengan pengawalan aliran lalu lintas untuk pelbagai sistem jalan. Pada tahun 1990-an, terlalu banyak penyelidikan mengenai aliran lalu lintas telah dijalankan. Hall (1994) telah membincangkan dengan panjang lebar mengenai ciri-ciri aliran lalu lintas. Walau bagaimanapun, perbincangan yang dibuat adalah lebih menjurus kepada aliran lalu lintas tak terganggu seperti di lebuhraya. Dalam

kajian ini, aliran lalu lintas merupakan aliran yang terganggu. Pergerakan aliran tepu ditakrifkan sebagai bilangan kenderaan tertentu yang akan melalui sesuatu simpang pada masa yang tertentu. Kadar aliran tepu diperlukan dalam kerja menganggar kapasiti kenderaan dan mentakrifkan Aras Perkhidmatan Sistem Jalan Raya (LOS) di persimpangan jalan. Apabila terdapat bas yang berhenti berdekatan dengan persimpangan lampu isyarat, kadar aliran kenderaan akan dipengaruhi, dengan demikian pembetulan terhadap kadar aliran perlu dilakukan. Dalam kajian ini, kesan halangan apabila bas berhenti terhadap kadar aliran kenderaan akan dikaji. Dengan syarat, perhentian bas tersebut tidak lebih daripada 7.5 m dari persimpangan lampu isyarat.

2.2 Pendekatan Konsep

2.2.1 Konsep kapasiti dan aras perkhidmatan

Daripada Highway Capacity Manual 1994, konsep kapasiti dan aras perkhidmatan adalah seperti berikut:

Kapasiti (Capacity)

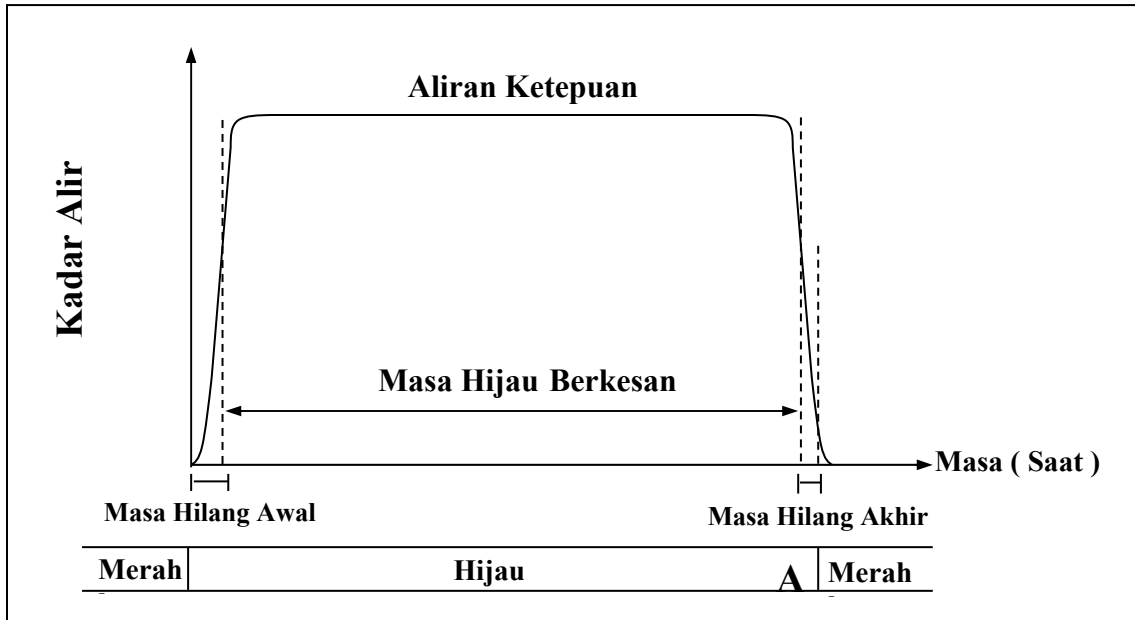
Kapasiti sesuatu jalan adalah bilangan kenderaan maksimum per jam yang melalui jalan tersebut dengan kawalan lalu lintas(lampu isyarat atau tanda isyarat). Kapasiti dipengaruhi oleh permintaan(demand), permintaan berkaitan dengan kenderaan yang datang(arrive) dan isipadu berhubung dengan kenderaan yang beredar(discharging). Sekiranya tiada kenderaan beratur maka permintaan adalah sama dengan isipadu lalu lintas. Perkataan 'Isipadu' digunakan sekiranya penggunaan jalan adalah di bawah had kapasiti.

Aras Perkhidmatan (Level of Services)

Aras perkhidmatan (Level of Services) ialah satu pengukuran kualiti yang menerangkan keadaan aliran lalu lintas terutamanya diukur dari parameter seperti : kelajuan, masa perjalanan, gangguan lalu lintas dan keselesaan. Aras perkhidmatan dibahagikan kepada 6 aras iaitu dari huruf A ke huruf F, dengan paras perkhidmatan A mewakili keadaan lalu lintas yang terbaik dan aras perkhidmatan F pula mewakili keadaan lalu lintas yang terburuk. Setiap aras perkhidmatan mewakili satu julat keadaan lalu lintas dan pandangan pemandu kepada keadaan tersebut. Faktor keselamatan tidak termasuk dalam penentuan aras perkhidmatan. Kebanyakan rekabentuk lalu lintas menggunakan aras perkhidmatan C atau D untuk memastikan keadaan lalu lintas yang boleh diterima oleh para pemandu.

2.2.2 Konsep Kadar Aliran Tepu

Kadar aliran tepu boleh ditakrifkan sebagai kadar aliran kenderaan yang maksimum melalui persimpangan lampu isyarat secara bergilir-gilir dan berterusan. Rajah 2.0 menunjukkan kadar aliran tepu kenderaan apabila melalui persimpangan lampu isyarat.



Rajah 2.0: Gambarajah Aliran Tepu Dan Masa Terhilang Di Persimpangan Lampu

Isyarat Kehilangan Masa—Kehilangan masa disebabkan kenderaan mula bergerak semasa lampu warna merah bertukar menjadi hijau. Masa hilang ketika kenderaan mula memecut sehingga mencapai kelajuan yang konsisten dalam waktu pertukaran warna lampu merah ke hijau.

Lampu warna hijau yang berkesan—Waktu ketika pergerakan kenderaan mencapai kelajuan yang mantap.

Merujuk Rajah 2.0, mula-mula kadar kelajuan kenderaan meningkat secara linear sehingga mencapai satu nilai yang tertentu, seterusnya ia tetap pada nilai tersebut dalam satu jangka masa yang tertentu. Selepas itu, ia menurun secara linear sehingga mencapai sifar. Keadaan ini berlaku disebabkan sewaktu lampu isyarat bertukar warna dari merah ke hijau, kenderaan akan mula bergerak sehingga mencapai sesuatu kelajuan tertentu, maka kelajuannya bertambah secara garis lurus sehingga mencapai suatu kelajuan yang mantap, seterusnya kelajuan mantap tersebut akan mengekal pada jangka masa tertentu sehingga kenderaan mengalami nyahpecutan untuk berhenti apabila lampu isyarat bertukar warna menjadi merah semula.

2.2.3 Kajian Mengenai Teori Aliran Lalu Lintas

Menurut Duncan (1979), data laju dan ketumpatan lalu lintas telah dicerap di lebuhraya pada bulan Oktober 1977 menggunakan peralatan automatik. Pemerhatian telah dibuat pada waktu puncak pada hari biasa dan sebanyak 164 data telah berjaya diperolehi. Setiap data adalah mewakili nilai purata laju setempat dan purata ketumpatan aliran lalu lintas dalam sela masa 5-minit. Jadual 2.0 menunjukkan keputusan kajian di lebuhraya tersebut.

Jadual 2.0 :Julat laju, ketumpatan dan kapasiti lebuhraya (Duncan, 1979)

Julat Laju	20 km/j -115 km/j
Julat Ketumpatan	5 kend/km/l - 75 kend/km/l
Kapasiti	2360 kend/j/l

Daripada Jadual 2.0 ini, didapati nilai laju yang dicerap berjulat di antara 20 km/j dan 115 km/j. Nilai ketumpatan pula adalah 5 kenderaan per kilometer sehingga 75 kenderaan per kilometer untuk satu lorong. Lengkung laju-aliran yang terhasil menunjukkan nilai kapasiti lebuhraya adalah 2360 kenderaan per jam per lorong.

2.3 Faktor-faktor Mempengaruhi Kadar Aliran Tepu

Untuk mendapatkan nilai kadar aliran tepu dengan tepat merupakan satu kerja yang sukar dicapai. Nilai kadar aliran tepu bergantung kepada keadaan lalulintas, nilainya akan berubah walaupun di kawasan persimpangan yang sama dicerap nilai data pada masa yang berlainan waktu. Fenomena ini disebabkan oleh keadaan lalu lintas berubah dengan masa disebabkan gangguan lalulintas juga berubah mengikut waktu yang tertentu. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kadar aliran tepu, seperti pembelokan ke kiri dan kanan kenderaan semasa perjalanan, faktor halangan bas ketika berhenti tidak jauh daripada persimpangan lampu isyarat. Cara penganggaran nilai kadar aliran tepu adalah berdasarkan kepada bilangan kenderaan yang melepasi persimpangan lampu isyarat semasa lampu hijau, jika terdapat bas yang berhenti pada jarak kira-kira 7.5 meter daripada persimpangan isyarat tersebut, nilai kadar aliran akan mengalami kesan perubahan yang ketara. Ini disebabkan kenderaan akan bergerak dengan kelajuan yang lebih rendah apabila terdapat gangguan lalulintas, maka bilangan kenderaan yang akan melepasi persimpangan isyarat tersebut akan berkurang. Dengan demikian pencerapan data bilangan kenderaan yang melalui persimpangan lampu isyarat tersebut perlu dicerap beberapa fasa sekurang-kurangnya 1 jam, supaya dapat mencerpakan nilai data semasa terdapat

gangguan ketika terdapat bas berhenti dan tiada gangguan tersebut. Seterusnya satu penyelesaian dalam pembetulan nilai kadar aliran tepu dapat dibentuk berdasarkan nilai-nilai data yang dicerap. Di samping itu, keadaan pembelokan ke kiri dan kanan semasa kenderaan dalam perjalanan apabila melalui persimpangan lampu isyarat juga membawa kesan perubahan yang ketara ke atas kadar aliran tepu, ini disebabkan bilangan kenderaan juga turut berkurang apabila lampu berwarna hijau untuk melepasi persimpangan isyarat, kerana gangguan ini akan menyebabkan kelajuan kenderaan berkurang semasa melalui persimpangan tersebut. Secara kesimpulannya, nilai kadar aliran tepu yang tepat sukar dikecapi, nilainya bergantung kepada keadaan lalulintas, maka beberapa langkah penerapan nilai data perlu diulangi pada suatu kawasan persimpangan lampu isyarat supaya mendapatkan nilai yang lebih konsisten.

Selain daripada itu, terdapat juga pelbagai faktor dalam mengganggu keadaan kadar aliran lalulintas. Menurut Highway Capacity Manual 1994, antara faktor-faktor yang mempengaruhi kapasiti dan aras perkhidmatan jalan adalah seperti berikut:-

keadaan asas

Apabila keadaan cuaca baik, keadaan turapan yang baik, pemandu biasa dengan keadaan jalan dan tidak ada gangguan ke atas aliran lalu lintas.

keadaan jalan

Dari segi geometri jalan dan element lain. Dalam sesetengah kes, ini juga dapat mempengaruhi kapasiti sesuatu jalan, di samping itu ia juga akan memberi kesan kepada laju kenderaan. Antara faktor-faktor keadaan jalan adalah:-

✚ bilangan lorong

✚ lebar lorong

✚ lebar bahu jalan

keadaan lalu lintas

mempengaruhi kapasiti dan aras perkhidmatan termasuk jenis kenderaan serta agihan berarah dan lorong.

Agihan berarah

Dalam sesuatu masa tertentu, aliran lalu lintas tidak sama dalam satu arah atau lorong tertentu. Contohnya pagi dan petang berlaku aliran yang tidak sekata.

Agihan arah digunakan sebagai faktor penting untuk analisis muatan jalan raya terutamanya jalan dua hala luar bandar. Rekabentuk jalan hendaklah mencukupi bagi menampung perubahan aliran lalu lintas.

Jenis kenderaan

Penglibatan kenderaan berat ke dalam aliran lalu lintas mempengaruhi bilangan kenderaan yang melalui jalan tersebut. Kenderaan berat ialah kenderaan yang mempunyai lebih daripada 4 roda yang menyentuh turapan jalan. Kenderaan berat mempengaruhi lalu lintas dengan 2 cara iaitu :-

- i. Kenderaan berat mempunyai kebolehan fungsi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kenderaan biasa terutamanya semasa pemecutan, nyahpecutan, dan kebolehan mengekalkan laju semasa menukar gear.
- ii. Kenderaan berat lebih besar daripada kenderaan biasa dan menggunakan ruang yang lebih besar.

Selain daripada itu, sebab yang lebih ketara iaitu kenderaan berat tidak dapat bergerak seperti kelajuan kenderaan biasa dan menyebabkan satu ruang yang besar pada aliran lalu lintas. Kesan ini susah diatasi.

Daripada Jadual 2.1, nilai ukp bagi kereta penumpang dianggarkan 1.00, tetapi motorsikal mempunyai ruang yang kecil jika dibandingkan dengan kenderaan-kenderaan yang lain maka ukpnya dikira sebagai 0.33. Jika dibandingkan dengan kenderaan berat seperti lori dan bas, kenderaan-kenderaan ini mengambil ruang yang lebih besar, dengan demikian ukpnya dicatatkan sebagai 2.25.

Jadual 2.1: Ukp Setara Bagi Jenis-jenis Kenderaan Yang Tertentu, Daripada (Arahan Teknik Jalan 11/87).

Jenis kenderaan	Nilai UKP setara
Kereta penumpang	1.00
Motorsikal	0.33
Van ringan	1.75
Lori sederhana berat	1.75
Kenderaan berat/trelar	2.25
bas	2.25

2.4 Faktor Pembetulan Halangan Ketika Bas Berhenti

Kebanyakan manual daripada negara lain tidak mengambil kira faktor pelarasan halangan ketika bas berhenti. Kajian ini dijalankan untuk meningkatkan pemahaman terhadap perubahan kadar aliran tepu kenderaan apabila terdapat gangguan berlaku ke atasnya. Dalam kajian ini, kesan halangan bas ketika berhenti terhadap kadar aliran tepu dipilih dalam skop kajian ini disebabkan keadaan ini berlaku di bandar penang yang berdekatan dengan Universiti Sains Malaysia induk. Di mana perhentian bas terletak kira-kira 7.5 meter selepas persimpangan lampu isyarat pada Jalan Sungai Dua. Kajian mengenali kesan halangan ketika bas berhenti perlu dijalankan supaya kerja-kerja perancangan dan penambahbaikan kualiti aliran lalu lintas dapat dibuat dengan lebih berkesan. Dalam kajian ini, lokasi perhentian bas perlu terletak kurang daripada 7.5 meter menurut HCM 1994. Dalam konteks ini, kadar aliran tepu didifinisikan sebagai kadar aliran kenderaan yang melalui persimpangan lampu isyarat semasa lampu hijau dalam keadaan yang berterusan.

Jadual 2.2: Faktor Pembetulan Ketika Bas Berhenti, (U.S HCM, 1994).

No.lorong dalam kumpulan lorong	Bilangan Bas Berhenti Per Jam, N_B				
	0	10	20	30	40 ^a
1	1.000	0.960	0.920	0.880	0.840
2	1.000	0.980	0.960	0.940	0.920
3	1.000	0.987	0.973	0.960	0.947

Nota: $f_{bb} = \frac{N-14.4N_B/3600}{N}$

▲ Menggunakan formula untuk lebih daripada 3 atau lebih daripada 40 bas berhenti per jam.

Jika Kaedah HCM 1994 (US Highway Capacity Manual 1994) dibandingkan dengan kaedah Arahan Teknik Jalan 13/87, dalam kaedah HCM 1994 merangkumi faktor halangan bas ketika berhenti. Ini adalah sebab di Amerika Syarikat terdapat banyak lokasi perhentian bas terletak kurang daripada 7.5 meter sebelum dan selepas persimpangan lampu isyarat, maka faktor halangan ketika bas berhenti akan membawa kesan yang ketara dalam penganggaran kadar aliran tepu, (Website, “Transportation Research Board, 1985”, Washington DC). Ketika bas berhenti terlalu dekat dengan persimpangan semasa lampu hijau, kenderaan yang melepasi persimpangan isyarat akan mengalami halangan dalam perjalanannya, dengan demikian mereka akan bergerak dengan lebih perlahan sehingga bilangan kenderaan yang boleh melepasi persimpangan berkurangan. Sehubungan itu, perkara ini perlu

dikaji dalam merekabentuk lampu isyarat supaya meningkatkan perkhidmatannya untuk setiap fasa.

Dalam kaedah HCM 1994 (Highway Capacity Manual 1994), faktor pelarasan halangan ketika bas berhenti adalah menimbangkan kesan perjalanan bas tempatan. Dalam kaedah ini, terdapat syarat bahawa bus mestilah berhenti tidak lebih daripada 7.5 meter sebelum dan selepas persimpangan lampu isyarat ketika mengambil atau menurunkan penumpang. Faktor pelarasan ini hanya dapat digunakan untuk lorong yang ditentukan untuk kajian ketika bas berhenti dalam mengganggu aliran lalulintas. Jika terdapat lebih daripada 250 bas berhenti ketika mengambil penumpang atau menurunkan penumpang per jam, secara praktis sebanyak 250 bas dihadkan dalam penganggaran kadar aliran tepu. Di samping itu, faktor pembetulan ini menjangkakan bahawa purata masa halangan bas ketika berhenti adalah 14.4 s semasa lampu berwarna hijau.

Faktor pelarasan halangan ketika bas berhenti (f_{bb}), (HCM 1994).

$$f_{bb} = \frac{N - 14.4N_B}{3600} \quad (2.0)$$

N

$$0 < N_B < 250, f_{bb} > 0.05$$

Nota: Menggunakan formula (2.0) untuk lebih daripada 3 lorong atau lebih daripada 40 bas berhenti per jam.

2.5 Kaedah-kaedah Dalam Menganalisis Kadar Aliran Tepu

Terdapat beberapa kaedah dalam penganggaran kadar aliran tepu, seumpamanya Arahan Teknik (Jalan) 13/87, HCM 1994 (US Highway Capacity Manual 1994), HPMS (Highway Performance Monitoring System) dan pelbagai kaedah yang digunakan di Australia serta UK. Di Malaysia, dalam kerja merekabentuk sistem jalanraya, kaedah arahan teknik jalan 13/87 digunakan. Tetapi terdapat kelemahan dalam kaedah ini, faktor halangan semasa bas berhenti tidak ditimbang dalam menentukan kadar aliran tepu. Perkara sedemikian berlaku disebabkan keadaan lalulintas di Malaysia berlainan dengan keadaan lalulintas di Amerika Syarikat. Di Malaysia tidak terdapat dengan banyak lokasi perhentian bas yang terletak tidak lebih daripada 7.5 meter sebelum dan selepas daripada persimpangan lampu isyarat. Dengan demikian faktor halangan semasa bas berhenti tidak akan mendatangkan kesan yang ketara terhadap keadaan kadar aliran tepu jika dibandingkan dengan keadaan di Amerika Syarikat di mana terdapat banyak lokasi perhentian bas terletak kurang daripada 7.5 meter daripada persimpangan lampu isyarat.

2.5.1 Arahan Teknik Jalan 13/87

Merujuk kepada Arahan Teknik Jalan 13/87, formula dalam penganggaran kadar aliran tepu ditunjukkan dalam persamaan (2.1)

$$S = 525W \times f_{LT} \times f_{RT} \times f_T \times f_g \quad (2.1)$$

Di mana,

W = Lebar yang berkesan

f_{LT} = Faktor Pelarasan Pembelokan Kiri

f_{RT} = Faktor Pelarasan Pembelokan Kanan

f_T = Faktor Pelarasan Jejari

f_g = Faktor Pelarasan Kecerunan

2.5.2 Kaedah HCM 1994 (US Highway Capacity Manual 1994)

Kaedah lain yang digunakan untuk penganggaran kadar aliran tepu adalah HCM 1994 (US Highway Capacity Manual 1994), kaedah ini merangkumi faktor pembetulan halangan bas ketika berhenti. Formula dalam penganggaran kadar aliran tepu ditunjukkan dalam persamaan (2.2)

$$S = S_0 N f_w f_{HV} f_g f_b f_a f_{RT} f_{LT} \quad (2.2)$$

Di mana,

S = Kadar aliran tepu

S_0 = Kadar aliran tepu yang ideal per lorong

N = Bilangan lorong dalam kumpulan lorong.

f_w = Faktor pelarasan untuk lebar lorong.

f_{HV} = Faktor pelarasan untuk kenderaan berat dalam lalulintas.

f_g = Faktor pelarasan Kecerunan

f_p = Faktor pelarasan untuk kawasan lorong perletakan kenderaan yang sedia ada..

f_{bb} = Faktor pelarasan untuk halangan ketika bas berhenti.

f_a = Faktor pelarasan Untuk Jenis Kawasan.

f_{RT} = Faktor pelarasan untuk pembelokan kenderaan ke kanan .

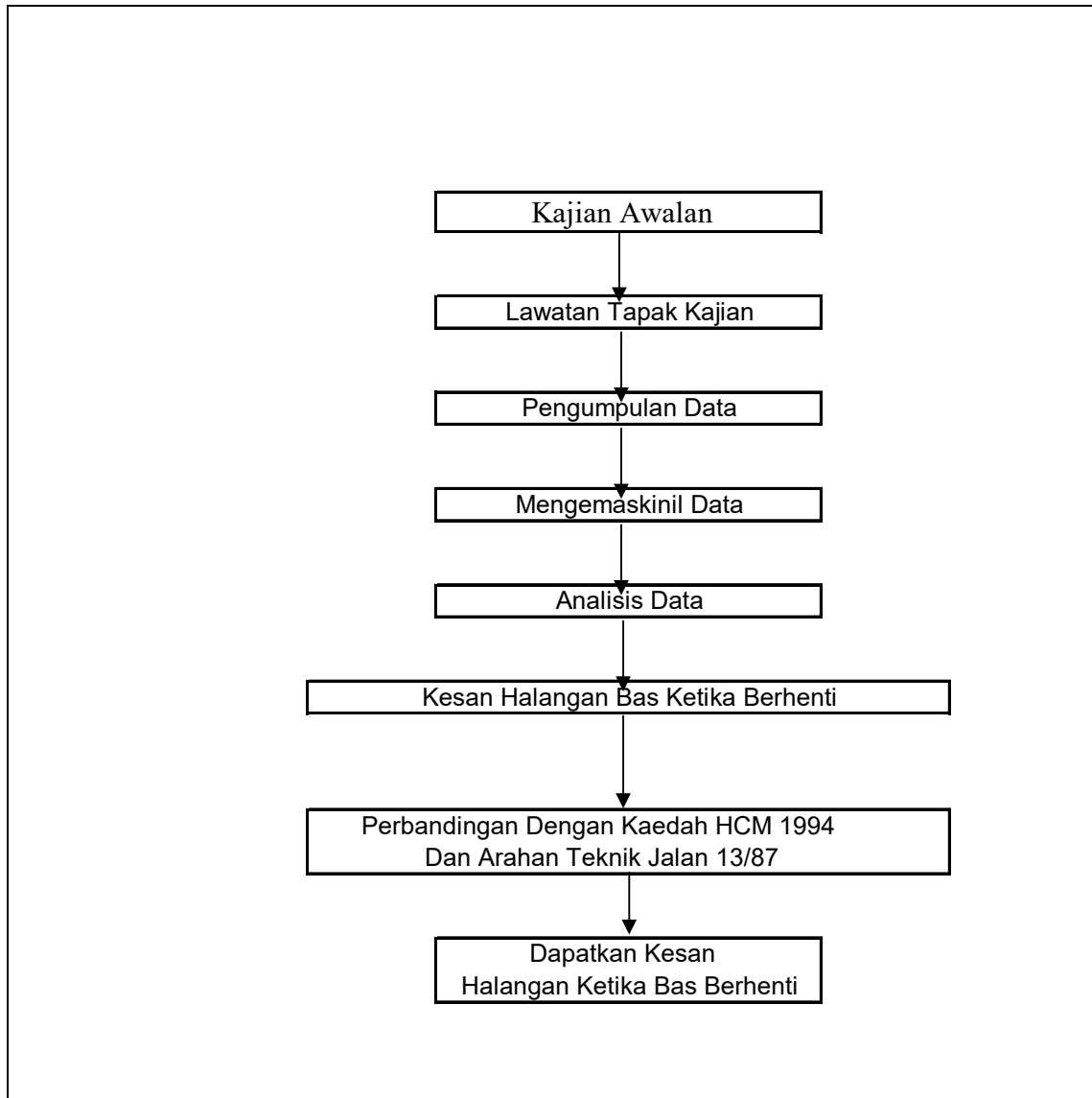
f_{LT} = Faktor pelarasan untuk pembelokan kenderaan ke kiri.

Bab 3.0: METODOLOGI KAJIAN

3.1 Pengenalan

Bab ini menerangkan langkah yang terlibat dalam menjalankan kajian ke atas penilaian faktor halangan ketika bas berhenti terhadap kadar aliran kenderaan. Merujuk kepada Rajah 3.0, mula-mula kajian awalan dilakukan untuk mengkaji data-data yang perlu dicerap di atas tapak kajian. Tujuan langkah ini dilakukan adalah untuk memilih lokasi persimpangan yang sesuai, di mana terdapat perhentian bas yang berdekatan dengan persimpangan lampu isyarat selepas atau sebelum lampu isyarat. Seterusnya lawatan ke tapak kajian dilakukan untuk memerhati keadaan di sana dengan mengenalpasti lorong manakah yang perlu dikaji, biasanya lorong yang berada pada tepi jalan dipilih dalam kajian ini, disebabkan ketika bas berhenti akan memberi kesan yang ketara terhadap kadar aliran kenderaan pada lorong tersebut. Sehubungan itu, pencerapan data bilangan kenderaan yang melalui persimpangan lampu isyarat semasa lampu hijau dilakukan dan bilangan bas yang berhenti pada waktu tersebut juga dicatatkan. Kaedah rekod bilangan dan jenis kenderaan yang melalui persimpangan lampu isyarat dilakukan dengan menggunakan pita rakaman suara. Seterusnya langkah mengemaskini data dilakukan dan diikuti langkah analisis data. Data-data yang direkod akan dikemaskinikan dan seterusnya satu perisian khas yang dikenali sebagai “Bancian” digunakan untuk menganalisis data-data tersebut untuk mendapatkan nilai bilangan kenderaan per jam yang melalui persimpangan tersebut, (Road Note 34/96). Kaedah penggunaan perisian “Bancian” ditunjukkan dalam lampiran yang dikepilkan. Selepas itu, kesan halangan ketika bas berhenti dikaji dan keputusannya dibandingkan dengan nilai pengiraan daripada kaedah HCM

1994 dan Kaedah Arahan Teknik Jalan 13/87. Dengan demikian perbandingan dibuat antara nilai yang diperolehi daripada kedua-dua jenis kaedah bagi setiap persimpangan lampu isyarat yang dikaji. Seterusnya persamaan faktor pembetulan halangan ketika bas berhenti dihasilkan.



Rajah 3.0 : Kaedah Penilaian Faktor Halangan Bas Ketika Berhenti

3.2 Data-data yang perlu diceraapkan

Pada umumnya, data-data yang perlu diambil semasa pengumpulan data boleh dibahagikan kepada beberapa kategori, seperti ditunjukkan di bawah.

3.2.1 Data geometri jalan

- Lebar Lorong
- Kecerunan Jalan
- Arah Gerakan Kenderaan
- Lokasi Persimpangan Jalan
- Nombor Lorong Dalam Kumpulan Lorong
- Jejari Memusing Jika Perlu

3.2.2 Data persimpangan berlampu isyarat

- Masa Kitaran
- Bilangan Kenderaan Yang Membelok
- Bilangan Bas Yang Berhenti Sepanjang Waktu Masa Kajian
- Bilangan Jenis Kenderaan Yang Melalui Sepanjang Waktu Masa Kajian
- Bilangan Motor Melempi Garisan Henti.
- Bilangan Motor Di Luar Aliran
- Bilangan Motor Dalam Aliran
- Bilangan Motor Di Luar Aliran Membelok
- Bilangan Kereta Yang Terletak Di Tepi Lorong

3.3 Piawaian Analisis

Piawaian yang digunakan untuk menjalankan analisis ini adalah HCM 1994, piawaian HCM 1994 adalah menu yang dibangunkan dan direvolusi oleh TRB (Transportation Research Board) committee. Menu ini adalah antara yang terbaik untuk menentukan kapasiti dan aras perkhidmatan bagi kemudahan lalulintas.

Untuk piawai Malaysia, adalah merujuk kepada Arahan Teknik Jalan 13/87, formula dalam penganggaran kadar aliran tepu ditunjukkan dalam persamaan (3.1)

$$S = 525W \times f_{LT} \times f_{RT} \times f_T \times f_g \quad (3.1)$$

Tetapi dalam piawaian Arahan Teknik Jalan 13/87 tiada mengambil kira kesan halangan ketika bas berhenti. Dalam kajian ini adalah untuk mengkaji kesan halangan ketika bas berhenti terhadap kadar aliran tepu kenderaan, maka nilai yang diperolehi daripada kedua-dua piawaian ini akan dibuat perbandingan dengan nilai yang diperolehi daripada perisian bancian.

Kaedah lain yang digunakan untuk penganggaran kadar aliran tepu adalah HCM 1994 (US Highway Capacity Manual 1994), kaedah ini merangkumi faktor pembetulan halangan bas ketika berhenti. Formula dalam penganggaran kadar aliran tepu ditunjukkan dalam persamaan (3.2).

$$S = S_0 N f_w f_H V f_g f_p f_{bb} f_a f_{RT} f_{LT} \quad (3.2)$$

3.3.1 Analisis Aliran Kenderaan Dengan Berpandukan HCM 1994

Persamaan yang digunakan dalam HCM 1994 adalah seperti yang ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$S = S_0 N_f v_f H V f_g f_b f_a f_{RT} f_{LT} \quad (3.2)$$

- 1) Dapatkan bilangan bas yang berhenti per jam, dengan membahagikan bilangan bas yang berhenti dengan masa kajian dan kemudian didarabkan dengan 1 jam.

$$N_B = \frac{\text{Bilangan Bas Berhenti Sepanjang Waktu Kajian}}{\text{Jumlah Masa Kajian (jam)}} \times 1 \text{ Jam}$$

- 2) Mentakrifkan nombor lorong dalam kumpulan lorong.
- 3) Merujuk kepada jadual dalam lampiran A, pengiraan faktor-faktor pelarasan berdasarkan kaedah US HCM 1994.
- 4) Merujuk kepada jadual faktor pelarasan ketika bas berhenti untuk mendapatkan nilai faktor pelarasan ketika bas berhenti, f_{bb} .
- 5) Merujuk kepada faktor pelarasan cerun untuk mendapatkan nilai faktor pelarasan untuk cerun dengan nilai peratusan cerun yang didapati dalam tapak kajian.
- 6) Dapatkan peratus kenderaan berat yang melalui ketika kajian dilakukan dengan membahagikan bilangan kenderaan berat dengan jumlah kenderaan yang melalui persimpangan sepanjang masa kajian dijalankan.

$$\%HV = \frac{\text{Bilangan Kenderaan Berat Melalui Sepanjang Waktu Kajian}}{\text{Bilangan Kenderaan Melalui Sepanjang Waktu Kajian}}$$

- 7) Kemudian merujuk kepada jadual faktor pelarasan kenderaan berat, dengan nilai peratus kenderaan berat yang ditentukan tadi, nilai faktor pelarasan kenderaan berat f_{HV} boleh diperolehi.
- 8) Nilai faktor pelarasan lebar lorong boleh diperolehi dengan berpandukan jadual faktor pelarasan lebar lorong dengan nilai lebar jalan yang diukur di lorong kajian berkenaan.
- 9) Bagi lorong yang belok kiri dan terus, penentuan jenis lorong pembelokan dilakukan terlebih dahulu.
- 10) Nisbah kenderaan yang membelok boleh diperolehi dengan membahagikan ukp kenderaan membelok dengan ukp kenderaan yang melalui persimpangan tersebut sepanjang kajian dijalankan.

$$\text{Nisbah Kenderaan Membelok} = \frac{\text{Ukp Kenderaan Membelok}}{\text{Ukp Kenderaan Melalui}}$$
- 11) Nilai faktor pelarasan belok kiri boleh diperolehi merujuk kepada jadual faktor pelarasan belok kiri.
- 12) Nilai S_0 dianggapkan sebagai 1900 Ukp per jam per lorong.
- 13) Seterusnya nilai-nilai faktor pelarasan yang diperolehi digantikan dalam persamaan (3.2) untuk mendapatkan kadar aliran kenderaan.