

Kajian Aliran Tepu Persimpangan Berlampa Isyarat di Lembah Kelang

Ismail Abdul Rahman

ABSTRAK

Penyelidikan ini bertujuan untuk mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi aliran tepu di persimpangan berlampa isyarat di Lembah Kelang. Kajian ini mengambil kira ciri-ciri pemandu dan lalulintas, rekabentuk geometri dan peraturan lalulintas setempat. Hasil kajian menunjukkan bahawa rumusan yang diperkenalkan oleh Webster dan Cobbe [1] memberikan anggaran yang lebih kecil terhadap aliran tepu di sesuatu jalan tuju. Hasil perbandingan antara tiga model yang kerap digunakan iaitu Webster dan Cobbe, Akcelik [2], dan Ellson [3], dan Kimber [4] menunjukkan bahawa model Kimber memberikan anggaran yang lebih realistik kesan magnitud jejari memblok dan peratusan kenderaan memblok terhadap aliran tepu untuk keadaan lalulintas setempat. Nilai-nilai unit kenderaan penumpang yang disarankan oleh Webster dan Cobbe kebanyakannya memberikan anggaran yang hampir sama dengan keadaan sebenar untuk semua jenis kenderaan kecuali untuk bas.

ABSTRACT

This research is aimed at studying factors that influence saturation flow at signalized intersections in Kelang Valley. In this study local drivers and vehicles characteristics, geometric design and traffic regulations are taken into considerations. The results show that the relationship introduced by Webster and Cobbe [1], gives an under-estimated value of saturation flow at any given approach. Comparison between three most-frequently used models i.e. Webster and Cobbe, Akcelik [2], and Ellson [3], and Kimber [4] shows that Kimber model gives a more realistic estimation of the effects of turning radius magnitude and percentage of turning vehicles on the local saturation flow. Passenger-car unit values recommended by Webster and Cobbe give a close estimation to real conditions for all types of vehicles except for buses.

PENDAHULUAN

Pada masa ini amalan rekabentuk kemudahan dan sistem pengangkutan di negara ini seperti lebuh raya, susur masuk dan keluar dari lebuh raya, lampu isyarat dan lain-lain menggunakan parameter yang diperkenalkan oleh pengkaji-pengkaji terdahulu. Kebanyakan dari parameter yang digunakan sekarang adalah berdasarkan kajian yang dibuat di Eropah dan Amerika Utara. Parameter yang diperolehi berdasarkan suasana persekitaran di sana di mana faktor-faktor yang dipertimbangkan di dalam kajian tersebut seperti ciri-ciri dan prestasi kenderaan, sifat-sifat dan kelakuan pemandu, rekabentuk geometri dan peraturan lalulintas

adalah berbeza dengan keadaan di negara ini. Penggunaan parameter yang dihasilkan dari kajian di atas dalam merekabentuk dan menganalisis kemudahan pengangkutan di negara ini sudah tentu tidak dapat memberikan hasil yang optimum.

Sehingga kini belum ada kajian yang dibuat terhadap kesesuaian penggunaan parameter yang dihasilkan berdasarkan kajian di negara lain terhadap sistem pengangkutan di negara ini. Agensi-agensi kerajaan yang terlibat seperti Jabatan Kerja Raya (JKR), Lembaga Lebuhraya Malaysia (LLM) dan Dewan Bandaraya Kuala Lumpur (DBKL) juga tidak menumpukan perhatian kepada perkara ini. Kajian-kajian yang dilakukan oleh agensi-agensi di atas hanyalah merangkumi penghitungan isi-padu kenderaan di seluruh negara untuk tujuan analisis dan rekabentuk, bukannya kajian untuk mengubahsuai atau mengesahkan kesesuaian penggunaan parameter-parameter yang diperolehi dari kajian-kajian di negara-negara luar untuk kemudahan pengangkutan di negara ini.

Penggunaan parameter yang sesuai adalah penting untuk menghasilkan suatu rekabentuk yang optimum dan analisis yang tepat. Penggunaan parameter yang tidak sesuai akan menghasilkan rekabentuk yang tidak optimum atau membazir dan seterusnya menyebabkan sesuatu kemudahan pengangkutan itu tidak dapat berfungsi sepetimana yang dijangkakan semasa perancangan. Begitu juga analisis menggunakan parameter yang tidak sesuai akan memberikan hasil yang menyimpang dari keadaan sebenar. Oleh kerana hasil analisis ini dijadikan asas dalam membuat keputusan dan pembentukan dasar, maka keputusan yang tidak sewajarnya mungkin diambil.

Adalah sesuatu yang biasa bagi kita di negara ini melihat sesebatang lebuhraya atau persimpangan berlampu isyarat yang direkabentuk untuk jangkamasa tertentu telah gagal dan menjadi sesak dan tidak mampu berfungsi dengan baik sebelum tempoh tersebut sampai. Penggunaan rumusan dan parameter rekabentuk yang tidak sesuai adalah di antara sebab yang menyumbangkan ke arah kegagalan ini.

Kajian ini mengenalpasti beberapa rumusan dan parameter yang sering digunakan dalam rekabentuk kemudahan dan sistem pengangkutan negara ini. Kajian ini mencadangkan rumusan dan parameter baharu sebagai sebagai alternatif untuk digunakan dalam rekabentuk dan analisis kemudahan pengangkutan.

METHODOLOGI

Kajian ini melibatkan pengumpulan data di persimpangan berlampauiyarat di beberapa persimpangan di sekitar Lembah Kelang seperti berikut:

1. Jalan Tun Razak/Jalan Ampang.
2. Jalan Kelang Lama/Jalan Syed Putra.
3. Jalan Salak Selatan/Jalan Kelang Lama.
4. Jalan Sultan Ismail/Jalan T.A.Rahman.
5. Jalan Sultan Ismail/Jalan Raja Laut.
6. Jalan Parlimen/Jalan Raja Laut.
7. Jalan Kinabalu/Jalan Sultan Sulaiman.

8. Jalan Tun Perak/Jalan T.A.Rahman.
9. Jalan Dang Wangi/Jalan T.A.Rahman.
10. Jalan Semantan/Jalan Dungun.
11. Jalan Semarak/Jalan Tun Abdul Razak.
12. Jalan Barat/Lebuh Raya Persekutuan.
13. Jalan Gasing/Lebuh Raya Persekutuan.
14. Jalan Universiti/Jalan Bukit.
15. Jalan SS2/24 / Jalan SS2/55.
16. Jalan Kemajuan/Jalan Semangat.
17. Jalan SS2/2 / Jalan SS2/3.
18. Jalan SS2/2 / Jalan SS2/75.
19. Jalan Nenas/Jalan Kapar.
20. Jalan Tengku Kelana/Jalan Diauddin.
21. Jalan Ceras/Besar/Semenyih/Hishamuddin

Persimpangan-persimpangan di atas dipilih sebegini rupa agar merangkumi rekabentuk geometri dan kawalan yang berbagai. Kajian dilakukan dalam masa puncak iaitu di antara jam 7:30 pagi hingga 9:30 pagi, 12:00 tengahari hingga 2:00 petang dan 4:00 petang hingga 6:00 petang dengan menggunakan alat perakam video. Satu persimpangan memerlukan empat hari biasa untuk melengkapkan pengumpulan data. Data yang dikumpul ialah bilangan kenderaan mengikut arah pergerakan, kelas, panjang baris gilir dan jarak kepala atau kelegaan semasa melakukan pergerakan selepas berhenti semasa lampu isyarat menunjukkan warna merah.

Selain dari itu, ciri-ciri rekabentuk geometri setiap persimpangan yang dikaji juga direkodkan. Ciri-ciri tersebut ialah:

1. Kecerunan jalan.
2. Magnitud jejari memblok.
3. Lebar lorong.
4. Sistem pemfasaan dan pemasaan lampu isyarat.
5. Konfigurasi lorong.

Analisis kemudiannya dilakukan terhadap data yang diperolehi dengan menggunakan komputer peribadi bagi mendapatkan hubungan di antara beberapa parameter penting. Kaedah yang digunakan di dalam keseluruhan kajian ini ialah kaedah jarak kepala atau kelegaan. Perlu diingatkan di sini bahawa kajian ini tidak mengambil kira motosikal walaupun ia merupakan 15 hingga 20 peratus dari jumlah keseluruhan kenderaan yang direkodkan di stesen pengumpulan data. Ini adalah kerana walau pun pergerakan motosikal mempengaruhi nilai aliran tepu tetapi nilai keseluruhannya tidak begitu besar dan dalam kebanyakan keadaan ianya boleh diabaikan.

PERBINCANGAN

Penganggaran aliran tepu dibahagikan kepada tiga bahagian. Bahagian pertama ialah mendapatkan korelasi di antara aliran tepu (S) dengan

lebar lorong (w). Dari korelasi ini, faktor pelarasan untuk lebar lorong (f_w) untuk keadaan lalulintas setempat di perolehi. Untuk mengelakkan kesan yang ditimbulkan oleh kecerunan jalan, pergerakan membekok dan kenderaan berat, maka data yang diambil untuk kajian dalam bahagian ini hanyalah data kenderaan penumpang yang bergerak terus (tidak membekok) di persimpangan berlampau isyarat yang mendatar (tidak bercerun).

Bahagian kedua ialah mendapatkan korelasi di antara aliran tepu (S) dengan kecerunan jalan tuju (g) dan ini seterusnya memberikan faktor pelarasan untuk kecerunan jalan tuju (f_g) untuk keadaan lalulintas setempat. Bahagian ini menggunakan data kenderaan penumpang yang bergerak terus menerus di persimpangan yang bercerun antara 5% mendaki hingga 8% menurun. Ini bertujuan untuk mengelakkan kesan yang ditimbulkan oleh pergerakan membekok dan kenderaan berat.

Bahagian ketiga pula ialah mendapatkan korelasi di antara aliran tepu (S) dengan magnitud jejari membekok (r) dan juga peratusan kenderaan membekok (p). Analisis regresi digunakan dalam analisis ini.

Aliran tepu dinyatakan dalam unit kenderaan penumpang sejam (ukp/jam). Penganggaran aliran tepu (S) dimulakan dengan pemilihan aliran tepu sempurna (S_o) dan seterusnya diubahsuai mengikut berbagai keadaan persekitaran yang 'tidak sempurna'. Hubungan antara S dengan S_o diberikan oleh formula [5]:

$$S = S_o f_w f_g f_{rp} \quad (1)$$

di mana

S : aliran tepu (ukp/jam)

S_o : aliran tepu sempurna (ukp/jam)

f_w : faktor pelarasan untuk lebar lorong

f_g : faktor pelarasan untuk kecerunan jalan

f_{rp} : Faktor pelarasan untuk magnitud jejari membekok dan peratusan kenderaan membekok

LEBAR LORONG

Seperti yang dinyatakan di atas, bahagian pertama kajian ini ialah menentukan korelasi antara lebar lorong dengan aliran tepu. Data yang diambil daripada persimpangan yang dikaji adalah terdiri dari kenderaan penumpang yang bergerak terus di persimpangan yang mendatar. Oleh itu kesan yang ditimbulkan oleh pergerakan membekok, kecerunan jalan dan kenderaan berat dapat diabaikan.

Jadual di bawah memberikan ciri-ciri data dari keputusan yang diperolehi dari analisis yang dibuat.

Aliran tepu purata untuk setiap jalan tuju dikira berdasarkan data yang dikumpul di tapak kajian. Kaedah seperti yang disyorkan dalam Highway Capacity Manual 1985 [5] digunakan. Keputusan ini kemudiannya diregresikan dengan lebar lorong dengan menggunakan model linear. Regresi yang terbaik didapati ialah

$$S = 1550 + 109w \quad (2)$$

JADUAL 1. Hubungan antara lebar lorong dan aliran tenu

Butir	Julat	Purata
Aliran tenu (ukp/j)	1630-2390	1960
Lebar lorong (meter)	2.70-3.70	3.20
Kecerunan jalan (%)	0	0
Peratus kend. berat (%)	0	0
Jejari membelok (meter)	0	0

di mana

w : lebar lorong (meter)

Nilai pekali penentuan (r^2) ialah 0.79. Nilai sisihan piawai untuk persamaan regresi di atas (2) ialah 49 dan 32 masing-masing untuk sebutan pertama dan kedua. Dari hasil yang diperolehi di sini jelas menunjukkan bahawa aliran tenu untuk keadaan lalulintas di tapak kajian adalah lebih tinggi dari yang diramalkan oleh Webster dan Cobbe [1] yang digunakan dalam rekabentuk dan analisis selama ini. Walau bagaimana pun terdapat persamaan di antara penemuan ini dengan penemuan Webster dan Cobbe iaitu dari segi peningkatan aliran tenu dengan meningkatnya lebar jalan.

Dalam amalan rekabentuk di Malaysia, lebar lorong di antara 2.75 hingga 3.50 meter sering digunakan dan bergantung kepada kelas jalan. Lebar lorong 3.0 meter adalah setara dengan piawaian rekabentuk Jabatan Kerja Raya U3 [6] dan untuk lebar ini nilai aliran tenu yang diramalkan oleh persamaan (2) ialah 1877 unit kenderaan penumpang sejam. Dengan menganggapkan keadaan ini adalah keadaan sempurna, maka f_w dapat ditentukan dengan menggunakan hubungan

$$f_w = 0.83 + 0.06w \quad (3)$$

Sisihan piawai untuk persamaan (3) di atas ialah 0.09 dan 0.07 masing-masing untuk sebutan pertama dan kedua.

KECERUNAN JALAN TUJU

Bahagian kedua kajian ini ialah menentukan korelasi di antara aliran tenu dengan kecerunan jalan tuju. Proses yang digunakan dalam bahagian ini adalah sama seperti bahagian sebelumnya kecuali pembolehubahnya ditukar kepada peratus kecerunan jalan (g). Data yang digunakan adalah 100 % kenderaan penumpang yang bergerak terus menerus di persimpangan bercerun. Julat kecerunan jalan ialah antara 5 % mendaki hingga 8 % menurun. Jadual di bawah memberikan ringkasan data dan keputusan yang diperolehi

JADUAL 2. Hubungan antara kecerunan jalan tuju dan aliran tepu

Butir	Julat	Purata
Aliran tepu (ukp/j)	1600-2191	1901
Lebar lorong (meter)	2.70-3.70	3.20
Peratus kend. berat (%)	0 0	
Kecerunan jalan (%)	-5 hingga 8	0.70

Aliran tepu yang diperolehi dengan menggunakan kaedah yang disyorkan dalam Highway Capacity Manual 1985 dilaraskan untuk mengambil kira kesan lebar lorong dengan membahagikannya dengan f_w yang diperolehi dari persamaan (3). Aliran tepu terlaras ini kemudiannya diregresikan dengan peratus kecerunan jalan tuju (g) dengan menggunakan model linear. Hasil yang diperolehi menunjukkan bahawa secara amnya aliran tepu menurun dengan meningkatnya kecerunan mendaki sesuatu jalap tuju. Aliran tepu juga meningkat dengan meningkatnya kecerunan menurun sesuatu jalan tuju tetapi pada kadar yang lebih rendah.

Hasil yang diperolehi ini juga menunjukkan bahawa terdapat perbeaan dengan apa yang disarankan oleh Webster dan Cobbe di mana mereka memberikan faktor pelarasian yang lebih besar untuk peratus kecerunan jalan. Penggunaan faktor yang lebih besar ini menyebabkan anggaran yang dibuat ke atas kapasiti sesuatu jalan tuju adalah lebih kecil dari kapasiti sebenar. Ini seterusnya akan memberi kesan kepada rekabentuk sistem pemasaan dan pemfasaan.

Daripada regresi linear yang dilakukan, faktor pelarasian untuk kecerunan (f_g) untuk cerun mendaki dan menurun adalah

$$f_g = 1.00 - 0.90g \text{ (cerun mendaki)} \quad (4)$$

$$f_g = 1.00 + 0.30g \text{ (cerun menurun)} \quad (5)$$

Pekali penentuan (r^2) ialah 0.61. Sisihan piawai untuk persamaan (4) ialah masing-masing 0.03 dan 0.61 untuk sebutan pertama dan kedua manakala persamaan (5) pula ialah 0.04 dan 0.39. Dari persamaan-persamaan (4) dan (5) di atas jelas menunjukkan bahawa kesan kecerunan jalan lebih dirasai di cerun mendaki berbanding dengan cerun menurun. Perkara ini terjadi mungkin disebabkan oleh sikap berhati-hati pemandu bila melalui jalan bercerun menurun.

JEJARI DAN PERATUSAN KENDERAAN MEMBELOK

Faktor lain yang turut mempengaruhi aliran tepu ialah magnitud jejari membelok dan peratusan kenderaan membelok. Secara amnya lebih besar magnitud jejari membelok dan lebih kecil peratusan kenderaan membelok maka lebih senang pergerakan kenderaan dan seterusnya lebih besar nilai aliran tepu dan kapasiti jalan. Jadual di bawah memberikan ciri-ciri data dan keputusan yang diperolehi dari kajian.

JADUAL 3. Hubungan antara jejari, peratusan kenderaan membelok dan aliran tepu

Butir	Julat	Purata
Aliran tepu (ukp/j)	1165-2086	1701
Lebar lorong (meter)	2.70-3.70	3.20
Peratus kend. berat (%)	0	0
Peratus kend. belok (%)	10-100	60
Kecerunan jalan (%)	-5 hingga 8	0.70
Jejari membelok (meter)	5-25	13.50

Aliran tepu yang diperolehi dilaraskan terhadap lebar lorong dengan menggunakan persamaan (3) dan diikuti pula dengan pelarasan terhadap kecerunan jalan dengan menggunakan samada persamaan (4) atau (5). Pergerakan membelok yang diambil kira dalam kajian ini ialah yang tidak dihalang atau dalam lain perkataan pergerakan membelok dalam fasa ekslusif sahaja yang diambil kira. Tiga model yang sering digunakan dalam rekabentuk dan analisis dijadikan perbandingan dengan keputusan yang diperolehi. Model-model tersebut ialah Webster dan Cobbe, Akcelik dan Ellison, dan Kimber.

Model pertama yang paling lama digunakan dalam analisis dan rekabentuk ialah Webster dan Cobbe dan ia diwakili oleh:

$$S = \frac{1800}{1 + \left(\frac{5}{r}\right)} \quad (6)$$

di mana

r : magnitud jejari membelok (meter)

Perbandingan keputusan yang diperolehi dari kajian ini dengan model di atas memberikan keputusan yang agak rendah dari keadaan sebenar sebanyak 13 %. Ini menunjukkan bahawa model ini memberikan anggaran yang lebih rendah dari keupayaan sebenar sesuatu jalan tuju.

Manakala perbandingan keputusan yang diperolehi dari kajian dengan model Akcelik dan Ellison pula yang diwakili oleh:

$$S = \frac{1850}{1 + \left(\frac{100}{r^3}\right)} \quad (7)$$

memberikan keputusan yang agak dekat untuk jejari membelok yang melebihi 10 meter. Perbezaan antara nilai yang didapati dari model ini dengan nilai yang diperolehi di tapak kajian ialah 6%. Walau bagaimana pun model ini memberikan keputusan yang rendah sebanyak 14% untuk

jejari membelok yang lebih kecil. Ini menunjukkan bahawa dalam konteks penggunaan model Akcelik dan Ellson dalam analisis dan rekabentuk untuk keadaan lalulintas setempat, model ini hanya stabil dan sesuai untuk jejari membelok yang melebihi 10 meter.

Model ketiga yang dibandingkan dengan keputusan yang diperolehi ialah model Kimber (1986). Model ini diwakili oleh:

$$S = \frac{S_a}{1 + \left(\frac{1.5}{r}\right)} \quad (8)$$

di mana

S_a : bilangan kenderaan yang bergerak terus (ukp/j).

Untuk kajian ini nilai S_a ini boleh digantikan dengan aliran tepu sempurna 1877 ukp/jam yang diperolehi dari persamaan (2). Perbandingan antara nilai yang diperolehi dari model ini dengan nilai yang diperolehi di tapak kajian menunjukkan bahawa model ini memberikan anggaran yang lebih baik dari dua model yang terdahulu. Hanya terdapat perbezaan sebanyak 5% di antara kedua-duanya. Dengan ini, jelaslah bahawa pemakaian model Kimber adalah yang paling sesuai dengan keadaan lalulintas setempat.

Dengan menggantikan S_a dengan 1877 ukp/jam, persamaan (8) di atas boleh ditulis dalam bentuk $S = S_0 f_r$ di mana f_r ialah faktor pelarasan untuk jejari membelok dan ianya diberikan oleh:

$$f_r = \frac{1}{1 + \left(\frac{1.5}{r}\right)} \quad (9)$$

Untuk keadaan di mana terdapat kombinasi di antara kenderaan bergerak terus dan membelok, aliran tepu sebenar bergantung kepada magnitud jejari membelok (r) dan juga peratusan kenderaan membelok (p). Webster dan Cobbe mencadangkan agar peratusan kenderaan membelok ke kiri yang melebihi 10 % dari keseluruhan pergerakan di beri faktor pemberat 1.25. Faktor ini mewakili kesan yang ditimbulkan oleh kenderaan membelok terhadap pergerakan dan aliran tepu di sesuatu jalan tuju secara keseluruhan. Oleh itu,

$$S = \frac{S_a}{1 + (0.25p)} \quad (10)$$

di mana

p : peratusan kenderaan membelok ke kiri

Walau bagaimanapun persamaan (10) di atas gagal mengambil kira magnitud jejari memusing. Untuk keadaan di mana p ialah 100 %, maka persamaan (10) menjadi:

$$S = \frac{S_a}{1.25} \quad (11)$$

dan ini bertentangan dengan persamaan (8) untuk lorong ekslusif.

Kimber juga menunjukkan bahawa penggabungan antara magnitud jejari membelok dengan peratusan kenderaan membelok dapat diwakili oleh:

$$S = \frac{S_a}{1 + \left(\frac{1.5p}{r} \right)} \quad (12)$$

Penggunaan model Kimber dalam kajian ini menunjukkan bahawa terdapat persamaan yang rapat di antara anggaran yang diberi oleh Kimber dengan nilai sebenar. Perbezaannya hanya 6 % dan nilai pekali penentuannya (r^2) ialah 0.79. Ini sekali lagi menunjukkan bahawa model ini adalah sesuai dengan keadaan lalulintas di negara ini. Persamaan (9) seterusnya dapat ditulis semula seperti di bawah:

$$f_{rp} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1.5p}{r} \right)} \quad (13)$$

Dari perbincangan di atas dapatlah dikatakan bahawa faktor pelarasan untuk lebar lorong yang sesuai untuk keadaan setempat ialah seperti yang diberi oleh persamaan (3). Penggunaan faktor pelarasan yang disarankan oleh Webster dan Cobbe memberikan anggaran yang agak rendah dari aliran tepu sebenar sesuatu jalan tuju. Manakala persamaan (4) dan (5) pula memberikan faktor pelarasan untuk peratus kecerunan jalan tuju. Faktor pelarasan untuk magnitud jejari membelok dan peratus kenderaan membelok pula diberikan oleh persamaan (13) yang merupakan terbitan dari model Kimber. Penggunaan faktor-faktor di atas akan memberikan anggaran yang lebih tepat terhadap aliran tepu dan kapasiti jalan berbanding dengan penggunaan nilai-nilai yang digunakan sebelum ini.

FAKTOR LAIN YANG MEMPENGARUHI ALIRAN TEPU

Faktor lain yang dikenal pasti dalam kajian ini yang mempengaruhi aliran tepu sesuatu jalan tuju ialah komposisi lalulintas.

Secara amnya kenderaan berat adalah lebih sukar melakukan pergerakan berbanding dengan kenderaan penumpang. Oleh itu faktor pemberat digunakan untuk menyetarkan kenderaan berat ini kepada kenderaan penumpang. Dengan menggunakan faktor pemberat ini aliran kenderaan di sesuatu jalan tuju itu dapat dinyatakan dalam unit kenderaan penumpang.

Faktor-faktor pemberat berikut disarankan oleh Webster dan Cobbe (1966) dan digunakan dengan meluas dalam analisis dan rekabentuk kemudahan pengangkutan.

JADUAL 4. Faktor pemberat

Jenis Kenderaan	Nilai
Motosikal	0.33
Kereta	1.00
Kend. Perdagangan	1.75
Bas	2.25

Data-data yang dikumpul dianalisis dan kemudian diregresikan. Hasil regresi tersebut memberikan nilai faktor-faktor pemberat untuk keadaan lalulintas setempat seperti berikut :

JADUAL 5. Faktor pemberat yang didapati dari kajian di tapak

Jenis Kenderaan	Nilai	r^2	Perbezaan %
Motosikal	Tiada	Tiada	Tiada
Kend. Perd.	1.69	0.61	3.40
Kereta	0.94	0.73	6.0
Bas	2.01	0.59	10.7

Nota : Motosikal tidak dimasukkan ke dalam kajian ini.

Perbandingan faktor-faktor yang didapati dari kajian ini dengan faktor-faktor yang telah biasa digunakan menunjukkan bahawa terdapat persamaan yang ketara. Perbezaan terbesar ialah 10.7 % untuk bas. Webster dan Cobbe memberikan anggaran yang lebih tinggi. Penggunaan saranan Webster dan Cobbe ini akan menyebabkan sesuatu kemudahan pengangkutan akan direkabentuk dengan secara "over-designed". Ini adalah kerana penggunaan faktor unit kenderaan penumpang Webster dan Cobbe memberikan bilangan kenderaan penumpang setara yang lebih besar dari keadaan sebenar.

KESIMPULAN

Walaupun kajian ini hanya terhad untuk beberapa persimpangan di Lembah Kelang namun ia berjaya menerbitkan beberapa rumusan penting yang berguna dalam rekabentuk dan analisis kemudahan dan sistem pengangkutan setempat. Oleh kerana kawasan kajian yang terhad maka penggunaan rumusan-rumusan ini juga terhad. Dengan lain perkataan ia masih memerlukan kajian lanjut yang lebih menyeluruh di semua bandar-bandar besar di negara ini untuk membolehkan rumusan-rumusan yang diperolehi digunakan secara meluas. Beberapa kesimpulan yang boleh didapati dari penyelidikan ini ialah:

1. Nilai aliran tepu bagi sistem lalulintas di kawasan kajian ialah 1877 unit kenderaan penumpang sejam. Nilai ini adalah lebih tinggi dari nilai yang 1800 unit kenderaan penumpang sejam yang biasanya digunakan dalam rekabentuk dan analisis sejak beberapa lama dahulu. Kelebihan ini adalah disebabkan oleh perbezaan yang terdapat dalam kelakuan pemandu-pemandu setempat, prestasi kenderaan, ciri-ciri rekabentuk geometri dan peraturan lalulintas.
2. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi aliran tepu di sesuatu persimpangan berlampau isyarat. Faktor-faktor tersebut ialah seperti lebar lorong, kecerunan jalan tuju, magnitud jejari memblok dan juga peratusan kenderaan yang memblok. Rumusan-rumusan yang dicadangkan oleh pengkaji-pengkaji terdahulu adalah tidak sesuai digunakan untuk menganggarkan sejauh mana faktor-faktor tersebut mempengaruhi aliran tepu. Faktor-faktor yang lebih realistik telah dihasilkan menerusi kajian ini.
3. Penggunaan faktor unit kenderaan penumpang yang dicadangkan oleh pengkaji-pengkaji terdahulu memberikan anggaran bilangan kenderaan penumpang setara yang jauh lebih tinggi dari keadaan sebenar.

Oleh kerana peruntukan yang agak terhad maka kajian ini hanya dilakukan di kawasan sekitar Lembah Kelang sahaja. Oleh itu sebarang rumusan atau model yang dihasilkan dari kajian ini tidak dapat digunakan untuk merekabentuk atau menganalisis kemudahan pengangkutan di bandar-bandar lain tanpa melakukan pengubahsuaihan terlebih dahulu. Adalah dicadangkan agar kajian yang lebih mendalam dilaksanakan di bandar-bandar lain di seluruh negara agar suatu rumusan atau model yang dihasilkan dapat digunakan dengan lebih meluas. Bandar-bandar yang dipilih haruslah berbagai-bagai tahap kesibukan dan jenis sistem kawalan agar semua faktor-faktor yang terlibat diambil kira dan akhirnya suatu rumusan yang purata diperolehi. Kaedah dan hasil yang didapati dari penyelidikan ini bolehlah dijadikan panduan dalam menjalankan penyelidikan seterusnya. Oleh kerana motosikal merupakan 15 hingga 20 peratus dari jumlah kenderaan yang direkodkan di stesen pengumpulan data, maka adalah wajar dalam kajian yang akan datang kesan motosikal diambil kira. Lebih-lebih lagi motosikal merupakan satu mod pengangkutan yang paling penting bagi golongan bawahan negara ini disamping perkhidmatan bas.

PENGHARGAAN

Penulis ingin mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia yang membantu penyelidikan ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Ir. Adanan Mohd Hussain dari Jabatan Kerja Raya Malaysia dan juruteknik-jurutekniknya yang terlibat secara langsung dalam pengumpulan dan penganalisaan data penyelidikan ini.

RUJUKAN

1. Webster, F.V. & Cobbe, B.M. 1966. *Traffic Signals*. London: Road Res. Lab. Tech. Paper No 56.
2. Akcelik, R. 1981. *Traffic Signals : Capacity and Timing Analysis*. Australian Road Research Board, Res. Rep. ARR 123.
3. Ellson, P.B. 1969. *Parking : Dynamic Capacities of Car Parks*. United Kingdom: Road Research Laboratory TRRL Lab. Rep. LR 221.
4. Kimber, R.M., McDonald, M & Hounsel, N.B. 1986. *The Prediction of Saturation Flows for Road Junctions Controlled by Traffic Signals*. United Kingdom: Transp. Road Res. Lab. TRRL Res. Rep. RR 67.
5. Transportation Research Board 1985. Highway Capacity Manual. Special Report 209, Washington D.C.
6. Arahan Teknik (Jalan) 8/86. *A Guide on Geometric Design of Roads*. Kuala Lumpur: Ibu Pejabat JKR.

Jabatan Kejuruteraan Awam dan Struktur
Fakulti Kejuruteraan
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Selangor D.E., Malaysia.