

PENILAIAN LALUAN PERKHIDMATAN BAS; ANTARA BILANGAN PENUMPANG MAKSIMUM ATAU KEPADATAN PENUMPANG PER LALUAN

Ruslawati Abdul Wahab*, Muhamad Nazri Borhan, Riza Atiq
Abdullah O.K. Rahmat

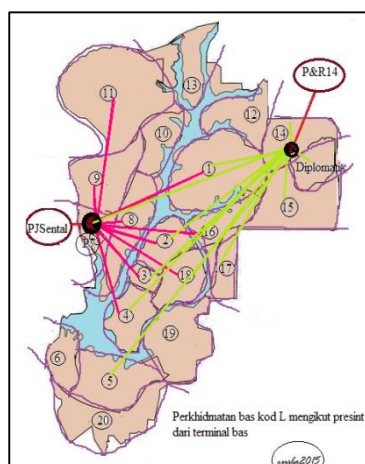
Pusat Penyelidikan Pengangkutan Bandar Mapan (SUTRA),
Jabatan Kejuruteraan Awam & Struktur, Fakulti Kejuruteraan &
Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bandar Baru Bangi,
43600 Selangor, Malaysia

Article history

Received
28 April 2015
Received in revised form
30 June 2015
Accepted
15 January 2016

*Corresponding author
ruslawati@siswa.ukm.
edu.my

Graphical abstract



Abstract

The main issue in Putrajaya's bus services is related to time and cost. Optimal travel time require optimal routes and shortest distance. Minimizing travel time means minimizing operational cost. This paper reviews and evaluates the density of passengers and maximum number of passengers as parameters to obtain an optimum route. The mathematical model was utilized to analyze the passenger density with the improvements of the constraint to the number of passengers. The study based on data from intra-city bus services during off-peak hours. The main focus of this optimization is to compare the passenger density and the number of passengers as the parameters in decision making for bus routes. The result shows that the passenger density is better than the number passengers to assess bus routes.

Keywords: Bus services, passenger density, optimum route

Abstrak

Isu utama dalam perkhidmatan bas di Putrajaya adalah berkaitan dengan masa dan kos. Masa perjalanan yang optimum memerlukan laluan yang optimal dan secara terus. Dengan meminimumkan masa perjalanan maka kos akan turut minimum. Kertas ini mengkaji dan menilai antara kepadatan penumpang dan jumlah penumpang sebagai parameter maksimum untuk mendapatkan laluan optimum. Model matematik digunakan untuk menganalisis kepadatan dengan penambahbaikan kekangan bilangan penumpang. Kajian ini menggunakan data perkhidmatan bas intra bandar dan laluan yang dikaji adalah bukan pada waktu puncak. Fokus utama pengoptimuman laluan ialah membincang dan menganalisis alternatif di antara kepadatan penumpang dan bilangan penumpang dalam membuat keputusan laluan perkhidmatan bas. Hasil kajian ini menunjukkan parameter kepadatan penumpang lebih sesuai berbanding dengan bilangan penumpang maksimum untuk menilai laluan perkhidmatan bas.

Kata kunci: Perkhidmatan bas, kepadatan penumpang, laluan optimum

© 2016 Penerbit UTM Press. All rights reserved

1.0 PENGENALAN

Perkhidmatan bas adalah perkhidmatan awam yang paling popular yang digunakan sejak dahulu hinggalah sekarang. Sepanjang perkhidmatannya terdapat pelbagai isu yang diketengahkan iaitu masa menunggu yang lama, bas tidak mengikut jadual, kesesakan jalanraya, sikap pemandu yang kurang mesra, kurang maklumat berkenaan perkhidmatan bas, keadaan bas yang kurang selesa, kurang selamat, tambang mahal, hentian dan terminal bas yang kurang memuaskan, tiada kemudahan untuk orang kurang upaya dan liputan perkhidmatan yang tidak menyeluruh.

Menurut kajian Suruhanjaya Pengangkutan Awam Darat, SPAD [1] isu paling utama pengguna bas ialah masa menunggu yang lama, tiada kemudahan untuk OKU dan kesesakan. Kajian juga menunjukkan 26% penumpang bas pernah mengalami bas lewat lebih daripada 20 minit dan lebih 20% pengguna bas pernah mengalami masa menunggu lebih 30 minit. Selain kualiti perkhidmatan bas yang kurang memuaskan, masalah attitude pengguna juga merupakan faktor penyumbang ketidakjayaan pelaksanaan pengangkutan awam di Wilayah Putrajaya[2].

Terdapat banyak kajian yang menjurus kepada status padangan pengguna terhadap perkhidmatan bas. Dengan mempertimbangkan pandangan sebaliknya maka kertas ini mengemukakan cadangan penyelesaian di pihak operasi perkhidmatan bas yang mengambil kira ciri-ciri penambahbaikan semasa, iaitu selepas rekabentuk rangkaian jaringan laluan bas.

2.0 ISU PERKHIDMATAN BAS DI MALAYSIA

Pelbagai isu telah dibangkitkan berkaitan dengan pengangkutan bas oleh penumpang di Malaysia. Isu utama perkhidmatan bas adalah dari aspek masa perjalanan, kekerapan bas, kemudahan dan keselamatan. Antara sebabnya ialah kekangan kos operasi pengangkutan itu sendiri yang tidak menguntungkan [3]. Kesannya perkhidmatannya tidak memuaskan, hilang kepercayaan penumpang dan menyebabkan pengangkutan bas kurang mendapat sambutan. Ini menjadikan pengangkutan persendirian seperti kereta dan motosikal cenderung menjadi pilihan pengguna. Modal pisah pengangkutan awam dan persendirian ialah 15:85 di Putrajaya adalah disebabkan pengaruh sikap individu dan kualiti perkhidmatan pengangkutan awam [4].

Masalah yang timbul dalam perkhidmatan bas di Malaysia ialah masa perjalanan yang lama. Masa perjalanan terdiri daripada masa akses ke hentian atau terminal, masa menunggu dan masa di dalam bas. Ia sangat berkait rapat dengan operasi perkhidmatan iaitu masa ketibaan bas tersebut dan masa berlepas. Kepercayaan penumpang terjejas apabila ketepatan masa tidak diutamakan. Penumpang menjadi tidak berpuas hati dengan masa perjalanan mereka yang terjejas disebabkan oleh

masa bertolak yang lewat, masa menunggu yang lebih panjang seperti kajian perkhidmatan pengangkutan bas ekspres di laluan Johor Bahru ke Kuala Lumpur [5]. Masa perjalanan yang berkesan yang tidak dirancang dengan baik adalah sebab utama penggunaan pengangkutan awam amat sedikit contohnya di Lembah Klang hanya 17% [6]. Pemerhatian awal pengkaji dalam pengangkutan bas di Putrajaya, mendapati masa ketibaan bas di hentian bas tidak dapat memenuhi jadual masa yang dipaparkan di skrin mesej elektroniknyanya. Antara faktor penyebab kelewatan atau terlalu awal tiba adalah persaingan penggunaan jalanraya dengan kenderaan lain serta perlu berhenti untuk mengambil dan menurunkan penumpang di sepanjang laluan. Masa bas bertolak didapati mengikut jadual dan menepati masa dari terminal asal. Laluan khusus bas disediakan hanya di Presint 1, walau bagaimanapun terdapat kenderaan persendirian yang menggunakan laluan tersebut dan meletakkan kenderaan di petak hentian bas dengan tujuan menunggu. Apapun alasannya kenderaan ini telah mengganggu kelancaran perjalanan bas dan menyebabkan masa perjalanan bertambah.

Frekuensi atau kekerapan bas antara isu yang sering diperkatakan dalam perkhidmatan bas. Yukawa *et al.* [7] mendapati penurunan penggunaan bas di kalangan rakyat seluruh negeri di Malaysia adalah frekuensinya yang sedikit. Faktor ini disebabkan pengusaha bas terpaksa menanggung kos operasi yang tinggi dan keuntungan yang kurang memuaskan. Dalam kajian Abdullah dan Mat Talip [8] terhadap perkhidmatan bas RapidKL di Lembah Klang mendapati kekerapan operasi bas masih tidak konsisten setiap 15 minit perjalanan. Ini menyebabkan penumpang kurang berpuas hati kerana tempoh menunggu yang lama. Mereka juga mencadangkan RapidKL perlu serius untuk mengatasi masalah ini bagi memenuhi kekerapan 15 minit dan seterusnya menambahbaik kekerapan kepada 10 minit pada waktu puncak.

Isu seterusnya berkaitan dengan kemudahan dan keselamatan pengguna. Kajian oleh Mohd Noor *et al.* [8] di Kota Kinabalu telah mendapati terdapat tiga ciri utama kepuasan perkhidmatan bas awam iaitu keselesaan, akses yang mudah dan keselamatan. Terdapat sedikit perbezaan dalam kepuasan antara bas mini dan bas transit. Walaupun begitu faktor yang memberi pengaruh paling besar ialah bas yang penuh sesak dan merasa tidak selamat pada waktu malam. Soh *et al.* [9] dalam kajiannya terhadap graduan USM mendapati niat atau faktor-faktor untuk menggunakan perkhidmatan bas ialah berdasarkan kepada keselamatan dan keselesaan kemudahan bas, kebolehpercayaan terhadap jadual bas dan penetapan harga tiket.

Faktor kemudahan lain ialah 'parkir dan naik' (P&R) yang disediakan untuk menggalakkan pengguna kenderaan persendirian menaiki bas. Kemudahan tersebut kurang mendapat sambutan di Putrajaya kerana masa menunggu bas yang lama. Kajian

mendapati seramai 75% pengguna akan beralih menggunakan kemudahan P&R ini jika sekiranya masa kekerapan bas ialah 15 minit [10]. Pada masa sekarang hanya P&R Presint 7 dan P&R Presint 14 masih wujud. Walau pun begitu kemudahan ini tidak akan tercapai objektifnya tanpa menaikkan caj parkir kenderaan persendirian dan frekuensi bas ditingkatkan[10]. Masa ketibaan dan berlepas bas di P&R didapati mengikut jadual. Melalui kaedah pemerhatian empirikal selama lebih kurang satu minggu(6-16 hb Februari 2015), pengkaji mendapati 90% masa bas berlepas mengikut jadual dengan jarak kepala 30 minit pada waktu luar puncak. Ini kerana pihak operasi bas telah menambahkan pemantauan perjalanan bas dengan menggunakan sistem SPEKTRA.

3.0 ISU PERKHIDMATAN BAS DI LUAR NEGARA

Perkhidmatan bas di negara-negara luar terutamanya Eropah lebih konsisten dan jauh ke depan. Ini kerana kesedaran terhadap kepentingan pengangkutan perkhidmatan awam menjadi keutamaan mereka. Tiga ciri utama perkhidmatan bas terutamanya di dalam bandar menggunakan bas rapid transit, bas elektrik dan mempunyai laluan khas. Gomina *et al.* [11] menyatakan dalam kajiannya, bandar-bandar di negara maju kini telah menghentikan pembinaan infrastruktur bagi kenderaan persendirian dan mengutamakan pengangkutan awam serta melaksanakan pengangkutan tanpa motor.

Istu yang berlaku bagi perkhidmatan bas di luar negara lebih menjurus kepada penyelarasan dan sambungan bersepadu (jadual) di antara pengangkutan awam seperti bas dan keretapi dan untuk memenuhi permintaan yang tinggi terhadap pengangkutan bas. Dengan itu timbul permasalahan kurangnya kekerapan perkhidmatan, tempoh perjalanan yang lama serta permintaan yang semakin berkurang [12], [13], [14] dan [15].

Masalah jadual masa bas yang tidak selaras semasa pertukaran bas, pertindihan jadual dan sela bas antara stesen di lorong khusus bas menyebabkan perkhidmatan bas kurang memuaskan [16] dan [17]. Sistem bas rapid transit di Guangzhou (GRBT) telah dikaji oleh Lin [18] mendapati, bas-bas yang beratur di stesen adalah punca utama kesesakan lalu lintas dan seterusnya mengurangkan kualiti perkhidmatan.

Keputusan mendapati permintaan perjalanan bas di London yang semakin meningkat [19] dan memberi kesan kepada pengguna. Hasil kajian yang melibatkan lebih 1,000 pengguna bas menunjukkan hampir tiga suku laluan bas adalah sibuk atau sesak. Permintaan perjalanan bas yang semakin meningkat telah memburukkan lagi kesesakan menyebabkan pengguna bas mengalami tempoh menunggu yang lama. Situasi pusat bandar ini berlawanan dengan masalah perkhidmatan bas di luar bandar India yang menjurus kepada kekerapan bas yang sedikit dan tempoh perjalanan lama [20] serta rangkaian perkhidmatan bas yang kurang meluas dan

melibatkan kos yang tinggi [21]). Bandar Tomakomai, Jepun pula mengalami masalah kemerosotan penggunaan bas yang mana hanya 2 daripada 23 laluan yang beroperasi beroleh keuntungan [22].

4.0 METODOLOGI

Pengumpulan dan pengesahan data telah dijalankan selama lebih kurang 3 bulan bermula pada bulan Disember 2013 hingga Februari 2014 di 20 zon di Putrajaya, Malaysia. Pengkaji memulakan kajian lapangan ini dengan kaedah penelitian empirikal untuk mengesan punca permasalahan. Penyemakan data disahkan di lapangan secara praktikal bagi mengenalpasti aplikasi perancangan rekabentuk serta semua laluan data perkhidmatan bas yang telah disediakan adalah benar. Data pemerhatian iaitu masa ketibaan, masa perjalanan, masa berlepas, kod laluan, stesen asalan dan destinasi laluan serta liputan zon bagi laluan yang ditetapkan diteliti dan direkodkan. Pengukuran jarak diambil dengan menggunakan meter bas. Analisa menggunakan model matematik dengan memaksimumkan kepadatan laluan sebagai parameter dan kekangan bagi menilai laluan-laluan bas kod L yang optimum. Pengiraan analisa optimum adalah kombinasi MATLAB R2012b dan M. Excel 2010.

4.1 Kajian lepas laluan terpendek dan laluan padat

Pengoptimuman perkhidmatan bas sering digabungkan dengan algoritma bagi menghasilkan nilai prestasi yang cepat dan tepat. Salah satu algoritma yang mempunyai hubungkait ialah Sistem Koloni Semut (ACS). ACS adalah paradigma pengkomputeran yang diadaptasi daripada fungsi semut sebenar dalam penjelajahan mencari makanan. Medium yang digunakan oleh semut untuk menyampaikan maklumat kepada semut yang lain mengenai laluan terpendek ke laluan makanan yang dijumpai, ialah pheromone iaitu sejenis kimia yang dikeluarkan secara semulajadi. Dalam permasalahan laluan rangkaian bas, analogi penjelajahan semut ini dianggap sebagai rangkaian bas. Semut-semut ini akan dilepaskan mengikut penetapan laluan mengikut zon liputan dan dianalisa jalan yang optimum bagi laluan bas tersebut. Dalam kajian masa perjalanan yang minimum, penyelesaian laluan terpendek merupakan salah satu penyelesaian yang telah pun dikaji dan memberi kesan perkhidmatan yang berkesan. Chien *et al.* [23] memodelkan jarak terpendek untuk penumpang akses ke laluan bas dengan fungsi kiraan masa akses. Yoshikawa dan Otani [24] mengkaji Sistem Algoritma Koloni Semut(ACO) digabungkan pencarian Tabu. Teknik hibrid ini dibuktikan mampu untuk mencari laluan yang paling pendek apabila *blind alley* atau lorong gelap diwujudkan untuk semut-semut. Eksperimen membuktikan prestasi pencarian menggunakan ACO berkesan berbanding algoritma *Dijkstra*. Sistem

rangkaian laluan ekspres Singapura menunjukkan hasil pengurangan masa perjalanan dan pilihan terhadap laluan terpendek apabila Alves et al. [25] menambahbaik parameter *pheromone* koloni semut. Kajian laluan terpendek tersebut kemudiannya dikemaskini dengan mencari bilangan penumpang per jarak laluan dan menghasilkan laluan berkepadatan tinggi menggunakan ACO secara selari (*Coarse Grain Paralell*) oleh Yu et al. [26] dan Yang et al. [27] manakala Gomina et al. [11] pula memberi tumpuan dalam sistem bas rapid transit (BRT). Kajian telah membuktikan laluan terpendek bagi perkhidmatan bas tidak semestinya mempunyai penumpang yang ramai. Faktor-faktor lain yang turut mempengaruhi bilangan penumpang adalah seperti populasi penduduk yang menggunakan perkhidmatan bas di laluan tersebut, kos yang minimum, perkhidmatan bas yang kerap, maklumat jadual perjalanan bas yang mudah akses dan terkini juga adalah pengaruh yang sangat penting bagi penumpang.

4.2 Penyelesaian optimum

Kertas ini mengkaji kepadatan penumpang sebagai parameter maksimum untuk mendapatkan laluan jaringan bas semasa di luar waktu puncak. Kekangan parameter ditumpukan terhadap bilangan penumpang minimum dan maksimum dalam tempoh setahun per jarak laluan dan penjumlahan laluan pada tahun berikutnya untuk penyelesaian optimum. Pengiraan kepadatan menggunakan persamaan 1 dan kekangan penumpang telah diubahsuai seperti persamaan 2 daripada [11], [26] dan [27].

$$Max D_{odo} = \frac{\sum_{i \in N} \sum_{j \in N} S P_{ij} x_{ij}}{\sum_{i \in N} \sum_{j \in N} \Delta_{ij} l_{ij} x_{ij}} \quad (1)$$

di bawah kekangan

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{min} \leq P_{od} \leq P_{max} \\ Q^{sum} > Q_{min} \\ q^x \leq q_{max}^x \\ b^n \leq b_{max}^n \\ Q^{ij} < Q_{max}^{ij} \\ \forall l_{ij} > 0.5km \\ \sum_n x_{mn} = 1 \quad \forall m \text{ on } S_{OD} \\ NTR > 50\% \\ od \in F \end{array} \right. \quad (2)$$

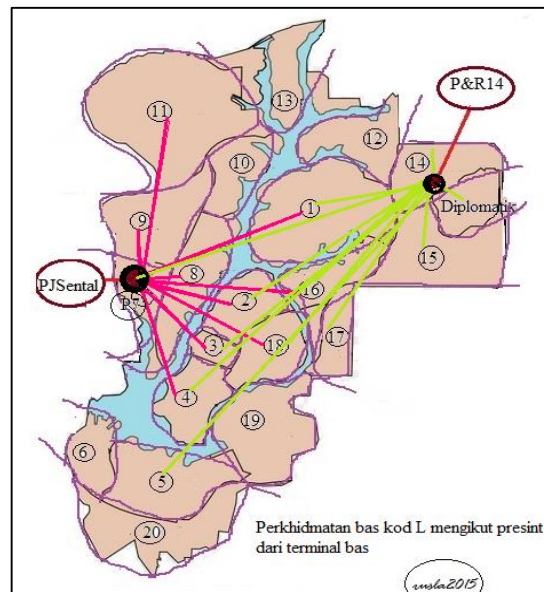
di mana, D = kepadatan, o, d = asal, destinasi, i, j = hentian i dan j, N = bilangan, SP = bilangan penumpang, l = jarak laluan satu pusingan lengkap, Q = Jumlah keseluruhan penumpang, q = jumlah penumpang, F = Frekuensi.

5.0 ANALISA KAJIAN KES DI PUTRA JAYA

Wilayah Persekutuan Putrajaya adalah antara negeri yang mencatatkan kadar pertumbuhan tertinggi bagi

tempoh tahun 2000-2010 iaitu 17.8% dengan kepadatan penduduk seramai 1,478 orang setiap kilometer persegi. Antara faktor penyebab penduduk tertumpu di bandar ini ialah kerana status urbanisasinya yang mencapai 100% [29]. Signifikan dengan kepadatan penduduk di kawasan ini, pengzonan kawasan wilayah ini sebagai presint dibuat untuk melancarkan pengurusan pentadbiran. Rajah 1 menunjukkan terminal pengangkutan bas kod L yang beroperasi pada setiap presint yang ditandakan.

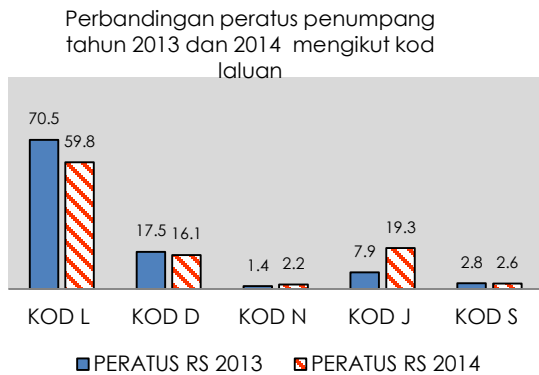
Bas-bas NadiPutra beroperasi secara inter-bandar di luar wilayah yang terpilih, intra-bandar di dalam wilayahnya dan sewa khas. Perkhidmatan kod L ialah perkhidmatan intra bandar di mana ia beroperasi dalam waktu bukan puncak. Jarak kepala atau frekuensi perkhidmatannya 30 minit sekali bermula seawal 6.30 pagi dan berakhir 7.30 malam. Perkhidmatan bas oleh NadiPutra menggunakan 2 jenis bas iaitu bas 12m dan 9m dengan kapasiti penumpang masing-masing 60 orang (40 duduk 20 berdiri) dan 35 orang (25 duduk dan 10 berdiri). Sebanyak 146 bas NGV dan 4 bas diesel (panjang 12m) dan 25 NGV (panjang 9m) yang menjadikan bas berjumlah 175 buah yang digunakan untuk operasi di laluan yang ditetapkan.



Rajah 1 Pembahagian kawasan perkhidmatan bas kod L bukan waktu puncak di Putra Jaya. (Sumber peta: Adaptasi daripada <http://en.wikipedia.org/wiki/Putrajaya>)

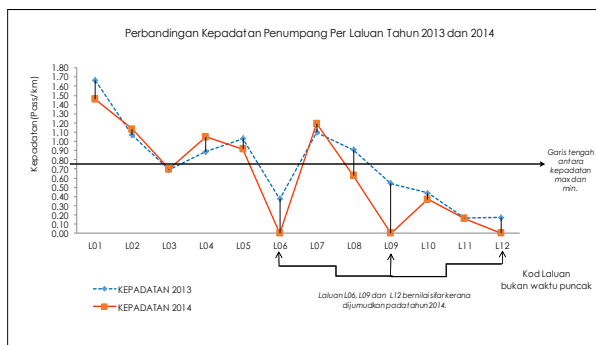
Rajah 2 menunjukkan perkhidmatan bas intra di dalam Putrajaya berdasar kod. Perkhidmatan kod – kod lain iaitu kod D-perjalanan terus, kod J- laluan luar, kod N- laluan malam dan kod S laluan khas. Kod-kod ini menunjukkan perbandingan peratus penumpang selama 2 tahun. Didapati laluan kod L iaitu laluan di luar waktu puncak mempunyai peratus penumpang paling ramai. Ini adalah kerana masa perkhidmatan kod ini adalah yang paling lama iaitu 13 jam. Pada

tahun 2013, kod L mempunyai 12 laluan yang kemudiannya dijumlahkan sebanyak 4 laluan oleh pihak berkuasa Putrajaya menjadikan 8 laluan pada tahun 2015.



Rajah 2 Perbandingan peratus penumpang dengan kod perkhidmatan bas di Putrajaya

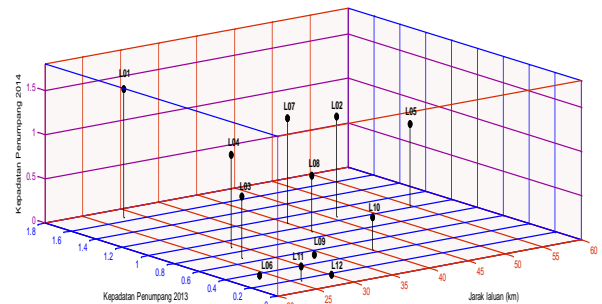
Pengiraan data bilangan penumpang dan jarak laluan perkhidmatan bas selama dua tahun dikira menggunakan persamaan 1 dan 2. Keputusan ditunjukkan di dalam Rajah 3 iaitu kepadatan penumpang melawan kod laluan pada tahun 2013 dan tahun 2014. Garis tengah kepadatan dibahagikan kepada dua bahagian antara kepadatan maksimum dan minimum. Kepadatan maksimum pada tahun 2013 dan 2014 di atas garis tengah dikira selamat iaitu laluan L01, L02, L04, L05 dan L07 manakala kepadatan minimum iaitu laluan yang berada di bawah garis tengah pada tahun 2013 ialah L06, L09, L10, L11 dan L12. Laluan L03 dan L08 dikategorikan sebagai kepadatan sederhana kerana berada hampir dengan garis tengah kepadatan. Laluan-laluan berkepadatan minimum dan kepadatan sederhana memerlukan kajian yang lebih terperinci untuk proses penambahbaikan kecuali L11 dan L12 yang memerlukan proses pemulihan. Bacaan sifar L06, L09 dan L12 pada tahun 2014 adalah kerana laluan ini telah dijumlahkan oleh pihak berkuasa Putrajaya dengan mempertimbangkan faktor bilangan penumpang yang sedikit.



Rajah 3 Perbandingan Kepadatan Penumpang Per Laluan Tahun 2013 dan 2014

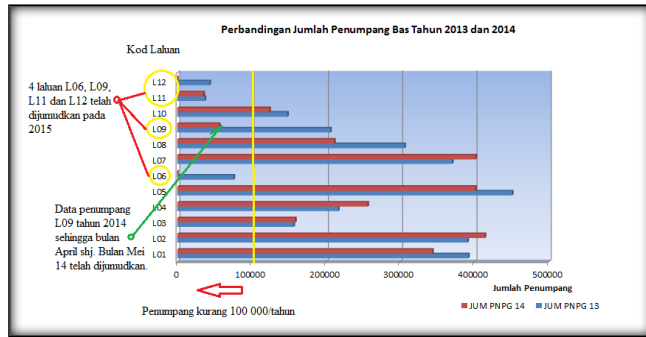
Perbandingan kepadatan dengan jarak laluan paling minimum ke jarak laluan maksimum dan kod laluan terlibat ditunjukkan dalam Rajah 4. Contoh bacaan melibatkan empat parameter iaitu laluan kod L08 berjarak 40 km mempunyai kepadatan 0.9 tahun 2013 dan 0.6 pada tahun 2014. Kelihatan dengan ketara pada rajah himpunan empat kod laluan yang berkepadatan rendah dengan jarak minimum. Ini menunjukkan jarak minimum (< 30km per pusingan pergi balik) yang disediakan di laluan L06, L09, L11 dan L12 tidak berjaya mempengaruhi penumpang untuk menggunakan perkhidmatan bas. Himpunan tiga laluan L07, L02 dan L05 berkepadatan seragam berjarak 40km dan ke atas. Laluan paling panjang L05 dengan jarak 55 km didapati kepadatannya merosot sebanyak 11% pada tahun 2014. Kepadatan yang rendah selama dua tahun berturut-turut memerlukan satu usaha yang keras bagi memastikan permasalahan yang berlaku ditangani dengan sebaiknya.

Antara faktor yang perlu menjadi teras keutamaan rekabentuk perkhidmatan adalah masa perjalanan yang tidak terlalu lama, masa ketibaan dan berlepas bas yang tepat serta liputan laluan yang tidak terlalu banyak destinasi.



Rajah 4 Kepadatan penumpang dengan jarak laluan 1 pusingan

Seciranya penilaian laluan berdasarkan bilangan penumpang yang paling ramai tahun 2013 dan 2014 seperti Rajah 5, laluan paling maksimum diambil pada garis bilangan penumpang melebihi 100 000 orang manakala laluan minimum di bawah 100 000 orang. L06, L11 dan L12 adalah laluan paling sedikit pada tahun 2014 menyebabkan ia dijumlahkan. Jika diteliti bilangan penumpang laluan L09 adalah tinggi iaitu melebihi 200 000 orang pada tahun 2013. Oleh itu penjumlahan L09 bukan disebabkan bilangan penumpang yang sedikit, tetapi kerana pertindihan destinasi laluan.

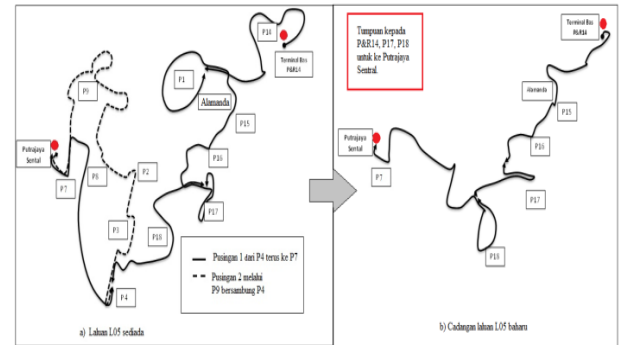


Rajah 5 Jumlah penumpang minimum dan maksimum mengikut jarak laluan

Merujuk kepada keputusan kajian yang diperolehi, beberapa syor digariskan sebagai panduan untuk syarikat operasi bas untuk mengemaskini laluan perkhidmatan mereka mengikut sumber yang ada;

- (a) Penjumudan laluan hendaklah mengambilkira parameter-parameter kepadatan penumpang dan ketepatan masa dan bukannya mengikut bilangan penumpang semata-mata. Faktor kepadatan mengambilkira jarak perjalanan bas yang terlibat dengan laluan perkhidmatannya.
- (b) Laluan minimum dan maksimum menunjukkan kepadatan penumpang bagi laluan yang telah ditetapkan. Kapasiti muatan bas yang diperuntukan hendaklah mencukupi dengan dicadangkan tambahan frekuensi bas dalam tempoh 15- 25 minit bagi laluan maksimum padat. Bagi laluan minimum dicadangkan frekuensi dikekalkan dengan menggunakan bas mini atau van.
- (c) Penetapan masa perjalanan ke suatu destinasi hendaklah dihadkan tidak lebih 20 minit. Ini bermaksud liputan destinasi hendaklah diubah dengan penetapan setiap transit mesti kurang daripada tiga zon kawasan. Kajian oleh Nielson [28] menyatakan masa menunggu yang berkurang akan menyebabkan kesan yang sangat positif kepada penumpang. Frekuensi optimal setiap 5 minit hingga 12 minit akan memberi kesan terhadap penumpang sehingga tidak perlu mengingati jadual berlepas. Rahmat [29] juga menyatakan jarak kepala perkhidmatan bas waktu siang seharusnya tidak lebih 20 minit manakala waktu malam tidak lebih 60 minit.
- (d) Penetapan laluan perkhidmatan zon bagi kepadatan penumpang yang kurang daripada 0.4 hendaklah diteliti semula. Jadual dan laluan perkhidmatan dicadangkan disusun semula supaya jarak perjalanan tidak terlalu panjang contohnya cadangan laluan L05 seperti ditunjukkan Rajah 6. Masa perjalanan yang terlalu lama menyebabkan kesan negatif kepada penumpang dan kurang motivasi kepada pemandu. Garis laluan yang terlalu banyak liputan kawasan dan jalan yang berliku adalah sangat tidak digalakkan. Laluan terbaik dicadangkan

berbentuk garis [30] dan tidak lebih daripada dua cabang [29].



Rajah 6 Laluan L05 a) sedia ada dan b) selepas cadangan

- (e) Pengukuhan jadual ketibaan dan berlepas bas perlu diselaras dengan masa yang tepat. Petunjuk masa dan lokasi ketibaan perlu disediakan di dalam bas. Masa yang tidak selaras antara masa sebenar di terminal dengan mesin tiket elektronik haruslah dikemaskini. Perbezaan masa walaupun kecil memberi impak yang besar kepada pengguna perkhidmatan awam.
- (f) Penguatkuasaan sekatan terhadap kenderaan persendirian perlu dilaksanakan secara berjadual dengan maklumat awal kepada pengguna akan menggalakkan penggunaan pengangkutan bas disamping perancangan perkhidmatan yang perlu dikemaskini.
- (g) Sebaiknya perkhidmatan ini boleh dimulakan oleh semua penjawat awam di dalam wilayah Putrajaya tanpa diskriminasi kelas. Ia boleh dimulakan dengan menetapkan hari dalam seminggu atau pun sebulan khusus untuk pengangkutan bas. Perubahan ini akan lebih memotivasikan orang ramai terhadap kepentingan pengangkutan awam demi bandar lestari yang menjadi teras wawasan. Selain itu ia boleh menaikkan status pengangkutan awam ke tahap yang lebih efisien dan berkualiti.

6.0 KESIMPULAN

Pemilihan laluan terpendek bagi pengguna rangkaian bas menjadi pilihan yang terbaik dalam menentukan masa perjalanan yang minimum. Walau bagaimanapun perkhidmatan bas perlu mengutamakan penumpang yang berkepadatan tinggi dengan jarak laluan yang optimum. Jarak laluan bas yang panjang dengan masa perjalanan yang lama sebenarnya tidak menguntungkan kedua-dua belah pihak. Oleh itu syarikat bas perlu sentiasa mengemaskini laluan-laluan perkhidmatannya bagi memuaskan hati pengguna serta menjana pendapatan yang menguntungkan dengan kos operasi yang optimum.

Penghargaan

Penulis merakamkan terima kasih kepada Pegawai Eksekutif Operasi dan Jurutera Mekanikal, Pengangkutan Bas Awam NadiPutra, Perbadanan Putrajaya, Depo 9, Presint 9 Putrajaya di atas kerjasama yang telah diberikan.

Rujukan

- [1] Suruhanjaya Pengangkutan Awam Darat (S.P.A.D.). 2012. <http://www.spad.gov.my/ms/isbsf/kajian-kepuasan-penumpang>.
- [2] Borhan, M. N., S. Deprizon, N. Mohd Akhir, M. R. Mat Yazid, A. Ismail, and R. A. Rahmat. 2014. Predicting the Use of Public Transportation: A Case Study from Putrajaya, Malaysia. *Hindawi Publishing Corporation Scientific World Journal*. 784145: 9 pages.
- [3] Yukawa, S., M. A. Ladin, A. Ismail, R. A. Abdullah. 2014. Public Transport System in Local City and Rural Area: Comparative Study Between Malaysia and Japan. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. 69(6): 69-72.
- [4] Borhan, M. N., R. A. A. O. K. Rahmat, A. Ismail, N. Mohd Akhir. 2013. Kesan Masa Perjalanan Bas dan Bayaran Tempat Letak Kereta Terhadap Penggunaan Pengangkutan Awam di Putrajaya. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. 61(1): 67-71.
- [5] Minhan, A., S. Shahid dan I. Ahmed. 2014. An Investigation Into Qualitative Differences Between Bus Users and Operators for Intercity Travel in Malaysia. *Jurnal Teknologi*. UTM, Malaysia.
- [6] Chuen, O. C., M. R. Karim, and S. Yusoff. 2014. Mode Choice between Private and Public Transport in Klang Valley, Malaysia. *Hindawi Publishing Corporation Scientific World Journal*. 394587: 14 pages.
- [7] Abdullah, A. A. dan R. Mat Talip. 2013. RapidKL Bus Service in City Center, Kuala Lumpur, Malaysia: An Epitome of Good Service? *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. 3(4). ISSN: 2222-6990.
- [8] Mohd Noor, H., N. Nasrudin, J. Foo. 2014. Determinants of Customer Satisfaction of Service Quality: City Bus Service in Kota Kinabalu, Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 153: 595-605.
- [9] Soh, K. L., C. L. Chong, W. P. Wong, Y. H. Hiew. 2014. Proclivity of University Students to Use Public Bus Transport Service. *Comprehensive Research Journal of Education and General Studies (CRJEGS)*. 2(2): 024-034.
- [10] Borhan M. N., R. A. A. O.K. Rahmat, A. Ismail and R. Ismail, 2011. Prediction of traveling behavior in Putrajaya, Malaysia. Maxwell Scientific Organization, 2011. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 3(5): 434-439.
- [11] Gomina, M., F., Z. Yang, T. Evans Ago. 2014. The Design of Bus Rapid Transit Routes in Cotonou based on Ant Colony Optimization Algorithm. *International Conference on Logistics Engineering, Management and Computer Science (LEMCS 2014)*.
- [12] Cârlan V., E. Roşca and M. A. Roşca. 2014. Urban and Peri-Urban Passenger Transport Integration Through Hub-And-Spoke-Network. Theoretical and Empirical Researches in Urban Management. 9(1).
- [13] Jiang, X., X. Guo and B. Ran. 2014. Optimization Model for Headway of a Suburban Bus Route. *Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering*. 979062: 6 pages.
- [14] Lin, J.-J., and H.-I. Wong. 2014. Optimization of a Feeder-Bus Route Design by Using a Multiobjective Programming Approach. *Transportation Planning and Technology*. 37(5): 430-449.
- [15] Yajima, M., K.Sakamoto, H.Kubota. 2013. Efficacy of Bus Service Reorganization Utilizing a Hub-And-Spoke Topology And DRT To Meet Community Needs: A Case Study Of Tokigawa Town. *IATSS Research*. 37(2013): 49-60.
- [16] Xiaoni, H., J. Wenzhou, Y. Yazao. 2014. Scheduling Combination Optimization Research for Bus Lane Line. *Telkomnika Indonesian Journal of Electrical Engineering*. 12(1): 809-817.
- [17] Chen, Q. 2014. Global Optimization for Bus Line Timetable Setting Problem. *Hindawi Publishing Corporation Discrete Dynamics in Nature and Society*. 636937: 9 pages.
- [18] Lin, P.Q., N. Zhang, J. M. Xu, Y. Wang. 2014. Combinatorial Optimization of Multiple Buses Docking at BRT Station with 1 Multiple Sub-stops and Docking Bays for Guangzhou BRT system. TRB 2014, 93rd Annual Meeting Washington D.C.
- [19] London Transport Committee. 2013. Report of Bus Services in London.
- [20] Kim, J., S. Soh. 2012. Designing Hub-and-Spoke School Bus Transportation Network: A Case Study of Wonkwang University. *Promet-Traffic&Transportation*. 24(5): 389-394.
- [21] Dandapat, S., B. Maitra. 2014. An Approach For Identifying Optimal Service For Rural Bus Routes. Case Studies on Transport Policy. CSTP-43; No. of Pages 8.
- [22] Hosapujari, B. A. and A. Verma. 2013. Development of a Hub and Spoke Model for Bus Transit Route Network Design. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 104: 835-844.
- [23] Chien, S. I., B. Dimitrijevic, L. Spasovic. 2003. Optimization of Bus Route Planning in Urban Commuter Networks. *Journal of Public Transportation*. 6: 53-79.
- [24] Alves, D., J. Van Ast, Z. Cong, B. De Schutter, and R. Babu. 2010. Ant Colony Optimization for Traffic Dispersion Routing. *Proceedings of the 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems. (ITSC 2010)*.
- [25] Yu, B., Z. Yang, C. Cheng and C. Liu. 2005. Optimizing Bus Transit Network With Parallelant Colony Algorithm. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. 5: 374-389.
- [26] Yang, Z., B. Yu & C. Cheng. 2007. A Parallel Ant Colony Algorithm for Bus Network Optimization. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. 22(2007): 44-55.
- [27] Malaysia Land Public Transport Commission, National Key Results Area for Urban Public Transport, in NKRA Initiatives. 2011. Malaysia Land Public Transport Commission Kuala Lumpur.
- [28] Nielsen, Gustav. 2012. Key Factors of Network Design For Seamless, Intra-Regional Public Transport. KOTI-ITF/OECD Seminar on Seamless Public Transport for All.
- [29] Rahmat, Riza Atiq Abdullah. 2015. *Perancangan Pengangkutan Bandar*. UKM Press. 82-84.
- [30] Nielsen, G., T. Lange, C. Mulley & J. Nelson. 2006. Network Planning and Design for Public Transport Success and Some Pitfalls. European Transport Conference.