

Research Article

Pengaruh Optimalisasi Rute terhadap Kelayakan Finansial Angkutan Umum

Togi Haidat Mangara^{1*} 

¹Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

*Correspondence author: togi.hm@untirta.ac.id

Article Info: Received: 01 April 2023 | Revised: 10 April 2023 | Accepted: 30 April 2023

Abstract: Bus sekolah maupun transportasi umum lainnya termasuk ke dalam barang publik yang harus dapat dinikmati oleh semua kalangan masyarakat dengan nyaman. Meskipun demikian, dalam penyediaan barang publik tentu harus juga memperhatikan aspek kelayakan finansial agar beban biaya bagi penyelenggara proyek dapat diminimalisir dengan adanya analisis kelayakan finansial yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh dari adanya perubahan rute terhadap kelayakan finansial. Objek dalam penelitian ini adalah program Bus Sekolah Kota Bandung yang sudah berjalan sejak tahun 2015 akan tetapi dari penelitian sebelumnya ditemukan fakta bahwa pemanfaatannya masih belum optimal. Sehingga perlu adanya upaya optimalisasi rute dalam meningkatkan efektifitas dan efisiensinya serta perlu diukur sejauh mana proyek tersebut layak secara finansial. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas analisis pemodelan rute menggunakan aplikasi berbasis SIG, analisis biaya operasional kelayakan, dan analisis *net present value* untuk menghitung kelayakan finansialnya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan rute memiliki dampak yang besar terhadap perubahan biaya yang dihasilkan oleh satu unit armada bus sekolah. Perubahan biaya tersebut berupa peningkatan biaya dari rute eksisting sehingga jika dilihat secara finansial, maka rute hasil pemodelan tidak layak karena memberikan beban biaya yang lebih besar dibandingkan rute eksisting.

Keywords: bus sekolah; kelayakan finansial; BOK; NPV; SIG

JEL Classification: xxx

How to Cite: Mangara, T.H. (2023). Pengaruh Optimalisasi Rute terhadap Kelayakan Finansial Angkutan Umum. *Jurnal Ekonomi-Qu*, 13(1), 2541-1314. DOI: <https://dx.doi.org/1035448/jequ.v13i1.20279>

1. Introduction

Angkutan umum merupakan salah satu bentuk barang publik yang mana dapat dimanfaatkan oleh masyarakat secara umum tanpa perlu adanya persaingan maupun eksklusifitas di dalam pemanfaatannya (Cornes & Sandler, 1996) yang mana dalam sisi ekonomi angkutan umum membantu dalam memfasilitasi pergerakan penduduk terkait dengan kegiatan ekonomi masyarakat (Mankiw, 2016). Fasilitas kendaraan umum dalam penelitian terdahulu terbukti memberikan dampak terhadap ekonomi dari skala paling rendah, yaitu pengeluaran masyarakat, yang mana dapat dilihat dari adanya penurunan biaya untuk transportasi sebagai

hasil dari adanya penurunan waktu perjalanan (Deyas & Woldeamanuel, 2020). Dalam skala yang lebih luas, investasi dalam bidang transportasi public memiliki dampak dalam pengembangan ekonomi wilayah yang mana sistem transportasi perkotaan yang terekstensifikasi dapat membentuk/menciptakan pusat – pusat kegiatan ekonomi yang mana dapat bergabung membentuk kota – kota metropolitan seperti Tokyo, Paris, dan London (Pokharel dkk., 2023).

Salah satu moda transportasi umum yang dapat dilihat dalam lingkungan perkotaan adalah bus, yang mana dalam penelitian ini lebih spesifik lagi adalah bus sekolah dengan studi kasus, yaitu program Bus Sekolah Kota Bandung yang diluncurkan oleh Dinas Perhubungan Kota Bandung sejak tahun 2015. Program ini dilaksanakan dalam rangka memberikan pelayanan transportasi secara gratis kepada para pelajar di Kota Bandung dari usia Sekolah Dasar hingga usia Sekolah Menengah Atas. Penelitian terdahulu menemukan fakta bahwa keberjalanan dari program ini ternyata belum efektif yang dilihat dari tingkat okupansi kendaraan yang belum mencapai tingkat optimal, yaitu rata – rata 70% dari kapasitas kendaraan (Mangara, 2017). Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa alasan tingkat keterisian yang rendah dikarenakan pelajar yang enggan untuk menggunakan bus sekolah dengan alasan rute yang tidak melewati tempat tinggalnya dan juga waktu tunggu serta waktu perjalanan yang terlalu panjang. Dengan demikian, diperlukan adanya optimalisasi rute untuk merubah konfigurasi rute eksisting menjadi rute yang lebih optimal.

Akan tetapi, tentu saja perubahan rute atau apapun perubahan teknis dalam operasional infrastruktur transportasi akan mempengaruhi nilai ekonomi dari infrastruktur transportasi tersebut yang mana salah satunya dapat dilihat pada perubahan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) (Haryati, 2020; Lestari dkk., 2018). Dengan demikian, perlu dilakukan suatu penelitian untuk melihat seberapa besar pengaruh dari adanya perubahan rute dalam rangka optimalisasi rute terhadap kelayakan finansial dari suatu proyek, yang mana dalam kasus ini adalah penyelenggaraan Bus Sekolah Kota Bandung.

2. Literature Review

Optimalisasi rute angkutan umum, khususnya dalam bus sekolah, merupakan bagian dari bidang riset yang terhimpun di dalam *School Bus Routing Problem* (SBRP). SBRP merupakan objek penelitian yang sudah berusia cukup tua dan terus menerus mengalami perubahan dan peningkatan yang mana inti dari bidang riset ini intinya adalah bagaimana rute bus sekolah dapat mencapai optimal melalui satu, beberapa, maupun semua hal yang terkait dengan pemilihan halte bus sekolah, penentuan rute sekolah, penjadwalan rute bus sekolah, dan perumusan kebijakan transportasi strategis (Ellegood dkk., 2019; Park & Kim, 2010).

Penelitian ini menitikberatkan pada dua fokus dalam SBRP, yaitu pemilihan halte bus sekolah dan penentuan rute sekolah. Secara prinsip, tahapan pemilihan halte bus sekolah dalam konteks SBRP merupakan tahapan yang mana setiap pelajar yang termasuk ke dalam area pelayanan bus sekolah dan juga jaringan jalan yang tersedia dianalisis untuk menentukan dimana saja lokasi halte yang optimal dengan berbagai batasan (Ellegood dkk., 2019; Park & Kim, 2010; Parvasi dkk., 2019). Penentuan halte bus sekolah dapat dibagi menjadi dua strategi, yaitu strategi LAR (*location – allocation – routing*) dan strategi ARL (*allocation – routing – location*). Strategi LAR digunakan dengan cara menentukan lokasi halte terlebih dahulu dan

kemudian pelajar – pelajar dialokasikan kepada halte – halte terpilih tersebut, sementara strategi ARL digunakan sebaliknya, yaitu pelajar dialokasikan terlebih dahulu sesuai dengan kapasitas bus sekolah dan kemudian baru ditentukan lokasi – lokasi halte yang optimal (Parvasi dkk., 2019; Schittekat dkk., 2013).

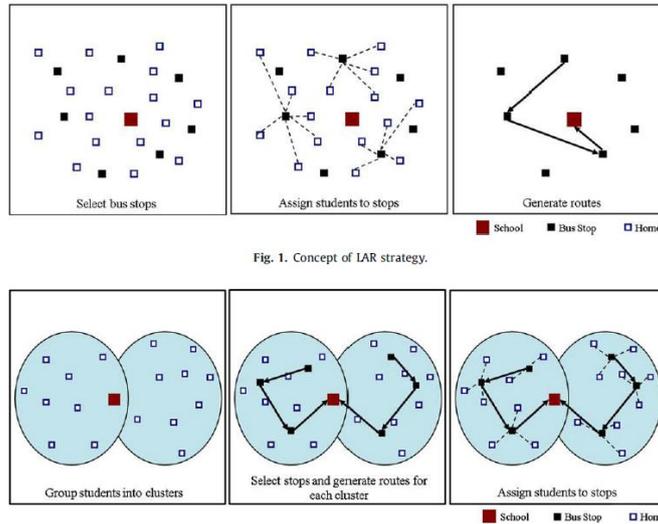


Fig. 1. Concept of LAR strategy.

Gambar 1: Ilustrasi Strategi LAR (atas) dan ARL (bawah)
Sumber: Park & Kim (2010)

Adapun kelayakan finansial dalam konteks ini dilihat dari aspek biaya, yaitu Biaya Operasional Kendaraan (BOK). BOK merupakan biaya yang secara ekonomi dikeluarkan akibat adanya operasionalisasi dari suatu kendaraan pada kondisi normal yang mana terdiri atas dua komponen biaya, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung (Elkhasnet & Al Rasyid, 2020; Utami & Natio, 2021). Adapun secara perhitungan, nilai BOK dapat dihitung dengan menggunakan metode perhitungan *Pacific Consultant International* (PCI) yang mana dalam perhitungan tersebut BOK diukur berdasarkan kecepatan rata – rata dari suatu kendaraan (Tantry & Cahyono, 2022). Sementara itu, kelayakan finansial salah satunya dapat dianalisis dengan menggunakan analisis *Net Present Value* (NPV). NPV merupakan salah satu metode yang populer dalam mengukur nilai valuasi ekonomi dari suatu proyek pembangunan yang mana pada intinya, NPV menghitung nilai bersih dari arus keuangan proyek di masa mendatang dengan perspektif masa sekarang dengan beberapa prinsip diantaranya: nilai uang di masa mendatang (*future value*) akan lebih rendah dibandingkan nilai uang masa sekarang (*present value*) dan juga pendekatan ini memperhitungkan seluruh potensi dari arus kas di masa mendatang (Žižlavský, 2014).

Secara singkat, penelitian ini memadukan antara penelitian SBRP dengan analisis ekonomi dengan argumentasi bahwa bus sekolah merupakan barang publik sehingga dengan adanya perpaduan antara analisis teknik dan ekonomi dapat menghasilkan analisis yang komprehensif di dalam pengembangan kebijakan transportasi umum.

3. Methods

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang mana analisis dilakukan dalam tiga tahap, yaitu: (1) melakukan pemodelan optimalisasi rute dengan menggunakan aplikasi berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis)/GIS (*Geographic Information System*); (2) melakukan analisis perhitungan BOK sebelum dan sesudah pemodelan sesuai dengan ketentuan SK.687/AJ.206/DRJD/2002; dan (3) melakukan analisis perhitungan NPV untuk melihat kelayakan finansial dari rute bus sekolah sebelum dan setelah pemodelan.

3.1 Pemodelan Optimalisasi Rute

Berdasarkan penelitian Park & Kim (2010), pendekatan SBRP terdiri atas tahapan (1) persiapan data, (2) pemilihan halte bus, (3) penentuan rute, (4) penyesuaian waktu masuk sekolah, dan (5) penjadwalan rute. Namun, dikarenakan kompleksitas yang tinggi dan skala analisis yang besar, penelitian terkait SBRP umumnya menggunakan sebagian dari tahapan – tahapan tersebut meskipun seluruh tahapan tersebut saling terkait satu dengan lainnya (Ellegood dkk., 2019). Oleh karena itu, dalam penelitian ini tahapan SBRP yang digunakan adalah tahapan (1), (2), dan (3). Seluruh tahap tersebut disiapkan dan diolah dengan menggunakan aplikasi berbasis SIG.

Data yang digunakan dalam analisis pemodelan ini terdiri atas data – data spasial terkait dengan lokasi sekolah, lokasi pelajar (kelurahan), data jaringan jalan, dan data lokasi halte bus eksisting. Sekolah – sekolah yang menjadi fokus dalam penelitian ini diantaranya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Lokasi Sekolah beserta Zonasinya

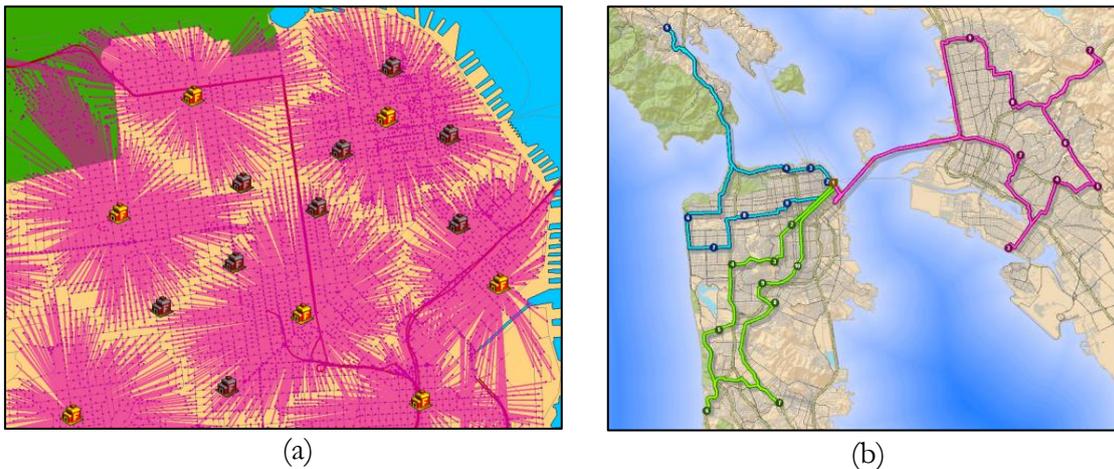
Nama Sekolah	Zona Sekolah (Berdasarkan aturan PPDB Kota Bandung)	Cakupan Wilayah Zona Sekolah	Jumlah Halte Eksisting
SMPN 5 Kota Bandung	A	35 kelurahan	71 halte
SMPN 35 Kota Bandung	A		
SMAN 1 Kota Bandung	A		
SMAN 19 Kota Bandung	A		

Tahapan kedua, yaitu pemilihan halte bus, dilakukan dengan menggunakan basis data yang dimiliki sebagaimana pada Tabel 1. Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan LAR, yaitu dengan terlebih dahulu menentukan dimana lokasi halte – halte yang optimal untuk kemudian menjadi acuan untuk alokasi pelajar yang dalam kasus ini adalah domisili kelurahan dimana para pelajar tinggal. Di dalam aplikasi SIG, fungsi yang dapat digunakan adalah fungsi *location-allocation* dengan ilustrasi yang dapat dilihat pada

(a) (b)

Gambar 1.

Tahapan ketiga dalam pemodelan optimalisasi rute ini adalah tahapan penentuan rute. Dalam tahapan ini, rute disimulasikan untuk dapat secara optimal melewati halte – halte yang sudah ditentukan pada tahapan sebelumnya. Fungsi yang digunakan untuk tahapan ini adalah fungsi *vehicle routing problem* (VRP) yang juga dilakukan didalam aplikasi SIG.



Gambar 1 Ilustrasi Penggunaan Fungsi (a) *Location-Allocation* dan (b) VRP pada Aplikasi ArcMap

Sumber: desktop.arcgis.com

3.2 Biaya Operasional Kendaraan

Nilai BOK diukur dengan menggunakan metode PCI dengan menggunakan dasar kecepatan rata – rata yang didapatkan dari sintesa pemodelan rute pada analisis sebelumnya. Hasil dari BOK menggunakan metode PCI ini disimbolkan dengan Y (biaya per 1000 km) dengan menggunakan data kecepatan V (kmj) dan juga komponen – komponen biaya lain yang disesuaikan dengan persamaan – persamaan di bawah. Bus sekolah, sebagaimana bus besar

pada umumnya, termasuk ke dalam golongan kendaraan jenis II A dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

- a) Persamaan Konsumsi Bahan Bakar (liter/1.000 km):

$$Y = 0,21557V^2 - 24,17699V + 947,80862 \quad (1)$$

- b) Persamaan Konsumsi Oli Mesin (liter/1.000 km):

$$Y = 0,00186V^2 - 0,22035V + 12,06486 \quad (2)$$

- c) Persamaan Biaya Pemakaian Ban (satu ban per 1.000 km):

$$Y = 0,0015553V + 0,0059333 \quad (3)$$

- d) Persamaan Biaya Perawatan (*Sparepart*) (biaya per 1.000 km dikalikan dengan nilai kendaraan yang terdepresiasi)

$$Y = 0,0000191V + 0,00154 \quad (4)$$

- e) Persamaan Biaya Awak Kendaraan (per 1.000 km):

$$Y = 0,01511V + 1,212 \quad (5)$$

- f) Persamaan Depresiasi (per 1.000 km dikalikan dengan setengah dari nilai kendaraan terdepresiasi):

$$Y = 1/(6V + 300) \quad (6)$$

- g) Persamaan untuk Bunga Modal (per 1.000 km dikalikan dengan setengah dari nilai kendaraan terdepresiasi):

$$Y = (0,15 \times 1.000)/(1.714,28571V) \quad (7)$$

- h) Persamaan untuk Asuransi (per 1.000 km dikalikan dengan setengah dari nilai baru kendaraan):

$$Y = 61/(1.714,28571V) \quad (8)$$

- i) Persamaan untuk Biaya Perjalanan (per 1.000 km dikalikan dengan upah):

$$Y = 1.000/V \quad (9)$$

- j) Persamaan Biaya *Overhead* (biaya tak terduga)

$$Y = 10\% \text{ dari sub total Persamaan (1)s.d (9)}$$

Metode PCI sebagaimana dituliskan pada persamaan (1) s.d. (9) menggunakan beberapa data terkait dengan operasionalisasi bus sekolah seperti gaji (upah), biaya pembelian kendaraan, biaya bahan bakar, dan biaya oli. Data – data tersebut tidak dihasilkan di dalam pemodelan sehingga dapat dijelaskan di dalam (tabel) berikut:

Tabel 2 Data Penunjang Perhitungan BOK Metode PCI

No.	Nama <i>Item</i>	Harga (Rp)
1.	Biaya pembelian kendaraan (bus kapasitas 60 penumpang)	1.000.000.000
2.	Biaya depresiasi kendaraan ¹	240.000.000
3.	Upah awak kendaraan (per bulan) ²	4.048.462,69
4.	Biaya bahan bakar (per liter)	6.800
5.	Biaya oli (per liter)	60.000

6. Biaya ban (per satu unit)	3.000.000
------------------------------	-----------

Diolah dari berbagai sumber
¹ menggunakan asumsi masa penyusutan/ usia ekonomis angkutan umum selama 5 tahun dan biaya residu sebesar 20% dari biaya kendaraan baru
² UMK Kota Bandung

3.3 NPV

Perhitungan NPV yang digunakan dalam penelitian ini merupakan perhitungan NPV secara generik dengan menggunakan data arus keuangan selama periode proyek dan juga tingkat bunga (Žižlavský, 2014). Periode proyek dalam penelitian ini diasumsikan berjalan selama 5 tahun mengikuti usia ekonomis kendaraan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} \quad (10)$$

Yang mana NPV = *net present value*; NCF_t = arus keuangan bersih di tahun t ; dan r = tingkat bunga.

4. Results and Discussion

4.1 Hasil Pemodelan Optimalisasi Rute

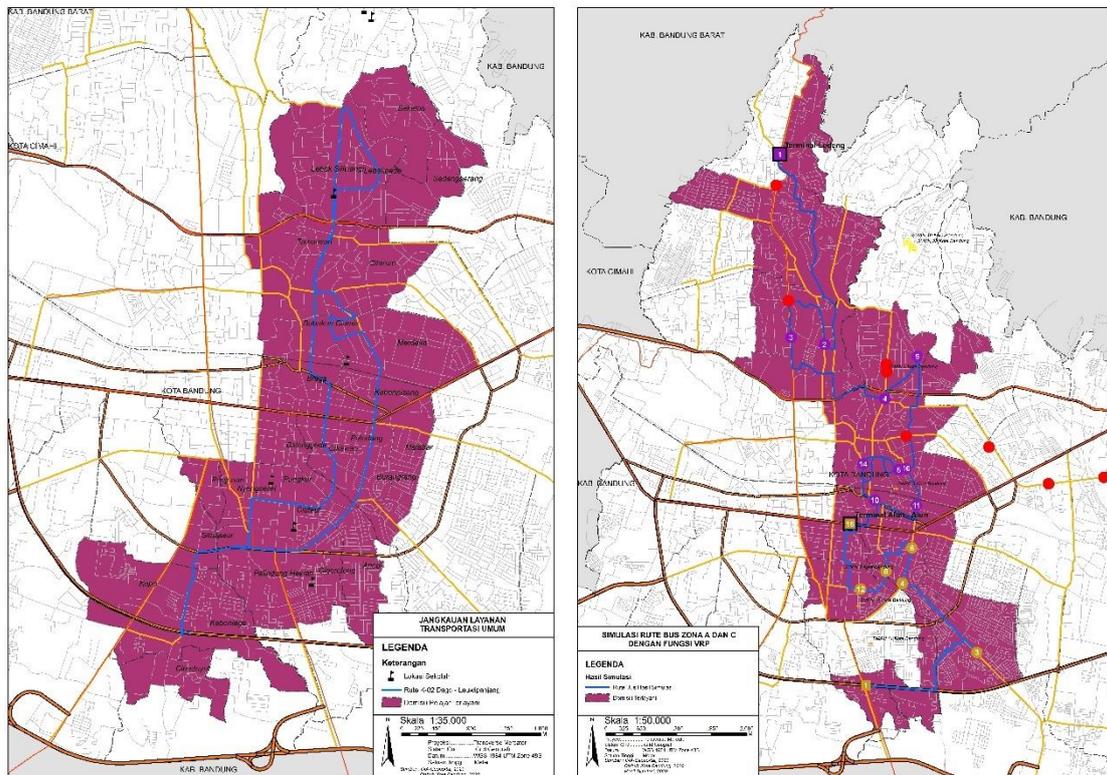
Hasil pemodelan menunjukkan hasil yang beragam, terdapat beberapa perubahan terkait dengan panjang rute, waktu perjalanan, wilayah pelayanan, dan juga kecepatan rata – rata dari rute eksisting. Terdapat catatan yang mana dalam kondisi eksisting, bus sekolah tidak secara spesifik berhenti pada halte bus yang berarti awak bus masih secara sembarangan menaikkan dan menurunkan penumpang di jalan raya. Dalam pemodelan, jumlah halte ditentukan dengan asumsi bahwa setelah pemodelan awak bus sekolah akan tertib untuk berhenti di halte. Perubahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Perbandingan Rute Eksisting dengan Rute Hasil Pemodelan

Indikator	Rute Eksisting	Rute Hasil Pemodelan
Panjang trayek	12 km	16,25 km
Lama perjalanan	2 jam	2 jam 30 menit
Kecepatan rata - rata	6 km/jam	6,5 km/jam
Wilayah pelayanan	21 kelurahan	30 kelurahan
Jumlah halte ¹	n/a	16 halte

Hasil tersebut menunjukkan bahwa dari segi panjang trayek maupun lama perjalanan mengalami peningkatan yang artinya satu armada bus melayani dengan durasi yang lebih panjang dari sebelumnya. Akan tetapi, terdapat perubahan pada kecepatan rata – rata yang

ikut meningkat dan juga wilayah pelayanan yang menjadi lebih luas yang artinya banyak pelajar yang akan terlayani dengan bus sekolah. Gambaran secara spasial mengenai perubahan rute tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Visual Perbandingan Rute Eksisting dengan Hasil Pemodelan

4.2 Hasil Perhitungan BOK

Perhitungan BOK dengan menggunakan metode PCI terlebih dahulu menghitung persamaan – persamaan yang nantinya akan dikalikan dengan data – data dasarnya. Metode ini menghasilkan jumlah dalam satuan per 1.000 km yang mana pada hasil akhirnya dihitung kembali agar didapatkan data satuan biaya per km dan per tahun untuk perhitungan NPV. Hasil perhitungan variabel persamaan PCI dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Variabel Biaya Berdasarkan Metode PCI

Komponen Biaya	Variabel Perhitungan PCI	
	Rute Eksisting	Rute Pemodelan

Konsumsi Bahan Bakar	810,5072	799,7660175
Konsumsi Oli Mesin	10,80972	10,71117
Biaya Pemakaian Ban	0,0152651	0,01604275
Biaya Perawatan	0,0016546	0,00166415
Biaya Awak Kendaraan	1,30266	1,310215
Biaya Depresiasi	8,333333333	7,692307692
Bunga Modal	0,014583333	0,013461538
Asuransi	0,005930556	0,005474359
Biaya Perjalanan	166,6666667	153,8461538

Kemudian, data tersebut dihitung kembali dengan menggunakan dasar data dari Tabel 2 sehingga menghasilkan data biaya per 1.000 km yang kemudian dihitung kembali agar didapatkan data biaya per km sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Komponen Biaya

Komponen Biaya	Biaya per 1000 km		Biaya per Km	
	Rute Eksisting	Rute Pemodelan	Rute Eksisting	Rute Pemodelan
Konsumsi Bahan Bakar	5.511.448,96	5.438.408,92	5.511,45	5.438,41
Konsumsi Oli Mesin	648.583,20	642.670,20	648,58	642,67
Biaya Pemakaian Ban	274.771,80	288.769,50	274,77	288,77
Biaya Perawatan	397.104,00	399.396,00	397,10	399,40
Biaya Awak Kendaraan	29.964,60	30.138,39	29,96	30,14
Biaya Depresiasi	1.000.000.000,00	923.076.923,08	1.000.000,00	923.076,92
Bunga Modal	1.750.000,00	1.615.384,62	1.750,00	1.615,38
Asuransi	2.965.277,79	2.737.179,49	2.965,28	2.737,18
Biaya Perjalanan	674.743.781,67	622.840.413,85	674.743,78	622.840,41
Sub Total	1.686.320.932,02	1.557.069.284,04	1.686.320,93	1.557.069,28
Biaya Overhead	168.632.093,20	155.706.928,40	168.632,09	155.706,93
Total Biaya	1.854.953.025,22	1.712.776.212,45	1.854.953,03	1.712.776,21

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan biaya sebesar Rp 142.176,81 sekitar 7,66 % dari biaya operasional kendaraan yang dihasilkan oleh rute eksisting dan rute hasil pemodelan. Akan tetapi, angka ini belum dapat memberikan gambaran terhadap biaya total yang dihasilkan dalam satu tahun. Secara angka, meskipun BOK per km dari rute hasil pemodelan lebih rendah dibandingkan dengan rute eksisting tetapi perlu diperhatikan kembali bahwa jarak perjalanan yang harus ditempuh dengan menggunakan rute hasil pemodelan lebih panjang dibandingkan dengan rute eksisting. Dengan demikian, nilai BOK

per KM itu pun harus dihitung kembali berdasarkan data yang dihasilkan oleh pemodelan pada Tabel 3.

Rute eksisting dalam satu tahun menempuh jarak perjalanan 15.840 km sementara rute pemodelan menempuh jarak 21.450 km dalam waktu satu tahun. Dasar perhitungannya adalah jika ritase yang ditempuh dalam satu hari tidak berubah yang artinya satu unit bus dalam satu hari melayani tiga waktu perjalanan, yaitu pagi, siang dan sore. Di setiap waktu, bus berjalan selama 2 (dua) rit untuk mengantarkan pelajar sehingga satu unit bus dalam satu hari beroperasi sebanyak 6 (enam) rit. Jumlah ritase tersebut yang kemudian dikalikan dengan jarak tempuh satu unit bus setiap ritnya baik untuk rute eksisting maupun rute pemodelan.

Kemudian hasil perhitungan tersebut dapat digunakan untuk menghitung BOK yang dihasilkan oleh rute eksisting maupun rute pemodelan per tahunnya sebagaimana pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Perhitungan BOK per Tahun

Komponen Biaya	Biaya per Tahun	
	Rute Eksisting	Rute Pemodelan
Konsumsi Bahan Bakar	87.301.352	116.653.871
Konsumsi Oli Mesin	10.273.558	13.785.276
Biaya Pemakaian Ban	4.352.385	6.194.106
Biaya Perawatan	6.290.127	8.567.044
Biaya Awak Kendaraan	474.639	646.468
Biaya Depresiasi	15.840.000.000	19.800.000.000
Bunga Modal	27.720.000	34.650.000
Asuransi	46.970.000	58.712.500
Biaya Perjalanan	10.687.941.502	13.359.926.877
Sub Total	26.711.323.563,21	33.399.136.142,76
Biaya Overhead	2.671.132.356,32	3.339.913.614,28
Total Biaya	29.382.455.919,53	36.739.049.757,04

4.3 Perbandingan Kelayakan Finansial

Perhitungan NPV yang dilakukan menggunakan asumsi – asumsi sebagai berikut: tingkat bunga menggunakan tingkat inflasi IHK per April 2023, yaitu 4,33%; periode waktu yang digunakan adalah 5 (lima) tahun mengikuti usia ekonomis kendaraan; arus keuangan yang digunakan sama dengan BOK dikarenakan pelayanan bus sekolah tidak memungut tarif kepada pelajar sehingga tidak ada komponen pendapatan dari operasional bus tersebut. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada

Tabel 7 Perhitungan NPV Rute Eksisting dan Rute Pemodelan

Rute Eksisting	Rute Pemodelan
----------------	----------------

NPV	Rp6.721.135.202,59	Rp8.403.930.607,71
-----	--------------------	--------------------

Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa NPV yang dihasilkan oleh rute pemodelan lebih besar Rp 1.682.795.405,12 atau 20 % dibandingkan dengan rute eksisting. Jika melihat dalam prinsip NPV secara normal, rute pemodelan akan menjadi pilihan terbaik. Akan tetapi, karena tidak terdapat komponen pendapatan (*benefit*) dalam perhitungan ini, maka nilai NPV yang dimaksud murni dari komponen biaya sehingga dalam jangka panjang, biaya yang dihasilkan oleh rute hasil pemodelan jauh lebih mahal dibandingkan dengan rute eksisting. Sehingga jika dilihat dari aspek kelayakan finansial maka rute eksisting masih lebih *feasible* untuk dipertahankan.

5. Conclusions and Recommendations

Dari hasil – hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan dari rute eksisting kepada rute pemodelan memberikan beban pembiayaan yang besar kepada pemilik proyek bus sekolah Kota Bandung. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai NPV biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan rute eksisting. Dapat disimpulkan pula bahwa transportasi sebagai barang publik sangat sensitif terhadap perubahan – perubahan yang sifatnya teknis seperti salah satunya perubahan rute tersebut. Akan tetapi, analisis ini masih dapat dikembangkan kembali dengan melihat aspek manfaat sosial (*net social benefit*) yang dapat menjadi bahan perhitungan NPV sehingga akan dapat terlihat mana yang memberikan manfaat lebih besar ditambah lagi rute hasil pemodelan menunjukkan peningkatan dari segi wilayah pelayanan yang artinya dengan rute hasil pemodelan maka akan lebih banyak pelajar yang terlayani oleh bus sekolah. Meskipun demikian, terdapat kekurangan dari penelitian ini terutama terkait dengan pemodelan spasial yang mana data – data yang digunakan dalam pemodelan belum bersifat *real-time* sehingga belum mempertimbangkan faktor – faktor lalu lintas lain seperti kemacetan dan lain sebagainya. Kekurangan tersebut dapat dikembangkan lagi dalam penelitian – penelitian selanjutnya dalam rangka memberikan gambaran yang lebih presisi terkait pemodelan transportasi dan juga pemodelan ekonomi.

Daftar Pustaka

- Cornes, R., & Sandler, T. (1996). *The Theory of Externalities, Public Goods and Club Goods* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174312>
- Deyas, G. T., & Woldeamanuel, M. G. (2020). Social and economic impacts of public transportation on adjacent communities: The case of the Addis Ababa light rail transit. *Research in Transportation Economics*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100970>
- Elkhasnet, E., & Al Rasyid, M. F. (2020). Analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Angkutan Kota Trayek Cimahi – Leuwipanjang Bandung. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 6(1). <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v6i1.33>
- Ellegood, W. A., Solomon, S., North, J., & Campbell, J. F. (2019). School bus routing problem: Contemporary trends and research directions. Dalam *Omega (United Kingdom)*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.03.014>

- Haryati, N. (2020). Analisa Biaya Operasional Kendaraan Akibat Pemakaian Badan Jalan Yang Bersifat Pribadi (Studi Kasus : Penutupan Jl. Wakaaka Dengan Pemilihan Rute Melalui Jl. Hayam Wuruk, Kota Baubau). *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan*, 9(2), 113–123. <https://doi.org/10.55340/jmi.v9i2.661>
- Lestari, A. T., Hasanudin, A., & Kriswardhana, W. (2018). Relationship Between Road and Operational Cost of Vehicles On Jember Collector Urban Street. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 2(01), 57–66. <https://doi.org/10.19184/jrsl.v2i01.7583>
- Mangara, T. H. (2017). Kinerja Pelayanan Bus Sekolah Kota Bandung. *Jurnal Planologi Unpas*, 4(November), 849–860. <https://www.journal.unpas.ac.id/index.php/planologi/article/view/711>
- Mankiw, G. N. (2016). *Principles of Economics*. South-Western College Pub.
- Park, J., & Kim, B. I. (2010). The school bus routing problem: A review. *European Journal of Operational Research*, 202(2), 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.017>
- Parvasi, S. P., Tavakkoli-Moghaddam, R., Taleizadeh, A. A., & Soveizy, M. (2019). A Bi-Level Bi-Objective Mathematical Model for Stop Location in a School Bus Routing Problem. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 1120–1125. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.346>
- Pokharel, R., Bertolini, L., & te Brömmelstroet, M. (2023). How does transportation facilitate regional economic development? A heuristic mapping of the literature. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100817>
- Schittekat, P., Kinable, J., Sörensen, K., Sevaux, M., Spieksma, F., & Springael, J. (2013). A metaheuristic for the school bus routing problem with bus stop selection. *European Journal of Operational Research*, 229(2), 518–528. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.02.025>
- Tantry, C. A., & Cahyono, M. S. D. (2022). Analisis Tarif Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Bus Kelas Ekonomi Jurusan Surabaya-Malang Dengan Metode Pacific Consultant International (PCI) Studi Kasus : Terminal Purabaya Bungurasih-Terminal Arjosari. *Surabaya Jurnal Anggapa*, 1(1). <https://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/anggapa/article/view/424>
- Utami, A., & Natio, W. K. R. (2021). Analisis Perbandingan Waktu Perjalanan dan Biaya antara Kendaraan Pribadi dan Transjakarta menggunakan Metode PCI (Studi Kasus : TJ Koridor IX Pinang Ranti-Pluit). *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(2), 150–159. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i2.2649>
- Žižlavský, O. (2014). Net Present Value Approach: Method for Economic Assessment of Innovation Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 156, 506–512. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.230>