

Analisis Keberlanjutan Angkutan Umum Penumpang Berbasis Jalan (Studi Kasus di Kota Bogor)

Moh. Nurul Iman^{1*}, Santun R.P Sitorus², Machfud³, I.F Poernomosidhi Poerwo⁴, Widiatmaka⁵

¹Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

Jl. Raya Dramaga, Babakan, Dramaga, Babakan, Kecamatan Dramaga, Bogor, Indonesia 16680

^{2,5}Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Dramaga, Babakan, Dramaga, Babakan, Kecamatan Dramaga, Bogor, Indonesia 16680

³Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Dramaga, Babakan, Dramaga, Babakan, Kecamatan Dramaga, Bogor, Indonesia 16680

⁴Puslitbang Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Jl. A. H. Nasution No. 264, Ciasaranten Bina Harapan, Kecamatan Arcamanik, Kota Bandung,
Jawa Barat, Indonesia 40294

*imannurmoh@gmail.com

Diterima: 27 Mei 2019, Direvisi: 3 Juni 2019, Disetujui: 11 Juni 2019

ABSTRACT

Analysis of Sustainability of Road Based Public Transport (Case in Bogor City): This study was analyzed the sustainability of public transport with case in Bogor City. The aims of this study are to assess the existing conditions of the sustainability level of public transport based on economic, social, environmental, and public transport performances dimensions and to find the leverage attributes. Multidimensional Scaling Technique through application development Rap-Rbptrans was used to assess the sustainability level of public transport and find the leverage attributes. The results of the analysis of Trayek 03 (Bubulak-Baranangsiang) show that the category of sustainability for economic dimension is not sustainable; social dimension is quite sustainable; environmental dimension is less sustainable; public transport performances dimension is less sustainable; and multidimensionally is less sustainable. The results of the analysis of Trayek 01 (Baranangsiang-Ciawi) show that the category of sustainability for economic dimension is less sustainable; social dimension is quite sustainable; environmental dimension is not sustainable; public transport performances dimension is quite sustainable; and multidimensionally is less sustainable. By aggregate, the results of the analysis show that the category of sustainability for economic dimension is less sustainable; social dimension is quite sustainable; environmental dimension is less sustainable; public transport performances dimension is quite sustainable; and multidimensionally is less sustainable. In general the sustainability level of the public transport is low category or not yet sustainable. There are leverage attributes that need to be intervened with appropriate policy strategy to be more sustainable.

Keywords: leverage attributes; public transport; sustainability.

ABSTRAK

Studi ini menganalisis keberlanjutan angkutan umum penumpang dengan studi kasus di Kota Bogor. Tujuan studi ini adalah untuk menilai kondisi saat ini tingkat keberlanjutan angkutan umum penumpang berdasarkan dimensi ekonomi, sosial, lingkungan, dan kinerja pelayanan angkutan umum serta untuk mendapatkan atribut-atribut pengungkit (leverage attributes). Teknik Multidimensional Scaling dengan pengembangan aplikasi Rap-Rbptrans digunakan untuk menilai tingkat keberlanjutan angkutan umum penumpang dan mendapatkan atribut-atribut pengungkit (leverage attributes) tersebut. Hasil analisis terhadap Trayek 03 (Bubulak-Baranangsiang) menunjukkan bahwa kategori keberlanjutan dimensi ekonomi adalah tidak berkelanjutan; dimensi sosial cukup berkelanjutan; dimensi lingkungan kurang berkelanjutan; dimensi kinerja pelayanan kurang berkelanjutan; dan secara multidimensi adalah kurang berkelanjutan. Hasil analisis terhadap Trayek 01 (Baranangsiang-Ciawi) menunjukkan kategori keberlanjutan dimensi ekonomi adalah kurang berkelanjutan; dimensi sosial cukup berkelanjutan; dimensi lingkungan tidak berkelanjutan; dimensi kinerja pelayanan cukup berkelanjutan; dan secara multidimensi adalah kurang berkelanjutan. Secara agregat, hasil analisis menunjukkan kategori keberlanjutan dimensi ekonomi adalah kurang berkelanjutan; dimensi sosial cukup berkelanjutan; dimensi lingkungan kurang berkelanjutan; dimensi kinerja pelayanan cukup berkelanjutan; dan secara multidimensi adalah kurang berkelanjutan. Secara umum tingkat keberlanjutan angkutan umum penumpang tersebut adalah tergolong rendah atau belum berkelanjutan. Terdapat atribut-atribut pengungkit (leverage attributes) yang memerlukan intervensi dengan strategi kebijakan yang tepat agar menjadi lebih berkelanjutan.

Kata Kunci: atribut pengungkit; angkutan umum penumpang; keberlanjutan.

I. Pendahuluan

Sebagai ekspresi dari pembangunan berkelanjutan di sektor transportasi (OECD, 1997), maka konsep transportasi berkelanjutan tidak terlepas dari konsep pembangunan berkelanjutan sebagaimana menurut *World Commission on Environment and Development* (WCED, 1987). Litman dan Burwell (2006) menyatakan bahwa menurut *Moving on Sustainable Transportation* (1999) transportasi berkelanjutan bertujuan untuk memastikan pertimbangan lingkungan, sosial dan ekonomi diperhitungkan dalam keputusan yang mempengaruhi kegiatan transportasi. Untuk itu, penyelenggaraan jasa angkutan umum penumpang sebagai salah satu bentuk pembangunan transportasi untuk memenuhi kebutuhan mobilitas saat ini juga tidak boleh mengorbankan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan mobilitasnya baik dalam aspek ekonomi, sosial maupun lingkungan.

Berkembangnya aktivitas sosial ekonomi di kawasan perkotaan yang diikuti permintaan perjalanan yang semakin meningkat, dapat memberikan dampak negatif apabila tidak ditangani secara tepat. Kinerja jasa angkutan umum penumpang yang masih buruk dan penggunaan kendaraan pribadi secara dominan menimbulkan kemacetan lalu lintas dan akan berdampak negatif yang dapat berupa waktu tempuh yang semakin lama, biaya operasi kendaraan yang lebih tinggi, dan peningkatan polusi akibat gas buang kendaraan bermotor (Munawar, 2007).

Mobilitas orang di kawasan Kota Bogor terus mengalami peningkatan sebagaimana terlihat dari tingginya aktivitas pada pusat-pusat kegiatan sosial ekonomi yang ada dan simpul-simpul perpindahan moda seperti stasiun besar Bogor dan terminal bus. Prediksi Bappenas (2004) permintaan perjalanan di wilayah Jabodetabek akan meningkat sebesar 26 juta trip per hari atau 40 % pada tahun 2020 dari 17,2 juta trip per hari pada tahun 2002 juga memberi gambaran bahwa sebagai bagian dari kawasan metropolitan Jabodetabek tentu Kota Bogor mengalami hal yang serupa. Peran angkutan umum penumpang sangat penting untuk melayani mobilitas orang yang terus meningkat di Kota Bogor. Namun, angkutan umum penumpang jenis angkutan kota (angkot) yang berkapasitas relatif kecil yaitu 8 penumpang termasuk pengemudi (Departemen Perhubungan, 2002) dengan kinerja yang masih buruk adalah tidak efisien dan menimbulkan kerugian ekonomi. Angkutan umum massal jenis *Bus Transit System* (Trans Pakuan) yang telah dikembangkan pada koridor-koridor dalam jaringan trayek utama diantaranya Koridor I, II dan III (Pemkot, 2012), dirasa masih belum memadai bahkan dua koridor (I dan II) sudah

tidak beroperasi dalam kurun waktu lebih dari enam bulan terakhir, sementara Koridor III masih belum tersedia. Kinerja jasa angkutan umum penumpang menjadi kurang menarik bagi pengguna kendaraan pribadi karena tidak memberikan tipe pelayanan sesuai yang mereka inginkan. Bappenas (2004) juga memprediksi apabila tidak dilakukan tindakan yang tepat maka rendahnya kinerja jasa angkutan umum penumpang akan menurunkan penggunaan moda angkutan umum di wilayah Jabodetabek dari 60 % tahun 2002 menjadi 47 % pada tahun 2020. Hal ini juga memberi gambaran bahwa Kota Bogor tentu mengalami hal yang serupa.

Kebijakan dan penanganan secara tepat perlu dilakukan agar kinerja jasa angkutan umum penumpang menjadi lebih berkelanjutan. Untuk itu, penilaian keberlanjutan dan penentuan indikator-indikator yang memerlukan penanganan dengan intervensi kebijakan sangat diperlukan. Kajian-kajian sebelumnya terkait angkutan umum penumpang telah banyak dilakukan, namun disamping fokus kajian, parameter-parameter dan metode yang digunakan berbeda kajian juga dilakukan pada lingkup wilayah dengan karakteristik yang berbeda. Beberapa penelitian tersebut diantaranya adalah Mansyur et al. (2009) tentang model pengelolaan angkutan umum penumpang berkelanjutan, Amoroso et al. (2011) tentang angkutan umum perkotaan berkelanjutan, Gregorc dan Krivec (2012) tentang jaringan angkutan umum perkotaan untuk mobilitas berkelanjutan, Sabeen et al. (2012) tentang angkutan umum berkelanjutan, Dirgahayani (2012) tentang kebijakan angkutan umum perkotaan untuk transportasi perkotaan yang berkelanjutan, Bachok et al. (2014) tentang perspektif penumpang untuk identifikasi pelayanan angkutan umum berkelanjutan. Ryley et al. (2014) tentang *Demand Responsive Transport* (DRT) untuk pengembangan sistem angkutan umum yang berkelanjutan, Ponrahono et al. (2015) tentang sistem angkutan umum perkotaan berkelanjutan, Bachok et al. (2015) tentang indikator angkutan umum berkelanjutan, Mupfumira et al. (2015) tentang pendekatan sistem dinamis angkutan umum perkotaan yang berkelanjutan secara ekonomi.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menilai tingkat keberlanjutan angkutan umum penumpang berdasarkan dimensi ekonomi, sosial, lingkungan, dan kinerja pelayanan serta untuk mendapatkan atribut-atribut pengungkit (*leverage attributes*).

II. Metodologi Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah Kota Bogor. Penelitian dilakukan dengan mengambil studi kasus pada trayek angkutan kota (angkot) yang berada di

Koridor II dan III jaringan trayek utama di Kota Bogor. Penelitian dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan dimulai dari bulan November 2018 sampai dengan Februari 2019.

B. Konsep Transportasi Berkelanjutan

Konsep transportasi berkelanjutan berkembang sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan yang dipopulerkan oleh *World Commission on Environment and Development* (WCED) yaitu pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa membahayakan kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka (WCED, 1987). Transportasi berkelanjutan (*sustainable transportation*) atau mobilitas berkelanjutan (*sustainable mobility*) menurut istilah yang digunakan oleh *European Commission* adalah ekspresi dari pembangunan berkelanjutan di sektor transportasi (OECD, 1997).

Konsep transportasi berkelanjutan signifikan dengan batasan keberlanjutan dari WCED (*Brundtland Commission*) tersebut. Konsep tersebut menegaskan perhatian pada konsep keadilan antar generasi sekarang dan masa mendatang, yang mana keberlanjutan dilihat dari tiga perspektif ekonomi, sosial dan lingkungan (Maffii, et al, 2010). Konsep pembangunan berkelanjutan dari WCED (*Brundtland Commission*) tersebut, menurut OECD (2002) menyiratkan bahwa dalam konsep transportasi berkelanjutan, pergerakan orang dan barang harus terjadi dalam cara-cara yang berkelanjutan secara lingkungan, sosial dan ekonomi. Litman dan Burwell (2006) juga menyampaikan bahwa transportasi berkelanjutan tidak hanya meninjau dari kepentingan salah satu aspek saja. Litman dan Burwell (2006) menyatakan bahwa transportasi berkelanjutan sebagaimana menurut *Moving on Sustainable Transportation* (1999) bertujuan untuk memastikan bahwa pertimbangan lingkungan, sosial dan ekonomi diperhitungkan dalam keputusan yang mempengaruhi kegiatan transportasi. Sejalan dengan hal tersebut, sebagai implementasi pembangunan berkelanjutan di sektor transportasi maka transportasi berkelanjutan dapat diartikan sebagai pemenuhan kebutuhan akan pelayanan jasa transportasi saat ini dengan tidak membahayakan kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan tersebut.

Definisi tentang sistem transportasi berkelanjutan yang dikemukakan beberapa ahli diantaranya Schiller et al. (2010), Bongardt et al. (2011), Maffii et al. (2010), Dalkmann dan Brannigan (2008), Sakamoto et al. (2011), dan Kumar (2014), pada prinsipnya bahwa transportasi berkelanjutan menekankan konsep keadilan baik dalam aspek

sosial, aspek ekonomi, aspek lingkungan, dan aspek kinerja operasi dalam pemenuhan kebutuhan pelayanan jasa transportasi saat ini dengan tidak mengorbankan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Konsep transportasi berkelanjutan sebagaimana telah diuraikan tersebut, menjadi dasar pemikiran dalam kajian tentang keberlanjutan angkutan umum penumpang berbasis jalan ini. Aspek-aspek ekonomi, sosial, lingkungan, dan kinerja angkutan umum penumpang yang berkelanjutan dalam rangka memenuhi kebutuhan pelayanan jasa transportasi saat ini serta tidak mengorbankan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan tersebut menjadi dasar pemikiran dalam kajian ini.

C. Indikator Angkutan Umum Penumpang Berkelanjutan

Menurut *The World Bank* (1996), bahwa tiga konsep keberlanjutan ekonomi dan finansial, keberlanjutan lingkungan, dan keberlanjutan sosial sebagai persyaratan utama yang saling memperkuat harus dipenuhi agar kebijakan transportasi dapat menjadi efektif. Litman dan Burwell (2006) juga menyampaikan bahwa keberlanjutan secara lebih luas mencakup ekonomi, sosial dan lingkungan dan solusi keberlanjutan harus merefleksikan analisis yang terintegrasi. Pelayanan angkutan umum penumpang perkotaan yang berkelanjutan sebagai bagian dari penyelenggaraan transportasi perkotaan, tidak terlepas dari konsep transportasi berkelanjutan. Terdapat banyak indikator (atribut) keberlanjutan angkutan umum penumpang perkotaan. Namun, sebagaimana dinyatakan oleh Kumar (2014) untuk mendapatkan indikator kinerja transportasi perkotaan berkelanjutan pada kasus Kota India, indikator dari berbagai sumber yang berbeda dikaji dan dikompilasi berdasarkan relevansi, ketersediaan data, dan dapat diukur sehingga diperoleh suatu set indikator baru yang sangat sesuai untuk kondisi kota tersebut menurut kriteria keberlanjutan. Untuk itu, hal yang sama juga dilakukan untuk menentukan atribut keberlanjutan sesuai dengan kondisi dan karakteristik angkutan umum penumpang kasus di Kota Bogor berdasarkan empat dimensi yaitu : ekonomi, sosial, lingkungan, dan kinerja pelayanan.

Berdasarkan indikator (atribut) transportasi berkelanjutan sebagaimana disampaikan oleh beberapa sumber baik ahli maupun lembaga diantaranya *The World Bank* (1996), Litman dan Burwell (2006), Schiller et al. (2010), dan Brotodewo (2010) dan berdasarkan relevansi, ketersediaan data, dan kemudahan pengukuran

sesuai kondisi dan karakteristik angkutan umum penumpang di Kota Bogor, dapat dirumuskan indikator keberlanjutan sebagaimana disajikan pada **Tabel 1**.

Indikator sebagaimana Tabel 1 tersebut digunakan dalam penelitian ini sebagai indikator keberlanjutan angkutan umum penumpang berbasis jalan kasus di Kota Bogor. Setiap indikator sebagaimana Tabel 1 tersebut diberikan skor masing-masing berdasarkan data yang diperoleh untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

D. Analisis Keberlanjutan

Analisis keberlanjutan adalah untuk mengetahui tingkat keberlanjutan dan atribut-atribut pengungkit (*leverage attributes*) yang memerlukan intervensi kebijakan. Analisis *Multidimensional Scalling* (MDS) dapat digunakan untuk analisis keberlanjutan. Analisis ini merupakan salah satu teknik peubah ganda yang dapat digunakan untuk menentukan posisi suatu obyek relatif terhadap obyek lainnya berdasarkan penilaian kemiripannya, dan bertujuan membentuk pertimbangan atau penilaian responden mengenai kemiripan (*similarity*) ke dalam jarak (*distances*) yang diwakili dalam ruang multidimensional (Wijaya, 2010).

Untuk analisis keberlanjutan dengan *Multidimensional Scalling* (MDS) tersebut digunakan *Rapid Appraisal for Fisheries (Rapfish)* yang dikembangkan oleh *Fisheries Centre, University of British Columbia (UBC)-Canada*

(Fauzi 2019). Beberapa analisis keberlanjutan yang telah dilakukan menggunakan teknik analisis *Rapfish* yang dimodifikasi. Ulumidin et al. (2013) menggunakan *RapTrans* untuk menganalisis keberlanjutan lingkungan pada angkutan massal Transjakarta, Persada et al. (2014) menggunakan *Rapid Appraisal of Infrastructure (Rapinfra)* untuk menganalisis keberlanjutan infrastruktur perkotaan dengan studi kasus Kota Bandar Lampung, Supardi et al. (2017) menggunakan *Rapfish* untuk menganalisis keberlanjutan pembangunan kota tepian pantai dengan studi kasus Kota Baubau, serta Mahida dan Handayani (2019) menggunakan *Rap-Bus* untuk menilai status keberlanjutan *E-Ticketing* Bus Trans Semarang. Analisis *Multidimensional Scalling* (MDS) menggunakan *Rapfish* atau yang dimodifikasi tersebut, digunakan untuk mendapatkan indeks keberlanjutan dan menentukan faktor atau atribut sensitif yang menjadi pengungkit (*leverage*) dan memerlukan intervensi. Atribut pengungkit (*leverage attributes*), sebagaimana menurut Bappenas (2007) merupakan faktor sensitif yang dapat dilakukan intervensi atau perlakuan dan diharapkan dapat meningkatkan status menjadi lebih baik.

Berdasarkan data setiap indikator keberlanjutan yang diperoleh baik data primer hasil survey di lapangan maupun data sekunder dari instansi terkait ditentukan skor untuk setiap indikator keberlanjutan. Dengan skor yang telah ditentukan maka dilakukan analisis dengan menggunakan *Rapfish* atau yang telah dimodifikasi untuk

Tabel 1.
Indikator Angkutan Umum Penumpang Berkelanjutan

Ekonomi	Sosial	Lingkungan	Kinerja Pelayanan
1. Kemacetan lalu lintas	1. Tingkat keterlibatan masyarakat dalam kebijakan angkutan umum penumpang	1. Tingkat konsumsi energi terbarukan untuk angkutan umum penumpang	1. Volume penumpang
2. Penghematan biaya transportasi bagi pengguna	2. Tingkat kecelakaan yang melibatkan angkutan umum penumpang	2. Tingkat konsumsi bahan bakar fosil untuk angkutan umum penumpang	2. Jarak tempuh angkutan umum
3. <i>Moda share</i> penggunaan moda angkutan umum	3. Tingkat keamanan angkutan umum penumpang	3. Tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor akibat volume lalu lintas	3. Biaya Operasi Kendaraan/BOK
4. Penghematan nilai waktu perjalanan	4. Kualitas kemudahan dan layanan angkutan umum penumpang bagi pengguna	4. Tingkat kebisingan lalu lintas	4. Kinerja operasional angkutan umum
5. Penghematan nilai biaya operasi kendaraan	5. Fasilitas dan layanan angkutan umum penumpang bagi pengguna divable	5. Keberadaan sistem angkutan umum masal	5. Faktor muatan
6. Penghematan nilai polusi	6. Kesempatan kerja	6. Program-program terkait transportasi berkelanjutan	6. Waktu tunggu
7. Kontribusi pertumbuhan ekonomi			7. Waktu antara
			8. Aksesibilitas : Jarak mencapai terminal/ pemberhentian angkutan umum
			Tingkat perpindahan antar moda angkutan
			9. Waktu tempuh/lama perjalanan
			10. Keterjangkauan
			11. Frekuensi
			12. Keandalan

Sumber: The World Bank (1996), Litman dan Burwell (2006), Schiller et al. (2010), dan Brotodewo (2010)

menghasilkan ordinasi indeks keberlanjutan dan atribut pengungkit (*leverage attributes*). Sebagaimana dikemukakan Pitcher dan Preikshot (2001) dan Kavanagh dan Pitcher (2004), bahwa hasil ordinasi indeks keberlanjutan berkisar antara skala 0% pada skala buruk (*'bad'*) dan 100% pada skala baik (*'good'*). Beberapa penelitian diantaranya Ulumidin et al. (2013), Persada et al. (2014), Supardi et al. (2017), dan Mahida dan Handayani (2019) membagi status keberlanjutan dalam empat kategori yaitu buruk (tidak berkelanjutan) dengan indeks 0,00-25,00; kurang (kurang berkelanjutan) dengan indeks 25,01-50,00; cukup (cukup berkelanjutan) dengan indeks 50,01 - 75,00; dan baik (sangat berkelanjutan) dengan indeks 75,01-100,00. Adapun analisis *leverage* sebagaimana dikemukakan Kavanagh dan Pitcher (2004), menunjukkan efek penghapusan satu atribut pada saat ordinasi. Panjang grafik (batang) masing-masing atribut hasil analisis *leverage* (*sensitivity*) dalam *Rapfish* menunjukkan prosentase perubahan *root mean square* (RMS) atau menunjukkan perbedaan prosentase pada skor (nilai) ordinasi ketika atribut tersebut dihilangkan dari ordinasi. Grafik (batang) yang terpanjang mengindikasikan atribut yang paling berpengaruh pada ordinasi.

Selanjutnya, analisis keberlanjutan dalam penelitian ini menggunakan *Rapid Appraisal of Road-Based Public Transportation (Rap-rbptrans)* yang merupakan modifikasi dari *Rapfish* untuk menganalisis keberlanjutan angkutan umum penumpang berbasis jalan pada kasus di kawasan Kota Bogor dan menentukan faktor pengungkit (*leverage*) yang memerlukan intervensi kebijakan agar menjadi lebih berkelanjutan.

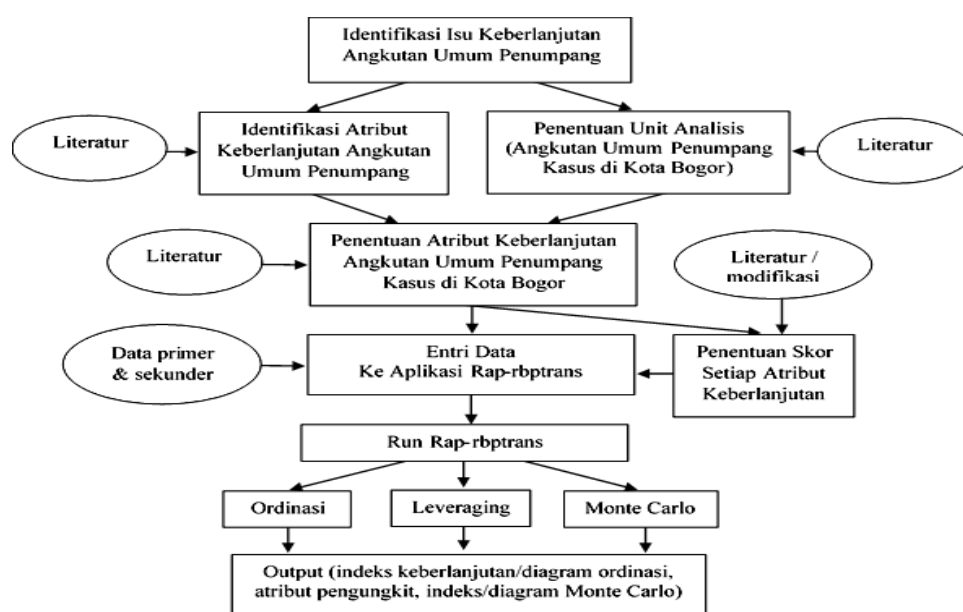
E. Teknik Pengumpulan Data

Data indikator/atribut pada setiap dimensi diperlukan untuk dapat memberikan nilai skor masing-masing. Data yang dikumpulkan adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Sedangkan data primer diperoleh langsung dari lapangan melalui survei angkutan umum, survei lalu lintas dan wawancara langsung dengan pengguna, operator, dan regulator angkutan umum.

F. Metode Analisis

Analisis *Multidimensional Scalling* (MDS) menggunakan *Rapid Appraisal of Road Based-Public Transportation (Rap-rbptrans)* dilakukan untuk mengetahui tingkat keberlanjutan dan atribut-atribut pengungkit (*leverage of attributes*) angkutan umum penumpang berbasis jalan kasus di Kota Bogor. Tahapan dalam analisis *Rap-rbptrans* dalam penelitian ini sebagaimana disajikan pada **Gambar 1**. Tahapan tersebut yaitu 1) Identifikasi isu keberlanjutan angkutan umum penumpang; 2) Identifikasi atribut keberlanjutan; 3) Penentuan unit analisis; 4) Penentuan atribut keberlanjutan angkutan umum penumpang kasus di Kota Bogor dan penentuan skor setiap atribut keberlanjutan dalam skala ordinal; 5) Entri data ke aplikasi *Rap-rbptrans* dengan nilai skor setiap atribut berdasarkan data yang diperoleh; 6) *Run Rap-rbptrans* untuk analisis ordinasi, *leveraging*, dan Monte Carlo untuk mendapatkan indeks keberlanjutan/diagram ordinasi, atribut sensitif/pengungkit, dan indeks/diagram Monte Carlo.

Setiap indikator (atribut) pada masing-masing dimensi ditentukan besaran nilai (skor) sebelum



(Diadopsi/Dimodifikasi dari Fauzi, 2019)

Gambar 1.
Tahapan Analisis Keberlanjutan/MDS dengan *Rap-rbptrans*.

dilakukan analisis menggunakan *Rap-rbptrans*. Penentuan besaran nilai setiap indikator mengacu pada beberapa referensi dan asumsi dan memungkinkan skor terendah (*bad*) dan skor tertinggi (*good*). **Tabel 2.a, 2.b, 2.c, 2.d** menyajikan skema penentuan nilai setiap indikator masing-masing dimensi.

Berdasarkan nilai (skor) masing-masing indikator keberlanjutan setiap dimensi dilakukan analisis keberlanjutan menggunakan *Rap-rbptrans* (*Rapid Appraisal of Road Based-Public Transportation*). Hasil analisis yaitu : 1) Tingkat keberlanjutan dengan indeks terendah yaitu 0 sampai dengan indeks tertinggi yaitu 100; 2) Atribut-atribut pengungkit (*leverage of attributes*) berdasarkan nilai *Root Mean Square* (RMS) yang mana nilai RMS yang lebih besar adalah lebih sensitif atau sebagai atribut pengungkit; 3) Analisis Monte Carlo dengan membandingkan indeks Monte

Carlo dan indeks hasil analisis untuk menduga pengaruh galat (*error*) dalam proses analisis yang dilakukan. Perbedaan indeks yang kecil mengindikasikan bahwa kesalahan pembuatan skor relatif kecil, variasi pemberian skor akibat perbedaan opini relatif kecil, proses analisis yang berulang-ulang stabil, dan kesalahan pemasukan data, data hilang dan tingginya nilai stress dapat dihindari; 4) *Goodness of Fit* yaitu nilai *stress* dan koefisien determinasi (*R²*) mengindikasikan perlu tidaknya penambahan atribut, untuk mencerminkan dimensi dianalisis secara akurat mendekati kondisi sebenarnya. Menurut Kavanagh dan Pitcher (2004), bahwa nilai *stress* yang dapat diperbolehkan yang menunjukkan hasil analisis sudah cukup baik adalah di bawah 0,25. Sedangkan nilai koefisien determinasi (*R²*) diharapkan mendekati 1 yang berarti atribut-atribut yang dipilih dapat menjelaskan model.

Tabel 2.a.
Penentuan Nilai Indikator Angkutan Umum Penumpang Berkelanjutan

Dimensi/Indikator	Skor	Good	Bad	Penjelasan
Dimensi Ekonomi:				
1. Kemacetan lalu lintas	0,1,2,3	3	0	0 = sangat macet ($V/C R > 1,00$ atau kecepatan < 24 km/jam); 1 = cukup macet ($V/C R \leq 1,00$ s/d $> 0,80$ atau kecepatan < 32 km/jam s/d ≥ 24 km/jam); 2 = cukup lancar ($V/C R \leq 0,80$ s/d $> 0,58$ atau kecepatan < 40 km/jam s/d ≥ 32 km/jam); 3 = lancar ($V/C R \leq 0,58$ atau kecepatan ≥ 40 km/jam)
2. Penghematan biaya transportasi bagi pengguna	0,1,2,3	3	0	Jika rata-rata pengeluaran untuk transportasi dari total pengeluaran: $\geq 30\%$ (0 = kecil); 20% s/d $< 30\%$ (1 = cukup kecil); 10% s/d $< 20\%$ (2 = cukup besar); $< 10\%$ (3 = besar)
3. <i>Moda share</i> penggunaan moda angkutan umum	0,1,2,3	3	0	$< 30\%$ (0 = kecil); $< 40\%$ s/d 30% (1 = cukup kecil); $< 50\%$ s/d 40% (2 = cukup besar); $\geq 50\%$ (3 = besar)
4. Penghematan nilai waktu perjalanan	0,1,2,3	3	0	Jika rata-rata waktu perjalanan: ≥ 2 jam (0 = kecil); $1,5$ s/d < 2 jam (1 = cukup kecil); 1 s/d $< 1,5$ jam (2 = cukup besar); < 1 jam (3 = besar)
5. Penghematan nilai biaya operasi kendaraan	0,1,2,3	3	0	Dengan pendekatan kecepatan perjalanan: ≤ 15 km/jam (0 = kecil); $> 15 - 20$ km/jam (1 = cukup kecil); $> 20 - 25$ km/jam (2 = cukup besar); > 25 km/jam (3 = besar)
6. Penghematan nilai polusi	0,1,2,3	3	0	Proporsional dengan besarnya emisi berdasarkan pendekatan volume lalu lintas / $V/C R$ / kecepatan : tingkat emisi tinggi / volume tinggi / Rasio $V/C > 1,00$ / kecepatan < 24 km/jam (0 = kecil); tingkat emisi cukup tinggi / volume cukup tinggi / Rasio $V/C \leq 1,00$ s/d $> 0,80$ / kecepatan < 32 km/jam s/d ≥ 24 km/jam (1 = cukup kecil); tingkat emisi cukup rendah / volume cukup rendah / Rasio $V/C \leq 0,80$ s/d $> 0,58$ / kecepatan < 40 km/jam s/d ≥ 32 km/jam (2 = cukup besar); tingkat emisi rendah / volume rendah / Rasio $V/C \leq 0,58$ / kecepatan ≥ 40 km/jam (3 = besar)
7. Kontribusi pertumbuhan ekonomi	0,1,2,3	3	0	Kontribusi sektor transportasi terhadap PDRB: $< 4\%$ (0 = sangat kecil); 4% s/d $< 6\%$ (1 = kecil); $6 - 7\%$ (2 = sedang); $> 7\%$ (3 = besar)

Sumber: Diolah dari Berbagai Sumber

Tabel 2.b.
Penentuan Nilai Indikator Angkutan Umum Penumpang Berkelanjutan

Dimensi/Indikator		Skor	Good	Bad	Penjelasan
Dimensi Sosial:					
1.	Tingkat keterlibatan masyarakat dalam kebijakan angkutan umum penumpang	0,1,2,3	3	0	Tidak ada (0); ada sedikit/sekali-sekali (1); cukup / beberapa (2); sering / banyak (3)
2.	Tingkat kecelakaan yang melibatkan angkutan umum penumpang	0,1,2,3	3	0	Sering (0); cukup / beberapa kali (1); ada sedikit/sekali-sekali (2); tidak ada (3)
3.	Tingkat keamanan angkutan umum penumpang	0,1,2,3	3	0	Tidak aman (0); kurang aman (1); cukup aman (2); sangat aman (3)
4.	Kualitas kemudahan dan layanan angkutan umum penumpang bagi pengguna	0,1,2,3	3	0	Buruk (0); kurang baik (1); cukup baik (2); sangat baik (3)
5.	Fasilitas dan layanan angkutan umum penumpang bagi pengguna disabilitas	0,1,2,3	3	0	Tidak ada sama sekali (0); masih kurang (1); cukup dan memadai (2); sangat memadai (3)
6.	Kesempatan kerja	0,1,2,3	3	0	Kesempatan kerja sektor transportasi: tidak ada (0); ada sedikit (1); cukup (2); banyak (3)
5.	Keberadaan sistem angkutan umum masal	0,1,2,3	3	0	Tidak tersedia (0); tersedia sangat kurang untuk memenuhi kebutuhan perjalanan bagi pengguna (1); tersedia namun belum sesuai untuk memenuhi kebutuhan perjalanan bagi pengguna (2); tersedia dan dapat memenuhi kebutuhan perjalanan bagi pengguna (3)
6.	Program-program terkait transportasi berkelanjutan	0,1,2,3	3	0	Tidak ada (0); sedikit / sekali-sekali (1); cukup / beberapa (2); banyak (3)

Sumber: Diolah dari Berbagai Sumber

III. Hasil dan Pembahasan

Analisis dilakukan untuk angkutan umum penumpang berbasis jalan dengan kasus angkutan kota yang melayani jaringan trayek utama dalam kawasan Kota Bogor Koridor III yaitu angkutan kota trayek jurusan Bubulak - Baranangsiang (T-03), Koridor II yaitu angkutan kota trayek jurusan Baranangsiang-Ciawi (T-01), dan agregat angkutan kota jaringan trayek utama dengan menggabungkan trayek angkutan kota kedua koridor tersebut. Hasil analisis pada setiap dimensi keberlanjutan dapat dijelaskan sebagaimana berikut.

A. Keberlanjutan pada Dimensi Ekonomi

Keberlanjutan angkutan umum penumpang pada dimensi ekonomi sebagaimana disajikan pada **Tabel 3** dan secara ordinasi disajikan pada **Gambar 2**. Keberlanjutan dimensi ekonomi angkutan kota jurusan Bubulak-Baranangsiang (T-03) mempunyai kategori buruk (tidak berkelanjutan) dengan indeks keberlanjutan sebesar 22,52. Angkutan kota jurusan

Baranangsiang-Ciawi (T-01) mempunyai kategori kurang (kurang berkelanjutan) dengan indeks keberlanjutan sebesar 40,92. Adapun secara agregat dimensi ekonomi angkutan kota pada jaringan trayek utama mempunyai kategori kurang (kurang berkelanjutan) dengan indeks keberlanjutan sebesar 34,19.

Terdapat atribut-atribut sensitif yang mempengaruhi keberlanjutan dimensi ekonomi angkutan umum penumpang tersebut. Atribut-atribut sensitif dapat dilihat dari nilai *Root Mean Square* (RMS) sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3**. Nilai *Root Mean Square* yang relatif lebih besar di antara atribut-atribut dimensi ekonomi yang lain merupakan atribut yang sensitif dan merupakan atribut pengungkit (*leverage attributes*) yang memerlukan intervensi kebijakan. Empat atribut sensitif sebagai atribut pengungkit yang dapat dipertimbangkan yaitu 1) *moda share* penggunaan moda angkutan umum, 2) penghematan biaya operasi kendaraan, 3) penghematan nilai waktu

Tabel 2.c.
Penentuan Nilai Indikator Angkutan Umum Penumpang Berkelanjutan

Dimensi/Indikator		Skor	Good	Bad	Penjelasan
Dimensi Lingkungan:					
1.	Tingkat penggunaan energi terbarukan untuk angkutan umum penumpang	0,1,2,3	3	0	Penggunaan bahan bakar non fosil untuk angkutan umum penumpang: semua angkutan umum penumpang menggunakan bahan bakar fosil (0); sebagian besar angkutan umum penumpang menggunakan bahan bakar fosil (1); sebagian kecil angkutan umum penumpang menggunakan bahan bakar fosil (2); semua angkutan umum penumpang tidak menggunakan bahan bakar fosil (3)
2.	Tingkat konsumsi bahan bakar fosil untuk angkutan umum penumpang	0,1,2,3	3	0	Tingkat konsumsi bahan bakar fosil untuk angkutan umum penumpang: semua angkutan umum penumpang menggunakan bahan bakar fosil (0); sebagian besar angkutan umum penumpang menggunakan bahan bakar fosil (1); sebagian kecil angkutan umum penumpang menggunakan bahan bakar fosil (2); semua angkutan umum penumpang tidak menggunakan bahan bakar fosil (3)
3.	Tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor	0,1,2,3	3	0	Tingkat emisi berdasarkan pendekatan besarnya volume dan kecepatan lalu lintas : tingkat emisi tinggi / volume tinggi / Rasio V/C > 1,00 / kecepatan < 24 km/jam (0 = kecil); tingkat emisi cukup tinggi / volume cukup tinggi / Rasio V/C ≤ 1,00 s/d > 0,80 / kecepatan < 32 km/jam s/d ≥ 24 km/jam (1 = cukup kecil); tingkat emisi cukup rendah / volume cukup rendah / Rasio V/C ≤ 0,80 s/d > 0,58 / kecepatan < 40 km/jam s/d ≥ 32 km/jam (2 = cukup besar); tingkat emisi rendah / volume rendah / Rasio V/C ≤ 0,58 / kecepatan ≥ 40 km/jam (3 = besar)
4.	Tingkat kebisingan lalu lintas	0,1,2,3	3	0	Tingkat kebisingan berdasarkan pendekatan besarnya volume dan kecepatan lalu lintas : tingkat kebisingan tinggi / volume tinggi / Rasio V/C lebih dari 1,00 / kecepatan rendah < 24 km/jam (0); tingkat kebisingan cukup tinggi / volume cukup tinggi / Rasio V/C ≤ 1,00 s/d > 0,80 / kecepatan cukup rendah < 32 km/jam s/d ≥ 24 km/jam (1); tingkat kebisingan cukup rendah / volume cukup rendah / Rasio V/C ≤ 0,80 s/d > 0,58 / kecepatan cukup tinggi < 40 km/jam s/d ≥ 32 km/jam (2); tingkat kebisingan rendah / volume rendah / Rasio V/C ≤ 0,58 / kecepatan tinggi ≥ 40 km/jam (3)
5.	Keberadaan sistem angkutan umum masal	0,1,2,3	3	0	Tidak tersedia (0); tersedia sangat kurang untuk memenuhi kebutuhan perjalanan bagi pengguna (1); tersedia namun belum sesuai untuk memenuhi kebutuhan perjalanan bagi pengguna (2); tersedia dan dapat memenuhi kebutuhan perjalanan bagi pengguna (3)
6.	Program-program terkait transportasi berkelanjutan	0,1,2,3	3	0	Tidak ada (0); sedikit / sekali-sekali (1); cukup / beberapa (2); banyak (3)

Sumber: Diolah dari Berbaqai Sumber

perjalanan, dan 4) penghematan nilai polusi. Empat atribut tersebut memerlukan intervensi atau penanganan agar keberlanjutan pada dimensi ekonomi dapat menjadi lebih baik.

B. Keberlanjutan pada Dimensi Sosial

Keberlanjutan angkutan umum penumpang pada dimensi sosial sebagaimana disajikan pada **Tabel 4** dan secara ordinasi disajikan pada **Gambar 4**.

Keberlanjutan dimensi sosial angkutan kota jurusan Bubulak-Baranangsiang (T-03) mempunyai kategori cukup (cukup berkelanjutan) dengan indeks keberlanjutan sebesar 50,57. Demikian juga angkutan kota jurusan Baranangsiang-Ciawi (T-01) mempunyai kategori cukup (cukup berkelanjutan) dengan indeks keberlanjutan sebesar 50,57. Keberlanjutan dimensi sosial angkutan kota pada jaringan trayek utama secara agregat

Tabel 2.d.
Penentuan Nilai Indikator Angkutan Umum Penumpang Berkelanjutan

Dimensi/Indikator		Skor	Good	Bad	Penjelasan
Dimensi Kinerja Pelayanan:					
1.	Volume penumpang	0,1,2,3	3	0	Jumlah penumpang per operasi per hari: < 225 / faktor muat < 0,60 (0); 225 - 250 / faktor muat 0,60 – 0,70 (1); > 250 - 275 / faktor muat > 0,70 – 0,80 (2); > 275 / faktor muat > 0,80 (3)
2.	Jarak tempuh angkutan umum	0,1,2,3	3	0	Jumlah kilometer per angkutan umum per hari: < 207 km/kend/hari (0); 207 - 230 km/kend/hari (1); > 230 – 260 km/kend/hari (2); > 260 km/kend/hari (3)
3.	Biaya Operasi Kendaraan	0,1,2,3	3	0	BOK per penumpang-kilometer: > 95% tarif per penumpang km (0); 90% – 95% tarif per penumpang km (1); 85% – 90% tarif per penumpang km (2); < 85% tarif per penumpang km (3)
4.	Kinerja operasional angkutan umum	0,1,2,3	3	0	Pendapatan per km angkutan umum: < 5% di atas BOK per kilometer (0); 5% – 10% di atas BOK per kilometer (1); 10% – 15% persen di atas BOK per kilometer (2); > 15% di atas BOK per kilometer (3)
5.	Faktor muatan	0,1,2,3	3	0	Faktor muatan: < 0,60 (0); 0,60 – 0,70 (1); > 0,70 – 0,80 (2); > 0,80 (3)
6.	Waktu tunggu	0,1,2,3	3	0	Waktu penumpang menunggu di perhentian angkutan umum: > 20 menit (0); 10 s/d 20 menit (1); 5 s/d < 10 menit (2); < 5 menit (3)
7.	Waktu antara	0,1,2,3	3	0	Waktu antara kedatangan angkutan umum: > 10 menit (0); 5 s/d 10 menit (1); 2 s/d < 5 menit (2); < 2 menit (3)
8.	Aksesibilitas	0,1,2,3	3	0	Jarak menuju ke terminal/pemberhentian angkutan umum: > 1000 m (0); 500 s/d 1000 m (1); 300 s/d < 500 m (2); < 300 m (3)
		0,1,2,3	3	0	Perpindahan antar moda angkutan umum: > 2 kali (0); 2 kali (1); 1 kali (2); tidak ada (3)
9.	Waktu tempuh/lama perjalanan	0,1,2,3	3	0	Waktu perjalanan angkutan umum: > 2 jam (0); > 1,5 s/d 2 jam (1); ≤ 1,5 jam s/d 1 jam (2); < 1 jam (3)
10	Keterjangkauan	0,1,2	2	0	Biaya perjalanan menggunakan angkutan umum dibanding moda lain: > dibanding dengan moda lain (0); sebanding dengan moda lain (1); < dibanding dengan moda lain (2)
11	Frekuensi	0,1,2,3	3	0	< 2 kendaraan per jam (0); 2 s/d 3 kendaraan per jam (1); > 3 s/d 6 kendaraan per jam (2); > 6 kendaraan per jam (3)
12	Keandalan	0,1,2	2	0	Prosentase layanan angkutan umum tepat waktu: kecil (0); sedang (1); besar (2)

Sumber: Diolah dari Berbagai Sumber

mempunyai kategori cukup (cukup berkelanjutan) dengan indeks keberlanjutan sebesar 50,57.

Meskipun pada dimensi sosial mempunyai kategori cukup berkelanjutan namun dengan indeks yang relatif kecil pada kategori ini dan perlu menjadi pertimbangan. Intervensi kebijakan yang dilakukan dapat meningkatkan keberlanjutan dimensi sosial agar menjadi lebih baik. Atribut-atribut sensitif yang mempengaruhi keberlanjutan dimensi sosial angkutan umum penumpang tersebut dapat dilihat dari nilai *Root Mean Square* sebagaimana disajikan pada **Gambar 5**. Dua atribut sensitif sebagai atribut pengungkit dengan nilai *Root Mean Square* yang relatif lebih besar di antara atribut-atribut dimensi sosial yang lain yang dapat dipertimbangkan

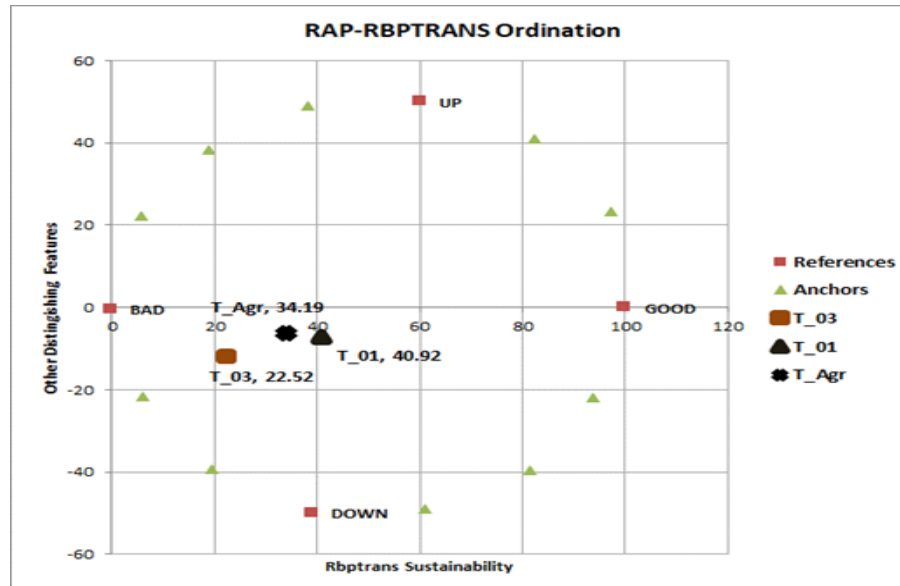
untuk dilakukan intervensi kebijakan yaitu 1) fasilitas dan layanan angkutan umum penumpang bagi pengguna disabilitas, dan 2) tingkat keamanan angkutan umum penumpang. Tiga atribut tersebut memerlukan intervensi atau penanganan agar keberlanjutan pada dimensi sosial dapat menjadi lebih baik.

C. Keberlanjutan pada Dimensi Lingkungan

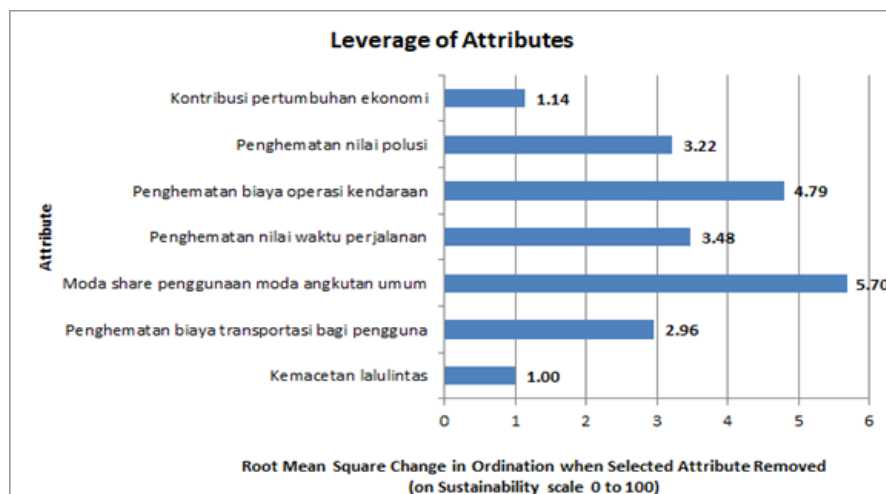
Keberlanjutan angkutan umum penumpang pada dimensi lingkungan sebagaimana disajikan pada **Tabel 5** dan secara ordinasi disajikan pada **Gambar 6**. Indeks keberlanjutan pada dimensi lingkungan angkutan kota jurusan Bubulak-Baranangsiang (T-03) sebesar 41,68 atau dengan kategori kurang (kurang berkelanjutan), dan

Tabel 3.
Indeks Keberlanjutan Angkutan Umum Penumpang Pada Dimensi Ekonomi

Unit Analisis (Trayek)	Indeks Keberlanjutan	Kategori Keberlanjutan
T-03	22,52	Kategori buruk (tidak berkelanjutan)
T-01	40,92	Kategori kurang (kurang berkelanjutan)
Agr	34,19	Kategori kurang (kurang berkelanjutan)



Gambar 2.
Tingkat Keberlanjutan Angkutan Umum Penumpang Pada Dimensi Ekonomi.



Gambar 3.
Nilai Root Mean Square Atribut Keberlanjutan Dimensi Ekonomi.

angkutan kota jurusan Baranangsiang-Ciawi (T-01) sebesar 24,47 atau dengan kategori buruk (tidak berkelanjutan). Adapun secara agregat pada jaringan trayek utama, indeks keberlanjutan dimensi sosial sebesar 36,54 atau dengan kategori kurang (kurang berkelanjutan).

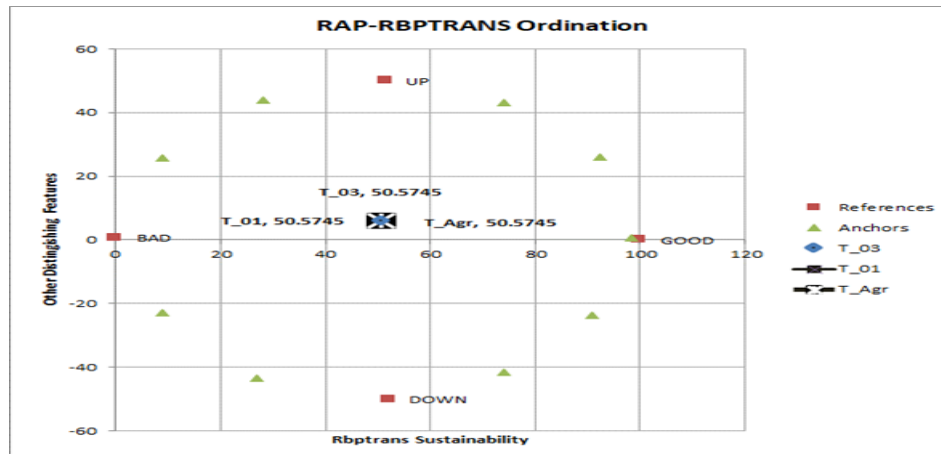
Intervensi kebijakan perlu dilakukan agar keberlanjutan pada dimensi lingkungan dapat menjadi lebih baik. Terdapat atribut-atribut sensitif yang mempengaruhi keberlanjutan dimensi lingkungan. Atribut-atribut sensitif ini

dapat dilihat dari nilai *Root Mean Square* (RMS) sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 7**. Empat atribut sensitif sebagai atribut pengungkit dengan nilai *Root Mean Square* yang relatif lebih besar di antara atribut-atribut dimensi lingkungan yang lain yang dapat dipertimbangkan untuk dilakukan intervensi kebijakan yaitu 1) keberadaan sistem angkutan umum masal, 2) tingkat konsumsi bahan bakar fosil untuk angkutan umum penumpang, 3) tingkat kebisingan lalu lintas, dan 4) tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor. Empat atribut

Tabel 4.

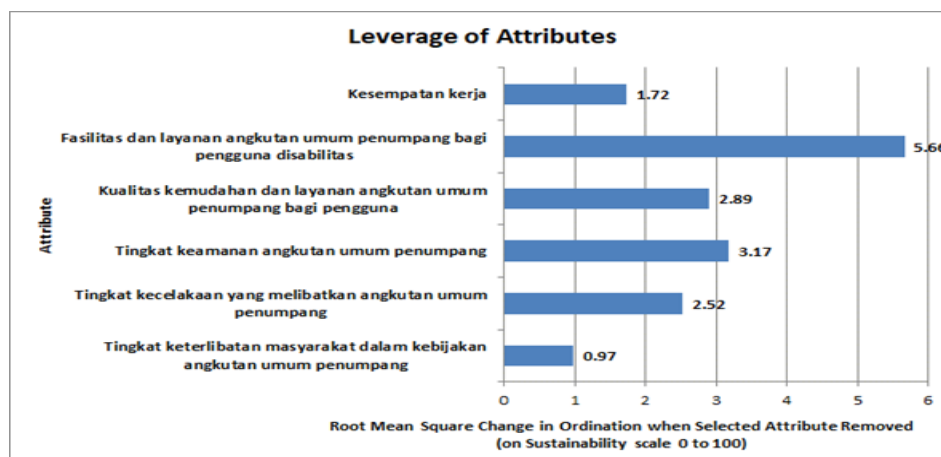
Indeks keberlanjutan angkutan umum penumpang pada dimensi sosial

Unit Analisis (Trayek)	Indeks Keberlanjutan	Kategori Keberlanjutan
T-03	50,57	Kategori cukup (cukup berkelanjutan)
T-01	50,57	Kategori cukup (cukup berkelanjutan)
Agr	50,57	Kategori cukup (cukup berkelanjutan)



Gambar 4.

Tingkat Keberlanjutan Angkutan Umum Penumpang Pada Dimensi Sosial.



Gambar 5.

Nilai *Root Mean Square* Atribut Keberlanjutan Dimensi Sosial.

Tabel 5.

Indeks keberlanjutan angkutan umum penumpang pada dimensi lingkungan

Unit Analisis (Trayek)	Indeks Keberlanjutan	Kategori Keberlanjutan
T-03	41,68	Kategori kurang (kurang berkelanjutan)
T-01	24,47	Kategori buruk (tidak berkelanjutan)
Agr	36,54	Kategori kurang (kurang berkelanjutan)

tersebut memerlukan intervensi atau penanganan agar keberlanjutan pada dimensi sosial dapat menjadi lebih baik.

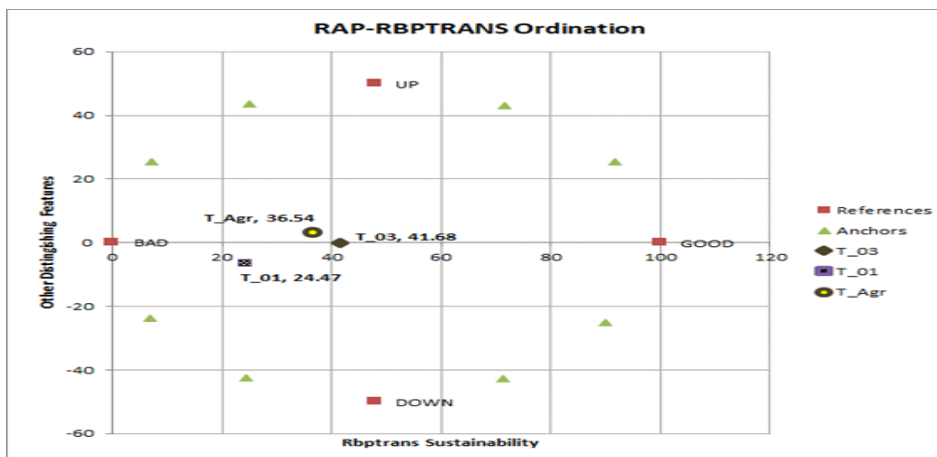
D. Keberlanjutan pada Dimensi Kinerja Pelayanan

Keberlanjutan angkutan umum penumpang pada dimensi kinerja pelayanan sebagaimana disajikan pada **Tabel 6** dan secara ordinasi disajikan pada

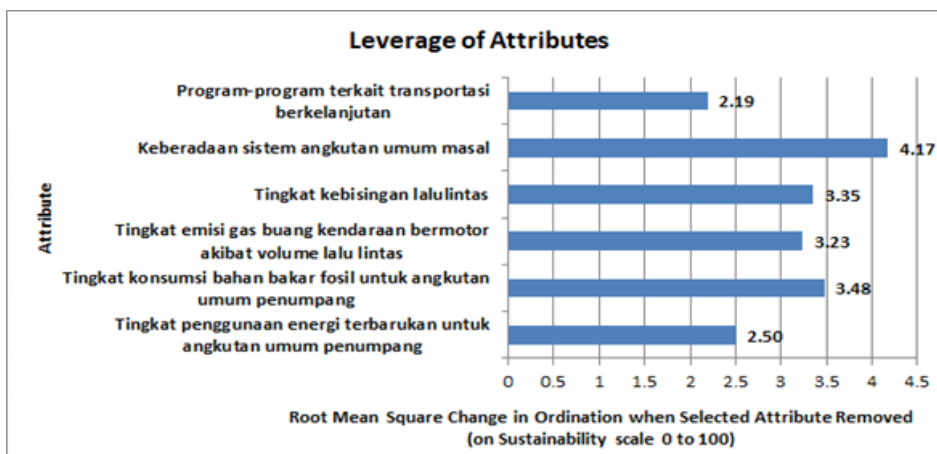
Gambar 8. Indeks keberlanjutan dimensi kinerja pelayanan angkutan kota jurusan Bubulak - Baranangsiang (T-03) sebesar 49,91 atau dengan kategori kurang (kurang berkelanjutan), dan angkutan kota jurusan Baranangsiang-Ciawi (T-01) sebesar 52,15 atau dengan kategori kategori cukup (cukup berkelanjutan). Secara agregat indeks keberlanjutan angkutan umum penumpang

Tabel 6.
Indeks Keberlanjutan Angkutan Umum Penumpang Pada Dimensi Kinerja Pelayanan

Unit Analisis (Trayek)	Indeks Keberlanjutan	Kategori Keberlanjutan
T-03	49,91	Kategori kurang (kurang berkelanjutan)
T-01	52,15	Kategori cukup (cukup berkelanjutan)
Agr	56,08	Kategori cukup (cukup berkelanjutan)



Gambar 6.
Tingkat Keberlanjutan Angkutan Umum Penumpang Pada Dimensi Lingkungan.



Gambar 7.
Nilai Root Mean Square Atribut Keberlanjutan Dimensi Lingkungan.

pada jaringan trayek utama sebesar 56,08 atau dengan kategori cukup (cukup berkelanjutan).

Intervensi kebijakan perlu dilakukan agar dapat meningkatkan keberlanjutan dimensi kinerja pelayanan menjadi lebih baik. Atribut-atribut sensitif yang mempengaruhi keberlanjutan angkutan umum penumpang pada dimensi kinerja pelayanan dapat dilihat dari nilai *Root Mean Square* (RMS) sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 9**. Lima atribut sensitif sebagai atribut pengungkit dengan nilai *root mean square* yang relatif lebih besar di antara atribut-atribut dimensi kinerja pelayanan yang lain dapat dipertimbangkan untuk dilakukan intervensi kebijakan. Atribut-atribut tersebut yaitu : 1) waktu antara, 2) faktor muatan, 3) waktu tunggu,

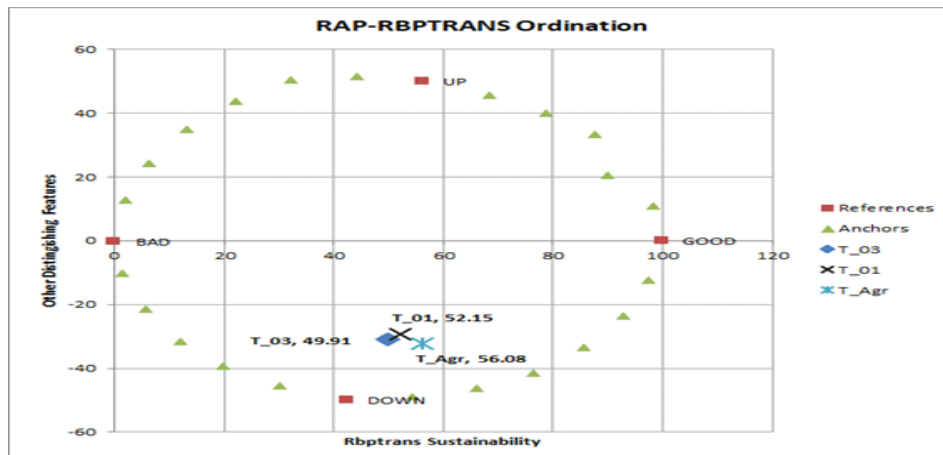
4) kinerja operasional angkutan umum, 5) Biaya Operasi Kendaraan/BOK. Lima atribut tersebut memerlukan intervensi atau penanganan agar keberlanjutan pada dimensi kinerja pelayanan dapat menjadi lebih baik.

Hasil analisis keberlanjutan angkutan umum penumpang berbasis jalan dengan kasus angkutan kota yang melayani jaringan trayek utama di kawasan Kota Bogor yang telah diuraikan dapat disajikan dalam diagram layang keberlanjutan (Fauzi 2019) sebagaimana **Gambar 10**.

Gambar 10 menunjukkan perbedaan indeks keberlanjutan yang kecil antara kedua dimensi sosial dan kinerja pelayanan. Adapun antara kedua dimensi tersebut, dimensi ekonomi dan dimensi lingkungan terdapat perbedaan yang

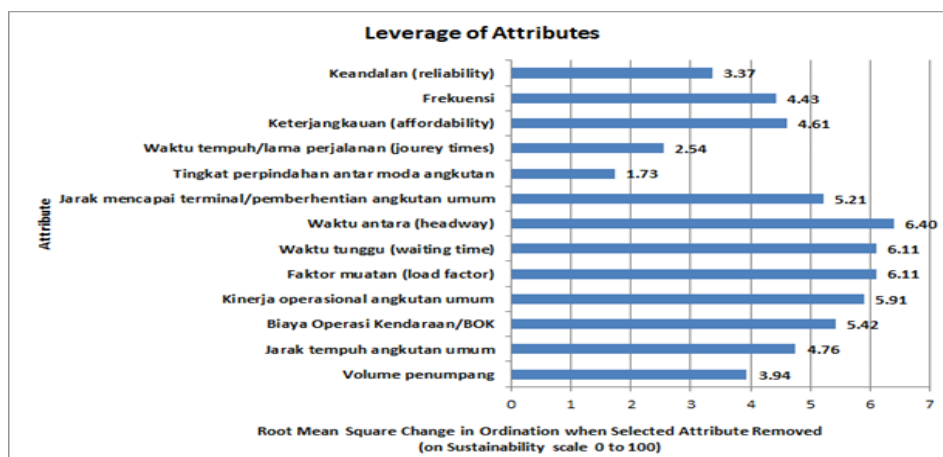
cukup signifikan. Trayek 03 memiliki indeks yang rendah pada dimensi ekonomi, Trayek 01 indeks yang rendah pada dimensi lingkungan, dan secara agregat jaringan trayek utama memiliki indeks yang rendah pada dimensi ekonomi dan lingkungan. Hasil analisis sebagaimana telah diuraikan sebelumnya menunjukkan bahwa pada umumnya tingkat keberlanjutan angkutan umum penumpang

berbasis jalan kasus di kawasan Kota Bogor masih belum baik. Hal ini ditunjukkan dengan indeks keberlanjutan semua dimensi yang berkisar dari terendah 22,52 sampai dengan tertinggi 56,08. Perbaikan dengan intervensi kebijakan perlu dilakukan agar tingkat keberlanjutan menjadi lebih baik. Atribut-atribut sensitif yang merupakan atribut pengungkit yang disajikan pada **Tabel 7** sebagaimana telah



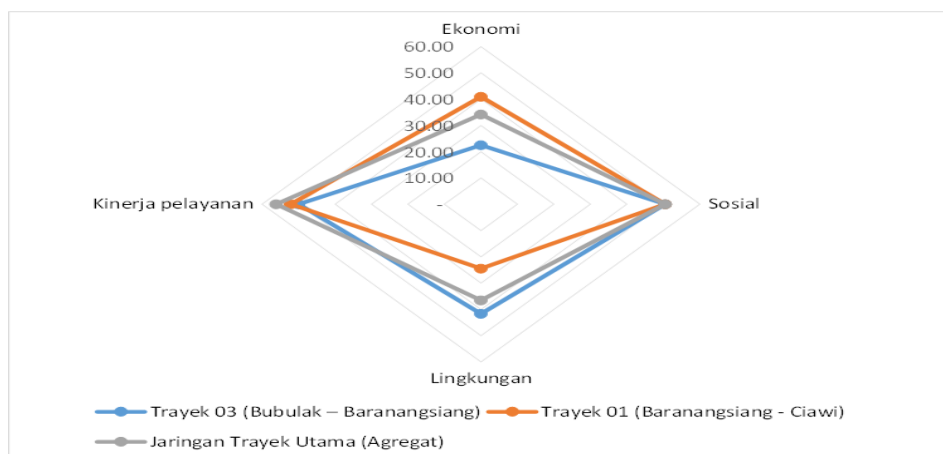
Gambar 8.

Tingkat Keberlanjutan Angkutan Umum Penumpang Pada Dimensi Kinerja Pelayanan.



Gambar 9.

Nilai Root Mean Square Atribut Keberlanjutan Dimensi Kinerja Pelayanan.



Gambar 10.

Diagram Layang Keberlanjutan Angkutan Umum Penumpang.

diuraikan sebelumnya harus menjadi dasar dalam melakukan intervensi kebijakan tersebut.

E. Validitas Model

Validitas model dengan menggunakan analisis Multidimensional *Scalling* (MDS) ditunjukkan dengan analisis Monte Carlo sebagaimana disajikan pada **Tabel 8**. Perbedaan indeks hasil analisis Multidimensional Scalling dengan indeks hasil analisis Monte Carlo yang kecil mengindikasikan bahwa dalam proses analisis terjadinya kesalahan pembuatan skor relatif kecil,

variasi pemberian skor akibat perbedaan opini relatif kecil, proses analisis yang berulang-ulang stabil, dan kesalahan pemasukan data ataupun data hilang dapat dihindari. Ini berarti bahwa validitas model yang digunakan cukup baik untuk menilai keberlanjutan jasa angkutan umum penumpang. Selain itu, nilai *goodness of fit model* yaitu nilai *stress* dan koefisien determinasi (R^2) pada tingkat kepercayaan 95% sebagaimana disajikan pada **Tabel 9** juga dapat digunakan untuk melihat validitas model. Pada Tabel 9 bahwa nilai *stress* kurang dari 0,25 dan nilai R^2

Tabel 7.
Atribut-Atribut Sensitif Angkutan Umum Penumpang Kasus di Kawasan Kota Bogor

No.	Dimensi	Atribut Sensitif
1.	Ekonomi	1. Moda <i>share</i> penggunaan moda angkutan umum 2. Penghematan biaya operasi kendaraan 3. Penghematan nilai waktu perjalanan 4. Penghematan nilai polusi
2.	Sosial	5. Fasilitas dan layanan angkutan umum penumpang bagi pengguna disabilitas 6. Tingkat keamanan angkutan umum penumpang
3.	Lingkungan	7. Keberadaan sistem angkutan umum masal 8. Tingkat konsumsi bahan bakar fosil untuk angkutan umum penumpang 9. Tingkat kebisingan lalu lintas 10. Tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor akibat volume lalu lintas
4.	Kinerja pelayanan	11. Waktu antara 12. Faktor muatan (<i>load factor</i>) 13. Waktu tunggu 14. Kinerja operasional angkutan umum 15. Biaya operasi kendaraan/bok

Tabel 8.
Perbedaan Indeks Keberlanjutan Hasil Model dan Hasil Analisis Monte Carlo

Dimensi	Hasil MDS	Monte Carlo	Perbedaan
Trayek 03:			
1. Ekonomi	22.52	22.78	0.26
2. Sosial	50.57	50.60	0.03
3. Lingkungan	41.68	41.61	0.07
4. Kinerja pelayanan	49.91	49.92	0.01
Trayek 01			
1. Ekonomi	40.92	41.07	0.14
2. Sosial	50.57	50.62	0.04
3. Lingkungan	24.47	24.97	0.50
4. Kinerja pelayanan	52.15	52.09	0.06
Agregat jaringan trayek utama:			
1. Ekonomi	34.19	34.32	0.14
2. Sosial	50.57	50.61	0.03
3. Lingkungan	36.54	36.65	0.11
4. Kinerja pelayanan	56.08	55.88	0.20

Tabel 9.
Nilai *Goodness of Fit* (Nilai *Stress* dan Koefisien Determinasi (R^2))

No.	Dimensi	Nilai <i>Stress</i>	Nilai R^2
1.	Ekonomi	0.1534	0.9513
2.	Sosial	0.1791	0.9322
3.	Lingkungan	0.1881	0.9400
4.	Kinerja pelayanan	0.1281	0.9490
5.	Multidimensi	0.1292	0.9567

mendekati angka 1, hal ini menunjukkan bahwa validitas hasil analisis dapat dipertanggungjawabkan secara statistik. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa dalam kasus yang dikaji ini penambahan atribut tidak perlu dilakukan dan aspek-aspek dianalisis secara akurat mendekati kondisi sebenarnya, atribut-atribut yang digunakan dapat menjelaskan model sehingga model dapat digunakan untuk analisis.

IV. Kesimpulan

Tingkat keberlanjutan angkutan umum penumpang berbasis jalan kasus di kawasan Kota Bogor masih belum baik. Hal ini ditunjukkan dengan indeks keberlanjutan semua dimensi yang berkisar dari terendah 22,52 sampai dengan tertinggi 56,08. Perbaikan dengan intervensi kebijakan perlu dilakukan agar tingkat keberlanjutan menjadi lebih baik. Ada 15 atribut sensitif yang merupakan atribut pengungkit (*leverage attributes*) terdiri dari 4 pada dimensi ekonomi, 2 pada dimensi sosial, 4 pada dimensi lingkungan dan 5 pada dimensi kinerja pelayanan yang harus menjadi dasar dalam melakukan intervensi kebijakan tersebut.

V. Saran

Intervensi kebijakan agar tingkat keberlanjutan angkutan umum penumpang menjadi lebih baik perlu dilakukan dengan program-program operasional berdasarkan atribut-atribut pengungkit sehingga berdampak terhadap keberlanjutan. Selain itu, angkutan umum penumpang sebagai sebuah sistem tidak dapat terlepas dari berbagai elemen dan faktor yang saling keterkaitan sehingga pendekatan sistem perlu dilakukan dalam menentukan kebijakan yang tepat untuk keberlanjutan angkutan umum penumpang.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini, yaitu: Program Studi PSL SPs IPB, Komisi Pembimbing Penelitian, Tim Survei Pengumpulan Data, serta Instansi-instansi terkait.

Daftar Pustaka

- Amoroso S, Salvo G, Zito P. 2011. *Sustainable Urban Public Transport: A Comparison Between European and North African Cities*. Proceedings. In: The 12th Management International Conference Portoroz. Slovenia [SI]: University of Palermo.
- Bachok S, Osman MM, Ponrahono Z. 2014. *Passenger's Aspiration towards Sustainable Public Transportation System: Kerian District, Perak, Malaysia*. Procedia Social and Behavioral Sciences. (153): 553-565.
- Bachok S, Ponrahono Z, Osman MM, Jaafar S, Ibrahim M, Mohamed MZ. 2015. *A Preliminary Study of Sustainable Transport Indicators in Malaysia: The Case Study of Klang Valley Public Transportation*. Procedia Environmental Sciences. (28): 464-473.
- Bongardt D, Schmid D, Huizenga C, Litman T. 2011. *Developing Practical Tools for Evaluation in the Context of the CSD Process, Sustainable Transport Evaluation*. Commission on Sustainable Development Nineteenth Session 2-13. United Nations Department of Economic and Social Affairs. Eschborn [DE].
- Brotodewo N. 2010. *Penilaian Indikator Transportasi Berkelanjutan pada Kawasan Metropolitan Di Indonesia*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota. Vol. 21(30): 165-182.
- [BAPPENAS] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional RI. 2004. *Studi Rencana Induk Transportasi Terpadu Jabodetabek Tahap 2*. Jakarta [ID]: BAPPENAS.
- [BAPPENAS] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional RI. 2007. *Manual Penentuan Status dan Faktor Pengungkit Pengembangan Ekonomi Lokal*. Jakarta [ID]: BAPPENAS.
- [DEPHUB] Departemen Perhubungan RI. 2002. *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK.687/AJ.206/DRJD/2002 Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur*. Jakarta [ID]: DEPHUB.
- Dalkmann H, Brannigan C. 2008. *Transportasi dan Perubahan Iklim. Modul 5e. Transportasi Berkelanjutan: Panduan Bagi Pembuat Kebijakan di Kota-kota Berkembang*. Eschborn [DE].
- Dirgahayani. 2012. *Policy Elements to Upscale the Contribution of Urban Transit Initiatives on Sustainable Urban Transport: The Case of Bus Improvement Initiatives in Indonesia*. UNU-IAS Working Paper No. 168. Tokyo [JP]: United Nations University.
- Fauzi A. 2019. *Teknik Analisis Keberlanjutan*. Jakarta [ID]: Gramedia Pustaka Utama.
- Gregorc C, Krivec D. 2012. *Networking of Public Passengers Transport Modes, A Step Towards Sustainable Mobility in Ljubljana Urban Region*. Procedia Social and Behavioral Sciences. (48): 3009 – 3017.
- Kumar M. 2014. *Sustainable Urban Transport Indicators*. TERI-NFA Working Paper No. 12. India [IN]: The Energy and Resources Institute.
- Kavanagh P, Pitcher TJ. 2004. *Implementing Microsoft Excel Software for Rapfish: A Technique For The Rapid Appraisal of Fisheries Status*. Fisheries Centre Research Reports. Vol.

- 12 (2). Fisheries Centre, University of British Columbia. Vancouver [CA].
- Litman T, Burwell D. 2006. *Issues in sustainable transportation*. Int. J. Global Environmental Issues. Vol. 6. (4): 331 – 347.
- Maffii S, Martino A, Sitran A, Raganato P. 2010. *Sustainable Urban Transport Plans*. European Parliament. Brussels [BE].
- Mansyur U, Sitorus SRP, Marimin, Prasetyo LB, Poerwo IFP. 2009. *Model Pengelolaan Transportasi Angkutan Umum Penumpang Non Bus Berkelanjutan Kota Makassar*. Forum Pascasarjana. Vol. 32 (4): 227 – 237.
- Mahida M, Handayani W. 2019. *Penilaian Status Keberlanjutan E-Ticketing Bus Trans Semarang Mendukung Kota Pintar dengan Pendekatan Multidimensional Scaling*. Warta Penelitian Perhubungan. Vol. 31 (1): 15-24.
- Persada C, Sitorus SRP, Marimin, Djakapermana RD. 2014. *Penentuan Status Keberlanjutan Infrastruktur Perkotaan (Studi Kasus : Kota Bandar Lampung)*. Jurnal Sosek Pekerjaan Umum. Vol. 6 (1): 17 – 27.
- [PEMKOT] Pemerintah Kota Bogor. 2012. *Peraturan Walikota Bogor Nomor 17 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan Sistem Angkutan Umum Massal (SAUM) Di Kota Bogor*. Bogor [ID]: PEMKOT.
- Pitcher TJ, Preikshot D. 2001. RAPFISH: a rapid appraisal technique to evaluate the sustainability status of fisheries. Fisheries Research. Vol. 49: 255-270.
- Munawar A. 2007. *Pengembangan Transportasi Yang Berkelanjutan*. Pidato Pengukuhan Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta [ID].
- Mupfumira P, Wirjodirdjo B. 2015. *An Economically Sustainable Urban Public Transport Framework: System Dynamics Modelling Approach to Reduce Public Transport Liberalisation Impact in Harare City, Zimbabwe*. International Journal of Science, Technology and Society. Vol. 3 (2): 11-21.
- [OECD] Organisation for Economic Co-operation and Development. 1997. *Towards Sustainable Transportation*. Columbia [CO]: OECD.
- [OECD] Organisation for Economic Co-operation and Development. 2002. *Guidelines Towards Environmentally Sustainable Transport*. [FR]: OECD.
- Ponrahono Z, Osman MM, Bachok S, Ibrahim M. 2015. *Sustainable Urban Public Transportation System in Malaysia: A Comparison of Bus Services in Kuantan and Penang*. Proceedings. In: International Conference on Development and Socio Spatial Inequalities 18-20 August 2015. Malaysia [MY]: Universiti Sains Malaysia.
- Ryley TJ, Stanley PA, Enoch MP, Zanni AM. 2014. *Investigating the contribution of Demand Responsive Transport (DRT) to a sustainable local public transport system*. Research in Transportation Economics. (48): 364 – 372.
- Sabeen AHH, Anwar AE, Noor ZZ. 2012. *Sustainable Public Transportation in Malaysia*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). Vol. 1 (5): 71 – 74.
- Sakamoto K, Belka S, Metschies GP. 2011. *Pembiayaan Transportasi Perkotaan yang Berkelanjutan. Modul 1f. Transportasi Berkelanjutan: Panduan Bagi Pembuat Kebijakan di Kota-kota Berkembang*. Eschborn [DE].
- Schiller PL, Bruun EC, Kenworthy JR. 2010. *An Introduction to Sustainable Transportation Policy, Planning and Implementation*. Earthscan. London [GB]. Earthscan. Washington DC [US].
- Supardi S, Hariyadi S, Fahrudin A. 2017. *Analisis Keberlanjutan Pembangunan Kota Tepian Pantai (Studi Kasus: Kota Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara)*. Jurnal Wilayah dan Lingkungan. Vol. 5 (3): 188 – 204.
- The World Bank. 1996. *Sustainable transport: priorities for policy reform*. Washington DC [US].
- Ulumidin AF, Moersidik SS, Aritenang W. 2013. *Analisis Keberlanjutan Lingkungan pada Angkutan Massal Transjakarta*. Jurnal Penelitian Transportasi Darat. Vol. 15 (3): 119 – 132.
- Wijaya T. 2010. *Analisis Multivariat, Teknik Olah Data Untuk Skripsi, Tesis, dan Disertasi Menggunakan SPSS*. Yogyakarta [ID]: Penerbit Universitas Atmajaya.
- [WCED] World Commission on Environment and Development. 1987. *Report of World Commission on Environment and Development : Our Common Future*. America [US]: Oxford University Press.