

Evaluasi Keberlanjutan Aksesibilitas Angkutan Umum di Kota Sukabumi

I Made Arka Hermawan^{1*}, Santun R.P Sitorus², Machfud³, I.F Poernomosidhi Poerwo⁴, dan Umar Mansyur⁵

¹Sekolah Tinggi Transportasi Darat

Jl. Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat, Indonesia 17520

^{2,3}Kampus IPB Dramaga

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

⁵Universitas Pakuan Bogor

Jl. Pakuan, Tegalleja, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia, 16143

*arkahermawan@gmail.com

Diterima: 19 April 2019, Direvisi: 20 Mei 2019, Disetujui: 27 Mei 2019

ABSTARCT

Evaluation of sustainability of public transport accessibility in Sukabumi City: The concept of sustainable development is something that must be done by every country and followed up by the sectors below such as sustainable transportation, especially those concerning the accessibility of public transport. The problem of accessibility of public transport is very important to be resolved especially in urban areas such as mileage, costs, and time of someone doing mobility. The aim of the study was to analyze the sustainability status of public transport accessibility by using sustainable accessibility criteria and indicators. The analysis used in this research is using the Multidimensional Scaling (MDS) technique through the Rapfish application. Each indicator of sustainability criteria for public transportation in Sukabumi City is determined by economic, social, environmental, institutional and legal approaches. The results of the sustainability index analysis show that for economic criteria it is 47.96; social criteria 23.58; environmental criteria 82.95; and institutional and legal criteria 43.61; so the average sustainability index is 49.07 and can be said to be less sustainable. Some program activities to improve the accessibility of public transport in Sukabumi City, as in economic criteria are more directed at saving transportation costs, such as minimizing vehicle operating costs; social criteria are increasing public interest in switching to public transportation; environmental criteria are fuel efficiency; and institutional and legal criteria more towards efforts to plan sustainable transportation programs in accordance with the key indicators of each dimension.

Keywords: accessibility; multidimensional scaling; rapfish; sustainable transportation.

ABSTRAK

Konsep pembangunan berkelanjutan adalah sesuatu yang harus dilakukan oleh setiap negara dan ditindaklanjuti oleh sektor-sektor di bawahnya seperti transportasi berkelanjutan, terutama yang menyangkut aksesibilitas angkutan umum. Masalah aksesibilitas angkutan umum sangat penting untuk diselesaikan khususnya di daerah perkotaan seperti jarak tempuh, biaya, dan waktu seseorang yang melakukan mobilitas. Tujuan penelitian adalah menganalisis status keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum dengan menggunakan kriteria dan indikator aksesibilitas berkelanjutan. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan Teknik Multidimensional Scalling (MDS) melalui aplikasi Rapfish. Setiap indikator kriteria keberlanjutan transportasi umum di Kota Sukabumi ditentukan oleh pendekatan ekonomi, sosial, lingkungan, kelembagaan dan hukum. Hasil analisis indeks keberlanjutan menunjukkan bahwa untuk kriteria ekonomi sebesar 47,96; kriteria sosial 23,58; kriteria lingkungan 82,95; dan kriteria kelembagaan dan hukum 43,61; sehingga indeks keberlanjutan rata-rata adalah 49,07 dan dapat dikatakan kurang berkelanjutan. Beberapa program kegiatan untuk meningkatkan aksesibilitas angkutan umum di Kota Sukabumi, seperti dalam kriteria ekonomi lebih diarahkan pada penghematan biaya transportasi, seperti meminimalkan biaya operasi kendaraan; kriteria sosial adalah meningkatkan minat publik untuk beralih ke transportasi umum; kriteria lingkungan adalah efisiensi bahan bakar; dan kriteria kelembagaan dan hukum lebih ke arah upaya merencanakan program transportasi berkelanjutan sesuai dengan indikator kunci masing-masing dimensi.

Kata Kunci: aksesibilitas; multidimensional scaling; rapfish; transportasi berkelanjutan.

I. Pendahuluan

Badan Pusat Statistik (2015) menyatakan bahwa pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia antara tahun 2000 sampai dengan 2010 sebesar 1,49% per tahun. Sementara itu Perserikatan Bangsa-Bangsa atau PBB (2015) menyatakan bahwa jumlah penduduk di Indonesia pada tahun 2015 sebesar lebih dari 250 juta jiwa, lebih dari 270 juta jiwa pada tahun 2025, lebih dari 285 juta jiwa pada tahun 2035 dan 290 juta jiwa pada tahun 2045. Tingginya jumlah penduduk tersebut tentunya akan berdampak pada mobilitas orang dalam melakukan perjalanan baik itu aktivitas perjalanan yang dilakukan secara rutinitas maupun yang sifatnya bukan rutinitas.

Mobilitas penduduk tentunya juga harus didukung oleh aksesibilitas transportasi yang baik. Aksesibilitas adalah suatu ukuran kenyamanan atau kemudahan mengenai cara lokasi penggunaan lahan berinteraksi satu sama lain dan mudah atau susah nya lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi (Black dan Conroy, 1977). Geurs dan Wee (2004) menyatakan bahwa aksesibilitas transportasi terdiri dari 4 komponen, yaitu: komponen transport (kecepatan perjalanan, waktu perjalanan, dan biaya perjalanan); komponen penggunaan lahan: jumlah dan distribusi perjalanan orang; komponen sementara: periode waktu perjalanan; dan komponen individu: stratifikasi berdasar perjalanan, pendapatan dan tingkat pendidikan.

Menurut BPS Kota Sukabumi (2018), Kota Sukabumi mempunyai jumlah penduduk pada tahun 2017 sebesar 335.866 jiwa, dengan tingkat pertumbuhan 1,5% per tahun. Hal ini sama seperti angka tingkat pertumbuhan penduduk secara nasional. Dinas Perhubungan Kota Sukabumi (2015) menyatakan kondisi masyarakat Kota Sukabumi saat ini dilayani oleh 19 rute angkutan kota, dengan kapasitas kendaraan 9 tempat duduk dan berjumlah 1.544 armada. PKL STTD (2015) menyatakan bahwa karakteristik operasional angkutan umum di Kota Sukabumi, seperti: tingkat operasi, frekuensi, *headway*, faktor muat, dan kecepatan menunjukkan angka dibawah Standar Pelayanan Minimal. Tingkat rasio kendaraan yang beroperasi menunjukkan angka 75%, faktor muat sebesar 27%, kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 26,11 km/jam. Tingkat penggunaan moda angkutan umum saat ini sebesar 12% dan biaya operasi kendaraan rata-rata per masing-masing trayek sebesar Rp. 144.058,- per hari atau Rp. 57.839.480,- per tahun. Kecepatan angkutan umum yang relatif rendah, tingkat operasi kendaraan dengan persentase relatif kecil, serta faktor muat yang memperlihatkan besaran yang jauh dari harapan, maka diperlukan penelitian

Model Kebijakan Aksesibilitas Angkutan Umum di Kota Sukabumi.

Penelitian tentang pengelolaan transportasi, indikator transportasi berkelanjutan, aksesibilitas angkutan umum sudah banyak dilaksanakan. Beberapa penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut. Bayuaji (2004) melakukan penelitian tentang analisis aksesibilitas angkutan umum reguler dengan variabel instrumen adalah waktu tunggu kendaraan angkutan umum. Analisis yang digunakan adalah indeks aksesibilitas perjalanan dengan menggunakan angkutan umum. Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat aksesibilitas masing-masing zona dengan berkembangnya rute angkutan umum. Penelitian sejenis terkait aksesibilitas angkutan umum adalah Suthanaya (2009) dengan melakukan penelitian tentang aksesibilitas angkutan menuju pusat kota di Denpasar. Variabel instrumen yang digunakan selain waktu tunggu adalah waktu berjalan kaki, dan waktu perjalanan. Analisis yang digunakan adalah analisis indeks aksesibilitas angkutan umum, dengan hasil indeks aksesibilitas pada masing-masing zona lalu lintas di Kota Denpasar. Lubis *et al.* (2012) meneliti tentang pemodelan bangkitan dan aksesibilitas transportasi di kawasan perumahan. Beberapa variabel yang dijadikan instrumen adalah bangkitan perjalanan, tingkat kemudahan melaksanakan aktivitas transportasi, jumlah keluarga, pendidikan terakhir kepala keluarga, pendapatan keluarga, kepemilikan mobil, kondisi jalan, dan tingkat kemudahan memperoleh angkutan umum. Analisis yang digunakan adalah analisis bangkitan perjalanan, sedangkan keluaran yang dihasilkan adalah model bangkitan perjalanan untuk kawasan perumahan.

Brotodewo (2010) dan Judiantono (2012) meneliti tentang beberapa indikator transportasi berkelanjutan dengan variabel indikator ekonomi, sosial, dan lingkungan. Penelitian Herman (2011) lebih pada indikator partisipasi masyarakat dengan indikator kondisi angkutan (bahan bakar, tarif, angkutan umum). Judiantono (2012) meneliti tentang analisis indikator transportasi dikaitkan dengan pertumbuhan ekonomi. Variabel yang digunakan oleh ketiga peneliti tersebut sangat beragam terkait dengan keberlanjutan dan hasil yang dikeluarkan juga variatif. Hasil penelitian Brotodewo (2010) menunjukkan peningkatan aksesibilitas kawasan, peningkatan efisiensi aktivitas transportasi, peningkatan produktivitas transportasi, sementara hasil penelitian Herman (2012) adalah bentuk partisipasi masyarakat dalam sistem transportasi berkelanjutan, dan Judiantono (2012) tentang kebijakan guna lahan harus dilaksanakan secara bersama-sama dengan kebijakan transportasi.

Mansyur (2008) meneliti tentang model pengelolaan transportasi angkutan umum penumpang non-bus berkelanjutan Kota Makassar dengan instrumen aspek transportasi berkelanjutan, kinerja rute, dan pentarifan angkutan. Analisis yang digunakan yaitu kinerja angkutan umum, model prioritas kebijakan, besaran tarif. Hasil penelitian menunjukkan informasi dalam pemilihan rute, masukan dalam merumuskan kebijakan transportasi, dan masukan dalam manajemen dan operasional perusahaan. Murbaintoro (2009) meneliti tentang model pengembangan hunian yang berkelanjutan dengan variabel pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan populasi, tingkat keterjangkauan masyarakat dengan hasil penelitian arahan kebijakan pembangunan perkotaan dan pengembangan kebutuhan hunian vertikal. Sitorus (2010) meneliti tentang model kebijakan pembangunan infrastruktur berkelanjutan dalam mendukung pengembangan kawasan agropolitan dengan variabel jumlah penduduk, penggunaan lahan, dan produksi pertanian dengan hasil kebijakan pembangunan infrastruktur dalam menunjang pengembangan kawasan agropolitan. Hidajat (2014) meneliti model pengelolaan kawasan permukiman berkelanjutan di pinggiran Kota Metropolitan Jabodetabek dengan analisis model kebijakan pengelolaan. Keluaran dari penelitian ini adalah model kebijakan yang dijadikan landasan untuk penyusunan alternatif-alternatif kebijakan strategis dalam pengelolaan kawasan permukiman.

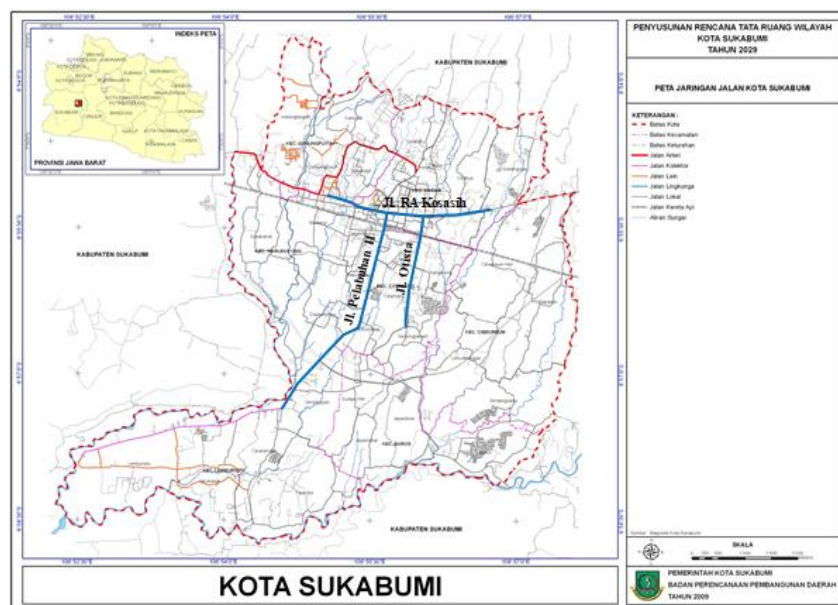
Idris (2012) dengan penelitian berjudul pengelolaan transportasi berkelanjutan sebuah investasi masa depan dengan variabel penggunaan bahan bakar minyak menggunakan analisis hubungan korelasi antara variabel. Hasil penelitian berupa konsep strategi pembangunan transportasi di perkotaan

ditujukan pada basis jalan, basis angkutan umum dan basis manajemen lalu lintas, baik yang bersifat transport sistem manajemen (TSM) maupun aspek *transport demand management* (TDM). Andriani dan Yuliasuti (2013) melakukan penelitian sistem transportasi yang mengarah pada *green transportation* dengan variabel tingkat keberlanjutan (ekonomi, sosial, dan lingkungan). Analisis yang digunakan adalah indeks transportasi berkelanjutan dengan hasil keluaran adalah kesesuaian antara indeks keberlanjutan dengan kondisi transportasi saat ini. Kusbimanto *et al.* (2013) melakukan penelitian Analisis Keberlanjutan Pengembangan Prasarana Transportasi Perkotaan di Metropolitan Mamminasata Provinsi Sulawesi Selatan. Variabel yang digunakan adalah tingkat keberlanjutan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Analisis dengan menggunakan analisis keberlanjutan dan hasil keluaran adalah status keberlanjutan sistem jaringan jalan dan faktor kunci yang berpengaruh terhadap keberlanjutan pengembangan prasarana transportasi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi status keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum dengan menggunakan kriteria dan indikator aksesibilitas transportasi berkelanjutan.

II. Metodologi Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan pada 3 jalan utama yang dilalui angkutan umum (perkotaan) di Kota Sukabumi, yaitu: Jl. Otista, Jl. Kosasih, dan Jl. Pelabuhan II. Lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 1**. Waktu penelitian dilaksanakan selama 3 bulan dimulai dari Bulan Oktober 2018 sampai dengan Januari 2019.



Gambar 1.
Lokasi Penelitian Tiga Ruas Jalan.

B. Konsep Pembangunan Berkelanjutan

Munculnya konsep pembangunan kota berkelanjutan berawal dari laporan *Brundtland*, yang merupakan laporan *World Commission on Environment and Development* (WCED) di Perserikatan Bangsa-Bangsa yang diterbitkan Tahun 1987. Laporan *Brundtland* ini sangat dikenal, dikarenakan pertama kalinya muncul istilah pembangunan berkelanjutan. Pada laporan ini pembangunan berkelanjutan didefinisikan sebagai “memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan”. Terbitnya laporan ini, maka istilah “pembangunan berkelanjutan” telah menyebar ke seluruh dunia.

WCED (1987) menyebutkan bahwa terdapat beberapa hal yang harus dilakukan guna mewujudkan kota yang berkelanjutan:

1. Kota berkelanjutan dibangun dengan kepedulian dan memperhatikan aset-aset lingkungan alam, memperhatikan penggunaan sumber daya, meminimalisasi dampak kegiatan terhadap alam;
2. Kota berkelanjutan berada pada tatanan regional dan global, tidak peduli apakah besar atau kecil, tanggung jawabnya melewati batas-batas kota;
3. Kota berkelanjutan meliputi areal yang lebih luas, dimana individu bertanggung jawab terhadap kota;
4. Kota berkelanjutan memerlukan aset-aset lingkungan dan dampaknya terdistribusi secara lebih merata;
5. Kota berkelanjutan adalah kota pengetahuan, kota bersama, kota dengan jaringan internasional;
6. Kota berkelanjutan akan memperhatikan konservasi, memperkuat dan mengedepankan hal-hal yang berkaitan dengan alam dan lingkungan;

7. Kota berkelanjutan saat ini lebih banyak kesempatan untuk memperkuat kualitas lingkungan skala lokal, regional, dan global.

C. Transportasi Berkelanjutan

Litman (2011) menjelaskan beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam menyeleksi indikator-indikator transportasi berkelanjutan, sebagaimana dijelaskan pada **Tabel 1**.

D. Aksesibilitas

Aksesibilitas adalah konsep yang menggabungkan sistem pengaturan tata guna lahan secara geografis dengan sistem jaringan transportasi yang menghubungkannya. Aksesibilitas adalah suatu ukuran kenyamanan atau kemudahan mengenai cara lokasi penggunaan lahan berinteraksi satu sama lain dan mudah atau susahya lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi (Black dan Conroy, 1977).

Geurs dan Wee (2004) menjelaskan bahwa sejumlah komponen aksesibilitas dapat diidentifikasi dari beberapa definisi yang berbeda dan langkah-langkah praktis dalam mengukur aksesibilitas tersebut. Empat komponen yang dapat diidentifikasi adalah: (1) penggunaan lahan; (2) transportasi; (3) temporal, dan (4) individu.

E. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer didapat langsung di lapangan melalui survei lalu lintas dan angkutan, seperti data kecepatan angkutan umum dan data faktor isian angkutan di ketiga ruas jalan utama (Jl. Otista, Jl. RA Kosasih, dan Jl. Pelabuhan II), sedangkan parameter kriteria ekonomi dan sosial dilakukan wawancara mendalam (*in-depth interview*) dengan para pakar dan operator angkutan umum dengan mekanisme *purposive sampling*. Beberapa data sekunder diperoleh dari beberapa instansi terkait meliputi: data karakteristik operasional angkutan umum, data kependudukan, data kecelakaan lalu lintas.

Tabel 1.
Dampak-dampak Transportasi Berkelanjutan

Ekonomi	Sosial	Lingkungan
a. Kemacetan lalu lintas	a. Kesenjangan/keadilan	a. Polusi udara
b. Biaya infrastruktur	b. Kerugian dampak mobilitas	b. Perubahan iklim
c. Biaya pelaku perjalanan	c. Dampak kesehatan pada manusia	c. Polusi suara dan air
d. Batasan mobilitas	d. Keeratan masyarakat	d. Kehilangan habitat
e. Kerusakan karena kecelakaan	e. Kemampuan bertahan hidup	e. Dampak hidrologi
f. Penipisan Sumber Daya Nonterbarukan	f. Estetika	f. Penipisan Sumber Daya Nonterbarukan

Sumber: Litman (2011)

F. Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan *Leverage Analysis* dengan pendekatan *Multidimensional Scaling* (MDS). Pendekatan MDS ini dilakukan dengan program *Rapid Assessment Techniques for Fisheries (Rapfish)* yang telah dikembangkan oleh Fisheries Center, University of British Columbia (Kavanagh, 2001 dalam Fauzi dan Anna, 2002). Teknik analisis yang digunakan pada metode MDS adalah analisis statistik multivariat dengan melakukan transformasi terhadap setiap dimensi dan multidimensi keberlanjutan (Kavanagh dan Pitcher, 2004). Analisis keberlanjutan dalam penelitian ini dengan menggunakan *Rapfish* sebagai salah satu alat untuk analisis status kelestarian sumberdaya, yang pada awalnya dikembangkan oleh *Fisheries Centre*, UBC-Canada. Prinsip aplikasi alat analisis ini berbasis indikator dengan pendekatan penyelesaian berbasis *multidimension scaling* (MDS).

Analisis keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum dilakukan melalui 3 (tiga) tahapan yaitu: 1). Tahap penentuan atribut aksesibilitas angkutan umum berkelanjutan, yang mencakup dimensi ekonomi, sosial, lingkungan serta kelembagaan dan hukum; 2). Tahap penilaian setiap atribut dalam skala ordinal berdasarkan kriteria keberlanjutan untuk setiap dimensi. Pemberian skor dari hasil penyebaran kuesioner sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Rentang skor antara 1-4, dari sangat tidak setuju (buruk) sampai sangat setuju (baik); 3). Hasil skoring dianalisis menggunakan *Rapfish* untuk menentukan posisi status keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum pada masing-masing dimensi dan keterpaduan dimensi (multidimensi) yang dinyatakan dalam skala nilai indeks keberlanjutan.

Teknik MDS memetakan dua titik atau objek yang sama dalam satu titik yang saling berdekatan. Sebaliknya, obyek atau titik yang berbeda digambarkan dengan titik-titik yang berjauhan. Nilai skor pada setiap atribut akan membentuk suatu matriks X ($n \times p$). di mana n adalah jumlah wilayah beserta titik-titik acuannya dan p adalah jumlah atribut yang digunakan. Nilai skor tersebut kemudian distandardisasi untuk setiap nilai skor atribut. sehingga setiap atribut memiliki bobot seragam dan perbedaan antar skala pengukuran dapat dihilangkan. Kavanagh dan Pitcher (2004) merumuskan metode standardisasi sebagai berikut.

$$X_{ik}sd = \frac{X_{ik} - X_k}{S_k} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana $X_{ik}sd$ adalah nilai skor standar wilayah (termasuk titik acuannya) ke- $i = 1.2....n$. pada setiap atribut ke- $k = 1.2....p$, X_{ik} adalah nilai skor awal wilayah (termasuk titik-titik acuannya) ke -

$i = 1.2....n$. pada setiap atribut ke- $k = 1.2....p$, X_k adalah nilai tengah skor pada setiap atribut ke- $k = 1.2....p$, dan S_k adalah simpangan baku skor pada setiap atribut ke- $k = 1.2....p$.

Kavanagh dan Pitcher (2004) menyebutkan bahwa teknik MDS dalam *Rapfish* dilakukan dengan menghitung jarak terdekat dari *Euclidian distance* berdasarkan persamaan (2).

$$d_{12} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \dots\dots\dots (2)$$

Jarak *Euclidean* antara dua titik tersebut (d_{12}) kemudian diproyeksikan ke dalam jarak *Euclidean* dua dimensi (D_{12}) dan e merupakan nilai *error*. dirumuskan dalam persamaan (3).

$$d_{12} = a + bD_{12} + e \dots\dots\dots (3)$$

Pada *Rapfish*. proses regresi tersebut menggunakan algoritma ALSCAL dengan prinsip membuat pengulangan (*iteration*) proses regresi tersebut sehingga mampu menghasilkan nilai *error* terkecil. Menurut Kavanagh dan Pitcher (2004) algoritma ALSCAL pada *Rapfish* memaksa agar nilai *intercept* pada persamaan tersebut sama dengan nol ($a = 0$) sehingga persamaan (3) menjadi persamaan (4) berikut.

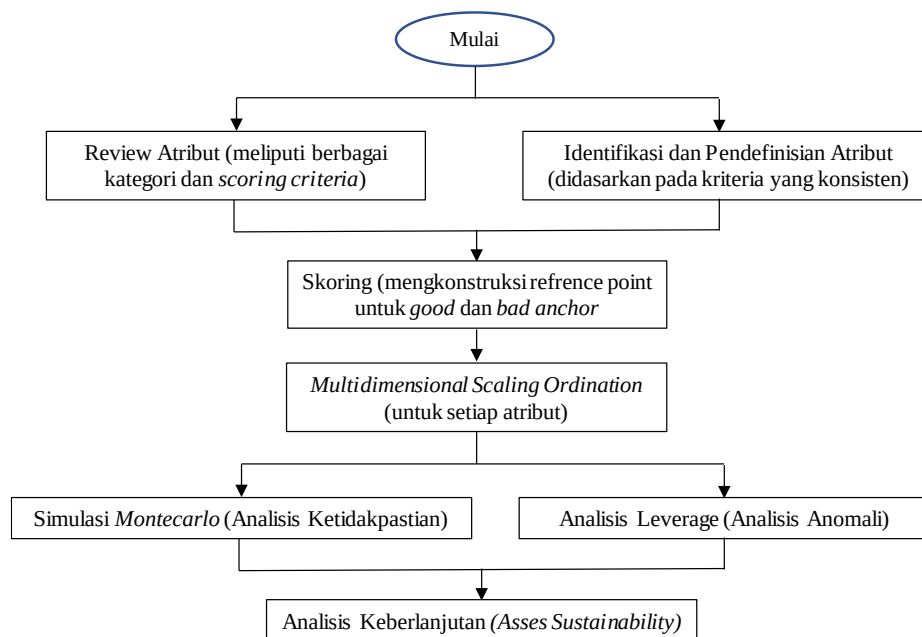
$$d_{12} = bD_{12} + e \dots\dots\dots (4)$$

Proses pengulangan terhenti. jika nilai *stress* lebih kecil dari 0.25. Nilai *stress* diperoleh berdasarkan persamaan (5).

$$Stress = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \left[\frac{\sum_i \sum_j (D_{ijk} - d_{ijk})^2}{\sum_i \sum_j d_{ijk}^2} \right]} \dots\dots\dots (5)$$

Pengaruh *error* akan muncul dalam analisis MDS yang disebabkan oleh berbagai hal seperti (1) kesalahan dalam pembuatan skor karena kesalahan pemahaman terhadap atribut atau kondisi lokasi penelitian yang belum sempurna, (2) variasi nilai akibat perbedaan opini atau penilaian oleh peneliti, (3) proses analisis MDS yang berulang-ulang. Kesalahan pemasukan data atau ada data yang hilang dan tingginya nilai *stress*. Nilai *stress* <25% merupakan nilai *stress* yang dapat diterima. Evaluasi pengaruh *error* pada proses pendugaan nilai ordinasi keberlanjutan dapat dilakukan dengan menggunakan analisis *Monte Carlo*. Kavanagh dan Pitcher (2004) menyebutkan *Goodness of fit* dalam MDS dicerminkan dari besaran nilai S (*Stress*) dan R^2 . Model yang baik ditunjukkan dengan nilai S yang lebih kecil dari 0.25 dan R^2 yang mendekati 1. Skala indeks keberlanjutan sistem yang dikaji mempunyai selang 0-100%.

Tahapan ini disajikan pada **Gambar 2**. Analisis ordinasi *Rapfish* dengan metode MDS dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan.



Dimodifikasi/diadopsi dari Fauzi dan Ana, 2002

Gambar 2.

Tahapan Analisis *Multidimensional Scalling*.

yaitu: (1) Penentuan atribut yang mencakup 4 dimensi (ekologi, ekonomi, sosial dan kelembagaan) (2) Penilaian setiap atribut dalam skala ordinal (skoring) berdasarkan kriteria keberlanjutan setiap dimensi (3) Analisis ordinasi untuk menentukan ordinasi dan nilai *stress* (4) Menilai indeks dan status keberlanjutan pengelolaan DAS Ciliwung Bagian Hulu yang dikaji baik secara multidimensi maupun pada setiap dimensi (5) Analisis kepekaan (*Leverage Analyst*) untuk menentukan peubah yang sensitif mempengaruhi keberlanjutan; dan (6) Analisis *Monte Carlo* untuk memperhitungkan aspek ketidakpastian.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Analisa Keberlanjutan pada Dimensi Ekonomi

Hasil analisis keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum dimensi ekonomi menunjukkan indeks keberlanjutan pada masing-masing ruas jalan memiliki nilai kurang dari 50 yang menandakan posisi status keberlanjutan cukup sampai kurang berlanjut, sebagaimana tersaji pada **Gambar 3**. Kondisi status keberlanjutan kurang berkelanjutan terdapat pada ketiga ruas jalan yang dilalui angkutan umum, yakni (1) Jl. RA Kosasih; (2) Jl. Otista dan (3) Jl. Pelabuhan II dengan nilai status keberlanjutan berturut turut 42,50; 47,96 dan 47,96. Berdasarkan hasil analisa tersebut, ketiga ruas jalan yang dilalui angkutan umum tersebut perlu dilakukan rencana aksi atau program agar status keberlanjutan tersebut dapat meningkat menjadi berkelanjutan.

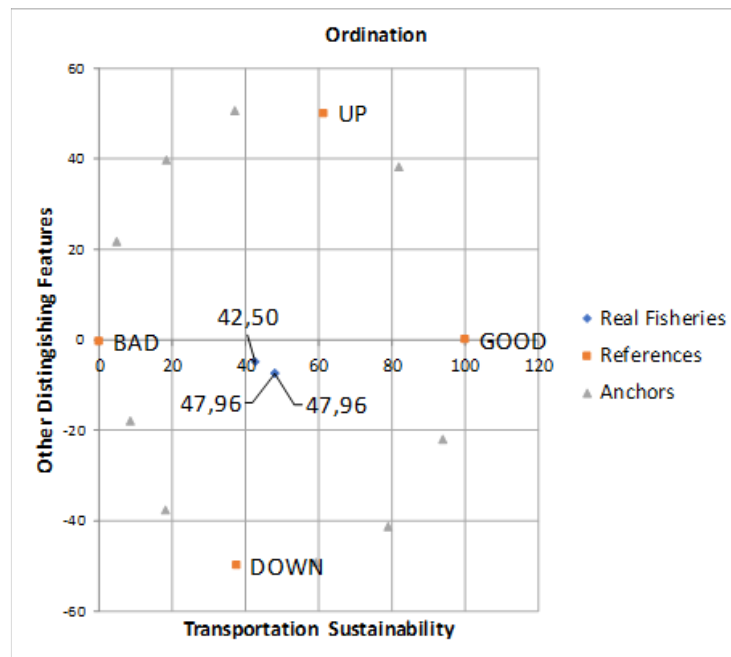
Penilaian status keberlanjutan pada dimensi ekonomi dilakukan berdasarkan atribut-atribut pengungkit

yang telah dianalisis. Berdasarkan hasil analisis *leverage* sebagaimana terlihat pada **Gambar 4**, dari 7 atribut yang dianalisis terdapat 3 atribut yang sensitif mempengaruhi besarnya nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi, yaitu (1) permintaan perjalanan angkutan umum dengan nilai 5,78; (2) PDRB sektor transportasi dengan nilai 3,69 dan (3) biaya transportasi masyarakat dengan nilai 3,90. *Attribute* tersebut perlu mendapatkan perhatian khusus dengan dilakukan pengelolaan lebih baik sehingga dapat meningkatkan nilai status keberlanjutan yang lebih baik di masa mendatang.

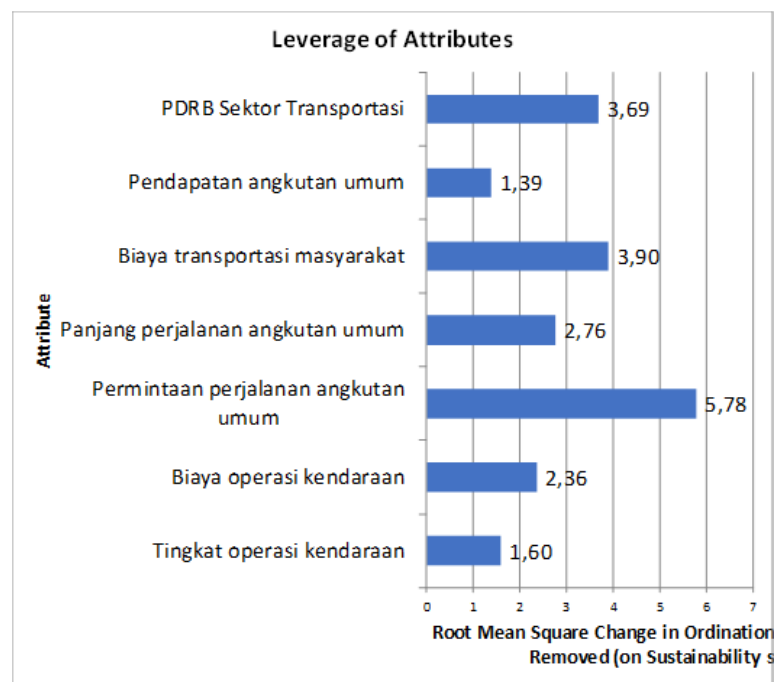
B. Analisis Keberlanjutan pada Dimensi Sosial

Hasil analisis keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum untuk dimensi sosial menunjukkan, status keberlanjutan pada masing-masing ruas jalan yang dilalui angkutan umum memiliki nilai kurang 50 yang menandakan posisi status keberlanjutan cukup sampai kurang berlanjut. Kondisi status keberlanjutan kurang berkelanjutan terdapat pada ketiga ruas jalan, yakni: (1) Jl. RA Kosasih, (2) Jl. Otista, dan (3) Jl. Pelabuhan II dengan nilai status keberlanjutan masing-masing sebesar 23,58. Berdasarkan hasil analisa tersebut, ketiga ruas jalan yang dilalui angkutan umum tersebut perlu dilakukan rencana aksi atau program agar status keberlanjutan tersebut dapat meningkat menjadi berkelanjutan. **Gambar 5** menjelaskan ordinasi yang memetakan posisi keberlanjutan pada masing-masing ruas jalan untuk dimensi sosial.

Penilaian status keberlanjutan pada dimensi sosial dilakukan berdasarkan atribut-atribut pengungkit yang telah dianalisis. Berdasarkan hasil analisis *leverage* sebagaimana terlihat pada **Gambar 6**



Gambar 3.
Nilai Indkes Keberlanjutan Aksesibilitas Angkutan Umum
Dimensi Ekonomi.

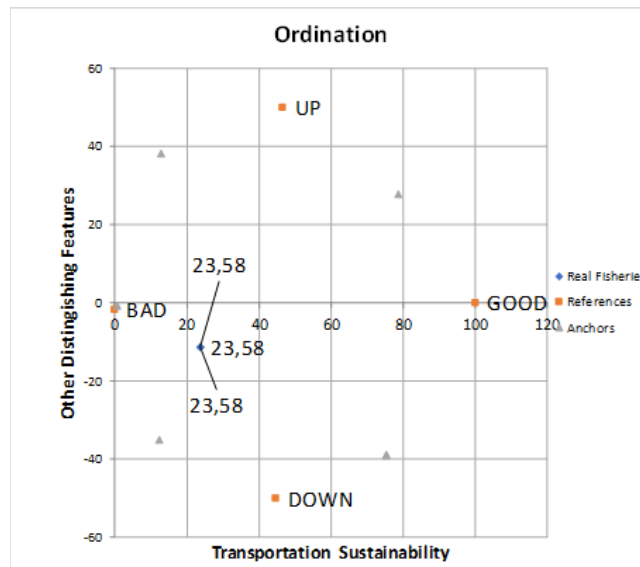


Gambar 4.
Faktor Sensitif yang Mempengaruhi Keberlanjutan Aksesibilitas Angutan Umum
Dimensi Ekonomis.

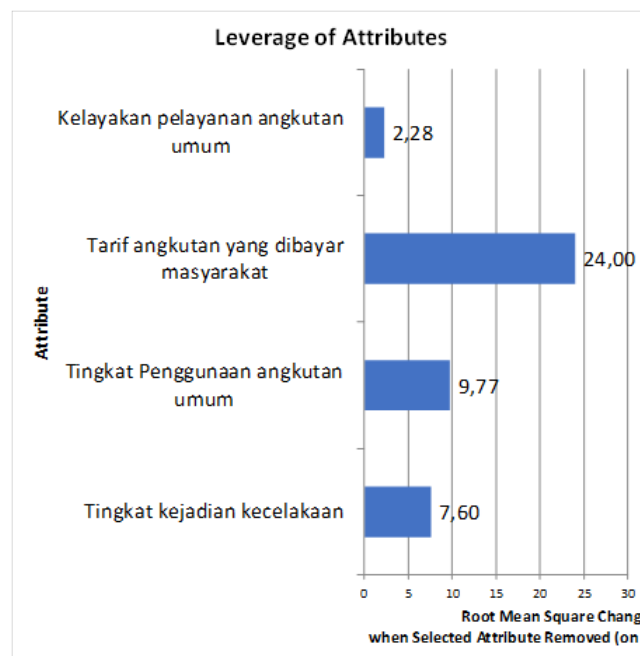
dari 4 atribut yang dianalisa terdapat 2 atribut yang sensitif mempengaruhi besarnya nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial, yaitu (1) tarif angkutan yang dibayar oleh masyarakat dengan nilai 24,00 dan (2) tingkat penggunaan angkutan umum dengan nilai 9,77. Atribut tersebut perlu mendapatkan perhatian khusus dengan dilakukan pengelolaan lebih baik sehingga dapat meningkatkan nilai status keberlanjutan terkait tarif angkutan umum dan tingkat penggunaan angkutan umum pada aspek sosial yang lebih baik di masa mendatang.

C. Analisis Keberlanjutan pada Dimensi Lingkungan

Ordinasi yang memetakan posisi keberlanjutan pada masing-masing ruas jalan untuk dimensi lingkungan dijelaskan pada **Gambar 7**. Hasil analisis keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum pada dimensi lingkungan menunjukkan status keberlanjutan pada masing-masing ruas jalan secara umum berada pada nilai cukup keberlanjutan. Kondisi dengan nilai status cukup keberlanjutan terdapat pada ketiga ruas jalan utama yang dilalui



Gambar 5.
Status Keberlanjutan Aksesibilitas Angkutan Umum Dimensi Sosial.



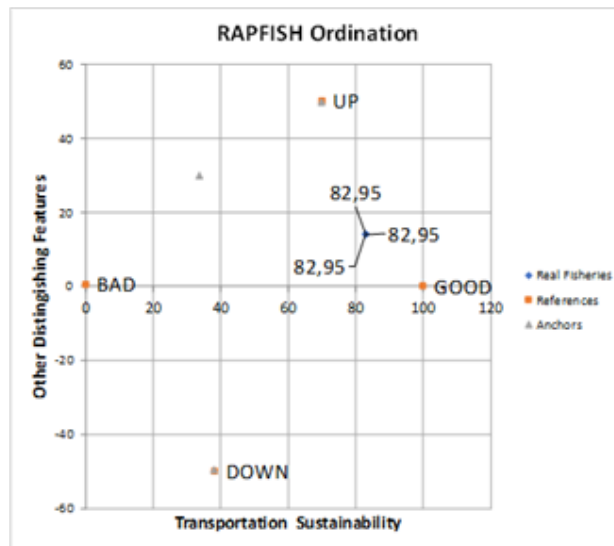
Gambar 6.
Faktor Sensitif yang Mempengaruhi Keberlanjutan Aksesibilitas Angkutan Umum Dimensi Sosial.

angkutan umum, dengan nilai status keberlanjutan masing-masing sebesar 82,95.

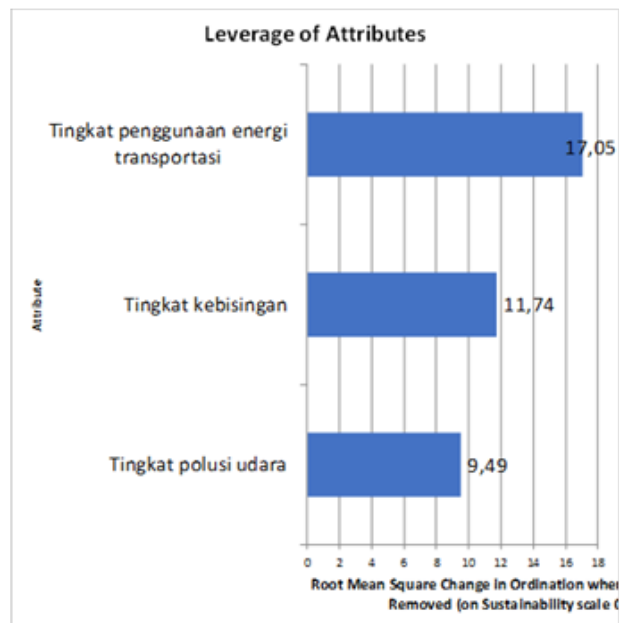
Berdasarkan hasil analisis *leverage* untuk dimensi lingkungan sebagaimana terlihat pada **Gambar 8**, 3 atribut yang sensitif mempengaruhi besarnya nilai indeks keberlanjutan dimensi lingkungan, yaitu (1) Tingkat penggunaan energi transportasi dengan nilai 17,05; (2) Tingkat kebisingan dengan nilai 11,74 dan (3) tingkat polusi udara dengan nilai 9,49. Atribut tersebut perlu mendapatkan perhatian khusus dengan dilakukan pengelolaan lebih baik sehingga dapat dipertahankan nilai status keberlanjutan terkait aksesibilitas angkutan umum pada aspek lingkungan yang lebih baik di masa mendatang.

D. Analisis Keberlanjutan pada Dimensi Kelembagaan dan Hukum

Ordinasi yang memetakan posisi keberlanjutan untuk dimensi kelembagaan dan hukum dijelaskan pada **Gambar 9**. Hasil analisis keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum dimensi kelembagaan dan hukum menunjukkan status keberlanjutan secara umum berada pada nilai kurang keberlanjutan. Kondisi dengan nilai status kurang keberlanjutan terdapat pada kebijakan terhadap angkutan umum yang ada di Kota Sukabumi. Kondisi dengan status kurang keberlanjutan yakni dengan nilai status keberlanjutan sebesar 43,61. Hal ini tentu saja memerlukan perhatian khusus untuk dilakukan pengelolaan manajemen angkutan umum yang lebih baik.



Gambar 7.
Status Keberlanjutan Aksesibilitas Aangkutan Umum
Dimensi Lingkungan.



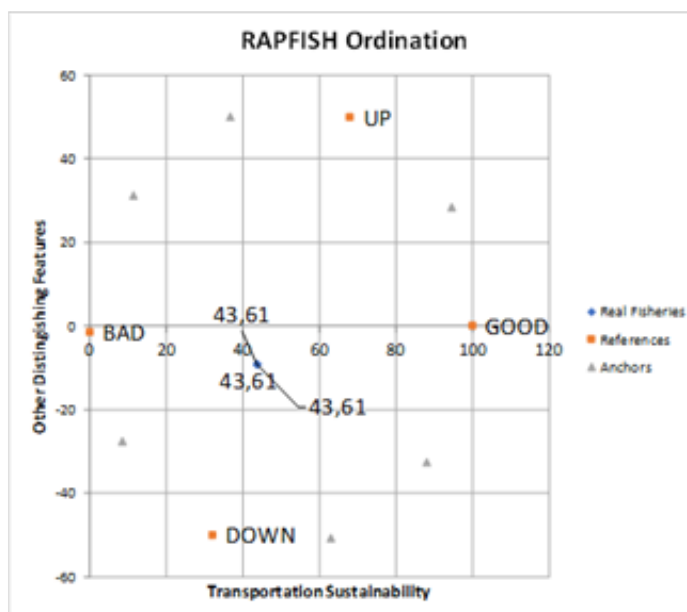
Gambar 8.
Faktor Sensitif yang Mempengaruhi Keberlanjutan Penggunaan Lahan
pada Dimensi Sosial.

Berdasarkan hasil analisis leverage untuk dimensi kelembagaan dan hukum sebagaimana terlihat pada **Gambar 10**, dari 5 atribut yang dianalisis terdapat 3 atribut yang sensitif mempengaruhi besarnya nilai indeks keberlanjutan dimensi kelembagaan dan hukum, yaitu (1) program transportasi berkelanjutan dengan nilai 2,87; (2) dokumen masterplan transportasi dengan nilai 1,77 dan (3) peraturan perundang-undangan yang mendukung transportasi berkelanjutan dengan nilai 1,70. Atribut tersebut perlu mendapatkan perhatian khusus dengan dilakukan pengelolaan lebih baik sehingga dapat meningkatkan nilai status keberlanjutan terkait aksesibilitas angkutan umum pada aspek kelembagaan dan hukum yang lebih baik di masa mendatang.

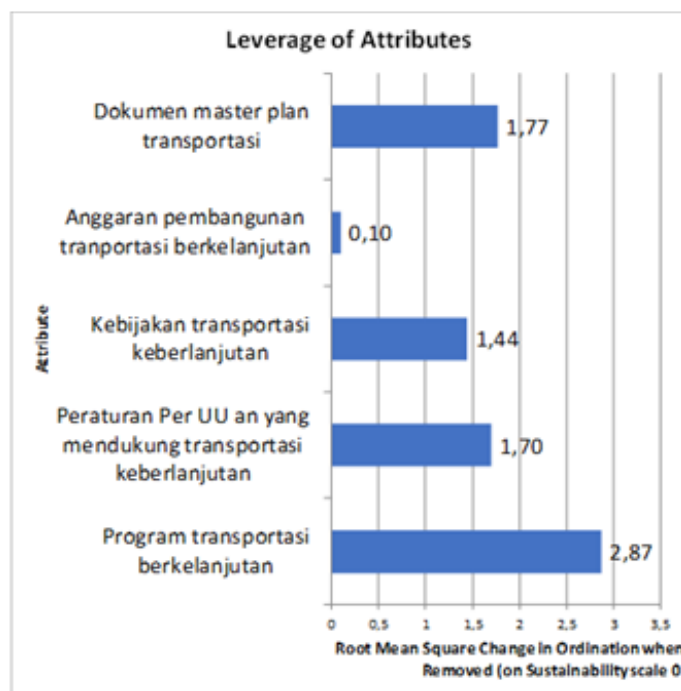
E. Multidimensional Scalling Analisis dan Validasi Keberlanjutan

Hasil MDS menggunakan *Rapfish* yang dinilai berdasarkan kondisi eksisting menunjukkan nilai indeks keberlanjutan multikriteria aksesibilitas angkutan umum di Kota Sukabumi sebesar 49,07 atau kurang berkelanjutan, seperti tertera pada **Tabel 2** dan **Gambar 11**. Nilai indeks keberlanjutan multikriteria ini masih dibawah indeks untuk keberlanjutan yaitu sebesar 50. Kriteria sosial memiliki nilai indeks keberlanjutan yang paling rendah dibandingkan dengan kriteria lainnya.

Nilai indeks keberlanjutan multikriteria sebesar 49,07 dan tergolong status kurang berkelanjutan. Analisis Monte Carlo digunakan untuk melihat



Gambar 9.
Status Keberlanjutan Aksesibilitas Angkutan Umum
Dimensi Kelembagaan dan Hukum.



Gambar 10.
Faktor Sensitif yang Mempengaruhi Keberlanjutan Aksesibilitas Angkutan Umum
Dimensi Kelembagaan dan Hukum.

tingkat kealahan hasil MDS dengan *Rapfish* pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil analisis Monte Carlo, menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan hasil MDS tidak banyak berbeda dengan nilai indeks hasil analisis Monte Carlo, seperti disajikan pada **Tabel 3**.

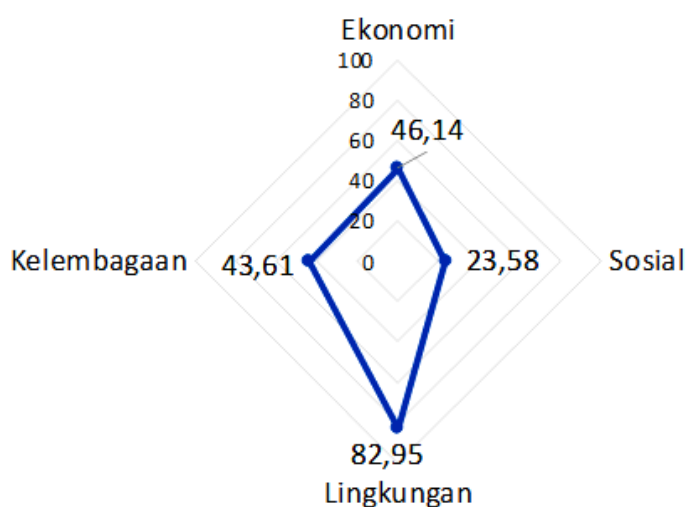
Guna mngetahui indikator-indikator yang dikaji dalam analisis MDS cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, dapat dilihat dari nilai *Stress* dan nilai Koefisien Determinasi (R^2) sebagai keluaran MDS dengan menggunakan

software Rapfish. Keluaran hasil analisis dianggap cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan jika memiliki nilai stress lebih kecil dari 0,25 atau 25% dan nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati nilai 1,0 atau 100 persen (Kavanagh dan Pitcher 2004). Keluaran hasil analisis menunjukkan bahwa semua indikator yang dianalisis cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Hal ini terlihat dari nilai *stress* sebesar 0,15-0,20 dan nilai koefisien Determinasi (R^2) 0,93 atau 93% seperti disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 2.
Nilai Status keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum di Kota Sukabumi

No.	Dimensi	Nilai Indeks (Ruas Jalan)			Rata-rata	Status Keberlanjutan
		Kosasih	Otista	Pelabuhan II		
1.	Ekonomi	42,50	47,96	47,96	46,14	Kurang berkelanjutan
2.	Sosial	23,58	23,58	23,58	23,58	Tidak berkelanjutan
3.	Lingkungan	82,95	82,95	82,95	82,95	Berkelanjutan
4.	Kelembagaan dan Hukum	43,61	43,61	43,61	43,61	Kurang berkelanjutan
Rata-rata					49,07	Kurang berkelanjutan

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Gambar 11.
Diagram Layang Analisis Indeks dan Status Aksesibilitas Angkutan Umum Berkelanjutan.

Tabel 3.
Hasil Analisis Monte Carlo Multidimensi dengan Selang Kepercayaan 95%

Dimensi	Nilai Indeks Keberlanjutan		
	MDS	Monte Carlo	Selisih
Ekonomi	46,14	46,25	0,11
Sosial	23,58	25,35	1,77
Lingkungan	82,95	80,69	-2,26
Kelembagaan dan Hukum	43,61	43,18	-0,43
Multikriteria	49,07	48,87	-0,20

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 4.
Parameter Statistik (Goodness of Fit) dari Analisis Indeks dan Status Keberlanjutan

Parameter	Ekonomi	Sosial	Lingkungan	Kelembagaan dan Hukum	Multikriteria
Stess	0,16	0,16	0,18	0,20	0,18
R ²	0,94	0,92	0,94	0,93	0,93

Sumber: Hasil Analisis, 2019

IV. Kesimpulan

Status keberlanjutan aksesibilitas angkutan umum di Kota Sukabumi saat ini adalah kurang berkelanjutan dengan nilai indeks multikriteria sebesar 49,07 artinya aksesibilitas angkutan umum

masih dalam kondisi belum baik, sehingga perlu ditingkatkan untuk mewujudkan aksesibilitas angkutan umum berkelanjutan. Terdapat 19 indikator dari 4 dimensi. Dimensi sosial memiliki nilai indeks keberlanjutan yang paling rendah

dibandingkan dengan dimensi lainnya. Guna memecahkan permasalahan aksesibilitas angkutan umum di Kota Sukabumi, tentunya perlu dilakukan rencana-rencana aksi guna meningkatkan aksesibilitas angkutan umum tersebut dan perlu juga disarankan mendesain model dinamik aksesibilitas angkutan umum berkelanjutan di wilayah penelitian, dengan mempertimbangkan dimensi-dimensi yang kurang dan tidak berkelanjutan dengan menganalisis indikator-indikator kunci masing-masing dimensi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini, yaitu Ketua STTD, Komisi Pembimbing Disertasi, dan Tim PKL STTD Kota Sukabumi Tahun 2015.

Daftar Pustaka

- Andriani DM dan Yuliastuti N. 2013. *Penilaian Sistem Transportasi yang Mengarah pada Green Transportasi di Kota Surakarta*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota 9 (2): 183-193.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Penduduk Indonesia Menurut Provinsi 1971, 1980, 1990, 1995, 2000 dan 2010*. Dapat diunduh dari <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1267>.
- Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi. 2018. *Kota Sukabumi Dalam Angka 2018*. Sukabumi (ID): Badan Pusa Statistik Kota Sukabumi.
- Bayuaji A. 2014. *Analisis Tingkat Aksesibilitas dengan Angkutan Umum Reguler di Kota Semarang*. Tesis. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Black J and Conroy M. 1977. *Accessibility measures and the social evaluation of urban structure*. *Environment and Planning A* 9: 1013-1031.
- Brotodewo N. 2010. *Penilaian Indikator Transportasi Berkelanjutan Pada Kawasan Metropolitan di Indonesia*, Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota 21 (3): 165-182.
- Geurs and Wee. 2004. *Accessibility Evaluation of Land-use and Transport Strategies: Review and Research Directions*. *Journal of Transport Geography* 12: 127-140.
- Herman. 2011. *Indikator Partisipasi Masyarakat dalam Sistem Transportasi Berkelanjutan*, Jurnal Transportasi 11 (1): 39-50.
- Hidajat, T.J. 2004. *Model Pengelolaan Kawasan Permukiman Berkelanjutan di Pinggiran Kota Metropolitan Jabodetabek*. Disertasi. Bogor (ID): Program Pascasarjana IPB.
- Idris Z.H. 2012. *engelolaan Transportasi Berkelanjutan Sebuah Investasi Masa Depan*, Seminar Nasional Teknik Sipil UMS: 112-117.
- Juiantono and Tonny. 2012. *Analisis Indikator Transportasi Jalan Raya dan Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Jawa Barat*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota Unisba 6 (1): 1-11.
- Kavaagh P and Pitcher T.J. 2004. *Implementing Microsoft Excel Software for Rapfish: Atechnique for The Rapid Appraisal of Fisheries Status*. (The Fisheries Centre 12 (2)). Canada: University of British Columbia.
- Kusbimanto W, Sitorus S.R.P. Machfud dan Poerwo I.F.P. 2013, *Analisis Keberlanjutan Pengembangan Prasarana Transportasi Perkotaan di Metropolitan Mamminasata Provinsi Sulawesi Selatan*. Jurnal Jalan dan Jembatan 30 (1): 1-15.
- Litman T. 2011. *Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*, *Transportation Research Record* 2017: 10-15.
- Lubis Z dan Bakhtiyar A. 2012. *Pemodelan Bangkitan dan Aksesibilitas Transportasi di Kawasan Perumnas Made Lamongan*. Jurnal Teknik 2 (2): 25-30. Universitas Islam Lamongan.
- Mansyur U. 2008. *Model Pengelolaan Transportasi Angkutan Umum Penumpang Non-Bus Berkelanjutan Kota Makassar*. Disertasi. Bogor (ID): Program Pascasarjana IPB.
- Murbaintoro T. 2009. *Model Pengembangan Hunian Vertikal Menuju Pembangunan Perumahan Berkelanjutan*. Jurnal Permukiman 4 (2): 72-87.
- Sitorus S. 2010. *Model Kebijakan Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan dalam Mendukung Pengembangan Kawasan Agropolitan (Studi Kasus di Kawasan Agropolitan Merapi-Merbabu)*. Disertasi. Bogor (ID): Program Pascasarjana IPB.
- Suthanaya P.A. 2009. *Analisis Aksesibilitas Penumpang Angkutan Umum Menuju Pusat Kota Denpasar di Provinsi Bali*. *GaneÇ Swara Edisi Khusus* 3 (3): 87-93.
- World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common Future*, World Commission on Environment and Development, Brundtland Commission. www.un-documents.net/our-common-future.pdf. Diakses 30 Agustus 2016.