

Pengembangan Metode Penilaian Indikator Transportasi Berkelanjutan di Indonesia

Russ Bona Frazila

Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: frazila@yahoo.com

Febri Zukhruf

Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: febri.zukhruf@ftsl.itb.ac.id

Taufiq Suryo Nugroho

Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: taufiq.suryo@gmail.com

Rudy Hermawan Karsaman

Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: ruherkar@yahoo.com

Harmein Rahman

Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia, E-mail: rahmanharmein@gmail.com

Abstrak

Kegiatan ekonomi di suatu kawasan perlu ditunjang oleh mobilitas yang tinggi namun tetap efisien. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan pengembangan sistem transportasi berkelanjutan di suatu kawasan. Sistem transportasi yang berkelanjutan memastikan bahwa sumber daya yang digunakan untuk melakukan mobilitas pada saat ini tidak akan menimbulkan dampak negatif bagi generasi yang akan datang. Makalah ini mengusulkan metode penilaian indikator transportasi berkelanjutan di Indonesia dan membagi indikator transportasi berkelanjutan menjadi tiga pilar: ekonomi, sosial, dan lingkungan. Selain itu makalah ini mengusulkan metode perhitungan indikator transportasi berkelanjutan untuk 2 jenis kawasan: kawasan perkotaan, dan kawasan antar kota. Metode perhitungan indeks ini kemudian diaplikasikan untuk menghitung indeks transportasi berkelanjutan di kawasan kota-kota provinsi Jawa Barat. Untuk kawasan antar kota, perhitungan indeks untuk provinsi Jawa Barat kemudian dibandingkan dengan 4 provinsi lain di Indonesia dengan karakter yang hampir sama yaitu: Sumatera Utara, Banten, Jawa Tengah, dan Jawa Timur.

Keywords: Indeks transportasi; kawasan perkotaan; transportasi berkelanjutan

Abstract

In many cities and countries, efficient movements for people and goods are required to support the economy. This can usually be achieved by developing a sustainable transportation system. A sustainable transportation system ensures that the resources used to provide existing transportation system will continue to be available in the future and that the externalities associated with transportation will not have negative impacts to the future generations. This paper suggests a method to calculate index to measure sustainability of the transport systems in Indonesia. The method includes a calculation for three main pillars of a sustainable transportation system: economy, social, and environment. Further, this paper suggests the methods to calculate the index for two different area: urban area and inter urban area. The suggested methods then are applied for West Java. For urban area, we calculate the index for five cities in West Java. As for intercity cases, the index for West Java than is compared with four other provinces with similar characteristics: North Sumatera, Banten, West Java, Central Java, and East Java.

Keywords: Transportation index; urban area, sustainable transport

1. Latar Belakang

Tuntutan mobilitas yang tinggi untuk mendukung ekonomi pada suatu kawasan mengharuskan perencanaan transportasi yang efisien dan

berkelanjutan. Inefisiensi sistem transportasi tidak hanya menurunkan tingkat mobilitas masyarakat, namun juga akan menimbulkan eksternalitas negatif seperti kemacetan yang akan berakibat buruk bagi kualitas kehidupan masyarakat pada kawasan tersebut

(GIZ SUTP, 2010). Sedangkan sistem transportasi yang berkelanjutan memastikan bahwa sumber daya yang dipakai untuk pengembangan sistem transportasi saat ini tidak akan menimbulkan dampak yang negatif untuk generasi yang akan datang.

Sebuah tantangan yang tidak mudah untuk mewujudkan mobilitas masyarakat yang tinggi namun efisien dalam suatu wilayah. Hal ini disebabkan, permasalahan mobilitas kawasan dapat berbeda-beda antar satu kawasan dengan kawasan lainnya. Perbedaan karakteristik kawasan, baik karakteristik secara sosial demografi maupun karakteristik secara teknis menyebabkan perencanaan transportasi wilayah menjadi sesuatu yang khas. Hal ini dikarenakan perencanaan transportasi harus mendukung konteks permasalahan yang ada pada wilayah tersebut. Salah satu cara untuk mengkuantifikasi perbedaan konteks antar wilayah ini dengan menetapkan tingkat mobilitas wilayah berdasarkan indikator-indikator yang mudah untuk diperoleh dan dapat diperbaharui secara berkala dan teratur (Costa, 2010).

Makalah ini bermaksud mengembangkan indeks kinerja transportasi wilayah yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap kebijakan eksisting maupun rencana kebijakan yang akan diterapkan pada masa yang akan datang. Indeks ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi kondisi mobilitas sekaligus dapat menjadi alat untuk mengukur efektifitas suatu kebijakan. Beberapa peneliti di Indonesia telah mencoba untuk menilai apakah pengembangan transportasi di suatu wilayah sesuai dengan prinsip-prinsip transportasi yang efisien dan berkelanjutan. Brotodewo, (2010) membuat suatu penilaian indikator transportasi berkelanjutan pada kawasan metropolitan Indonesia. Pada penelitian tersebut, penulis menyusun indikator transportasi berkelanjutan, yang salah satunya ada pada aspek aksesibilitas pada kawasan metropolitan di Indonesia. Penyusunan penilaian aspek aksesibilitas didasarkan pada indikator-indikator yang terdapat pada literatur. Sementara itu, Sulistiono et al., (2015) membuat kajian tentang aksesibilitas kabupaten / kota dalam satu kawasan provinsi dengan menggunakan angka keterkaitan sebagai indikator.

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah mengusulkan suatu indeks kinerja transportasi yang secara eksplisit menekankan kepada aspek transportasi berkelanjutan yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kebijakan dalam pengembangan transportasi baik untuk konteks transportasi perkotaan maupun transportasi antar kota. Lebih lanjut indeks transportasi ini diharapkan mampu menjadi pedoman tidak hanya bagi kota/provinsi, namun bagi pemerintah pusat yang ingin membuat penilaian terhadap aspek transportasi berkelanjutan.

Aspek lain dari studi ini adalah indeks yang disusun dalam makalah ini berdasarkan pada data-data publik yang dapat diperoleh dengan cukup mudah. Indikator-indikator yang akan digunakan sebagai alat ukur indeks mobilitas ini akan didasarkan pada studi-studi terdahulu sekaligus mempertimbangkan proses akuisisi

data yang akan menggunakan metode SMART (Specific; Measurable; Achievable and Attributeable; Relevant; Timely and Trackable). Metodologi pengembangan indeks transportasi berkelanjutan dalam makalah ini mengadopsi pendekatan yang dilakukan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas, 2018). Pemilihan metode diharapkan memberikan keuntungan tidak hanya dalam konteks keserasian dengan proses perencanaan yang telah ada di Indonesia, akan tetapi juga dapat memastikan bahwa data-data yang dibutuhkan untuk menyusun indeks dapat didapatkan dengan cukup mudah.

Dalam makalah ini, akan diusulkan dua indeks mobilitas: (1) indeks mobilitas untuk kawasan perkotaan (2) indeks mobilitas untuk pergerakan antar kota. Hal ini diperlukan karena perbedaan karakteristik perjalanan yang signifikan antara pergerakan di kawasan perkotaan, dan pergerakan antar kota.

Selanjutnya, makalah ini akan disusun sebagai berikut: Bagian 2 dari makalah ini akan menjabarkan studi-tudi terdahulu tentang pengembangan indeks mobilitas, selanjutnya data-data yang akan digunakan untuk penyusunan indeks mobilitas kawasan, serta metologi untuk perhitungan indeks mobilitas akan dijelaskan pada Bagian 3. Bagian 4 akan menjabarkan studi kasus dan implementasi dari indeks mobilitas yang sudah dibuat. Sedangkan bagian akhir akan menjelaskan kesimpulan dari penelitian ini.

2. Studi Pustaka

Mobilitas adalah salah satu aspek utama untuk mendukung pertumbuhan ekonomi suatu kawasan. Dalam literatur, mobilitas sendiri didefinisikan sebagai ukuran kemampuan seseorang untuk dapat mencapai tempat tujuannya (Costa et al., 2017). Mobilitas dapat dimasukkan kedalam kapasitas sosial dan ekonomi seseorang karena kemudahan dalam bergerak dan mencapai tempat tujuan terkait langsung dengan aktifitas kunci dalam hidup seseorang seperti: bekerja, bermain, dan memperoleh layanan dasar seperti pendidikan dan kesehatan. Dalam konteks ini, World Council for Sustainable Development, (2001) mendefinisikan mobilitas kawasan sebagai kemampuan suatu kawasan dalam menyediakan kebutuhan masyarakat untuk dapat bergerak dengan bebas, memperoleh akses untuk mencapai tempat yang dituju tanpa mengorbankan kualitas hidup harian.

Dalam penyusunan indeks mobilitas, literatur menunjukkan pengembangan suatu indeks mobilitas disesuaikan dengan tujuan yang hendak dicapai oleh penyusunnya. Beberapa studi sebelumnya menunjukkan tujuan ini dapat bersifat sangat umum. Sebagai contoh, Costa, (2010) mengembangkan indeks untuk kota-kota di Amerika selatan yang disebut dengan *Sustainable urban mobility index (IMUS)* yang dapat digunakan untuk mendukung arah kebijakan perencanaan dalam konteks perencanaan transportasi. Indeks yang dikembangkan meliputi 87 indikator dengan 9 tema yang mencakup: (1) aksesibilitas, (2) aspek lingkungan, (3) aspek sosial (4) aspek politik (5) kondisi infrastruktur, (6) Aspek kendaraan tidak

bermotor, (7) Integritas perencanaan (8) Lalu lintas, dan (9) sistem transport. Namun, ada juga studi terdahulu yang mengembangkan indeks mobilitas untuk kategori pengguna yang sangat spesifik seperti: pengembangan *Mobility Impact Index (MII)* yang bertujuan untuk menganalisis fenomena *urban sprawl* di Itali (Travisi et al., 2010), pengembangan *Urban Core Index (UCI)* yang bertujuan untuk menganalisis kebutuhan khusus untuk mendukung mobilitas penduduk dengan usia lanjut di kota-kota di Kanada (Hansson et al., 2019), dan pengembangan *Mobility impact index (MII)* di kota-kota di Spanyol yang secara khusus menyoroti perbedaan pola pergerakan untuk berangkat kerja berdasarkan pengembangan kawasan kota, dan infrastrukturnya (Moeinaddini et al., 2015).

Terlepas dari perkembangan yang sangat cepat dari indeks mobilitas, diperlukan usaha untuk mensistematisasi indikator tersebut dalam klaster yang lebih terstruktur. Makalah ini kemudian menggunakan konsep 3 pilar kota berkelanjutan (Bappenas, 2018) yaitu: (1) Pilar Ekonomi, (2) Pilar Sosial (3) Pilar Lingkungan. Indikator-indikator yang muncul diliteratur kemudian distrukturisasi kepada ketiga pilar tersebut yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

3. Metodologi Pengembangan Indeks Mobilitas

Pengembangan indeks kinerja transportasi berkelanjutan melalui beberapa proses seperti yang akan dijelaskan dibawah ini.

3.1 Penentuan indikator dengan metode SMART

Pemilihan indikator menjadi salah satu tahapan penting dalam penyusunan suatu indeks kinerja transportasi.

Proses pemilihan indikator mengikuti tiga tema utama yang disebut dalam kriteria kota berkelanjutan oleh Bappenas: (1) Ekonomi, (2) Sosial, dan (3) Lingkungan. (Bappenas, 2018). Proses pemilihan indikator dilakukan dengan mengadopsi konsep SMART, dengan penjelasan sebagai berikut:

- **Specific:** Indikator harus dapat diterjemahkan ke dalam istilah dan ukuran operasional.
- **Measurable:** Indikator memiliki kapasitas untuk dihitung, diamati, dianalisis, atau diuji.
- **Achievable and Attributable:** Indikator memiliki kapasitas untuk mengidentifikasi perubahan sebagai hasil dari intervensi dan memiliki hasil yang realistis.
- **Relevant:** Indikator harus menjadi ukuran yang valid suatu dari output/outcome dan dihubungkan secara akademis maupun praktis.
- **Timely:** Indikator harus tepat waktu dalam beberapa aspek. Pertama, mereka harus tepat waktu dari waktu yang dihabiskan dalam pengumpulan data. Kedua, indikator harus mencerminkan waktu pengumpulan. Artinya, jeda waktu antara hasil dan perubahan yang diharapkan dari hasil juga harus tercermin dalam indikator yang dipilih.
- **Trackable, and Targeted:** Indikator harus memungkinkan untuk dilacak kemajuannya dengan biaya yang efisien.

Disamping itu, makalah ini secara spesifik ingin mengolah data yang tersedia secara publik, dan terus diperbaharui oleh lembaga yang berwenang (sebagai

Tabel 1. Klasterisasi Indikator kedalam 3 pilar kota berkelanjutan

Indikator	Ekonomi	Sosial	Lingkungan	K / AK
Penulis				
Aratani and Todoroki, (2009)	Jarak antar kota; Waktu tempuh			AK
Brotodewo, (2010)	Panjang jalan; luas wilayah; panjang jalan kondisi baik; panjang jalan terlayani angkutan umum; volume lalu lintas; kapasitas jaringan jalan	Jumlah penduduk; kepemilikan dan laju pertumbuhan kendaraan bermotor;	Jumlah kecelakaan; jumlah kematian akibat kecelakaan; konsentrasi emisi Kawasan	K
Costa, (2010)	Panjang jalan; Kondisi jalan; Ruang parkir, akses masyarakat kepada transportasi publik; keragaman moda angkutan; panjang trayek angkutan umum (km); area layanan angkutan umum; Usia kendaraan angkutan umum	Pendapatan penduduk; pengeluaran untuk transportasi; jumlah kendaraan bermotor	Emisi; Populasi yang terpapar polusi suara; jumlah kecelakaan; jumlah kematian akibat kecelakaan	K
Indrashanty dan Legowo, (2016)	Panjang jalan; Luas wilayah	Kerapatan penduduk		AK
Panjaitan and Muis, (2010)	Panjang total jaringan jalan; Luas wilayah; Jumlah Kendaraan	Jumlah penduduk		K
Refiyanni and Silvia, (2018)	Panjang jalan; Luas Wilayah	Jumlah penduduk	Jumlah kecelakaan	K
Sulistiono et al., (2015)	Panjang jalan; waktu tempuh rata-rata; kondisi ruas jalan			AK
Wirasinghe and Kumaraage, (1998)	Waktu tempuh; Biaya perjalanan	Jumlah penduduk; pendapatan;		AK
Wiyono, (2012)	Jumlah kendaraan; volume puncak; kapasitas jalan; tingkat layanan jalan; jarak perjalanan	Jumlah penduduk; Tata guna lahan; Harga lahan		K

contoh: BPS, PEMDA, Kementerian terkait, Kepolisian, dan lain lain). Berdasarkan kriteria tersebut dan metode SMART maka indikator yang dipilih untuk kinerja transportasi kawasan perkotaan maupun antar kota beserta dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3** sebagai berikut:

3.2 Normalisasi

Sebelum dimasukkan kedalam perhitungan indeks kinerja transportasi, setiap indikator yang diusulkan harus mengalami proses normalisasi terlebih dahulu. Terdapat dua proses normalisasi yang akan dilakukan: (1) normalisasi terhadap nilai besaran tiap indikator (2) normalisasi terhadap performa tendensi. Normalisasi terhadap nilai besaran tiap indikator adalah normalisasi yang dilakukan agar setiap indikator mempunyai

besaran / satuan yang sama. Sedangkan normalisasi terhadap performa tendensi adalah normalisasi yang dilakukan agar tendensi dari satu indikator konsisten dengan indikator lainnya.

Normalisasi terhadap nilai besaran indikator perlu dilakukan karena setiap indikator memiliki unit besaran (*magnitude*) yang berbeda-beda. Sebagai contoh: indikator jumlah pendudukan akan berada pada orde jutaan, sedangkan indikator jumlah angkutan umum akan berada pada orde ratusan. Tujuan proses normalisasi terhadap besaran tiap indikator adalah untuk menjadikan seluruh indikator memiliki besaran yang sama yaitu antara nilai 0 hingga 1. Normalisasi ini dilakukan dengan membagi nilai indikator dengan nilai maksimal dan nilai minimal dari data set.

Tabel 2. Indeks kinerja transportasi kota

Pilar	Indikator	Deskripsi	Formula	Sumber data
Ekonomi	Aksesibilitas	Ketersediaan infrastruktur jalan	Panjang jalan / luas wilayah	IRMS; BPS
	Mobilitas Angkutan umum	Kemudahan bertransportasi dengan angkutan umum	Biaya transportasi/ upah minimum wilayah	BPS
	Ketersediaan angkutan	Jumlah angkutan umum	N/A	Dishub
	Trayek angkutan	Cakupan angkutan umum	Panjang trayek / Total panjang jalan	Dishub; IRMS
	Kondisi jalan	Persentase jalan dalam kondisi baik	Jalan kondisi baik / Total panjang jalan	BPS
	Tingkat pendapatan	Kegiatan ekonomi suatu daerah	PDRB / Jumlah penduduk usia pekerja	Pemda; BPS
Sosial	Tingkat pekerjaan	Tingkat penduduk yang bekerja	Jumlah pekerja / jumlah penduduk usia pekerja	BPS
	Kepemilikan kendaraan	Tingkat kepemilikan kendaraan bermotor	Jumlah kendaraan bermotor / jumlah penduduk	Kepolisian; BPS
Lingkungan	Tingkat pencemaran emisi	Indeks standar pencemaran udara	N/A	Kementrian LHK
	Jumlah kecelakaan	Jumlah kejadian kecelakaan	N/A	Jasa Raharja; Kepolisian

Tabel 3. Indeks kinerja transportasi antar kota

Pilar	Indikator	Deskripsi	Formula	Sumber data
Ekonomi	Aksesibilitas	Mengukur ketersediaan jalan pada suatu wilayah	Panjang jalan / luas wilayah	IRMS; BPS
	Mobilitas	Waktu tempuh rata-rata antar kota besar	Total pergerakan / jumlah penduduk	ATTN; BPS
	Ketersediaan angkutan umum	Jumlah bus angkutan AKDP	N/A	Dishub
	Kondisi jalan	Persentase jalan dalam kondisi baik	Jalan kondisi baik / panjang jalan	IRMS; BPS
	Tingkat pergerakan	Rata-rata pergerakan orang tahunan antar kabupaten	N/A	Kemenhub
	Jumlah terminal bus	Jumlah terminal bus kelas A, B, C	N/A	Dishub
	Jumlah stasiun kereta api	Jumlah stasiun kereta api	N/A	KAI
Sosial	Tingkat pendapatan	Kegiatan ekonomi suatu daerah	PDRB / Jumlah penduduk usia pekerja	Pemda; BPS
	Kepemilikan kendaraan	Tingkat kepemilikan kendaraan bermotor	Jumlah kendaraan bermotor/ jumlah penduduk	Kepolisian; BPS
Lingkungan	Jumlah kecelakaan	Jumlah kejadian kecelakaan di wilayah	Jumlah kecelakaan	Kepolisian
	Tingkat fatalitas kecelakaan	Persentase jumlah kecelakaan yang menyebabkan kematian	Jumlah kematian / jumlah kecelakaan	BPS

*: anggaran sektor transportasi adalah anggaran Dinas Bina Marga dan Dinas Perhubungan

Rumus untuk normalisasi adalah sebagai berikut:

$$\beta_{norm} = \frac{\beta - \beta_{min}}{\beta_{max} - \beta_{min}} \quad (1)$$

Dimana β adalah variable yang digunakan untuk mengukur indeks.

Normalisasi kedua dilakukan pada tendensi performa dari masing-masing indikator. Setiap indikator mempunyai tendensi performa yang berbeda-beda. Sebagai contoh, indikator aksesibilitas mempunyai tendensi positif, yang berarti semakin besar nilai indikator tersebut, maka mempunyai efek positif pada indikator kinerja transportasi. Di sisi lain, indikator tingkat kecelakaan mempunyai tendensi negatif, yang berarti semakin besar nilai indikator tersebut, akan memperburuk performa indeks kinerja transportasi secara keseluruhan. Agar seluruh perhitungan indikator menjadi konsisten maka seluruh tendensi performansi dinormalisasi menjadi positif yang berarti semakin besar nilai indikator maka akan performa dari indeks kinerja transportasi juga akan meningkat.

3.3 Perhitungan indeks kinerja dan pemberian bobot

Setelah melakukan proses normalisasi, proses selanjutnya dalam pengembangan indeks kinerja transportasi ini adalah dengan melakukan pembobotan pada setiap pilar kota yang berkelanjutan yaitu: (1) Ekonomi (2) Sosial (3) Lingkungan.

Perhitungan indeks kinerja dilakukan dengan menerapkan rumus sebagai berikut:

$$M_i = \alpha_1 E_i + \alpha_2 S_i + \alpha_3 L_i \quad (2)$$

Dimana :

- M_i : indeks kinerja transportasi berkelanjutan
- S_i : indeks kinerja transportasi pilar sosial
- E_i : indeks kinerja transportasi pilar ekonomi
- L_i : indeks kinerja transportasi pilar lingkungan
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$: bobot untuk pilar sosial, ekonomi dan lingkungan

i menunjukkan indeks dihitung pada kota/ wilayah - i . Sedangkan untuk menghitung indeks masing-masing pilar mengikuti formula sebagai berikut:

$$IN_p = \sum_{n=1}^N \beta_n \quad (3)$$

Dimana:

IN_p adalah indeks kinerja transportasi pada pilar p , sedangkan N adalah jumlah indikator pada pilar tersebut.

Dalam penyusunan suatu indeks, penentuan pembobotan dapat dilakukan dengan mengundang para ahli dan mendengar pendapat yang dikemukakan oleh mereka. Namun disamping itu pemberian bobot dapat juga dimaksudkan sebagai arah kebijakan dari perencana. Sebagai contoh, jika perencana / pemerintah setempat

ingin memberikan titik tekan lebih pada aspek ekonomi, maka dalam perhitungan indeks kinerja transportasi, bobot untuk pilar ekonomi bisa dibuat lebih besar dari pilar yang lain. Namun harus dicatat, bahwa total dari seluruh nilai bobot harus memiliki nilai 1 atau secara matematis dapat ditulis:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1 \quad (4)$$

4. Aplikasi Perhitungan Indeks Kinerja Transportasi untuk Provinsi Jawa Barat

Pada bagian ini, pengembangan formulasi indeks transportasi yang diajukan pada bagian sebelumnya diaplikasikan dengan data-data faktual. Tujuan dari aplikasi ini adalah untuk menunjukkan *workability* dari indeks yang disusun, dan kegunaannya untuk mengukur kinerja transportasi. Aplikasi ini juga ingin menunjukkan bagaimana indeks yang disusun ini dapat diperbaharui dengan cukup mudah. Hal ini dikarenakan data-data yang digunakan untuk menghitung indeks kinerja transportasi berkelanjutan tersedia secara *online*, terutama data-data yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Data-data yang digunakan untuk perhitungan indeks merujuk pada data-data yang ditampilkan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Seperti yang disebutkan pada bagian sebelumnya, terdapat 3 pilar yang menyusun indeks transportasi berkelanjutan: ekonomi, sosial, dan lingkungan. Dalam contoh studi kasus perhitungan indeks mobilitas pada provinsi Jawa Barat ini perhitungan bobot dari masing-masing pilar dilakukan berdasarkan jumlah indikator pada masing-masing pilar. Sehingga bobot dari masing-masing pilar dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\alpha_p = \frac{N}{M} \quad (5)$$

Dimana:

α_p : Bobot pilar p

N : Jumlah indikator pada suatu pilar

M : Jumlah indikator kinerja transportasi berkelanjutan

4.1 Perhitungan indeks kinerja transportasi daerah perkotaan di Jawa Barat

Seperti yang dijelaskan pada bagian 1 dari makalah ini, indeks pertama yang akan disusun adalah indeks kinerja transportasi untuk daerah perkotaan. Pada aplikasi ini kami mengambil contoh untuk kota-kota yang ada di Provinsi Jawa Barat yang meliputi: Kota Bogor, Kota Sukabumi, Kota Bandung, Kota Cirebon, Kota Bekasi, Kota Depok, Kota Cimahi, Kota Tasikmalaya, dan Kota Banjar.

Perhitungan indeks kinerja dilakukan untuk kondisi tahun 2014 dan tahun 2017. Tujuan dari diaplikasikannya indeks kinerja pada dua tahun yang berbeda dan pada beberapa kota adalah menunjukkan bahwa indeks yang disusun cukup mudah untuk diterapkan pada waktu dan tempat yang berbeda karena seluruh data yang digunakan merupakan data publik yang dapat diakses oleh masyarakat.

Berikut adalah gambaran proses perhitungan indeks transportasi untuk kawasan perkotaan. Langkah pertama adalah mendapatkan nilai indikator berdasarkan data-data yang didapatkan dari berbagai sumber. Kemudian proses normalisasi dilakukan terhadap indikator tersebut terhadap berbagai kota yang dikaji. Kota dengan nilai indikator tertinggi mendapatkan nilai 1 dan kota dengan nilai indikator terendah mendapatkan nilai 0. Setelah mendapatkan nilai normalisasi untuk masing-masing indikator, nilai indikator yang berada pada satu pilar dijumlahkan untuk kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing pilar. Dari proses perhitungan ini didapatkan Nilai Akhir dari masing-masing pilar yang ketika dijumlahkan maka menunjukkan nilai indeks dari masing-masing kota.

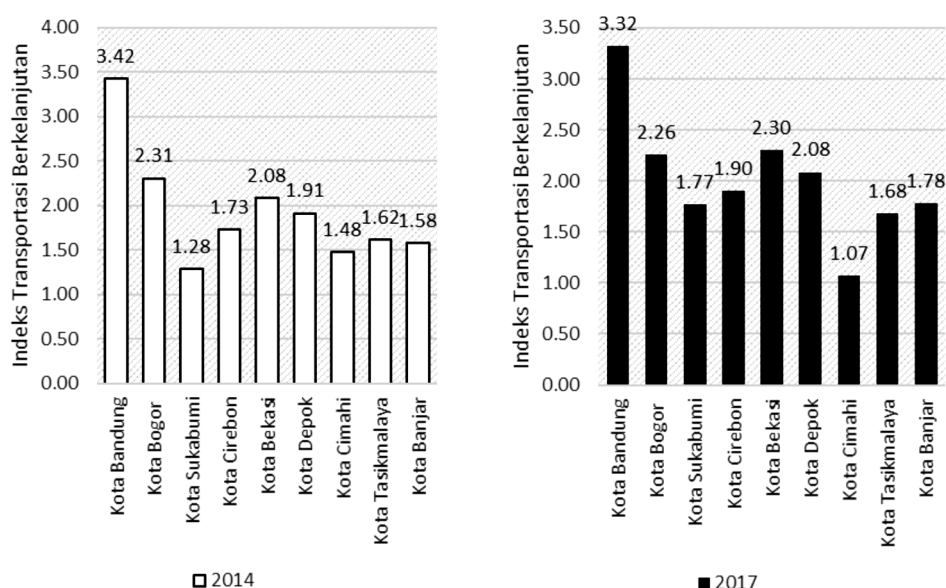
Nilai bobot pada contoh ini merupakan salah satu aplikasi dimana pilar ekonomi mempunyai nilai tertinggi, dalam rangka merefleksikan bahwa pilar ekonomi mempunyai peran yang paling penting dalam perhitungan indeks transportasi. Meskipun konteks ini dapat berbeda tergantung daripada perspektif

perencana dalam mengevaluasi kinerja transportasi, yang umumnya diperoleh melalui survei ataupun FGD. **Tabel 4** menunjukkan contoh perhitungan indeks mobilitas untuk kota Bandung (kota dengan indeks tertinggi) pada tahun 2017.

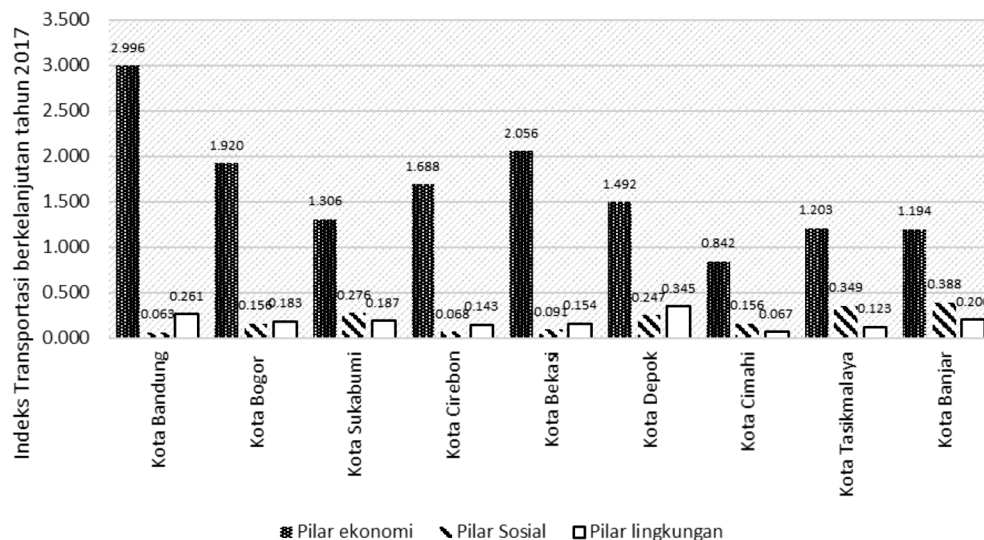
Hasil dari perhitungan indeks kinerja transportasi berkelanjutan untuk kawasan perkotaan di Provinsi Jawa Barat dapat dilihat pada **Gambar 1** dibawah. Dapat dilihat dari **Gambar 1** bahwa Kota Bandung adalah kota dengan nilai indeks tertinggi. Kota Bandung mendapatkan nilai indeks 3.42 sebagai nilai tertinggi dibandingkan indeks kota-kota lainnya. Hal ini ditopang oleh baiknya indikator pada pilar ekonomi dibandingkan kota-kota lain. Indikator yang menopang baiknya pilar ekonomi dari indeks transportasi keberlanjutan adalah ketersediaan angkutan umum yang lebih baik di kota Bandung dibandingkan kota-kota lain, baik dari segi jumlah angkutan maupun panjang trayek yang dilayani. Namun, jika dilihat dari sisi sosial dan ekonomi Kota Bandung bukanlah kota yang terbaik di Jawa Barat. **Gambar 2** menunjukkan nilai masing-masing pilar pada tahun 2017. Kota

Tabel 4. Contoh perhitungan indeks mobilitas (Kota Bandung tahun 2017)

Pilar	Indikator	Nilai Indikator	Normalisasi	Jumlah	Bobot	Nilai Akhir
Ekonomi	Aksesibilitas	7.47	1.00			
	Tingkat Mobilitas dengan Angnum	0.19	0.20			
	Jumlah angkutan umum	5491	1.00	4.99	0.6	3.00
	Trayek angkutan	557.45	1.00			
	Persentase Kondisi jalan	0.77	0.79			
	Tingkat pendapatan	0.45	1.00			
Sosial	Tingkat pekerjaan	141.75	0.31	0.31	0.2	0.06
	Tingkat kepemilikan kendaraan bermotor	0.92	0.00			
Lingkungan	Kondisi Udara	0.72	1.00	1.30	0.2	0.26
	Jumlah kecelakaan	30.98	0.30			
Total						3.32



Gambar 1. Indeks transportasi berkelanjutan untuk daerah perkotaan di Jawa Barat



Gambar 2. Indeks transportasi berkelanjutan Jawa Barat berdasarkan pilar tahun 2017

Banjar menjadi kota dengan indikator sosial terbaik. Hal ini didukung oleh tingkat penduduk bekerja yang tinggi di kota Tasikmalaya dibandingkan kota yang lain. Sedangkan untuk pilar lingkungan, Kota Depok menjadi kota dengan nilai indikator lingkungan terbaik. Data yang diperoleh untuk perhitungan nilai indeks ini, dapat dilihat pada bagian appendix.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode perhitungan untuk mendapatkan indeks kinerja transportasi ini dapat digunakan sebagai alat bagi perencanaan sesuai dengan tujuan yang dijelaskan pada bagian 1 dari makalah ini.

Dalam perhitungan ini tidak terdapat nilai maksimum atau tolok ukur yang bersifat tetap. Dalam makalah ini digunakan perspektif perhitungan yang mengedepankan tolok ukur yang bersifat dinamis (i.e., berdasarkan kinerja terbaik). Perspektif ini memberikan sangat bermanfaat dalam konteks pemerintah yang ingin mengadakan kompetisi dalam aspek kota berkelanjutan.

Perspektif ini memiliki setidaknya tiga keuntungan, yaitu : (1) mudah diterapkan tanpa memerlukan diskursus terkait nilai yang digunakan untuk tolok ukur, (2) mendorong adanya kompetisi secara dinamis yang diharapkan dapat mempercepat terwujudnya transportasi berkelanjutan, (3) proses kompetisi dinamis yang dilakukan secara regular memungkinkan munculnya strategi baru yang adaptif terhadap perubahan dalam mengembangkan transportasi berkelanjutan. Karena pada faktanya perkembangan cepat dalam bidang transportasi menuntut adanya inovasi terus menerus yang umumnya sulit ditangkap oleh tolok ukur yang bersifat *rigid*/statistik.

Sebagai implikasi tolok ukur yang bersifat dinamis ini, nilai nominal dari suatu indeks menjadi tidak terlalu penting dibandingkan perbandingan nilai antar satu kota dengan kota lainnya.

Sebagai contoh, pada tahun 2014 Bogor berada pada posisi kedua dengan nilai 2.31, sementara pada tahun 2017 menempati posisi ketiga dengan nilai 2.26. Nilai

bukan berarti secara mutlak kinerja indikator transportasi berkelanjutan di kota Bogor menurun, namun mengindikasikan bahwa usaha-usaha yang dilakukan oleh Kota Bogor antara tahun 2014-2017 untuk mendukung transportasi berkelanjutan tidak lebih baik jika dibandingkan secara relatif terhadap usaha-usaha yang dilakukan oleh kota lain.

Tolok ukur dinamis ini menyebabkan perbandingan kinerja pengembangan transportasi berkelanjutan dalam kerangka waktu yang berbeda harus dilihat dari posisi suatu kota/provinsi secara total, bukan nilai dari indeks tersebut pada setiap waktunya. Hal ini dikarenakan proses normalisasi terhadap nilai besaran indikator dilakukan terhadap kota-kota pada satu waktu. Sehingga dalam membandingkan kinerja pada tahun yang berbeda dapat digunakan pendekatan berdasarkan posisi, yang dapat berupa urutan posisi dari yang tertinggi hingga terendah, persentil, ataupun kelas.

4.2 Perhitungan indeks kinerja transportasi Provinsi Jawa Barat

Bagian kedua dari aplikasi ini bertujuan untuk menilai indeks kinerja transportasi antar kota khususnya menghitung kinerja transportasi untuk pergerakan antar kota dalam provinsi. Dalam hal ini, indeks kinerja transportasi berkelanjutan provinsi Jawa Barat dibandingkan dengan provinsi-provinsi lain di Indonesia yang mempunyai jumlah penduduk dan luas area yang sejenis dengan provinsi Jawa Barat yaitu: Sumatera Utara, Banten, Jawa Tengah, dan Jawa Timur.

Pada aplikasi ini, indeks transportasi yang diukur adalah indeks transportasi berkelanjutan antar kota dalam satu provinsi. Sama seperti perhitungan indeks pada kawasan metropolitan, indeks kinerja transportasi provinsi ini dihitung berdasarkan tiga pilar: ekonomi, sosial dan lingkungan.

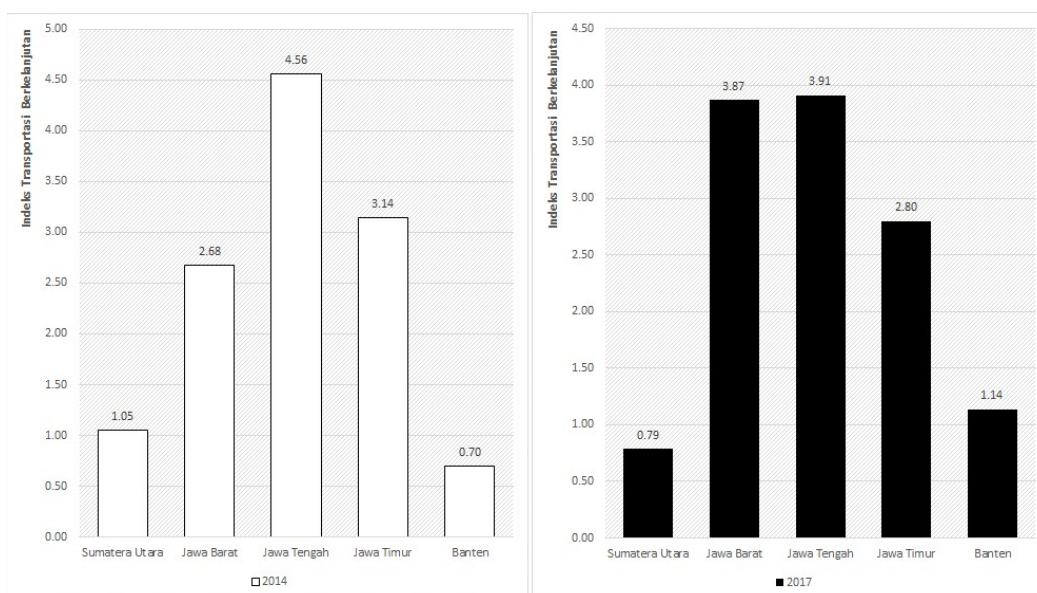
Hasil perhitungan indeks transportasi berkelanjutan untuk provinsi dapat dilihat pada **Gambar 2**. Hasil perhitungan pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa

pada tahun 2014, provinsi Jawa Tengah mendapatkan nilai tertinggi. Hal ini ditopang oleh pilar ekonomi dimana pada tahun 2014, Jawa tengah memiliki nilai terbaik untuk indikator-indikator seperti: aksesibilitas, mobilitas, kondisi jalan antar kota maupun jumlah total pergerakan. Sementara itu, provinsi Sumatera utara mendapatkan nilai tertinggi untuk pilar sosial dan pilar ekonomi pada tahun 2014.

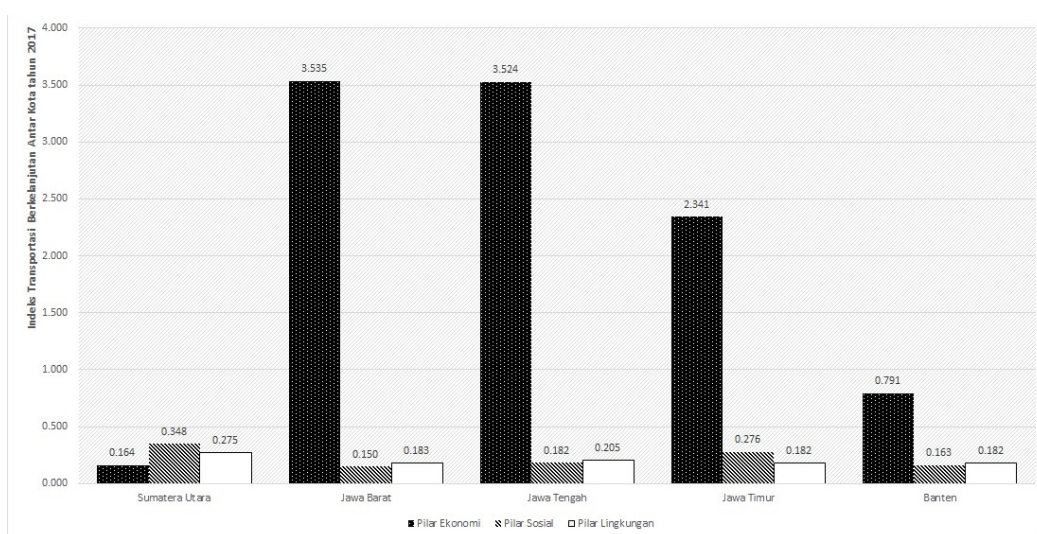
Perhitungan indeks transportasi berkelanjutan pada tahun 2017 menunjukkan Jawa Tengah masih merupakan provinsi dengan indeks tertinggi dan Sumatera Utara masih menjadi provinsi dengan indeks pilar sosial dan pilar lingkungan tertinggi. Namun dapat dilihat perhitungan nilai indeks pada tahun 2017 lebih merata di seluruh provinsi. Hal ini menunjukkan perbaikan tingkat transportasi berkelanjutan terutama di provinsi Jawa Barat, dan Banten relatif terhadap provinsi Jawa Tengah.

5. Kesimpulan

1. Makalah ini mengembangkan indeks pengukuran transportasi berkelanjutan berdasarkan tiga pilar yang diusulkan oleh Bappenas yaitu: pilar ekonomi, pilar sosial dan pilar lingkungan.
2. Pengumpulan data untuk menghitung Indeks transportasi berkelanjutan dikembangkan dengan mendasarkan kepada metode SMART (*specific, measurable, achievable & attributable, relevant, timely and trackable*). Metode ini memungkinkan perhitungan indeks transportasi berkelanjutan menggunakan data yang tersedia secara *online*. Dengan demikian pengembangan indeks transportasi berkelanjutan yang diusulkan oleh makalah ini diperbaharui secara berkala.
3. Pada bagian akhir makalah, usulan perhitungan indeks transportasi berkelanjutan ini diaplikasikan



Gambar 3. Perbandingan indeks transportasi berkelanjutan pada beberapa Provinsi



Gambar 4. Indeks transportasi berkelanjutan berdasarkan pilar pada beberapa Provinsi

untuk mengukur kinerja transportasi pada wilayah perkotaan dan transportasi antar kota dalam provinsi. Kota-kota dalam provinsi Jawa Barat menjadi contoh penerapan perhitungan indeks ini. Sedangkan untuk perhitungan kawasan antar kota, makalah ini menghitung indeks kinerja transportasi terhadap 5 provinsi yaitu Sumatera Utara, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur.

4. Penyusunan index pada makalah ini berdasarkan pada nilai relatif indikator dari kota/provinsi yang diukur. Hal ini dapat dilihat pada bagian metode normalisasi menggunakan nilai maksimal pada indikator dari kota/provinsi terbaik sebagai tolak ukur (**Persamaan 1**). Sehingga nilai indeks yang didapat adalah relatif terhadap performa keseluruhan kota/provinsi yang dikaji pada tahun tersebut.
5. Perspektif ini memiliki setidaknya tiga keuntungan, yaitu :
 - a. mudah diterapkan tanpa memerlukan diskursus terkait nilai yang digunakan untuk tolak ukur,
 - b. mendorong adanya kompetisi secara dinamis yang diharapkan dapat mempercepat terwujudnya transportasi berkelanjutan,
 - c. proses kompetisi dinamis yang dilakukan secara regular memungkinkan munculnya strategi baru yang adaptif terhadap perubahan dalam mengembangkan transportasi berkelanjutan. Karena pada faktanya perkembangan cepat dalam bidang transportasi menuntut adanya inovasi terus menerus yang umumnya sulit ditangkap oleh tolak ukur yang bersifat rigid/statis.
6. Selain itu secara praktis, terutama dalam konteks penerapan metode Bappenas, dimana nilai indikator ini dapat menjadi acuan untuk melihat perkembangan transportasi berkelanjutan dalam satu wilayah dan membandingkannya secara langsung dengan wilayah lain. Lebih lanjut, nilai indikator ini dapat menjadi acuan untuk “beuty contest” dari pemerintah untuk mengalokasikan dana pengembangan.
7. Penelitian kedepan dapat membuat suatu indeks dimana tujuan pembuatan indeks tidak berfokus untuk membandingkan kondisi kinerja antar kota/provinsi, namun fokus pada penggolongan kondisi transportasi berkelanjutan pada kota/provinsi. Hal ini dapat dipenuhi, dengan menetapkan satu tolak ukur yang rigid sehingga indeks yang dihasilkan dapat dibandingkan secara langsung. Namun tantangan dalam pengembangan metode ini adalah dalam hal menentukan nilai tolak ukur yang ideal untuk konteks kota/provinsi di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Aratani, T., Todoroki, T., 2009. Analysis of Regional Disparities in Intercity Mobility in Japan, in: Eastern Asia Society for Transportation Studies.
- Bappenas, 2018. Rancangan Kebijakan Perkotaan Nasional.
- Brotodewo, N., 2010. Penilaian indikator transportasi berkelanjutan pada kawasan metropolitan di Indonesia. *J. Perenc. Wil. dan Kota* 21, 165–182.
- Costa, B., Neto, G., Bertolde, A.I., 2017. Urban Mobility Indexes: A Brief review of the literature. *Transp. Res. Procedia* 25, 3649–3659. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.330>
- Costa, S., 2010. Development and application ISUM : an index of sustainable urban mobility, in: Transportation Research Board.
- GIZ SUTP, 2010. Rencana Mobilitas Perkotaan: Pendekatan Nasional dan.
- Hansson, J., Pettersson, F., Svensson, H., Wretstrand, A., 2019. Preferences in regional public transport: a literature review. *Eur. Transp. Res. Rev.* 11. <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0374-4>
- Indrashanty, A., Legowo, P., 2016. Aksesibilitas dan mobilitas transportasi di provinsi Bengkulu dalam konteks negara maritim dan penguatan daerah tertinggal.
- Moeinaddini, M., Asadi-Shekari, Z., Zaly Shah, M., 2015. An urban mobility index for evaluating and reducing private motorized trips. *Meas. J. Int. Meas. Confed.* 63, 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2014.11.026>
- Panjaitan, A., Muis, Z.A., 2010. Kajian sistem jaringan jalan di wilayah kota pekanbaru. *J. Tek. sipil USU*.
- Refiyanni, M., Silvia, C.S., 2018. Analisa tingkat layanan jalan dengan menggunakan metode standar pelayanan minimum (SPM). *J. Tek. sipil Univ. Teuku Umar* 1, 49–60.
- Sulistiono, D., Mawardi, A.F., Asparini, A., Kasiati, E., 2015. Penggunaan Angka Keterkaitan untuk Penentuan Tingkat Aksesibilitas Kota / Kabupaten di Wilayah Propinsi Kalimantan Barat. *J. Apl.* 13, 1–6.
- Travisi, C.M., Camagni, R., Nijkamp, P., 2010. Impacts of urban sprawl and commuting : a modelling study for Italy. *J. Transp. Geogr.* 18, 382–392. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.08.008>
- Wirasinghe, S.C., Kumarage, A.S., 1998. An aggregate demand model for intercity passenger travel in Sri Lanka. *Transportation (Amst)*. 77–98.
- Wiyono, S., 2012. Penggunaan sistem dinamik dalam management transportasi untuk mengatasi kemacetan di daerah perkotaan. *J. Transp. FSTPT* 12, 1–10.
- World Council for Sustainable Development, 2001. Mobility Report.

