

---

## Smart logistic for sustainable cities

Christopher Hendra Setiawan<sup>1</sup>, Amelia Santoso<sup>1\*</sup>, Joniarto Parung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>\*Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Indonesia, Jl. Raya Kalirungkut, Kali Rungkut, Kec. Rungkut, Surabaya, Indonesia

\*Email: [amelia@staff.ubaya.ac.id](mailto:amelia@staff.ubaya.ac.id)

---

### INFORMASI ARTIKEL

#### Histori Artikel

- Artikel dikirim  
06/04/2023
- Artikel diperbaiki  
04/05/2023
- Artikel diterima  
05/05/2023

### ABSTRAK

PBB telah mensepakati kota yang berkelanjutan atau yang dikenal dengan istilah *sustainable cities* untuk menjadi salah satu dari serangkaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) sebagai tujuan yang ke sebelas. Hal ini menunjukkan keseriusan pemerintah dunia dalam memandang peran kota untuk turut serta membangun konsep keberlanjutan. Namun, disisi lain fenomena urbanisasi terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Peningkatan urbanisasi diikuti dengan peningkatan jumlah penggunaan kendaraan bermotor, termasuk aktivitas logistik di dalamnya. Meningkatnya aktivitas logistik dan transportasi membawa dampak buruk bagi kualitas udara di area perkotaan dengan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkannya. Buruknya kualitas udara, tentu akan menghambat upaya suatu kota dalam mencapai konsep keberlanjutan atau *sustainable cities*. Dengan demikian, solusi-solusi untuk memperbaiki aktivitas logistik sangat dibutuhkan dalam upaya mencapai keberlanjutan suatu kota. Di era digital saat ini, peran teknologi sangatlah besar termasuk di bidang logistik, dengan mengintegrasikan teknologi dengan aktivitas logistik, solusi yang lebih optimal terkait efisiensi dan sebagainya akan lebih mudah tercatat. Konsep integrasi ini dikenal dengan istilah *smart logistic*. Penelitian ini menampilkan hasil *review* dari berbagai literatur untuk mendefinisikan konsep *sustainable cities* yang dimaksud, konsep *smart logistic*, dan solusi logistik apa saja yang pernah diteliti sebelumnya serta bagaimana solusi tersebut dapat menjawab tantangan yang diajukan pada pembangunan konsep *sustainable cities*.

**Kata Kunci:** urbanisasi; sustainable cities; teknologi; smart logistic.

### ABSTRACT

*The United Nations has agreed on sustainable cities to be one of a series of sustainable development goals (SDGs) as the eleventh goal. This shows the seriousness of the world government in viewing the role of cities to participate in building the concept of sustainability. However, on the other hand, the phenomenon of urbanization continues to increase from year to year. The increase in urbanization is followed by an increase in the number of motorized vehicles, including logistics activities in it. The increase in logistics and transportation activities has a negative impact on air quality in urban areas with its CO<sub>2</sub> emissions. Poor air quality will certainly hamper a city's efforts in achieving the concept of sustainability or sustainable cities. Thus, solutions to improve logistics activities are needed in an effort to achieve the sustainability of a city. In today's digital era, the role of technology is enormous including in the field of logistics, by integrating technology with logistics activities, more optimal solutions related to efficiency and so on will be more easily recorded. This integration concept is known as smart logistics. This research presents the results of a review of various literatures to define the concept of sustainable cities, the concept of*

*smart logistics, and what logistics solutions have been studied before and how these solutions can answer the challenges posed in the development of the concept of sustainable cities.*

**Keywords:** *Urbanization; sustainable cities; technology; smart logistic*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini, sebagian besar orang lebih memilih untuk tinggal di area perkotaan dibandingkan di area pedesaan. Fenomena demikian sering disebut dengan istilah urbanisasi. Pada tahun 2030 mendatang, diperkirakan total populasi di area perkotaan akan meningkat hingga 5 miliar penduduk [1]. Adanya keinginan untuk meningkatkan kualitas hidup [2], kebutuhan akan edukasi, serta ketersediaan lapangan kerja [3] merupakan faktor yang mendorong sebagian besar orang untuk melakukan urbanisasi. Peningkatan jumlah penduduk perkotaan juga diikuti peningkatan beberapa permasalahan [4] seperti, perubahan iklim, kekurangan sumber daya, polusi lingkungan, dan suhu udara yang panas [5] yang biasa disebut dengan “*green house effect*” atau efek rumah kaca. Tercatat bahwa 50% efek rumah kaca disebabkan karena karbon dioksida yang dihasilkan oleh aktivitas logistik dan transportasi [6]. Urbanisasi tanpa adanya upaya pemeliharaan lingkungan akan berdampak buruk bagi penduduk kota itu sendiri. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, muncullah istilah “*Sustainable cities*” [7].

Konsep “*Sustainable cities*” sudah menjadi salah satu fokus dari Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). Konsep “*Sustainable cities*” telah dimasukkan sebagai salah satu dari 17 “*Sustainable Development Goals*” (SDG) yaitu pada Goals yang ke-11. Kota yang mampu mempertahankan pasokan sumber daya alam sambil mencapai kemajuan dalam bidang ekonomi, fisik, dan sosial serta tetap aman terhadap risiko lingkungan merupakan definisi dari “*Sustainable cities*” menurut PBB [8]. Tujuan adanya penerapan konsep “*Sustainable cities*” adalah untuk meningkatkan kualitas hidup penduduk kota [2]. Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas hidup penduduk kota yaitu, (1) peningkatan kualitas hidup penduduk, (2) peningkatan fungsi perusahaan dan perusahaan dalam aglomerasi, (3) penghapusan transportasi yang tidak perlu, (4) mempersingkat waktu transportasi, (5) pengurangan konsumsi sumber daya, (6) menurunkan harga layanan transportasi yang diberikan. Upaya ke 3, 4, dan 6 menunjukkan pentingnya perbaikan di bidang logistik dalam membangun konsep “*Sustainable cities*”. Sektor logistik menjadi salah satu kunci terpenting dalam upaya pembangunan berkelanjutan [9].

Tidak ada kota yang dapat berfungsi dengan baik tanpa adanya aktivitas logistik yang efisien [10]. Ditengah kondisi maraknya urbanisasi, masalah perpindahan barang di perkotaan menjadi fokus yang harus diperhatikan untuk mendukung kehidupan yang lebih baik bagi masyarakat serta lingkungan di area perkotaan [11]. Tantangan di bidang logistik saat ini adalah bagaimana untuk dapat tetap melakukan proses perpindahan barang dengan memperhatikan kualitas hidup penduduk kota dan mengurangi dampak negatif transportasi terhadap lingkungan seperti emisi CO<sub>2</sub>, dan kebisingan [10]. World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa lebih dari 34 juta penduduk kota di Eropa terkena dampak gangguan kesehatan akibat tingkat kebisingan di kota yang mencapai 50 desibel atau 20 desibel lebih tinggi dari tingkat kebisingan yang diperbolehkan (European Environment Agency 2010). Tidak akan ada upaya pengembangan konsep “*Sustainable cities*” yang berhasil tanpa adanya “*Smart Solution*” di area logistik [12].

Teknologi memegang peran penting dalam upaya pemberian solusi dalam aktivitas logistik agar tidak berdampak negatif terhadap lingkungan dan tidak menggunakan terlalu banyak ruang di kota serta meningkatkan kualitas hidup penduduk kota. Dengan adanya peran teknologi, memungkinkan penduduk kota untuk mengetahui informasi terkait jumlah mobil yang berlalu-lalang di jalan, jumlah penumpang pada suatu kendaraan umum, kendala dalam lalu lintas, serta kondisi cuaca [12]. Upaya mengintegrasikan teknologi dengan aktivitas logistik disebut dengan istilah “*Smart logistics*”. Dengan adanya sistem informasi yang baik terkait logistik, maka solusi yang dapat ditawarkan akan semakin banyak dalam hal upaya efisiensi bidang logistik. Namun, faktanya data yang mendukung pembangunan solusi bidang logistik masih terbatas karena

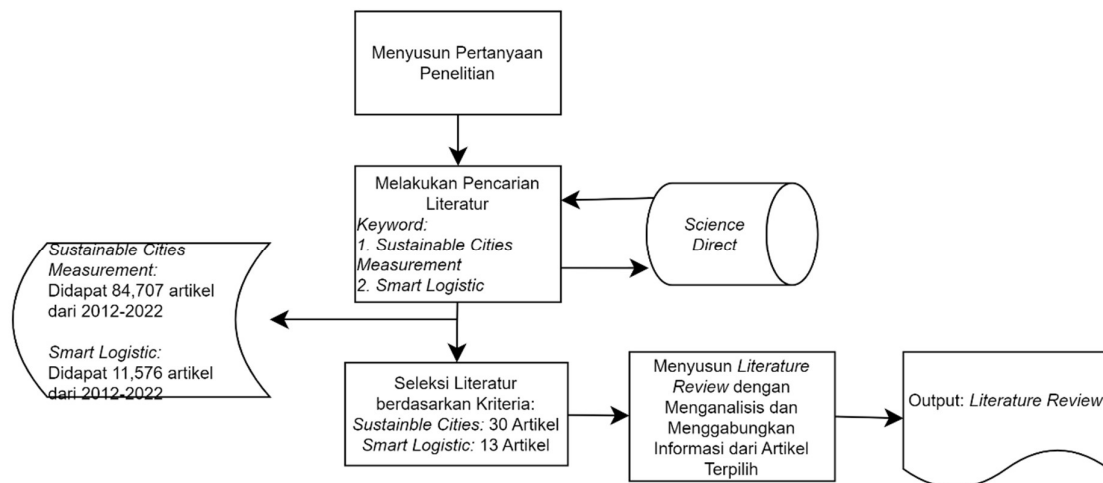
banyak negara yang belum memiliki kesadaran akan pentingnya peran teknologi dalam mengumpulkan data serta kekuatan dari data itu sendiri dalam memberikan solusi logistik [4].

Sudah banyak penelitian terdahulu yang membahas terkait *sustainable cities* maupun *smart logistics*. Zinatizadeh [13] meneliti terkait evaluasi tingkat keberlanjutan kota Kermansyah di Iran dengan metode FPPSI dan Entrophy dan didapatkan hasil bahwa kota Kermansyah kurang memperhatikan aspek lingkungan. Yi [14] meneliti terkait pengukuran tingkat keberlanjutan 15 provinsi di China menggunakan metode GRA dan diperoleh hasil bahwa kota-kota dengan tingkat keberlanjutan tinggi adalah kota Shenzhen, Guangzhou, dan Hangzhou. Xun [15] berfokus pada evaluasi tingkat keberlanjutan kota di provinsi Shandong China dengan metode footprint dan diperoleh hasil bahwa terdapat 4 kategori kota terkait penggunaan sumber daya. [16] berfokus pada penawaran solusi-solusi logistik pada perkotaan seperti, *Electric Vehicle*, *Crowd-shipping*, dan lain sebagainya. Korczak [17] meneliti terkait pendefinisian konsep *smart logistic* dalam upaya pembangunan *smart cities*. Penelitian-penelitian sebelumnya lebih berfokus pada salah satu konsep saja yaitu, *sustainable cities* atau *smart logistic*. Belum ada penelitian yang membahas keduanya terkait konsep *sustainable cities* yang diharapkan serta solusi logistik apa yang ditawarkan untuk dapat mencapai *sustainable cities* tersebut. Penelitian ini terlihat mirip dengan yang dilakukan [17] hanya saja pada penelitian tersebut hanya berfokus pada penjelasan konsep-konsep terkait logistik serta pembentukan kebijakan dan sedikit membahas terkait konsep *sustainable cities* yang ingin dicapai serta detail solusi logistik yang ditawarkan. Penelitian ini bermaksud untuk menggabungkan konsep penelitian sebelumnya baik melihat dari sisi *sustainable cities* maupun solusi logistik di dalamnya. Artikel ini dibuat untuk menjawab pertanyaan penelitian/ *Research Question* berikut.

- RQ 1.** Bagaimana gambaran terkait konsep “*Sustainable cities*”?
- RQ 2.** Parameter apa saja yang digunakan untuk mengukur tingkat keberlanjutan suatu kota?
- RQ 3.** Bagaimana gambaran dari konsep “*Smart logistic*”?
- RQ 4.** Solusi logistik apa yang pernah dikembangkan sebelumnya, dan upaya pemanfaatan teknologi di bidang logistik?

## 2. METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Systematic Literature Review*. Metode ini dipergunakan untuk mengidentifikasi, menilai, dan menafsirkan semua bukti penelitian yang ada guna menjawab pertanyaan penelitian secara spesifik dengan memformulasikan masalah, mencari literatur, seleksi literatur, serta menganalisis dan menggabungkan data [18]. Dengan demikian, tahapan dalam penelitian ini ditampilkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Tahapan penelitian

Penelitian diawali dengan menganalisa permasalahan yang dijadikan sebagai fokus kajian yang dituangkan dalam pertanyaan penelitian seperti pada sub bab sebelumnya. Pertanyaan penelitian berfokus pada dua konsep yaitu, *sustainable cities* dan *smart logistic*. Kata *sustainable cities measurement* dan *smart logistic* digunakan sebagai kata kunci dalam pencarian literatur. *Sustainable cities measurement* digunakan sebagai kata kunci pencarian karena dapat langsung menjawab dua hal yaitu, terkait konsep *sustainable cities* dan indikator pengukutan keberlanjutannya. Sedangkan kata kunci *smart logistic* digunakan karena didalamnya mencakup artikel yang menjelaskan konsep *smart logistic* serta solusi apa saja yang dikembangkan. Pencarian literatur dilakukan pada jurnal "Science Direct" dari perpustakaan elektronik Universitas Surabaya untuk tahun 2012-2022 dan diperoleh 84,707 artikel terkait *sustainable cities measurement* dan 11,576 artikel terkait *smart logistic*. Literatur yang muncul dari hasil pencarian diseleksi berdasarkan kriteria pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Kriteria pemilihan literatur

Kriteria
1. Literatur mengandung pemaparan terkait konsep <i>sustainable city</i> .
2. Literatur berisi studi kasus pengukuran keberlanjutan kota untuk dimensi (Ekonomi, Sosial, Lingkungan).
3. Literatur mengandung pemaparan konsep <i>smart logistic</i> dan penerapannya.
4. Literatur memaparkan peran solusi bidang logistik dalam meningkatkan kualitas lingkungan.

Kriteria 1 dan 2 digunakan untuk mendefinisikan konsep *sustainable city* serta tolok ukur yang dapat digunakan untuk mengetahui keberlanjutan suatu kota dan diperoleh 30 artikel yang dapat menjawab pertanyaan penelitian. Kriteria 3 dan 4 digunakan untuk mendefinisikan konsep *smart logistic* dan bagaimana perannya dalam membangun keberlanjutan suatu kota dan diperoleh 13 artikel yang dapat menjawab pertanyaan penelitian. Berdasarkan kriteria diatas, diperoleh total 43 literatur. Selanjutnya, seluruh literatur yang terpilih diringkaskan dan disusun untuk menjawab permasalahan yang dipaparkan pada bagian pendahuluan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil kajian literatur yang telah dilakukan untuk menjawab permasalahan terkait konsep *sustainable cities*, *smart logistic*, serta solusi logistik yang ada.

#### 3.1 Konsep *sustainable cities*

Istilah upaya pengembangan berkelanjutan (*Sustainable Development*) pertama kali diutarakan oleh Komisi Dunia untuk lingkungan pada tahun 1987 sebagai upaya memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya. Pada tanggal 25 September 2015 PBB secara resmi menyatakan terdapat 17 tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) termasuk konsep "*Sustainable cities*" sebagai tujuan yang ke 11 [19]. Konsep "*Sustainable cities*" mulai populer pada tahun 1990 an [20]. Konsep "*Sustainable cities*" mengarah pada suatu kota yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kualitas hidup dan layanan untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan masa mendatang [21]. Sebuah kota yang berkelanjutan, mencapai keseimbangan dinamis antara tujuan pembangunan ekonomi, lingkungan, dan sosial budaya yang didukung oleh sistem pemerintahan lokal yang dicirikan oleh keterlibatan penduduknya [22]. Upaya pengembangan konsep "*Sustainable cities*" mencakup sistem infrastruktur dan transportasi, masalah kesehatan, keamanan pangan, serta perubahan iklim. Secara garis besar, konsep "*Sustainable cities*" berbicara mengenai efisiensi penggunaan sumber daya di kota serta ketangguhannya dalam menghadapi berbagai permasalahan yang muncul [23]. UNCHS dan UNEP mengatakan bahwa suatu kota yang tergolong dalam "*Sustainable cities*" adalah kota yang mampu mencapai pembangunan sosial, ekonomi dan material yang berkelanjutan, memastikan pasokan sumber daya yang berkelanjutan untuk pembangunan, dan gencar melakukan upaya pencegahan bencana lingkungan.

#### 3.2 Ukuran keberlanjutan suatu kota

Bentuk kota merupakan indikator kunci untuk membangun suatu konsep “*Sustainable cities*”, tetapi saat ini, indikator tersebut jarang disebutkan dalam definisi “*Sustainable cities*” [24]. Beberapa tahun terakhir, banyak peneliti yang menyadari permasalahan tersebut dan memfokuskan penelitiannya mengenai cara mengukur keberlanjutan suatu kota. Apabila kriteria keberlanjutan suatu kota telah didefinisikan, maka tingkat keberlanjutan suatu kota dapat diukur dan dievaluasi. **Tabel 2** menunjukkan indikator atau kriteria yang dapat digunakan dalam mengukur tingkat keberlanjutan suatu kota.

**Tabel 2.** Kriteria pengukuran tingkat keberlanjutan suatu kota.

Dimensi	Kriteria	Unit	Definisi	Penulis
Ekonomi	PDB per Kapita	%	PDB/Populasi	[14], [21], [25], [26]
	Tingkat Pertumbuhan dari Investasi "Fixed Asset"	%	(Investasi Aset Tetap Tahun Ini-Investasi Aset Tetap Tahun Sebelumnya)/Investasi Aset Tetap Tahun Ini	[14], [25], [26]
	Rasio Penjualan Retail Terhadap PDB	%	Jumlah Penjualan Retail/PDB	[14], [25], [26]
Sosial	Tingkat Pertumbuhan Populasi	%	Tingkat Kelahiran-Tingkat Kematian	[13], [14], [25], [27]
	Tingkat Pengangguran	%	Jumlah Pengangguran/Jumlah Populasi Usia Produktif	[13], [14], [25]-[27]
	Ketersediaan Sarana Kesehatan	Unit	Jumlah Kapasitas Rumah Sakit/Populasi Penduduk Kota	[13], [14], [26], [28]
	Proporsi Anggaran Pemerintah pada Edukasi	%	Pengeluaran Untuk Pendidikan/Pendapatan APBD	[14], [26]
	Rata-rata Upah Pekerja	Rupiah	Upah Minimum Kota	[26], [28]
	Jumlah Transportasi Publik per 10000 Populasi	Transportasi	(Total Jumlah Transportasi Publik) x 10000/Total Populasi Perkotaan	[28]
Lingkungan	"Green Area" per Kapita	m <sup>2</sup>	Luasan Tanah Untuk Penghijauan/ Luas Kota	[13], [14], [26]
	Hari dengan Kualitas Udara Grade 2 atau Lebih	Hari	Jumlah Hari Dengan Index Polusi Udara 0-100	[26]
	Rata-rata Konsentrasi PM 2.5/tahun	mg/m <sup>3</sup>	Total konsentrasi PM 2.5 Harian/Jumlah Hari Setahun	[28]

Mengukur tingkat keberlanjutan suatu kota tidaklah sederhana. Mengukur tingkat keberlanjutan suatu kota tidak cukup hanya dengan mendefinisikan kriteria, melainkan perlu dilakukan pengolahan terhadap kriteria tersebut sehingga dapat memunculkan suatu nilai yang menggambarkan keberlanjutan suatu kota. Metode pengukuran keberlanjutan suatu kota yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya ditampilkan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Metode pengukuran keberlanjutan kota.

Tahun	Metode	Cakupan	Hasil	Penulis
2021	Weighted Arithmetic Averaging (WAA) and	15 sub provinsi di China	Shenzen menjadi kota paling <i>sustainable</i> dengan total area hijau sebagai faktor terkuat	[2]



Tahun	Metode	Cakupan	Hasil	Penulis
	Grey Rational Area (GRA)			
2017	Metode FPPSI dan Entropy	Kota Kermanshah Iran	Kota Kermanshah lebih berfokus pada aspek ekonomi dan sosial dibanding lingkungan	[13]
2018	Kombinasi Metode Entropy dan TOPSIS	34 Kota di Area Timur Laut China	Kota di area Timur Laut China sudah memperhatikan aspek lingkungan, tetapi buruk untuk aspek ekonomi	[26]
2021	Metode Fitradeoff	Ibu Kota Brazil	Ibu kota Brazil kurang baik dalam mengelola aspek sosial seperti pemanfaatan teknologi dan inovasi	[21]
2021	Novel Hybrid Model TPHD	21 Kota Pelabuhan di China	Kota Tianjin adalah kota dengan pengelolaan lingkungan terbaik	[29]
2018	3D Ecological Footprint Model (3DEF)	Provinsi Shandong	Dongyin dan Weihai adalah kota dengan pemanfaatan SDA tertinggi	[15]
2020	Integrasi Urban Metabolism dan Life Cycle Assesment	Kota Beijing	Kriteria pengukuran keberlanjutan lebih kompleks dengan menggabungkan metabolisme kota dan LCA.	[30]
2019	Metode Deviation Maximization	Provinsi Shandong	Kota Weihai memiliki pertumbuhan aspek lingkungan kurang baik atau negatif	[14]
2021	Metode SBM-DDF dan CCD	9 Kota Pelabuhan di China	Hongkong sangat baik mengelola polusi dan lingkungan serta aspek ekonomi, menjadikannya kota paling <i>sustainable</i> di China	[19]

Adanya berbagai penelitian terkait upaya pengukuran tingkat keberlanjutan suatu kota dapat menjadi referensi atau acuan dalam menilai dan mengevaluasi secara kuantitatif suatu kota. Penelitian terdahulu dapat menjadi tolok ukur dalam menentukan kriteria atau indikator apa saja yang dapat dilibatkan dalam penilaian serta seberapa besar bobot dari setiap kriteria. **Tabel 4** menunjukkan hasil pembobotan kriteria penilaian keberlanjutan kota dari penelitian terdahulu. Kriteria “*Green Area*” selalu menjadi kriteria yang dipertimbangkan dalam penilaian tingkat keberlanjutan suatu kota. “*Green Area*” merupakan sendiri juga memperoleh bobot yang cukup tinggi dibandingkan kriteria lain. Hal ini menunjukkan pentingnya keberadaan “*Green Area*” dalam menjaga keberlanjutan suatu kota. Tugas “*Green Area*” adalah untuk menjaga kualitas udara di perkotaan. Sebenarnya untuk menjaga kualitas udara juga bisa dengan mengontrol sumber dari polusi udara itu sendiri, yaitu salah satunya adalah aktivitas logistik.

### 3.3 Konsep *smart logistic*

“*Smart logistic*” merupakan suatu konsep yang bersifat dinamis dan berupa rangkaian aktivitas yang memungkinkan seluruh penggunaannya dapat dengan cepat bereaksi terhadap lingkungan baik secara mikro maupun makro. “*Smart logistic*” adalah kombinasi cerdas dari teknologi, administrasi, dan aktivitas manusia yang memungkinkan seseorang memprediksi masalah dan meminimalkan dampak logistik pada area tertentu, mengkoordinasikan sumber daya untuk pencapaian tujuan secara efektif, dan menghilangkan hambatan komunikasi antara elemen-elemen rantai pasok yang terlibat [17]. “*Smart logistic*” adalah upaya mengatasi material, informasi, dan keuangan saat

bergerak dalam rangkaian rantai pasok mulai dari *supplier*, produsen, grosir, pengecer, hingga konsumen yang memerlukan integrasi antar rangkaiannya, serta meningkatkan akurasi dan ketepatan waktu informasi dan mengurangi biaya dalam operasi logistik dan transportasi [31]. “*Smart logistic*” pada dasarnya bertujuan untuk menyelaraskan perencanaan dan penjadwalan secara efisien, Teknologi Informasi dan Komunikasi, manusia, dan pembuatan kebijakan pemerintah [32]. “*Smart logistic*” dapat didefinisikan sebagai interaksi dari 3P+I (*People, Planning, Policy, and Infrastructur*). Menurut Sampaio [33] Teknologi Informasi dan Komunikasi adalah fasilitator untuk perencanaan dan penjadwalan melalui penyediaan sumber daya informasi yang tepat pada waktu dan tempat yang tepat. Menurut Kirch [34] “*Smart logistic*” merupakan suatu sistem untuk mengidentifikasi, lokalisasi, dan pemantauan kondisi tingkat objek yang berbeda dalam proses logistik dan produksi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa “*Smart Technology*” adalah suatu sistem yang mengintegrasikan antara proses logistik dengan penggunaan teknologi dengan tujuan mengumpulkan data dan informasi berkaitan dengan proses logistik, serta menemukan solusi optimal untuk permasalahan yang muncul.

3.4. *Logistic Solution for Sustainable cities.*

Suatu aktivitas logistik harus dapat mengoptimalkan aliran orang, barang, dan informasi di kota untuk memenuhi kebutuhan penduduk kota, namun tetap memperhatikan aspek lingkungan dan konsumsi energi [35]. Tantangan utamanya adalah untuk mengintegrasikan tugas pendistribusian logistik, “*reverse logistic*”, dan pengolahan limbah logistik.

Tantangan tersebut tidak akan bisa terselesaikan dengan menggunakan struktur logistik tradisional. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan permintaan untuk ruang yang dituju untuk implementasi seperti transportasi dan angkutan dengan infrastruktur serta batasan ruang yang sama. Oleh karena itu, penting untuk menemukan solusi yang memungkinkan operasi kota tanpa gangguan sambil mempertahankan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan [10]. Telah banyak penelitian sebelumnya yang menawarkan berbagai solusi bidang logistik untuk area perkotaan. Berikut adalah beberapa solusi terkait logistik yang pernah dikembangkan peneliti-peneliti sebelumnya.

**Tabel 4.** Hasil pembobotan kriteria keberlanjutan kota

Kriteria	Zinatizadeh, 2017		Li dkk, 2018		Yi dkk, 2019		Yi dkk, 2020		Yi dkk, 2021	
	Bobot	Ranking	Bobot	Ranking	Bobot	Ranking	Bobot	Ranking	Bobot	Ranking
PDB per Kapita			0.035	4	0.39	1	0.034	7	0.060	1
Tingkat Pertumbuhan dari Investasi "Fixed Asset"			0.056	2					0.048	12
Rasio Penjualan Retail Terhadap PDB			0.038	3	-0.12	6	0.071	2	0.056	9
Tingkat Pertumbuhan Populasi	0.002	5			-0.19	8	0.059	4	0.059	2
Tingkat Pengangguran	0.199	1	0.020	5	0.167	3	0.072	1	0.057	8

Kriteria	Zinatizadeh, 2017		Lidkk, 2018		Yidkk, 2019		Yidkk, 2020		Yidkk, 2021	
	Bobot	Ranking	Bobot	Ranking	Bobot	Ranking	Bobot	Ranking	Bobot	Ranking
Ketersediaan Sarana Kesehatan	0.096	4	0.009	6	0.31	2	0.065	3	0.057	7
Proporsi Anggaran Pemerintah pada Edukasi			0.009	6	-0.14	7	0.047	5	0.052	10
Rata-rata Upah Pekerja			0.007	8					0.059	3
Jumlah Transportasi Publik per 10000 Populasi										
"Green Area" per Kapita	0.111	2	0.099	1	0.16	4	0.036	6	0.058	4
Hari dengan Kualitas Udara Grade 2 atau Lebih									0.052	11
Rata-rata Konsentrasi PM 2.5/tahun										
Proporsi Anggaran Pemerintah pada Penanganan Lingkungan					0.008	5			0.058	5
Kapasitas Pengolahan Air Limbah	0.109	3	0.006	9					0.057	6
Emisi CO2										

### 3.4.1 Multi-agent modelling

Firdausiyah [36] mengatakan bahwa ketidakpastian terkait aktivitas logistik kota menyebabkan proses pengambilan keputusan dan evaluasi dari suatu kebijakan menjadi sangat sulit. Namun, segala bentuk kebijakan yang diajukan terkait logistik tetap harus dievaluasi



terlebih dahulu sebelum dapat diterapkan secara efisien. Dengan demikian, maka perlu adanya suatu sistem pendukung pengambilan keputusan agar keputusan yang diambil dapat diterima oleh seluruh pihak. “*Multi-agent Modelling*” menawarkan alat yang sangat berguna untuk mewakili dan memahami perilaku pemangku kepentingan seperti pengirim barang, pengangkut barang, administrator, dan penduduk kota yang terlibat dalam aktivitas logistik. Kolaborasi antar pemangku kepentingan sangat penting untuk keberhasilan aktivitas logistik di kota dan “*Multi-agent Modelling*” memungkinkan untuk memprediksi efek dari langkah-langkah kebijakan logistik kota sebelum menerapkannya serta menemukan manajemen yang tepat untuk memenuhi tujuan pemangku kepentingan. Dalam “*Multi-agent Modelling*” para agen belajar untuk memaksimalkan keuntungan yang diperoleh dari keputusan yang diambil [16]. Terdapat beberapa penelitian sebelumnya terkait konsep “*Multi-agent Modelling*”.

**Tabel 5.** Hasil penelitian *multi-agent modelling*.

Tahun	Case	Hasil	Penulis
2019	Pengiriman barang melalui “ <i>Urban Consolidation Center</i> ”.	1. Penurunan biaya pengiriman 2. Penurunan Emisi CO2, Nox, dan SPM	[36]
2018	“ <i>Urban Consolidation Center</i> ” di Athena	1. Penurunan jumlah pengiriman 2. Penurunan Jarak	[37]
2018	Terminal muatan kota di Cape Town	1. Penurunan waktu pengiriman 2. Penurunan kilometer kendaraan	[38]
2017	Ukuran kendaraan dan “ <i>Time Windows</i> ” pada logistik kota di Paris	1. Penurunan jumlah kendaraan 2. Penurunan Emisi CO2, Nox, dan SO2	[39]

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa adanya metode “*Multi-agent Modelling*” sangat membantu dalam upaya optimasi proses logistik sehingga dapat berjalan secara efisien.

### 3.4.2 *Crowd-shipping*

Taniguchi [16] mengatakan bahwa *E-commerce* menyebabkan peningkatan kebutuhan pengiriman barang-barang kecil ke kantor dan rumah. *Crowd-shipping* memiliki potensi besar untuk mengurangi jumlah kendaraan pengirim barang yang beroperasi di perkotaan dan mengurangi biaya operasi untuk operator. *Crowd-shipping* melibatkan orang-orang yang telah bepergian untuk dititipi barang dengan tujuan pengiriman yang sama. Untuk bisa menerapkan *crowd-shipping* perlu adanya metode pengalokasian untuk mempertemukan orang yang bepergian dengan permintaan pengiriman dalam rangka meminimalkan jarak dan waktu antara keduanya. Efek jaringan relevan untuk tipe layanan ini, yang mana semakin banyak orang yang berpartisipasi di dalamnya maka akan meningkatkan layanan yang menghubungkan orang yang bepergian, pengirim, dan penerima. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa konsep dari *crowd-shipping* adalah upaya efisiensi penggunaan kendaraan dengan menitipkan pengiriman barang kepada orang yang memiliki tujuan perjalanan sama. Selain mengurangi jumlah kendaraan yang berlalu lalang, adanya sistem ini juga memungkinkan pengiriman sampai ke tangan penerima dalam jangka waktu yang singkat.

Wicaksono [40] dalam penelitiannya menyebutkan bahwa *crowd-shipping* dapat dikembangkan dengan tidak hanya melibatkan pengendara kendaraan bermotor, tetapi juga pengendara sepeda. Belanda dipilih sebagai objek penelitian karena dinilai sebagai negara dengan jumlah pengendara sepeda yang cukup tinggi. Metode *discrete choice model* digunakan untuk menentukan faktor-faktor penting yang akan mempengaruhi keputusan baik dari segi permintaan maupun penawaran. Permintaan berasal dari orang yang hendak menggunakan jasa *crowd-shipping* untuk mengirimkan barang, sedangkan penawaran berasal dari pengguna sepeda yang menawarkan jasa mengirimkan barang. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa faktor biaya pengiriman, waktu kirim, dan penurunan pada emisi CO2 mempengaruhi persepsi konsumen untuk mau menggunakan jasa *crowd-shipping* menggunakan sepeda.

### 3.4.3 *Parcel lockers*

Taniguchi [16] mengatakan bahwa pertumbuhan *E-Commerce* yang signifikan, harus diikuti oleh upaya efisiensi layanan dan proses pengiriman barang. *Parcel Lockers* menyediakan pilihan

yang fleksibel bagi penerima untuk mengambil barang, begitu juga dengan operator pengangkut barang, barang bisa ditiptkan pada suatu terminal *parcel lockers* untuk dikirimkan pada terminal berikutnya.

Menurut Lai [41], penerapan *parcel lockers* dapat meminimasi kesalahan pengiriman, mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menemukan alamat penerima, mengurangi biaya pengiriman, serta mempersingkat waktu bagi konsumen untuk menentukan titik penerimaan barang. Dengan adanya *parcel lockers* konsumen tidak perlu khawatir apabila barang pesannya tiba sewaktu konsumen tidak berada di lokasi. [41] menjelaskan tahapan penggunaan layanan *parcel lockers* diawali dengan verifikasi identitas penyedia layanan pengiriman barang pada penyedia layanan *parcel lockers*, setelah verifikasi diterima, penyedia layanan pengiriman barang dapat menempatkan barang ke terminal *parcel lockers*, terminal *parcel lockers* akan secara otomatis mengirimkan, alamat penjemputan dan kode verifikasi kepada konsumen. Setelah memperoleh informasi, konsumen dapat mengambil barang di terminal dengan menunjukkan kode verifikasi yang telah diberikan.

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa penerapan sistem *parcel lockers* dapat membantu mengurangi jumlah kendaraan yang melintas dengan melakukan pengelompokan lokasi pengiriman pada suatu tempat yang mudah dijangkau oleh beberapa konsumen sebagai penerima. Dengan adanya *parcel lockers* akan sangat memudahkan konsumen yang jarang berada di lokasi, konsumen tidak perlu khawatir ketika barang sampai namun sedang tidak di rumah, konsumen hanya perlu mencari barangnya pada terminal *parcel lockers*, terlebih lagi, akses untuk *parcel lockers* dibuka 24jam.

#### 3.4.4 Integrasi proses logistik dengan teknologi

Solusi logistik tidak lengkap apabila tidak melibatkan teknologi dalam pengoperasiannya. Di era digital sekarang, penggunaan teknologi seperti ITS (*Intelligent Transport System*), TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi), Big Data, dan AI (*Artificial Intelligence*) cukup menjanjikan dalam upaya pengembangan *smart logistic*. Teknologi sendiri mengambil peran untuk mengumpulkan data, menyimpan data dan menganalisis data. Berikut adalah beberapa penerapan teknologi yang pernah diteliti sebelumnya.

##### *Artificial Intelligence (AI)*

Iyer [42] dalam penelitiannya menyebutkan bahwa AI telah membawa dampak signifikan pada berbagai bidang industri seperti kesehatan, retail, bank, asuransi, hiburan, manufaktur, dan transportasi. AI mengkombinasikan cara kerja dari *machine learning* dengan teknologi yang digunakan untuk mencari dan menganalisa data dalam jumlah besar. AI bisa hadir dalam bentuk *hardware* (Robot) maupun *software* (*Google Maps*). AI membantu mendeteksi tren pasar, mengidentifikasi risiko, mengurangi kemacetan lalu lintas, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan polutan udara, merancang dan mengelola transportasi, serta menganalisis permintaan perjalanan. Berikut adalah contoh penerapan AI pada transportasi menurut [42].

**Tabel 6.** Penerapan *Artificial Intelligence*.

Nama Perusahaan	Aplikasi AI	Keuntungan
Bangalore Metropolitan Transport corporation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>AI Cameras</i></li> <li>• <i>GPS Trackers</i></li> <li>• <i>Facial Recognition</i></li> </ul>	Memonitor perilaku pengemudi seperti mengantuk karena kelelahan serta menggebut. Kamera untuk mengenali plat secara otomatis dengan bantuan OCR sehingga dapat membaca pelanggaran lalu lintas serta mengkalkulasi denda.
Metropolitan Transport Corporation (Chennai)	<i>Intelligent Traffic Management System.</i>	Pengingat driver otomatis setiap ada objek dalam jarak 180 m menggunakan bunyi bip.
Uttar Pradesh State Transport Corporation	<i>Anti-Collision System</i>	

Nama Perusahaan	Aplikasi AI	Keuntungan
West Bengal Transport Corporation	<i>Patha Disha- AI app</i>	Informasi ketersediaan kursi pada bus tertentu dan perkiraan waktu kedatangan bus.
Road and Transport Authority Dubai	<i>Smart and sustainable transportation using AI- Automated Bus Track System, Smart Pedestrian Signal System</i>	Memonitor kelelahan pengemudi bus, meningkatkan efisiensi bus, Sensor untuk mendeteksi adanya penyeberangan pejalan kaki
Transport for London	<i>Sopra Steria provides access to data</i>	Menyediakan data lalu lintas jalan, kinerja bus, dan cuaca untuk mengurangi kemacetan dan pengelolaan jalan.

Dengan demikian, dapat dilihat pada **Tabel 6** peran dari AI pada penerapan sebelumnya lebih banyak pada upaya meningkatkan keamanan lalu lintas. Hal ini sejalan dengan konsep dari kota keberlanjutan yang juga memperhatikan keamanan serta Kesehatan dari penduduknya.

*Autonomous Vehicle (AVs)*

Menurut Taniguchi [16] AVs merupakan teknologi yang cukup menjanjikan yang memungkinkan terjadinya efisiensi layanan pengiriman pada penduduk kota. Terdapat beberapa penelitian terkait AVs. Taniguchi [16] telah mempelajari penggabungan atau kombinasi antara AVs dengan *parcel locker*, umumnya AVs merupakan kendaraan yang dilengkapi dengan sistem AI serta menggunakan tenaga listrik sehingga sangat berperan dalam mengurangi emisi CO2, terlebih lagi dikombinasikan dengan konsep *parcel locker* yang mana dapat meminimasi aktivitas logistik dengan menggabungkan beberapa pengiriman pada suatu tujuan yang sama. Dengan menggabungkan keduanya maka 2 penghematan sekaligus akan diperoleh, baik dari segi emisi CO2 serta kepadatan lalu lintas di kota.

Boysen [43] mempelajari bagaimana memodelkan penjadwalan pengiriman dan menemukan rute optimal dengan menggunakan AVs dengan meminimalkan jumlah keterlambatan pengiriman. Penelitian lain dilakukan dengan menggabungkan AVs dan manual karena tidak semua tempat dapat diakses oleh AVs. Model *Mixed Integer Linear Programming* digunakan untuk menemukan solusi optimal dari penerapan penggabungan ini. Hasil simulasi menunjukkan bahwa AVs campuran memberikan potensi penghematan biaya yang diterapkan di logistik Kota dibandingkan penerapan AVs murni.

3.5 Tantangan penerapan konsep *smart logistic for sustainable cities*.

Penerapan konsep *Smart Logistic for Sustainable Cities* menarik untuk dapat diterapkan. Namun, penerapan konsep ini tidak semudah membalikkan telapak tangan. Terdapat banyak aspek yang perlu dipertimbangkan, tidak semua solusi *smart logistic* yang ditawarkan dapat diterapkan pada seluruh kota. Terdapat beberapa hambatan dan tantangan yang perlu dipertimbangkan sebagai berikut [44].

**Tabel 7.** Hambatan penerapan *smart logistic for sustainable cities*.

Penduduk	Tata Kelola
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengangguran</li> <li>• Kohesi sosial</li> <li>• Kemiskinan dan ketidaksetaraan</li> <li>• Populasi yang menua</li> <li>• Keamanan dan privasi data</li> <li>• Kurangnya akses terhadap teknologi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tata kelola yang fleksibel</li> <li>• Kesenjangan antara warga negara dan pemerintah</li> <li>• Pembangunan perkotaan yang tidak seimbang</li> <li>• Infrastruktur TIK yang lemah</li> <li>• Kurangnya akses terhadap teknologi</li> </ul>

Dari segi penduduk dapat dilihat pada **Tabel 7** bahwa untuk dapat menerapkan konsep *smart* maka penduduk kota harus paham dan mau menerima adanya peran dari teknologi. Namun, faktanya tidak

seluruh penduduk kota memiliki kesempatan untuk dapat menggunakan teknologi yang ada karena keterbatasan kemampuan, baik pengetahuan maupun ekonomi. Maka dari itu, untuk dapat menerapkan konsep ini, pemerintah harus memastikan adanya kesetaraan dan kesiapan dari seluruh warganya. Disisi lain, untuk dapat menghadapi keadaan tersebut, pemerintah kota harus fleksibel dalam melakukan improvisasi penerapan *smart logistic* agar dapat diterapkan pada keadaan di kotanya.

#### 4. SIMPULAN

Pembahasan dari beberapa literatur menunjukkan bahwa *sustainable cities* adalah konsep kota yang dapat menjaga kesejahteraan penduduk di dalamnya, dengan menjaga kelestarian lingkungan serta mempertahankan ketersediaan sumber daya sehingga tidak sampai terjadi kekurangan kedepannya. Berdasarkan penelitian sebelumnya pada Tabel 1., didapati bahwa terdapat 3 kelompok besar kriteria yang dapat digunakan dalam mengukur keberlanjutan suatu kota yaitu, ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sub kriteria dari lingkungan yaitu, ketersediaan lahan hijau, menjadi kriteria yang memiliki bobot pertimbangan cukup tinggi menurut beberapa peneliti. Ketersediaan lahan hijau sendiri merupakan upaya pemerintah dalam mengurangi dampak polusi udara. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa kondisi udara merupakan salah satu hal krusial yang wajib diperhatikan dan salah satunya dapat dikontrol dengan memberikan solusi logistik. Solusi logistik yang diperoleh dari penelitian sebelumnya ada 5 yaitu, 3 solusi tanpa melibatkan teknologi dan 2 solusi yang mengintegrasikan proses logistic dengan teknologi, atau yang erat kaitannya dengan konsep smart logistic. 3 solusi pertama antara lain, *Multi-Agent Modelling*, *Crowd-shipping*, dan *Parcel Lockers*. *Multi-Agent Modelling* bekerja dengan memberikan solusi optimal pada proses logistic kota sehingga, dapat berdampak pada penurunan biaya, penurunan emisi CO<sub>2</sub>, penurunan jarak pengiriman, serta penurunan waktu pengiriman. *Crowd-shipping* bekerja dengan menitipkan barang yang akan dikirimkan kepada orang-orang yang sudah melakukan perjalanan yang memiliki tujuan sama dengan lokasi pengiriman. Metode ini akan sangat menekan jumlah kendaraan yang berlalu lalang dengan melakukan penggabungan tersebut. *Parcel Lockers* bekerja dengan menyediakan stasiun pengambilan barang, sehingga kurir pengiriman barang tidak lagi mengirimkan barang langsung ke lokasi penerimaan. Dengan demikian, waktu pencarian alamat akan berkurang. Dua solusi berikutnya adalah dengan penggunaan teknologi *Artificial Intelligence* dan *Autonomous Vehicle*. Seperti ditunjukkan pada Tabel 5. terdapat banyak keuntungan yang diperoleh ketika AI diterapkan pada kendaraan seperti, meminimalisir kecelakaan dan penertiban lalu lintas. Penerapan AI menonjolkan upaya meningkatkan keamanan lalu lintas. *Autonomous Vehicle* adalah konsep kendaraan listrik tanpa awak dengan menggunakan AI sebagai otak penggerakannya. Penelitian sebelumnya ada yang menjelaskan bahwa AVs juga dapat digabungkan dengan metode *parcel lockers* yang mana penggabungan keduanya memberikan penghematan dari berbagai hal termasuk menurunkan emisi CO<sub>2</sub>, karena dalam pengoperasiannya sendiri AVs tidak memerlukan proses pembakaran, ditambah dengan konsep *parcel lockers*, hal ini juga sangat berpotensi mengurangi kepadatan lalu lintas di kota.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Surabaya yang telah mendukung dan mendanai penelitian ini melalui hibah penelitian.

#### REFERENSI

- [1] K. C. Seto, B. Güneralp, and L. R. Hutyrá, "Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools," *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 109, no. 40, pp. 16083–16088, Oct. 2012, doi: 10.1073/pnas.1211658109.
- [2] P. Yi, Q. Dong, W. Li, and L. Wang, "Measurement of city sustainability based on the grey relational analysis: The case of 15 sub-provincial cities in China," *Sustain Cities Soc*, vol. 73, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.scs.2021.103143.
- [3] A. Hofmann and G. Wan, "Determinants of Urbanization." [Online]. Available: [www.adb.org](http://www.adb.org)
- [4] L. Han, W. Zhou, W. Li, and L. Li, "Impact of urbanization level on urban air quality: A case of fine particles (PM<sub>2.5</sub>) in Chinese cities," *Environmental Pollution*, vol. 194, pp. 163–170, 2014, doi: 10.1016/j.envpol.2014.07.022.

- [5] R. Avtar, S. Tripathi, A. K. Aggarwal, and P. Kumar, "Population-urbanization-energy nexus: A review," *Resources*, vol. 8, no. 3. MDPI AG, Sep. 01, 2019. doi: 10.3390/resources8030136.
- [6] M. Jedliński, "The Position of Green Logistics in Sustainable Development of a Smart Green City," *Procedia Soc Behav Sci*, vol. 151, pp. 102–111, Oct. 2014, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.10.011.
- [7] A. M. Toli and N. Murtagh, "The Concept of Sustainability in Smart City Definitions," *Frontiers in Built Environment*, vol. 6. Frontiers Media S.A., Jun. 02, 2020. doi: 10.3389/fbuil.2020.00077.
- [8] A. M. Hassan and H. Lee, "The paradox of the sustainable city: definitions and examples," *Environ Dev Sustain*, vol. 17, no. 6, pp. 1267–1285, Dec. 2015, doi: 10.1007/s10668-014-9604-z.
- [9] K. Cheba and S. Saniuk, "Sustainable Urban Transport - The Concept of Measurement in the Field of City Logistics," in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., Dec. 2016, pp. 35–45. doi: 10.1016/j.trpro.2016.11.005.
- [10] S. Kauf, "City logistics - A Strategic Element of Sustainable Urban Development," in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., Dec. 2016, pp. 158–164. doi: 10.1016/j.trpro.2016.11.016.
- [11] E. Taniguchi, "Concepts of City Logistics for Sustainable and Liveable Cities," *Procedia Soc Behav Sci*, vol. 151, pp. 310–317, Oct. 2014, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.10.029.
- [12] S. Kauf, "Smart logistics as a basis for the development of the smart city," in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2019, pp. 143–149. doi: 10.1016/j.trpro.2019.06.016.
- [13] S. Zinatizadeh, S. M. Monavari, A. Azmi, and S. Sobhanardakani, "Evaluation and prediction of sustainability of urban areas: A case study for Kermanshah city, Iran," *Cities*, vol. 66, pp. 1–9, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.cities.2017.03.002.
- [14] P. Yi, Q. Dong, and W. Li, "Evaluation of city sustainability using the deviation maximization method," *Sustain Cities Soc*, vol. 50, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.scs.2019.101529.
- [15] F. Xun and Y. Hu, "Evaluation of ecological sustainability based on a revised three-dimensional ecological footprint model in Shandong Province, China," *Science of the Total Environment*, vol. 649, pp. 582–591, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.116.
- [16] E. Taniguchi, R. G. Thompson, and A. G. Qureshi, "Modelling city logistics using recent innovative technologies," in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2020, pp. 3–12. doi: 10.1016/j.trpro.2020.03.157.
- [17] J. Korczak and K. Kijewska, "Smart Logistics in the development of Smart Cities," in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2019, pp. 201–211. doi: 10.1016/j.trpro.2019.06.022.
- [18] Y. Xiao and M. Watson, "Guidance on Conducting a Systematic Literature Review," *Journal of Planning Education and Research*, vol. 39, no. 1. SAGE Publications Inc., pp. 93–112, Mar. 01, 2019. doi: 10.1177/0739456X17723971.
- [19] Y. Kong and J. Liu, "Sustainable port cities with coupling coordination and environmental efficiency," *Ocean Coast Manag*, vol. 205, May 2021, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105534.
- [20] M. Roy, "Planning for sustainable urbanisation in fast growing cities: Mitigation and adaptation issues addressed in Dhaka, Bangladesh," *Habitat Int*, vol. 33, no. 3, pp. 276–286, 2009, doi: 10.1016/j.habitatint.2008.10.022.
- [21] J. R. de Oliveira, M. M. Silva, S. M. Santos, A. P. C. S. Costa, and T. R. N. Clemente, "Multidimensional sorting framework of cities regarding the concept of sustainable and smart cities with an application to Brazilian capitals," *Sustain Cities Soc*, vol. 74, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.scs.2021.103193.
- [22] S. J. Pittman *et al.*, "Marine parks for coastal cities: A concept for enhanced community well-being, prosperity and sustainable city living," *Mar Policy*, vol. 103, pp. 160–171, May 2019, doi: 10.1016/j.marpol.2019.02.012.
- [23] K. Krellenberg, F. Koch, and S. Kabisch, "Urban Sustainability Transformations in lights of resource efficiency and resilient city concepts," *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 22. Elsevier B.V., pp. 51–56, Oct. 01, 2016. doi: 10.1016/j.cosust.2017.04.001.

- [24] M. WANG and J. LIU, "Theoretical Analysis of the Concept of a Sustainable City," *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, vol. 04, no. 04, p. 1650029, Dec. 2016, doi: 10.1142/s2345748116500299.
- [25] L. Zhang, Y. Xu, C. H. Yeh, Y. Liu, and D. Zhou, "City sustainability evaluation using multi-criteria decision making with objective weights of interdependent criteria," *J Clean Prod*, vol. 131, pp. 491–499, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.04.153.
- [26] W. Li, P. Yi, and D. Zhang, "Sustainability evaluation of cities in Northeastern China using dynamic TOPSIS-entropy methods," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 10, no. 12, Dec. 2018, doi: 10.3390/su10124542.
- [27] C. Lu *et al.*, "Sustainability investigation of resource-based cities in northeastern China," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 8, no. 10, Oct. 2016, doi: 10.3390/su8101058.
- [28] C. Xu, S. Wang, Y. Zhou, L. Wang, and W. Liu, "A comprehensive quantitative evaluation of new sustainable urbanization level in 20 Chinese urban agglomerations," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 8, no. 2, 2016, doi: 10.3390/su8020091.
- [29] B. Liu, J. Wang, Z. Jing, and Q. Tang, "Measurement of sustainable transformation capability of resource-based cities based on fuzzy membership function: A case study of Shanxi Province, China," *Resources Policy*, vol. 68, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101739.
- [30] S. Maranghi, M. L. Parisi, A. Facchini, A. Rubino, O. Kordas, and R. Basosi, "Integrating urban metabolism and life cycle assessment to analyse urban sustainability," *Ecol Indic*, vol. 112, May 2020, doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106074.
- [31] Tiejun, "Value Chain Analysis Method of Smart logistics Using Fuzzy Theory," *Information technology Journal*, vol. 11, pp. 441–445, 2012.
- [32] N. Jabeur, T. Al-Belushi, M. Mbarki, and H. Gharrad, "Toward Leveraging Smart Logistics Collaboration with a Multi-Agent System Based Solution," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2017, pp. 672–679. doi: 10.1016/j.procs.2017.05.374.
- [33] A. Sampaio, M. Savelsbergh, L. Veelenturf, and T. van Woensel, "Crowd-based City Logistics," 2017.
- [34] M. Kirch, O. Poenicke, and K. Richter, "RFID in Logistics and Production -Applications, Research and Visions for Smart Logistics Zones," in *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 2017, pp. 526–533. doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.101.
- [35] D. Maślowski, E. Kulińska, and K. Kulińska, "Application of routing methods in city logistics for sustainable road traffic," in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2019, pp. 309–319. doi: 10.1016/j.trpro.2019.06.033.
- [36] N. Firdausiyah, E. Taniguchi, and A. G. Qureshi, "Modeling city logistics using adaptive dynamic programming based multi-agent simulation," *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 125, pp. 74–96, May 2019, doi: 10.1016/j.tre.2019.02.011.
- [37] Institute of Electrical and Electronics Engineers, *2018 Winter Simulation Conference (WSC)*.
- [38] "Evaluating the Relocation of an Urban Container Terminal," 2018.
- [39] S. Jlassi, S. Tamayo, A. Gaudron, A. de La Fortelle, and A. la de FORTELLE, "Simulating impacts of regulatory policies on urban freight: application to the catering setting Simulating impacts of regulatory policies on urban freight: application to the catering setting Simulating impacts of regulatory policies on urban freight: application to the catering setting," 2017, doi: 10.1109/ICAdLT.2017.8547005i.
- [40] S. Wicaksono, X. Lin, and L. A. Tavasszy, "Market potential of bicycle crowdshipping: A two-sided acceptance analysis," *Research in Transportation Business and Management*, vol. 45, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.rtbm.2021.100660.
- [41] P. L. Lai, H. Jang, M. Fang, and K. Peng, "Determinants of customer satisfaction with parcel locker services in last-mile logistics," *Asian Journal of Shipping and Logistics*, vol. 38, no. 1, pp. 25–30, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.ajsl.2021.11.002.
- [42] L. S. Iyer, "AI enabled applications towards intelligent transportation," *Transportation Engineering*, vol. 5, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.treng.2021.100083.
- [43] N. Boysen, S. Emde, and S. Schwerdfeger, "Crowdshipping by employees of distribution centers: Optimization approaches for matching supply and demand," *Eur J Oper Res*, vol. 296, no. 2, pp. 539–556, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.ejor.2021.04.002.



- [44] L. Belli *et al.*, "IoT-enabled smart sustainable cities: Challenges and approaches," *Smart Cities*, vol. 3, no. 3, pp. 1039–1071, Sep. 2020, doi: 10.3390/smartcities3030052.