

PENGANTAR SISTEM TRANSPORTASI PERKOTAAN (PEMBELAJARAN INKLUSIF)

Konsep Dasar dan Studi Kasus

Penulis :

Siti Nurlaela, S.T., M.COM., Ph.D.

Ketut Dewi Martha Erli H., S.T., M.T.

Rivan Aji Wahyu Dyan Syafitri, S.PWK., M.Ars.

Anoraga Jatayu, S.T., M.Si.

PENGANTAR SISTEM TRANSPORTASI PERKOTAAN: KONSEP DASAR DAN STUDI KASUS

Penulis :

Siti Nurlaela

Ketut Dewi Martha Erli Handayeni

Rivan Aji Wahyu Dyan Syafitri

Anoraga Jatayu



2025

Pengantar Sistem Transportasi Perkotaan: Konsep Dasar dan Studi Kasus

Penulis :

Ketut Dewi Martha Erli Handayeni

Siti Nurlaela

Rivan Aji Wahyu Dyah Syafitri

Anoraga Jatayu

ISBN

Diterbitkan oleh:

ITS Press, Surabaya 2024

Anggota IKAPI dan APPTI

© 2025, ITS Press, Surabaya

Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan yang melanggar HAK CIPTA atas buku ini, maka akan dikenakan sanksi sesuai dengan Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

PRAKATA

Buku Pengantar Sistem Transportasi Perkotaan: Konsep Dasar dan Studi Kasus menawarkan panduan yang komprehensif mengenai teori-teori dalam memahami konsep sistem transportasi. Mulai dari konsep dasar hingga studi kasus nyata, buku ini memberikan wawasan mendalam tentang pentingnya sistem transportasi dalam mendukung mobilitas dan tata kelola kota yang berkelanjutan.

Dalam buku ini, pembaca akan menemukan pembahasan tentang konsep sistem transportasi makro, konsep integrasi tata guna lahan dan transportasi (LUTI), konsep transit-oriented development (TOD), serta pendekatan aksesibilitas dan mobilitas yang relevan dalam perencanaan wilayah dan kota. Setiap bab dirancang untuk menjembatani teori dengan aplikasi praktis, menjadikan buku ini sebagai referensi penting bagi akademisi, praktisi, dan pembuat kebijakan.

Penulis percaya, buku ini akan membantu para pembaca memahami lebih dalam mengenai kompleksitas tantangan transportasi perkotaan serta solusi yang komprehensif dan holistik berbasis sistem, khususnya di Indonesia. Dengan pendekatan yang mudah dipahami namun tetap mendalam, buku ini siap menjadi sumber inspirasi bagi mereka yang ingin menciptakan sistem transportasi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Surabaya, 10 Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENGANTAR SISTEM TRANSPORTASI.....	1
1.1 Pengenalan Sistem Transportasi.....	1
1.2 Pendekatan Sistem Transportasi Makro	1
1.3 Komponen Sistem Transportasi Makro.....	5
1.4 Aplikasi Sistem Transportasi dalam Konteks Perkotaan.....	10
BAB 2 LAND USE AND TRANSPORT INTEGRATION (LUTI).....	13
2.1 Kerangka Pendekatan LUTI	13
2.2 Keterkaitan Tata Guna Lahan dan Transportasi	17
2.2.1 LU-T	20
2.2.2 T-LU	23
2.3 Perkembangan Teori dan Model LUTI	26
2.4 LUTI dan Struktur Kota	30
2.5 Aplikasi LUTI sebagai Solusi Permasalahan Transportasi Perkotaan.....	38
BAB 3 TRANSIT ORIENTED DEVELOPMENT (TOD).....	42
3.1 Konsep Dasar TOD	42
3.2 Karakteristik dan Tipologi TOD.....	46
3.3 Peluang dan Tantangan Pengembangan TOD	49
3.4 Aplikasi TOD sebagai Solusi Permasalahan Transportasi Perkotaan	49
BAB 4 KONSEP DAN PENGUKURAN AKSESIBILITAS.....	53
4.1 Pengantar Aksesibilitas	53
4.2 Komponen Aksesibilitas.....	54
4.3 Ukuran Aksesibilitas	57
4.4 Prinsip Perencanaan Transportasi Berbasis Aksesibilitas	59
4.5 Metode Analisis dalam Pengukuran Aksesibilitas	60
4.5.1 <i>Spatial Separation Measures</i>	64
4.5.2 <i>Contour Measures</i>	67

4.5.3 Gravity Measures.....	68
4.5.4 Competition Measures.....	70
4.5.5 Time-Space Measures.....	71
4.5.6 Utility Measures	73
4.5.7 Network Measures.....	73
4.6 Studi Kasus: Pengembangan Transportasi Perkotaan Berbasis Aksesibilitas	78
4.6.1 Studi Kasus 1 - <i>Perth</i> : Perubahan Aksesibilitas Setelah Diperkenalkannya Jalur Kereta Api Komuter Baru.....	78
4.6.2 Studi Kasus 2 - <i>Perth</i> : Perencanaan Tata Ruang Metropolitan Untuk Mewujudkan Integrasi Penggunaan Lahan–Transportasi.....	84
4.6.3 Studi Kasus 3 - Perbandingan Aksesibilitas Transportasi Umum Antar Kota—Melbourne Dan Hamburg.....	88
BAB 5 KONSEP DAN PENGUKURAN MOBILITAS	93
5.1 Pengantar Mobilitas.....	93
5.2 Perbedaan Konsep Mobilitas dan Aksesibilitas Melalui Contoh Aplikasi	96
5.3 Pendekatan Model dalam Pengukuran Mobilitas	101
5.3.1 Data Pengukuran Mobilitas	101
5.3.2 Indikator Pengukuran Mobilitas	103
5.3.3 Indeks Pengukuran Mobilitas	106
5.4 Studi Kasus: Pengembangan Transportasi Perkotaan Berbasis Mobilitas.....	116
BAB 6 SISTEM TRANSPORTASI WILAYAH PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL (WP-3-K)	121
6.1 Gambaran Umum Karakteristik Sistem Transportasi Indonesia	121
6.2 Ketersediaan Moda Transportasi dan Karakteristik Moda Transportasi	125
6.2.1 Transportasi Laut.....	125
6.2.2 Transportasi Udara	127
6.2.3 Transportasi Darat	128
6.3 Pola Pergerakan dan Pengaruh Karakteristik Sosial Ekonomi Terhadap Pola Pergerakan	131
6.3.1 Pergerakan Barang.....	131
6.3.2 Pergerakan Penumpang	132
6.3.3 Pengaruh Karakteristik Sosial Ekonomi terhadap Pola Pergerakan	133
6.4 Potensi dan Tantangan Sistem Transportasi di Indonesia	134
6.4.1 Kondisi dan Perkembangan Sistem Transportasi Saat Ini	134

6.4.2 Integrasi Ekonomi, Perubahan Struktur Ekonomi, dan Peluang Pengembangan Transportasi	135
6.4.3 Peningkatan Konektivitas Kepulauan Sebagai Sarana Stimulus Logistik, Perdagangan, dan Pariwisata	136
6.4.4 Keterbatasan Infrastruktur dan <i>Maintenance Public Transport</i>	136
6.4.5 Isu Lingkungan dan Keberlanjutan.....	137
6.4.6 Disparitas Ekonomi dan Tantangan Penyediaan Transportasi	137
6.4.7 Peningkatan Aksesibilitas Antar Pulau untuk Menunjang Sistem Transportasi Nasional.....	138
6.5 Peran Sistem Transportasi dalam Perencanaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (WP3K).....	139
6.6 Kesimpulan.....	142
PROFIL PENULIS	146

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Proses Perencanaan	2
Gambar 1.2. Sistem Transportasi Makro	5
Gambar 1.3. Keterkaitan Komponen Sistem Transportasi Makro	7
Gambar 2.1. Model konseptual komponen-komponen LUTI	14
Gambar 2.2. Framework LUTI	16
Gambar 2.3. Interaksi Guna Lahan Setiap Zoning dengan Transportasi	18
Gambar 2.4. Kerangka Operasional LU-T	21
Gambar 2.5. Kerangka Operasional T-LU	24
Gambar 2.6. Concentric Zone Model atau Burgess Model	32
Gambar 2.7. Sector Model atau Hoyt Model	33
Gambar 2.8. Multiple Nuclei Model	34
Gambar 2.9. Kerangka Interaksi Landuse dan Transportasi dalam Membentuk Struktur dan Pola Ruang Suatu Wilayah	35
Gambar 2.10. Teori Sewa Lahan	36
Gambar 2.11. Zona Perumahan yang Dirancang untuk Mendukung Moda Transportasi Berkelanjutan	38
Gambar 3.1. Grafik Korelasi Sistem Transportasi dan Guna Lahan	44
Gambar 3.2. Ilustrasi Konsep TOD	45
Gambar 3.3. Ilustrasi Kawasan Potensial Pengembangan TOD	48
Gambar 4.1. Komponen Aksesibilitas	55
Gambar 4.2. Ukuran Aksesibilitas	57
Gambar 4.3. Ilustrasi aksesibilitas suatu Lokasi dengan perbedaan ukuran	58
Gambar 4.4. Ukuran impediment perjalanan dari daerah origin (black node) menuju berbagai destinasi A, B dan C menggunakan ukuran yang berbeda: (a)ukuran jarak perjalanan; (b)waktu tempuh perjalanan pada saat kondisi lancar; (c)waktu tempuh perjalanan pada saat kondisi macet; (d) ukuran biaya perjalanan	65
Gambar 4.5. Opportunity (ditandai dengan titik ungu) diklasifikasikan berdasarkan zona waktu perjalanan (Zona A: hingga 15 menit, Zona B: 15 hingga 30 menit, dan Zona C: lebih dari 30 menit) dari titik referensi (dot hitam)	67
Gambar 4.6. Opportunity (ditandai dengan titik ungu) merepresentasikan waktu perjalanan sebenarnya pada satuan menit dari titik referensi (dot hitam)	69
Gambar 4.7. Pengukuran Kompetisi seknario A-D	70
Gambar 4.8. Time-Space Prism, Jangkauan geografis yang tersedia untuk mengakses aktivitas tambahan selama perjalanan antara titik asal (titik merah) dan tujuan (titik hitam) dengan alokasi waktu perjalanan yang bervariasi, yaitu 30, 60, dan 90 menit. Waktu perjalanan dari setiap segmen rute ditunjukkan dalam kotak berwarna, dan alokasi waktu perjalanan ini memperhitungkan waktu akses dan transfer, masing-masing 5 menit	72
Gambar 4.9. Dua cara berbeda memahami jaringan	74
Gambar 4.10. Dua kunci sifat utama jaringan jalan	75
Gambar 4.11. Dua cara pengukuran centralitas jaringan	76

Gambar 4.12. Empat tahap pengukuran centralitas jaringan	78
Gambar 4.13. Jaringan dasar SNAMUTS dengan nilai hambatan per segmen rute, sebelum (2007) dan sesudah jalur kereta api baru (2008).	79
Gambar 4.14. Indeks Aksesibilitas Komposit SNAMUTS, sebelum (2007) dan sesudah jalur kereta api baru (2008)	81
Gambar 4.15. Perbandingan dua skenario untuk Masa Depan Perth 2029: ‘Peningkatan Frekuensi’ dan ‘Composite Wishbone’	87
Gambar 4.16. Indeks sentralitas kedekatan untuk simpul aktivitas pada jaringan transportasi umum Melbourne dan Hamburg pada tahun 2008.....	88
Gambar 4.17. Indeks sentralitas derajat untuk simpul aktivitas pada jaringan transportasi umum Melbourne dan Hamburg pada tahun 2008	89
Gambar 4.18. Tangkapan kontur 30 menit untuk simpul aktivitas di jaringan transportasi umum Melbourne dan Hamburg pada tahun 2008	90
Gambar 4.19. Indeks sentralitas perantara untuk jaringan transportasi umum Melbourne dan Hamburg pada tahun 2008, menunjukkan persentase semua jalur antar-simpul dalam jaringan yang melewati segmen rute yang dimaksud, dibobot berdasarkan ukuran tangkapan gabungan dan hambatan kumulatif	91
Gambar 5.1. Lalu Lintas, Mobilitas, dan Aksesibilitas.....	96
Gambar 5.2. Hubungan Fungsi Mobilitas dan Aksesibilitas dalam Hierarki Jalan	97
Gambar 5.3. Hubungan Klasifikasi Jalan Terhadap Akses dan Sirkulasi.....	98
Gambar 5.4. (a) Jalan Arteri yang Menggabungkan Pergerakan Lalu Lintas dan Akses Frontage.....	99
Gambar 5.5. (b) Jalan Bebas Hambatan	99
Gambar 5.6. (c) Jalan Lokal.....	99
Gambar 5.7. Jenis Jalan Berdasarkan Bentuk	100
Gambar 5.8. Tingkat Pelayanan Jalan.....	116
Gambar 6.1. Gambaran Konstelasi Geografis Kepulauan Indonesia.....	122
Gambar 6.2. Sebaran Kawasan Strategis Nasional	125
Gambar 6.3. Gambaran Transportasi Laut (Pelabuhan Barang dan Penumpang)	126
Gambar 6.4. Gambaran Transportasi Laut (Pelabuhan Perikanan).....	127
Gambar 6.5. Gambaran Transportasi Udara	128
Gambar 6.6. Gambaran Transportasi Darat Berbasis Jalan	129
Gambar 6.7. Gambaran Transportasi Darat Berbasis Non-Jalan	130
Gambar 6.8. Gambaran Transportasi Perairan Darat.....	131
Gambar 6.9. Tol Laut Indonesia Sebagai Upaya Peningkatan Aksesibilitas Nasional....	139
Gambar 6.10. Integrasi Perencanaan Darat-Laut Indonesia.....	140
Gambar 6.11. Pola Ruang Laut dan Interkoneksi antar Wilayah Pulau dan Kepulauan	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sintesis Perkembangan Teori dan Model LUTI	29
Tabel 2.2. Struktur Keruangan Perkotaan.....	30
Tabel 4.1. Metode Pengukuran Aksesibilitas.....	61
Tabel 4.2. Ringkasan indikator SNAMUTS	79
Tabel 4.3. Ekstrak dari peringkat pusat aktivitas yang ditampilkan berdasarkan aksesibilitas.....	82
Tabel 4.4. Keluaran SNAMUTS untuk latihan skenario pengembangan	85
Tabel 5.1. Perbandingan Aksesibilitas dan Mobilitas.....	93
Tabel 5.2. Sumber Data untuk Tujuan Pengukuran Mobilitas.....	102
Tabel 5.3. Indikator Mobilitas Berdasarkan Kategori.....	103
Tabel 5.4. Indikator Pengukuran Mobilitas	106
Tabel 5.5. Kapasitas Dasar	111
Tabel 5.6. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur	111
Tabel 5.7. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah	112
Tabel 5.8. Faktor Koreksi Kapasitas Kelas Akibat Hambatan (KHS) Samping Pada Jalan dengan Bahu	112
Tabel 5.9. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Kelas Hambatan Samping (KHS) Pada Jalan Berkereb	112
Tabel 5.10. Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota	113
Tabel 5.11. Nilai LOS dan kategori tingkat pelayanan jalan.	115
Tabel 5.12. Rekapitulasi Kinerja Ruas Jalan Kondisi Eksisting.....	117

BAB 1

PENGANTAR SISTEM TRANSPORTASI

1.1 Pengenalan Sistem Transportasi

Permasalahan transportasi perkotaan disebabkan oleh tingginya pergerakan yang tidak diakomodasi dengan baik. Pergerakan terjadi akibat adanya proses pemenuhan kebutuhan manusia yang tidak dapat dipenuhi pada satu tempat atau tempat asal sehingga terjadi pergerakan lalu lintas antara dua guna lahan atau lebih. Permasalahan perkotaan dapat dicari alternatif solusinya melalui pendekatan sistem transportasi yang efektif.

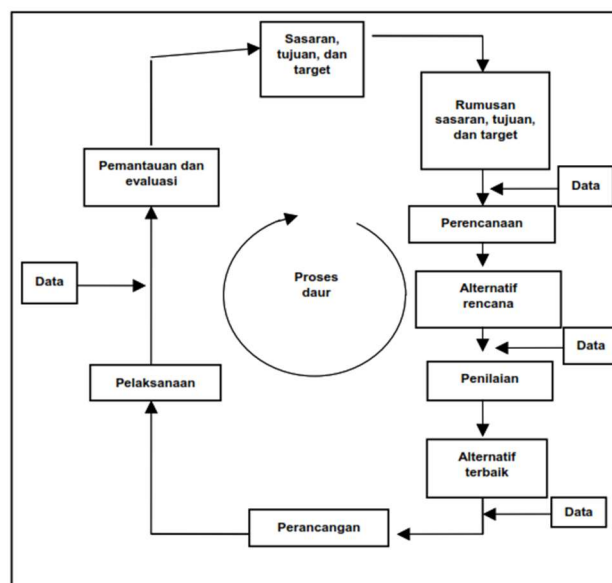
Pengertian sistem transportasi merupakan gabungan dari dua definisi, yaitu sistem dan transportasi. Sistem didefinisikan secara berbeda menurut disiplin ilmu yang berbeda, meskipun fokus pada fenomena yang berbeda namun memiliki karakteristik yang umum. Sistem didefinisikan sebagai gabungan beberapa komponen atau objek yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi satu sama lain (Tamin, 2000). Definisi sistem dapat diartikan pula sebagai sekelompok komponen yang saling bergantung dan saling terkait yang membentuk suatu kesatuan yang kompleks dan terpadu yang dimaksudkan untuk mencapai suatu tujuan melalui kinerja bagian-bagiannya yang saling berinteraksi (Meyer&Miller, 2001). Oleh karena itu, beberapa kata kunci mengenai definisi sistem adalah terdapat komponen/unsur pembentuk, terdapat keterkaitan, sifatnya kompleks dan menjadi satu kesatuan, serta antar komponen/sistem saling mempengaruhi satu sama lain. Selanjutnya, definisi transportasi adalah usaha untuk menggerakkan, mengalihkan, memindahkan suatu objek dari satu tempat menuju tempat lainnya dengan tujuan tertentu (Miro, 2005). Oleh karena itu, sistem transportasi dapat dimaknai sebagai fenomena perpindahan orang dan/atau barang dari titik awal (origin) menuju ke tempat tujuan (destination) dengan tujuan tertentu menggunakan suatu sistem yang melibatkan beberapa komponen di dalamnya. Sistem transportasi dirancang untuk mengatur dan mengkoordinasikan pergerakan penumpang dan barang sehingga proses pergerakan menjadi lebih efektif dan efisien.

1.2 Pendekatan Sistem Transportasi Makro

Pendekatan sistem merupakan pendekatan umum untuk suatu perencanaan dengan menganalisis semua faktor yang berhubungan dengan permasalahan yang terjadi. Sistem merupakan gabungan beberapa komponen atau objek yang

saling berkaitan satu dengan lainnya. Dalam perencanaan transportasi perkotaan, contoh dari sistem berupa interaksi sistem guna lahan dengan jaringan transportasi. Keduanya saling berkaitan, sistem guna lahan membangkitkan pergerakan yang akan menyebabkan perubahan pada komponen lainnya, yaitu sistem pergerakan dan sistem jaringan.

Gambar 1.1 menunjukkan beberapa komponen penting yang saling berhubungan dalam perencanaan transportasi, biasanya dikenal dengan proses perencanaan. Proses perencanaan berupa siklus yang saling mempengaruhi dan tidak pernah berhenti. Tahap awal dari proses perencanaan berupa identifikasi permasalahan, perumusan tujuan, sasaran, dan target. Kemudian, proses pengumpulan data untuk mengidentifikasi kondisi eksisting dan menentukan metode yang sesuai untuk merumuskan alternatif penyelesaian.



Gambar 1.1. Proses Perencanaan

Sumber: Tamin (1998a)

Setelah alternatif terbaik didapatkan, dilakukan proses perancangan dan dilanjutkan dengan proses pelaksanaan. Kemudian, dilakukan proses pengawasan dan evaluasi untuk melihat apakah tujuan perencanaan tercapai. Apabila tidak tercapai, akan dilakukan penyesuaian kembali pada setiap tahapannya sehingga siklus proses perencanaan tersebut akan terus berlangsung.

Gambar 1.1 adalah gambar siklus proses perencanaan terdiri dari 10 langkah, dimana setiap langkah disimbolkan dengan bentuk kotak, dan panah yang mengarah ke tahapan berikutnya, hingga di kotak terakhir dengan panah mengarah ke kotak pertama (siklus). Berikut penjelasan detail tiap tahap dalam

konteks perencanaan transportasi, termasuk bagaimana setiap tahapan saling terhubung:

1. Menentukan Sasaran, Tujuan, dan Target:

Sasaran awal diidentifikasi, misalnya, meningkatkan mobilitas masyarakat, mengurangi kemacetan lalu lintas, menurunkan emisi karbon, atau meningkatkan aksesibilitas transportasi umum. Tujuan ini akan menjadi acuan untuk seluruh proses.

2. Merumuskan Sasaran, Tujuan, dan Target:

Sasaran transportasi dipecah menjadi lebih spesifik, seperti "mengurangi waktu perjalanan rata-rata sebanyak 20% dalam lima tahun" atau "menggandakan penggunaan transportasi umum dalam sepuluh tahun." Target ini membantu memfokuskan prioritas proyek.

3. Perencanaan:

Berdasarkan tujuan yang telah dirumuskan, rencana dibuat. Ini mencakup aspek teknis, seperti pengembangan jalur bus, kereta, atau infrastruktur sepeda, serta alokasi anggaran untuk proyek-proyek ini.

4. Alternatif Rencana:

Beberapa opsi perencanaan disusun. Misalnya, jika tujuannya adalah mengurangi kemacetan, opsi yang diajukan bisa mencakup pembangunan transportasi umum atau pelebaran jalan.

5. Penilaian Alternatif Rencana:

Tiap alternatif rencana dievaluasi secara mendalam, mempertimbangkan biaya, dampak lingkungan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam mencapai sasaran. Sebagai contoh, jalur kereta mungkin mahal tetapi lebih ramah lingkungan dalam jangka panjang.

6. Memilih Alternatif Terbaik:

Rencana terbaik dipilih berdasarkan hasil evaluasi. Misalnya, untuk kota dengan jumlah penduduk tinggi dan terbatasnya ruang jalan, mengembangkan sistem kereta cepat mungkin menjadi alternatif terbaik.

7. Perancangan Detail:

Setelah solusi dipilih, langkah ini merinci semua aspek proyek, seperti rute transportasi, jumlah kendaraan yang diperlukan, jadwal pembangunan, dan pengelolaan anggaran.

8. Pelaksanaan Rencana:

Pada tahap ini, proyek mulai dilaksanakan, seperti membangun rel kereta atau jalur bus. Kolaborasi dengan kontraktor, pemerintah, dan pihak terkait

lainnya sangat penting untuk mewujudkan rencana menjadi tindakan nyata di lapangan.

9. Pemantauan dan Evaluasi:

Saat proyek berjalan, prosesnya terus dipantau untuk memastikan semuanya sesuai jadwal dan anggaran. Progres proyek dipantau dengan mengevaluasi apakah pembangunan selesai sesuai jadwal atau apakah jalur baru memberikan dampak yang diharapkan terhadap pola perjalanan masyarakat. Penilaian juga dilakukan terhadap respons warga, apakah mereka merasa lebih nyaman atau terjadi peningkatan pengguna transportasi umum. Setelah selesai, hasilnya dievaluasi untuk melihat apakah tujuan dan target telah tercapai.

10. Siklus Berulang:

Bagan ini menyoroti bahwa proses perencanaan bersifat siklus. Hasil dari evaluasi akhir digunakan untuk memperbaiki atau memperbarui sasaran dan rencana ke depannya, sehingga ada peningkatan berkelanjutan.

Ciri Khas Bagan Ini:

- a. Prosesnya terstruktur, bertahap, dan saling terhubung.
- b. Tahapan terakhir (pemantauan dan evaluasi) memiliki fungsi ganda: menilai keberhasilan dan memberikan umpan balik untuk memperbaiki langkah-langkah berikutnya.
- c. Data memiliki peran besar di setiap tahap, dari perencanaan awal hingga evaluasi akhir.

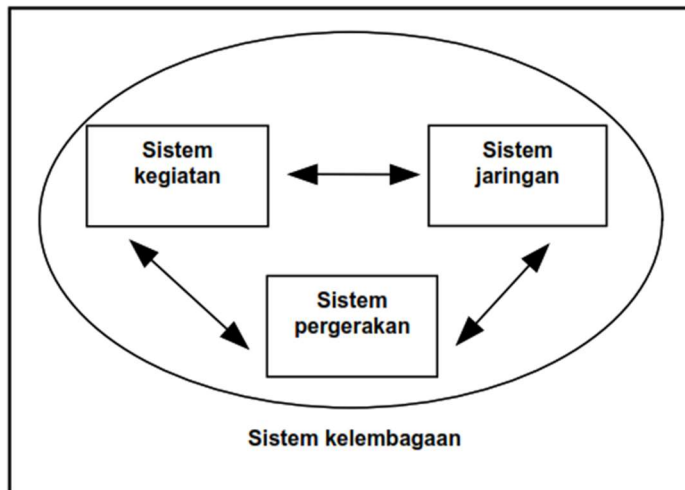
Proses perencanaan transportasi berbasis sistem bertujuan untuk mewujudkan perjalanan/perpindahan yang terjadi secara aman, nyaman, murah, dan cepat. Pergerakan/perpindahan terjadi jika:

1. Tersedianya pusat-pusat kegiatan yang menjadi daerah origin dan daerah tujuan;
2. Ditunjang oleh fasilitas dan layanan transportasi seperti jalan raya, bandara, layanan angkutan umum, dan sebagainya;
3. Terdapat maksud pergerakan, waktu pergerakan, asal-tujuan pergerakan, dan sebagainya.

Ketiga hal diatas merupakan komponen utama pembentuk sistem transportasi makro yang mencakup beberapa sistem transportasi mikro yaitu sistem kegiatan, sistem jaringan, dan sistem pergerakan.

1.3 Komponen Sistem Transportasi Makro

Sistem transportasi apabila dipandang dalam lingkup yang luas (makro), dibedakan menjadi beberapa komponen atau sistem yang lebih kecil (mikro) yang masing-masing memiliki hubungan, saling terikat, dan saling mempengaruhi satu sama lain (Tamin, 2000). Sistem transportasi makro terdiri dari sistem kegiatan, sistem jaringan transportasi, sistem pergerakan arus lalu lintas, dan sistem kelembagaan.



Gambar 1.2. Sistem Transportasi Makro
Sumber: Tamin (2000)

Gambar 1.2 merupakan bagan sistem transportasi makro terdiri dari tiga kotak dengan panah yang menghubungkan antar kotak, masing-masing kotak berisi komponen sistem transportasi. Tiga sistem utama tersebut adalah "Sistem Kegiatan" (Activity System), "Sistem Jaringan" (Network System), dan "Sistem Pergerakan" (Movement System). Sistem-sistem ini saling terhubung dengan pola interaksi berbentuk garis panah bolak-balik yang memengaruhi satu sama lain. Kemudian, ada tambahan komponen ke-empat yaitu "Sistem Kelembagaan" (Institutional System) yang menjadi kerangka kerja dari ketiga sistem yang disebutkan di atas.

a. Sistem Kegiatan

Dalam proses pemenuhan kebutuhannya, manusia akan melakukan perpindahan dari satu titik ke titik lainnya sehingga menjadi dasar timbulnya pergerakan lalu lintas. Setiap sistem kegiatan erat kaitannya dengan pola penggunaan lahan dengan peruntukan kegiatan yang berbeda-beda. Hal tersebut akan menimbulkan bangkitan sekaligus tarikan pergerakan. Besarnya pergerakan sangat berkaitan erat dengan jenis dan intensitas kegiatan yang dilakukan.

Sistem kegiatan dapat berupa pusat-pusat kegiatan antar kota/wilayah berupa PKN (Pusat Kegiatan Nasional), PKW (Pusat Kegiatan Wilayah), dan PKL (Pusat Kegiatan Lokal) ataupun pusat-pusat kegiatan kota berupa pusat primer, pusat sekunder, dan pusat tersier/lingkungan. Adapun alternatif kebijakan dengan pendekatan sistem kegiatan ialah berupa rencana penggunaan lahan yang mengatur intensitas pemanfaatan ruang wilayah/kota; pengembangan kegiatan atau pembangunan yang berorientasi pada lokasi transit (terminal, stasiun, halte).

Sistem kegiatan memiliki hubungan dua arah dengan sistem jaringan:

Hubungan dua arah: Aktivitas masyarakat memengaruhi bagaimana jaringan (seperti jalan atau jalur komunikasi) dirancang dan digunakan, dan sebaliknya, jaringan yang ada memengaruhi bagaimana aktivitas tersebut berlangsung, seperti aksesibilitas lokasi kerja.

b. Sistem Jaringan

Suatu pergerakan yang timbul akibat pergerakan manusia dan/atau barang tentunya memerlukan sarana (moda transportasi) dan prasarana (media) penunjang untuk dapat bergerak dan berpindah. Sistem jaringan transportasi merupakan media untuk melakukan pergerakan tersebut, meliputi jaringan jalan raya, jalur dan stasiun kereta api, terminal bus, bandara, dan pelabuhan. Adapun alternatif kebijakan yang dapat diterapkan untuk pengaturan sistem jaringan seperti peningkatan kapasitas pelayanan jaringan (prasarana) yang ada, diantaranya pelebaran jalan, penambahan jaringan jalan baru, dan lain sebagainya.

Sistem jaringan memiliki hubungan dengan sistem pergerakan: Infrastruktur jaringan akan memengaruhi pola pergerakan, misalnya, jalan raya yang dirancang dengan baik memungkinkan mobilitas kendaraan yang lebih efisien.

c. Sistem Pergerakan

Sistem pergerakan transportasi merupakan interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan. Sistem pergerakan berperan penting dalam mengakomodasi banyaknya pergerakan agar tercipta pergerakan yang lancar. Sebuah sistem pergerakan yang aman, cepat, nyaman, murah, handal, dan sesuai dengan lingkungannya dapat tercipta apabila pergerakan tersebut direncanakan oleh sistem rekayasa dan manajemen lalu lintas yang baik.

Sistem pergerakan diantaranya terdiri dari besaran (volume), maksud pergerakan, asal-tujuan pergerakan, dan moda yang digunakan. Adapun alternatif kebijakan transportasi untuk mengatur sistem pergerakan adalah

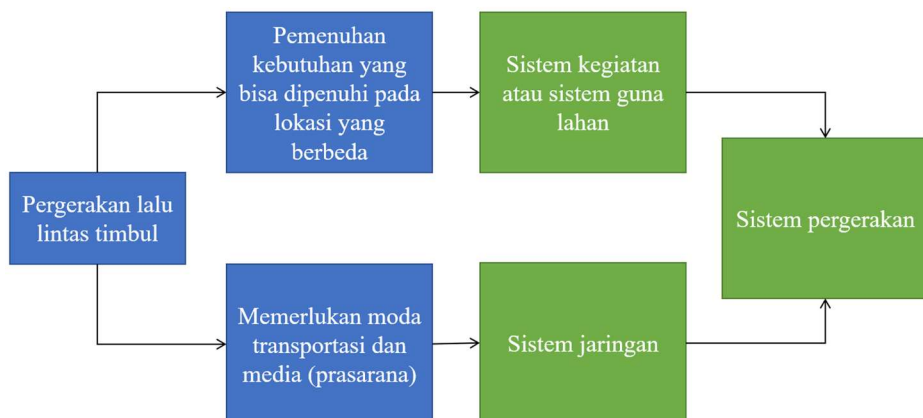
dengan pengaturan teknik dan manajemen lalu lintas, seperti pengaturan rute/trayek serta pengaturan waktu pergerakan.

d. Sistem Kelembagaan

Dalam upaya untuk menjamin terwujudnya sistem pergerakan yang handal, maka dalam sistem transportasi makro terdapat sistem mikro tambahan lainnya yang disebut sistem kelembagaan yang meliputi individu, kelompok, lembaga, dan instansi pemerintah serta swasta yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam proses pelaksanaan setiap sistem transportasi mikro tersebut. Di Indonesia, sistem kelembagaan yang mengatur perencanaan transportasi adalah sebagai berikut.

1. Sistem kegiatan, dimana sistem kelembagaan yang menaungi adalah yang memiliki kewenangan dalam pengaturan guna lahan atau tata ruang yaitu Kementerian Agraria dan Tata Ruang, Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang, Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah.
2. Sistem jaringan, dimana sistem kelembagaan yang menaungi adalah Departemen Perhubungan (Darat, Laut, Udara), Bina Marga
3. Sistem pergerakan, dimana sistem kelembagaan yang menaungi adalah DLLAJ, Organda, dan Polantas.

Dalam rangka memaksimalkan sistem transportasi perkotaan, alternatif kebijakan untuk sistem kelembagaan dapat dilakukan melalui peningkatan kapasitas lembaga yang berwenang (operator dan regulator) dalam pengelolaan sistem transportasi, seperti perubahan kebijakan operasional dan organisasi, perubahan kebijakan kelembagaan, dan lain sebagainya.



Gambar 1.3. Keterkaitan Komponen Sistem Transportasi Makro

Sumber: Penulis, 2024

Gambar 1.3 menunjukkan interaksi antara sistem jaringan, sistem kegiatan, dan sistem pergerakan yang saling mempengaruhi satu sama lain. Sistem pergerakan memegang peranan penting dalam menampung pergerakan agar tercipta pergerakan yang lancar yang kemudian mempengaruhi kembali sistem kegiatan dan sistem jaringan yang ada dalam bentuk aksesibilitas dan mobilitas. Ilustrasi keterkaitan antara komponen sistem transportasi mikro yang lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.3.

Diagram ini terdiri dari enam kotak dengan posisi satu di sisi kiri, dua di sisi atas, dua di sisi bawah, satu di sisi kanan. Keenam kotak ini berisi komponen utama yang saling berhubungan melalui panah untuk menunjukkan aliran informasi, kebutuhan, dan dampaknya. Berikut adalah penjelasan setiap komponen dan hubungan antar komponen tersebut:

1. Pergerakan Lalu Lintas Timbul

Komponen ini berada di sisi kiri, merupakan titik awal dalam sistem transportasi makro. Pergerakan lalu lintas muncul dari kebutuhan masyarakat untuk berpindah tempat, baik untuk bekerja, berbelanja, atau tujuan lainnya. Pergerakan ini memicu dua aspek utama yang ditandai dengan adanya garis panah menuju dua kotak berbeda yaitu satu di sisi atas, dan satu di sisi bawah. Kedua komponen tersebut berisi komponen kebutuhan untuk memenuhi berbagai aktivitas di lokasi yang berbeda dan kebutuhan akan moda transportasi dan prasarana (infrastruktur). Komponen ini adalah pemicu awal yang memengaruhi semua komponen lain dalam sistem.

2. Pemenuhan Kebutuhan yang Bisa Dipenuhi pada Lokasi Berbeda

Komponen ini berada di sisi atas, mengacu pada aktivitas atau kebutuhan masyarakat yang hanya bisa dipenuhi dengan berpindah ke lokasi lain, seperti bekerja di kantor, berbelanja di pasar, atau mengakses fasilitas kesehatan. Kebutuhan ini secara langsung memengaruhi komponen lain di sisi kanannya ditandai dengan panah menuju Sistem Kegiatan atau Sistem Guna Lahan yang menentukan cara lahan digunakan untuk mendukung berbagai aktivitas masyarakat. Aktivitas masyarakat juga memengaruhi pola perjalanan atau mobilitas yang terjadi.

3. Sistem Kegiatan atau Sistem Guna Lahan

Komponen ini menggambarkan tata guna lahan atau aktivitas manusia dalam kawasan tertentu, seperti zona perumahan, komersial, industri, dan fasilitas publik. Sistem kegiatan memengaruhi kebutuhan akan jaringan transportasi, misalnya kawasan industri membutuhkan jalan untuk transportasi logistik. Sistem ini memiliki hubungan dengan Sistem Pergerakan, karena aktivitas di suatu kawasan menciptakan pola pergerakan

tertentu. Hal ini ditandai dengan panah menuju kotak yang berada di sisi paling kanan yaitu komponen Sistem Pergerakan.

4. Memerlukan Moda Transportasi dan Media (Prasarana)

Di sisi bawah, komponen ini mencakup kebutuhan untuk moda transportasi tertentu (seperti kendaraan pribadi, kereta api, bus) dan prasarana fisik (seperti jalan raya, rel kereta, terminal). Moda transportasi dan prasarana ini sangat berkaitan dengan Sistem Jaringan yang merupakan infrastruktur pendukung untuk mobilitas. Infrastruktur yang tersedia menentukan efisiensi dan efektivitas pergerakan lalu lintas. Hal ini digambarkan dengan panah dari komponen Moda Transportasi dan Media (prasarana) menuju ke komponen Sistem Jaringan.

5. Sistem Jaringan

Komponen ini mencakup seluruh infrastruktur fisik, seperti jalan raya, rel kereta api, pelabuhan, jalur udara, dan fasilitas komunikasi yang mendukung konektivitas antar lokasi. Sistem jaringan mendukung moda transportasi dan aktivitas manusia. Misalnya, rel kereta api memungkinkan mobilitas antar kota lebih cepat. Sistem jaringan sangat berpengaruh terhadap Sistem Pergerakan, yang menggambarkan pola mobilitas masyarakat dan barang.

6. Sistem Pergerakan

Komponen ini adalah hasil akhir dari proses interaksi di dalam sistem transportasi makro, berada di sisi paling kanan. Sistem pergerakan menggambarkan pola mobilitas manusia dan barang, termasuk perjalanan harian, distribusi logistik, atau aktivitas transportasi lainnya. Sistem pergerakan dipengaruhi oleh Sistem Kegiatan atau Sistem Guna Lahan dan Sistem Jaringan. Misalnya, tata guna lahan menentukan titik asal dan tujuan perjalanan, sementara sistem jaringan memengaruhi kelancaran pergerakan tersebut.

Dapat disimpulkan bahwa keempat sistem transportasi mikro tersebut saling berkaitan dan mempengaruhi satu sama lain dalam suatu sistem transportasi perkotaan. Sistem kegiatan jelas akan mempengaruhi sistem jaringan melalui tingkat pelayanan pada sistem pergerakan. Sistem jaringan akan mempengaruhi sistem kegiatan melalui peningkatan mobilitas dan aksesibilitas dari sistem pergerakan tersebut. Sedangkan sistem kelembagaan mengatur dan manajemen untuk mewujudkan sistem transportasi perkotaan yang handal, aman, dan nyaman. Selain keempat sistem transportasi mikro tersebut, terdapat sistem lingkungan internal dan eksternal yang mempengaruhi keseluruhan interaksi keempat sistem mikro. Sistem lingkungan internal dan eksternal ini

mencakup kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan fisik di internal maupun eksternal wilayah perencanaan.

Interaksi antar sistem-sistem mikro pembentuk sistem transportasi makro perlu dilihat pada berbagai level kewilayahan yaitu level lokal, regional, dan nasional/internasional. Sistranas (Sistem Transportasi Nasional) merupakan produk kebijakan yang mengatur tataran transportasi dari berbagai level, yaitu:

1. Tatralok adalah Tataran Transportasi Lokal pada level kabupaten/kota.
2. Tatrakil adalah Tataran Transportasi Wilayah pada level provinsi.
3. Tatranas adalah Tataran Transportasi Nasional pada level nasional/internasional.

Dalam hal produk kebijakan tata ruang, perencanaan transportasi berbasis sistem-sistem mikro ini terakomodasi dalam rencana struktur ruang wilayah/kota yang mencakup rencana jaringan dan fasilitas transportasi yang dikaitkan dengan rencana pola ruang wilayah/kota yang mencakup perencanaan tata guna lahan wilayah/kota.

1.4 Aplikasi Sistem Transportasi dalam Konteks Perkotaan

Implementasi sistem transportasi di perkotaan merupakan proses yang melibatkan berbagai komponen, termasuk perencanaan, pembangunan infrastruktur, pengelolaan moda transportasi, serta integrasi antara transportasi publik dan sistem tata ruang kota. Tujuan utama dari adanya sistem transportasi adalah untuk menyelesaikan permasalahan transportasi perkotaan dengan menciptakan jaringan transportasi yang efisien, terjangkau, dan berkelanjutan, yang mampu mendukung pertumbuhan kota serta meningkatkan kualitas hidup warganya. Berikut merupakan beberapa contoh implementasi sistem transportasi perkotaan.

1. Pengembangan sistem transportasi berkelanjutan. Transportasi berkelanjutan harus mempertimbangkan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, kelestarian lingkungan, dan inklusi sosial. Salah satu aspek penting dari transportasi berkelanjutan adalah pengurangan ketergantungan pada kendaraan pribadi melalui peningkatan infrastruktur dan penambahan moda transportasi umum, seperti *Bus Rapid Transit* (BRT), *Mass Rapid Transit* (MRT), dan *Light Rail Transit* (LRT)
2. Pengaturan sistem transportasi perkotaan. Hal ini dapat dilakukan melalui pengaturan jadwal dan rute transportasi umum, pelibatan petugas lalu lintas, pemberlakuan kebijakan yang berorientasi pada pembatasan penggunaan

kendaraan pribadi, seperti peraturan ganjil-genap dan pemberlakuan *Electronic Road Pricing* (ERP)

3. Pemanfaatan teknologi transportasi. Pemanfaatan teknologi juga menjadi bagian penting dari strategi pengembangan transportasi berkelanjutan. Penggunaan *Intelligent Transportation Systems* (ITS), seperti sistem manajemen lalu lintas berbasis sensor dan aplikasi berbagi kendaraan (*carpooling*), dapat membantu mengurangi kemacetan, meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem transportasi perkotaan.

Keberhasilan implementasi sistem transportasi perkotaan juga bergantung pada keterlibatan pemerintah dan masyarakat. Pemerintah memiliki peran penting dalam menciptakan kebijakan yang mendukung pengembangan transportasi umum, termasuk insentif bagi pengguna transportasi umum dan regulasi bagi kendaraan pribadi. Di sisi lain, partisipasi masyarakat diperlukan dalam mendukung perubahan pola mobilitas dari kendaraan pribadi ke transportasi umum atau transportasi ramah lingkungan seperti bersepeda dan berjalan kaki.

DAFTAR PUSTAKA

- Manheim, M. L. (1979). *Fundamentals of Transportation Systems Analysis: Basic Concepts*. MIT Press.
- Meyer, M. D., & Miller, E. J. (2001). *Urban Transportation planning: A Decision-oriented Approach*. McGraw-Hill Science, Engineering & Mathematics.
- Morgan, S. (2021). *Transportation Systems: A Practical Approach*. States Academic Press.
- Miro, F. (2012). *Pengantar Sistem Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Transportation, I. O., & Meyer, M. D. (2016). *Transportation Planning Handbook*. John Wiley & Sons.
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

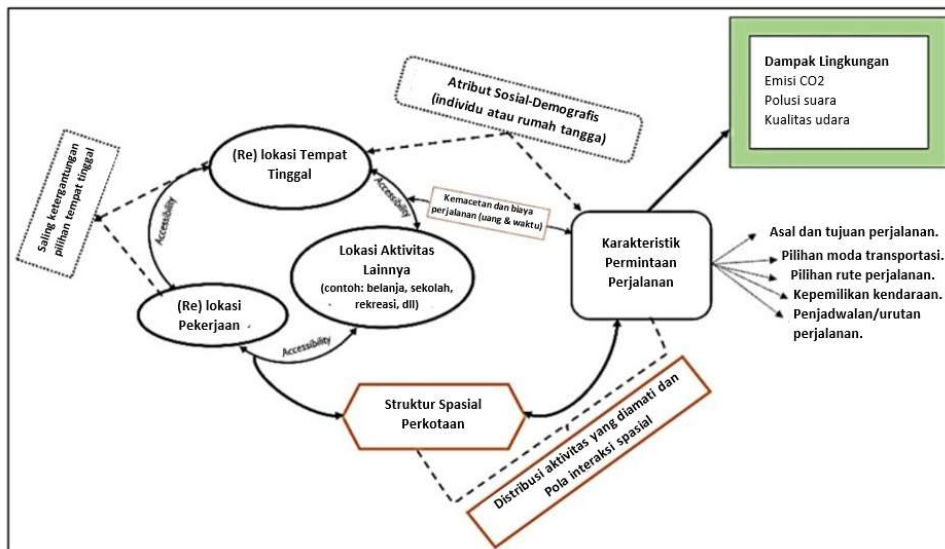
BAB 2

LAND USE AND TRANSPORT INTEGRATION (LUTI)

2.1 Kerangka Pendekatan LUTI

Kebutuhan akan transportasi timbul dari kebutuhan dasar manusia untuk memenuhi aktivitas sosial dan ekonomi dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas ini membentuk suatu sistem aktivitas perkotaan yang saling terhubung dan tidak dapat dipisahkan dari peran infrastruktur transportasi seperti jalan raya, kereta api, bus, dan moda transportasi lainnya. Dalam konteks ini, penggunaan lahan dan transportasi (*Land Use and Transport Integration, LUTI*) menjadi dua elemen yang saling mempengaruhi, di mana perkembangan tata guna lahan dan jaringan transportasi saling mendukung dan membentuk pola pergerakan masyarakat. Pendekatan LUTI memungkinkan kita untuk memahami bagaimana interaksi antara tata ruang dan transportasi dapat mempengaruhi perilaku perjalanan serta dinamika perkotaan secara keseluruhan.

Land Use Transportation Integration (LUTI) adalah konsep perencanaan yang menghubungkan penggunaan lahan dengan sistem transportasi secara harmonis untuk menciptakan lingkungan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan layak huni. Dalam konsep LUTI, hubungan antara penggunaan lahan dan transportasi sering dianggap sebagai hubungan sebab-akibat, sehingga perencanaan tata ruang dan transportasi tidak dilakukan secara terpisah, melainkan sebagai bagian dari satu sistem yang saling memengaruhi. Aktivitas perkotaan berkaitan dengan kegiatan sosial ekonomi manusia seperti bekerja, sekolah, berwisata dan sebagainya dimana pola aktivitas tersebut menciptakan pola zonasi yang membentuk sistem penggunaan lahan perkotaan. Adapun lima kegiatan yang mempengaruhi profil perjalanan antara lain permukiman, kawasan tempat bekerja, pusat perbelanjaan, objek wisata dan kompleks pendidikan (Golani, 1976). Selanjutnya, aktivitas perkotaan tersebut membutuhkan jaringan transportasi. Sehingga, melalui integrasi yang baik antara tata guna lahan dengan jaringan transportasi maka LUTI akan meningkatkan aksesibilitas dan menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih sehat serta lebih mudah diakses bagi semua orang. Berikut ini merupakan model konseptual yang menunjukkan komponen LUTI diilustrasikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Model konseptual komponen-komponen LUTI

Sumber: Acheampong, 2015

Gambar 2.1 merupakan bagan terdiri dari tiga lingkaran, yang saling berhubungan satu sama lain. Ketiga lingkaran ini mempengaruhi kotak di sisi tengah yaitu “Karakteristik Permintaan Perjalanan.” Berdasarkan ilustrasi tersebut, penjelasan masing-masing hubungan dalam kerangka pendekatan LUTI adalah sebagai berikut:

- Lingkaran Pertama:** *Residential (re)location* dan *Job (re)location*:
Hubungan ini menggambarkan bagaimana keputusan untuk memilih tempat tinggal (*residential relocation*) dan tempat kerja (*job relocation*) saling terkait satu sama lain. Keputusan mengenai tempat tinggal dipengaruhi oleh aksesibilitas ke tempat kerja dan sebaliknya. Faktor ketersediaan pekerjaan juga dapat mempengaruhi keputusan individu dalam memilih lokasi tempat tinggal.
- Lingkaran Kedua:** *Residential (re)location* dan *Other Activity Locations*:
Terdapat hubungan antara lokasi tempat tinggal dan lokasi aktivitas lainnya (seperti pusat perbelanjaan, sekolah, tempat rekreasi, rumah sakit, dll.). Keputusan tempat tinggal seseorang dipengaruhi oleh aksesibilitas ke lokasi-lokasi tersebut. Semakin mudah akses ke lokasi-lokasi ini, semakin besar kemungkinan memilih tempat tinggal di daerah tersebut.
- Lingkaran Ketiga:** *Job (re)location* dan *Other Activity Locations*:
Selain tempat tinggal, lokasi tempat kerja juga terkait dengan lokasi aktivitas lainnya. Tempat kerja yang dekat dengan fasilitas umum akan

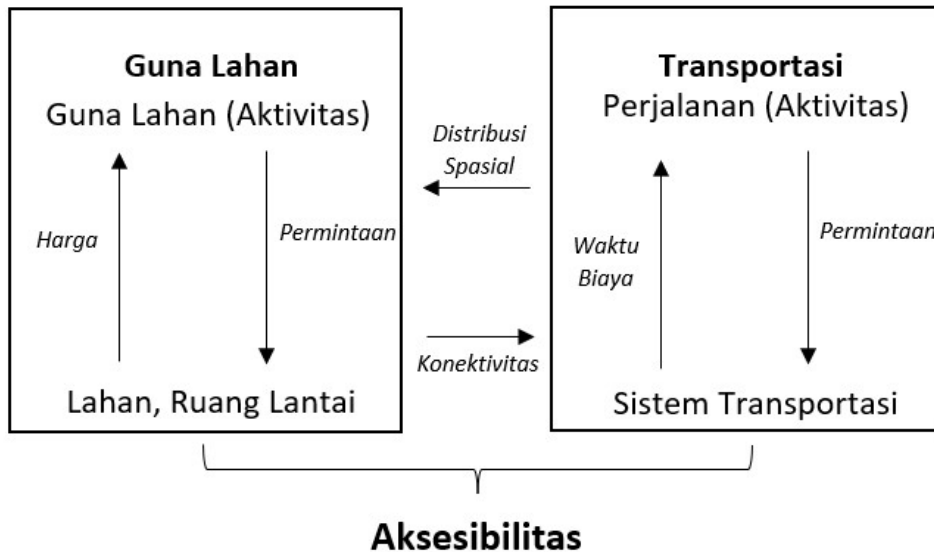
lebih menarik bagi pekerja, sehingga aksesibilitas ini juga berperan dalam keputusan relokasi pekerjaan.

Ketiga hubungan tersebut menciptakan struktur spasial perkotaan yang merujuk pada distribusi penggunaan lahan dan interaksi antara lokasi-lokasi penting dalam kota. Struktur ini mempengaruhi pola perjalanan masyarakat, bagaimana aktivitas sosial-ekonomi didistribusikan, serta aksesibilitas antar wilayah di dalam kota. Distribusi aktivitas yang diamati dan pola interaksi spasial ini kemudian berhubungan langsung dengan karakteristik permintaan perjalanan (*Travel Demand Characteristics*). Permintaan perjalanan mencakup berbagai aspek seperti asal dan tujuan perjalanan, pilihan moda transportasi yang digunakan, rute yang dipilih, kepemilikan kendaraan, serta bagaimana orang menjadwalkan dan mengatur urutan perjalanan mereka. Semua ini dipengaruhi oleh struktur spasial kota dan aksesibilitas lokasi-lokasi penting, seperti tempat tinggal, tempat kerja, dan fasilitas publik lainnya.

Selain itu, atribut sosio-demografi (*Socio-Demographic Attributes*), seperti pendapatan, jumlah anggota keluarga, dan usia, juga memengaruhi pola perjalanan dan pilihan transportasi mereka. Atribut-atribut ini menentukan seberapa sering dan sejauh mana seseorang melakukan perjalanan, serta moda transportasi yang mereka pilih. Dalam konteks ini, kemacetan dan biaya perjalanan (*Congestion, Commuting Costs*) dalam hal waktu dan uang juga mempengaruhi keputusan seseorang terkait di mana mereka tinggal dan bekerja. Semakin besar biaya perjalanan, baik dari sisi waktu maupun finansial, semakin besar dorongan bagi individu untuk memilih lokasi yang lebih dekat dengan tempat kerja atau pusat aktivitas lainnya.

Pada akhirnya dapat diketahui bahwa aktivitas perjalanan memiliki dampak pada lingkungan (*Environmental Impacts*), termasuk emisi karbon (CO₂), kebisingan, kualitas udara, penggunaan lahan, dan sumber daya air. Semakin tinggi permintaan perjalanan dan ketergantungan pada kendaraan pribadi, semakin besar pula dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, menghubungkan land-use dan transportasi (dan sebaliknya) dapat meningkatkan keamanan, revitalisasi kawasan/wilayah, menghidupkan/meningkatkan perdagangan dan jasa serta lapangan kerja, merubah lingkungan, dan memberikan dampak positif terhadap *community health* dan *quality of life* nya.

Dalam kerangka LUTI ini, terdapat hubungan timbal balik antara penggunaan lahan, pola aktivitas, dan permintaan perjalanan. Penggunaan lahan memengaruhi bagaimana orang bergerak, sedangkan permintaan perjalanan pada gilirannya mempengaruhi struktur perkotaan dan penggunaan lahan di masa depan. Interaksi dua arah ini digambarkan pada bagan berikut:



Gambar 2.2. Framework LUTI
Sumber: Zegras (2013)

Gambar 2.2 berbentuk dua kotak yang berdampingan secara horizontal. Kotak pertama sebelah kiri diberi label Guna Lahan, kotak kedua di sebelah kanan diberi label Transportasi. Di dalam kotak Guna Lahan terdapat komponen utama yaitu “aktivitas guna lahan” yang letaknya di bagian atas dalam kotak ini, dan komponen “lahan, ruang lantai” terletak di bagian bawah kotak Guna Lahan. Ada dua arah panah yang saling berhubungan di antara komponen dalam kotak Guna Lahan yaitu panah dari "Aktivitas Guna Lahan" ke "Lahan, Ruang Lantai" dengan keterangan "Permintaan". Ini menggambarkan bahwa aktivitas di lahan memicu kebutuhan terhadap ruang lantai atau lahan untuk digunakan. Panah dari "Lahan, Ruang Lantai" ke "Aktivitas Guna Lahan" dengan keterangan "Harga". Ini menunjukkan bahwa harga lahan atau ruang lantai memengaruhi aktivitas yang dapat dilakukan di atas lahan tersebut. Dapat diketahui bahwa pada kotak Guna Lahan (*land use*), aktivitas-aktivitas yang terjadi berkaitan dengan ketersediaan lahan. Aktivitas penggunaan lahan mempengaruhi ruang atau lahan terkait dengan permintaan (*demand*). Apabila ada lebih banyak aktivitas di suatu wilayah seperti perdagangan, industri, atau perumahan, maka permintaan terhadap lahan akan meningkat. Hal ini juga dipengaruhi oleh harga lahan (*prices*).

Selanjutnya, di dalam kotak sebelah kanan yang berlabel Transportasi terdapat komponen utama yaitu “Aktivitas Perjalanan” yang letaknya di bagian atas dalam kotak ini, dan komponen “Sistem Transportasi” terletak di bagian bawah kotak Transportasi. Ada dua arah panah yang saling berhubungan di

antara komponen dalam kotak Transportasi yaitu panah dari "Aktivitas Perjalanan" ke "Sistem Transportasi" dengan keterangan "Permintaan". Panah dari "Sistem Transportasi" ke "Aktivitas Perjalanan" dengan keterangan "Waktu dan Biaya". Hubungan yang digambarkan dengan tanda panah menunjukkan bahwa sistem transportasi berfungsi untuk mendukung kegiatan perjalanan (travel activities), yang dipengaruhi oleh waktu dan biaya (time dan costs). Efisiensi waktu dan biaya perjalanan memengaruhi permintaan terhadap sistem transportasi. Contohnya, jika waktu tempuh dan biaya perjalanan rendah, maka permintaan perjalanan akan meningkat

Kedua kotak Guna Lahan dan Transportasi terhubung dengan dua tanda panah. Panah pertama, konektivitas, mengalir dari Guna Lahan ke Transportasi, menunjukkan bagaimana pola aktivitas memengaruhi kebutuhan sistem transportasi. Panah kedua, distribusi spasial, mengalir dari Transportasi ke Guna Lahan, menunjukkan bagaimana aksesibilitas transportasi membentuk pola penggunaan lahan. Hal ini menunjukkan bahwa LUTI menggambarkan hubungan dua arah antara penggunaan lahan dan sistem transportasi, di mana kedua elemen ini saling memengaruhi dan membentuk aksesibilitas suatu wilayah.

Kedua elemen ini saling berinteraksi yang dijelaskan sebagai berikut:

- a. Distribusi spasial (*spatial distribution*) terjadi dari adanya aktivitas penggunaan lahan yang mempengaruhi pola perjalanan. Area dengan konsentrasi kegiatan yang tinggi akan menarik lebih banyak perjalanan, meningkatkan permintaan pada sistem transportasi.
- b. Konektivitas (*connectivity*) terjadi dari sistem transportasi yang mempengaruhi daya tarik wilayah tertentu untuk kegiatan penggunaan lahan. Lokasi yang memiliki akses transportasi yang baik cenderung lebih diminati untuk pengembangan lahan, baik untuk perumahan, bisnis, maupun industri.

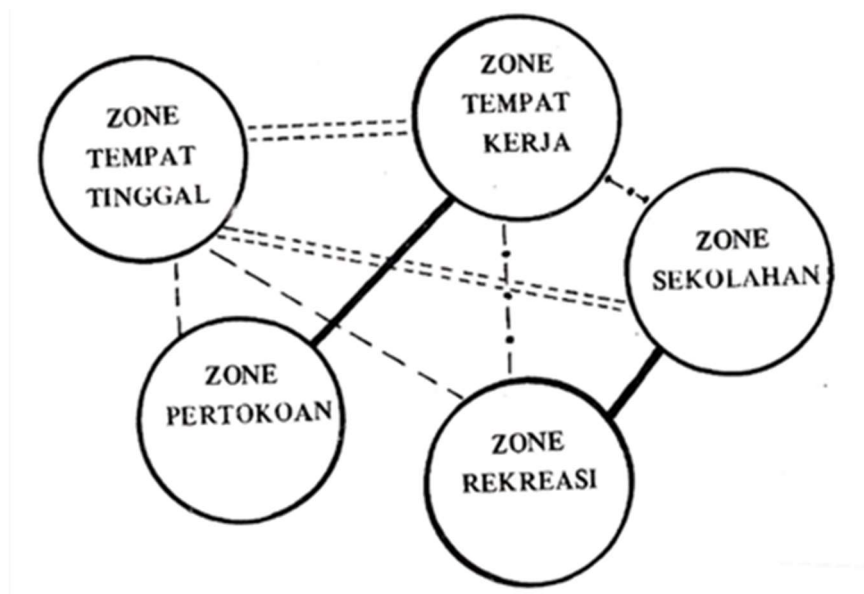
Hasil dari interaksi ini adalah tingkat aksesibilitas suatu wilayah, yang diukur dari kemudahan dan efisiensi untuk mencapai tujuan lokasi atau kegiatan. Dengan mengetahui aksesibilitasnya maka dapat diketahui hubungan integrasi antara sistem transportasi dan penggunaan lahan di suatu kawasan. Perubahan dalam salah satu elemen di dalam konsep ini akan selalu berdampak pada elemen lainnya, membentuk pola perkembangan wilayah secara keseluruhan.

2.2 Keterkaitan Tata Guna Lahan dan Transportasi

Keterkaitan tata guna lahan dengan transportasi dapat dilihat dari bagaimana aktivitas sosial ekonomi manusia, seperti bekerja, bersekolah, atau

berwisata, menentukan pembagian wilayah dalam kota. Setiap aktivitas ini biasanya terpusat di zona tertentu, yang disebut sebagai zoning atau pembagian lahan aktivitas. Zoning ini merupakan ekspresi dari penggunaan lahan yang berbeda-beda dalam sistem perkotaan.

Aktivitas dan zonasi ini juga berhubungan langsung dengan pola transportasi yang dibutuhkan oleh masyarakat. Pola aktivitas manusia membentuk profil perjalanan yang mereka lakukan setiap hari, dan dari pola ini, kita bisa memperkirakan kebutuhan transportasi untuk mendukung aktivitas tersebut. Pada akhirnya, sistem penggunaan lahan dan transportasi ini saling berhubungan erat dalam mendukung efisiensi dan mobilitas dalam kota. Adapun gambar 2.3 merupakan interaksi antara antara guna lahan dengan transportasi.



Keterangan:

- ===== = Volume Perjalanan Sangat Tinggi
- = Volume Perjalanan Tinggi
- . - . - = Volume Perjalanan Sedang
- = Volume Perjalanan Rendah

Gambar 2.3. Interaksi Guna Lahan Setiap Zoning dengan Transportasi
Sumber: Miro, 1999

Gambar 2.3 terdiri dari lima lingkaran besar saling terhubung satu sama lain oleh garis-garis. Setiap lingkaran mewakili zona tertentu dalam suatu kota. Lingkaran pertama adalah zona tempat tinggal, lingkaran kedua zona tempat kerja, lingkaran ketiga zona sekolah, lingkaran keempat zona pertokoan, dan lingkaran kelima zona rekreasi. Setiap zona ini mewakili aktivitas-aktivitas penting yang sering dilakukan oleh masyarakat perkotaan, seperti bekerja, belajar, berbelanja, dan bersantai.

Lingkaran-lingkaran ini terhubung dengan garis putus-putus dan garis tidak putus-putus. Terdapat empat keterangan garis yaitu pertama Garis Sama Panjang (“== == == ==”) yang menunjukkan Volume Perjalanan Sangat Tinggi, garis ini dapat dibayangkan sebagai serangkaian tanda sama dengan yang tersusun rapi, melambangkan jalur dengan intensitas perjalanan yang sangat besar. Kedua, Garis Putus-Putus (“-- -- -- --”) yang menunjukkan Volume Perjalanan Tinggi. Dalam imajinasi, garis ini menyerupai jejak langkah yang terputus-putus tetapi teratur, menggambarkan jalur dengan lalu lintas perjalanan yang cukup tinggi. Ketiga Garis Putus-Putus dengan Titik di Antaranya (“- . - . - .”) yang melambangkan Volume Perjalanan Sedang. Polanya dapat dibayangkan seperti campuran garis pendek dan titik kecil yang terhubung secara berulang, menciptakan kesan intensitas perjalanan yang lebih sedang. Keempat Garis Penuh atau Solid (“_____”) yang menunjukkan Volume Perjalanan Rendah. Anda dapat memvisualisasikan ini sebagai garis lurus tanpa putus, menunjukkan rute dengan intensitas perjalanan yang lebih rendah.

Dapat diketahui bagaimana setiap zona terhubung satu sama lain melalui pola perjalanan yang berbeda, di mana garis-garis penghubung menggambarkan volume lalu lintas atau pergerakan orang di antara setiap zona. Perjalanan antara zona tempat tinggal dengan zona tempat kerja dan zona sekolah memiliki garis sama panjang, menunjukkan pola perjalanan cenderung memiliki volume tertinggi, karena banyaknya orang yang setiap hari melakukan perjalanan untuk bekerja maupun sekolah. Sedangkan perjalanan antara zona tempat kerja dengan zona pertokoan disimbolkan dengan garis putus-putus dan titik diantaranya menunjukkan bahwa antar zona memiliki volume rendah, sama halnya seperti zona sekolah dengan zona rekreasi. Adapun zona tempat tinggal dengan zona pertokoan dan zona rekreasi memiliki volume tinggi ditandai dengan garis putus-putus. Lalu antara zona tempat kerja dan zona pertokoan dihubungkan dengan garis penuh yang berarti volume perjalanan rendah, sama seperti zona rekreasi dengan zona sekolah. Melalui survei asal dan tujuan ini memungkinkan perencanaan dengan memperkirakan permintaan transportasi di setiap zona (Miro, 1999).

Dapat diketahui juga bahwa LUTI merupakan interaksi dua arah yang saling mempengaruhi dan terintegrasi. LU-T mempelajari bahwa penggunaan lahan akan mempengaruhi perilaku perjalanan. Sementara itu, T-LU mempelajari bahwa transportasi akan membentuk urban form dan mempengaruhi pola penggunaan lahan. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai integrasi keduanya.

2.2.1 LU-T

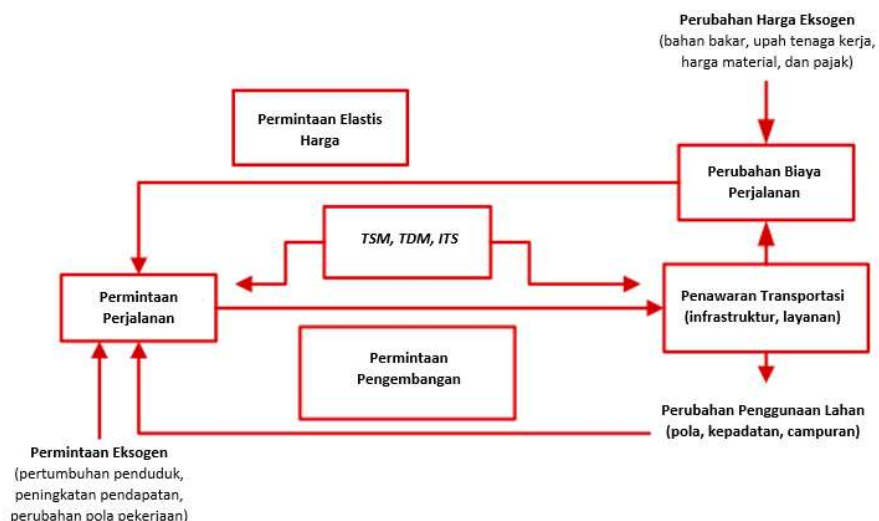
Istilah “*land-use transport feedback cycle*” merupakan suatu hal yang esensial dalam membentuk hubungan dua arah antara perjalanan, lokasi, dan bagaimana keduanya saling mempengaruhi satu sama lain (Wagener, 2004). Dalam konteks LU-T, penggunaan lahan berpengaruh terhadap sistem transportasi khususnya pola pergerakan seseorang. Faktor-faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah kepadatan kawasan, kepadatan pekerjaan, desain lingkungan, lokasi, dan skala kota (Wagener dan Fuerst, 1999).

Kepadatan menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kepadatan suatu kawasan, semakin pendek jarak perjalanan yang diperlukan oleh seseorang untuk berpindah lokasi. Ini terjadi karena wilayah dengan kepadatan tinggi cenderung memiliki fasilitas yang lebih beragam dan dekat, sehingga mengurangi kebutuhan untuk melakukan perjalanan jauh. Kepadatan pekerjaan juga mempengaruhi panjang perjalanan. Di area dengan keseimbangan yang baik antara tempat tinggal dan tempat kerja, perjalanan kerja cenderung lebih singkat. Desain lingkungan sekitar juga mempengaruhi panjang perjalanan. Di lingkungan yang dirancang untuk mendukung pejalan kaki dan pengendara sepeda, jarak perjalanan cenderung lebih pendek, dan transportasi umum lebih sering digunakan. Lokasi tempat tinggal terhadap lokasi pekerjaan dan fasilitas lainnya juga menjadi faktor utama. Semakin jauh jaraknya, semakin panjang perjalanan yang dibutuhkan. Pada skala kota, ukuran wilayah perkotaan turut mempengaruhi pola perjalanan (Wagener dan Fuerst, 1999).

Umumnya LU-T juga mengenalkan konsep 3D. Konsep 3D (*Density, Diversity, Design*) mengacu pada tiga elemen yang mempengaruhi hubungan antara penggunaan lahan dan sistem transportasi. Pertama, *density* (kepadatan) merujuk pada kepadatan populasi atau bangunan di suatu kawasan. Kedua, *diversity* (keberagaman) mengacu pada variasi penggunaan lahan dalam satu kawasan, seperti campuran antara perumahan, komersial, dan area rekreasi. Keberagaman ini mendorong perkembangan *mixed-use*, yang memungkinkan seseorang untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari tanpa perlu perjalanan jauh. Ketiga, *design* (desain) melibatkan konektivitas jalan serta infrastruktur pendukung bagi pengguna transportasi. Selain itu juga faktor-faktor lain yang

turut diperhitungkan adalah *distance* atau jarak ke titik transit dan *destination* yang berkaitan dengan aksesibilitas menuju tujuan perjalanan (5D) (Ewing & Cervero, 2001). Perkembangan lebih lanjut dari komponen-komponen D ini melibatkan penambahan dua komponen lagi, yaitu demand atau manajemen permintaan sebagai D keenam dan demografi sebagai D ketujuh (Ewing & Cervero, 2010).

Pengaturan *land-use* serta kepadatan kawasan permukiman dan kawasan padat aktifitas lainnya akan mempengaruhi jumlah, panjang, dan tipe perjalanan. Adapun berikut merupakan kerangka operasional LU-T.



Gambar 2.4. Kerangka Operasional LU-T
Sumber: Southworth, 2001; p.1273 dalam Nurlaela (2016)

Keterangan:

- **VMT** : Vehicle Miles Traveled (jarak yang ditempuh dalam kendaraan) merepresentasikan permintaan pergerakan
- **TSM** : Transport System Management
- **TDM** : Travel Demand Management
- **ITS** : Intelligent Transport System

Gambar 2.4 merupakan diagram yang terbentuk dari enam kotak persegi panjang yang saling terhubung oleh panah-panah yang menunjukkan hubungan sebab-akibat. Kerangka operasional LU-T pada gambar menjelaskan interaksi antara berbagai faktor yang mempengaruhi permintaan perjalanan (*travel*

demand) dan penggunaan lahan (*land use*). Permintaan perjalanan yang diukur dengan *Vehicle Miles Traveled* (VMT) dihasilkan dari kombinasi dua sumber utama, yaitu (1) permintaan eksogen (*exogenous demand*) yang berasal dari perubahan dalam populasi, pendapatan, dan lapangan kerja, serta (2) permintaan pembangunan (*developmental demands*) yang merujuk pada tata guna lahan yang melibatkan pola spasial, kepadatan, dan keberagaman tata guna lahan (Southworth, 2001).

Interaksi antara kedua faktor tersebut menciptakan permintaan perjalanan (*travel demand*). Permintaan eksogen (*exogenous demand*) yang dihasilkan dari perubahan dalam populasi, pekerjaan, dan pendapatan memicu peningkatan penggunaan transportasi, sementara permintaan pembangunan (*developmental demands*) berfokus pada bagaimana perubahan dalam tata guna lahan, seperti kepadatan atau pola spasial, juga mempengaruhi pola perjalanan. Pendekatan ekonomi mikro dalam menjelaskan interaksi antara permintaan (*demand*) dan penawaran transportasi (*transportation supply*) juga sangat penting (Southworth, 2001). Misalnya, penambahan infrastruktur seperti jalan tol baru dapat menurunkan biaya perjalanan (*travel cost*) dalam hal waktu dan mendorong lebih banyak orang untuk melakukan perjalanan, yang pada akhirnya menciptakan permintaan perjalanan baru. Hal ini juga berdampak pada nilai lahan perkotaan, di mana peningkatan aksesibilitas transportasi menyebabkan kenaikan nilai lahan dan pembangunan kawasan baru.

Untuk mengatasi peningkatan permintaan perjalanan ini, perlu penerapan langkah-langkah seperti TSM (*Transport System Management*), TDM (*Travel Demand Management*), dan ITS (*Intelligent Transport System*). TSM bertujuan untuk mengoptimalkan sistem transportasi yang ada, TDM berfokus pada pengaturan dan pengurangan permintaan perjalanan, sementara ITS menggunakan teknologi untuk meningkatkan efisiensi sistem transportasi.

Perspektif ekonomi juga ditambahkan dalam kerangka ini dengan melihat perubahan harga atau biaya perjalanan (*travel cost changes*) berpengaruh pada hubungan antara tata guna lahan dan transportasi (Boarnet & Crane, 2001). Dimana permintaan elastis harga (*price elastic demand*), yang merupakan respon atas permintaan perjalanan akibat adanya perubahan harga (*travel cost changes*), seperti bahan bakar, upah, harga material, dan pajak secara langsung berdampak pada permintaan perjalanan (*travel demands*). Dengan adanya transportasi publik yang efisien dan infrastruktur jalan yang lebih baik, biaya perjalanan dari rumah ke tempat kerja jadi lebih murah, dan hal ini memengaruhi pola perjalanan seseorang. Tata guna lahan dan desain kota juga berperan dalam mengatur pola perjalanan. Misalnya, desain kota yang baik, seperti pola jalan

berbentuk grid, bisa menurunkan biaya perjalanan, baik untuk kendaraan maupun pejalan kaki, dibandingkan dengan desain kota konvensional.

Selain itu juga perlu diketahui terkait konsep urbanisme, yaitu prinsip desain kota yang menggabungkan tata guna lahan dan transportasi untuk mendorong orang memilih moda transportasi yang lebih ramah lingkungan, seperti bersepeda, berjalan kaki, atau menggunakan transportasi umum (Boarnet & Crane, 2001). Singkatnya, kerangka operasional LU-T tersebut menunjukkan komponen sisi permintaan (*demand*) yaitu penggunaan lahan dan faktor eksogen seperti populasi dan ekonomi, sisi penawaran (*supply*) yaitu sistem transportasi dan infrastruktur transportasi, serta interaksi antara penawaran (*supply*) dan permintaan (*demand*) akibat perubahan harga/biaya.

2.2.2 T-LU

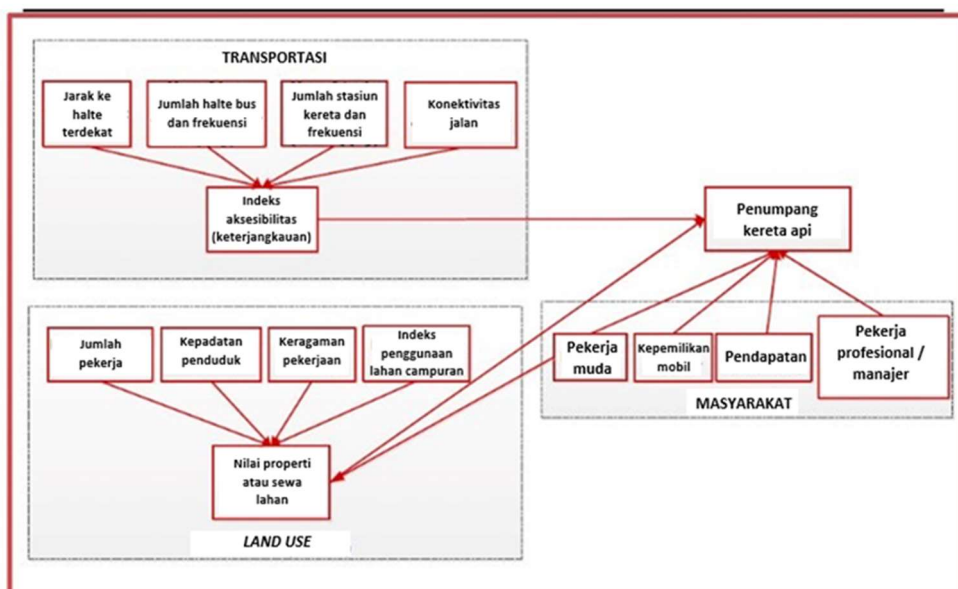
T-LU adalah konsep LUTI yang menekankan pemahaman tentang bagaimana infrastruktur transportasi mempengaruhi penggunaan lahan atau bentuk kota. Pengaturan infrastruktur transportasi yang meliputi desain, kapasitas, pengaturan pergerakan, dan sebagainya, akan mempengaruhi bagaimana suatu *landuse* berkembang. Infrastruktur transportasi yang dirancang dengan baik, termasuk desain jalan, kapasitas, dan pengaturan pergerakan, dapat mempengaruhi bagaimana lahan berkembang dan digunakan. Misalnya, penambahan ruas jalan baru atau jalur terspesialisasi seperti jalur sepeda dan busway tidak hanya meningkatkan aksesibilitas, tetapi juga dapat mendorong pengembangan area perumahan dan komersial di sekitarnya. Selain itu, pengaturan area parkir dapat memengaruhi daya tarik suatu kawasan; area parkir yang memadai sering kali menarik lebih banyak aktivitas komersial, sedangkan pengurangan area parkir dapat mendorong masyarakat untuk menggunakan transportasi umum.

Dalam konteks T-LU, pengaruh transportasi terhadap penggunaan lahan dijelaskan melalui hubungan aksesibilitas dengan berbagai tipe lokasi yaitu residensial, industri, perkantoran, dan ritel. Lokasi-lokasi yang memiliki aksesibilitas tinggi, seperti yang berada dekat dengan pusat transportasi atau infrastruktur jalan utama, cenderung berkembang lebih cepat daripada daerah-daerah yang lebih sulit diakses. Contohnya kawasan permukiman dimana semakin mudah akses ke suatu wilayah, semakin cepat daerah tersebut berkembang. Selain itu, peningkatan aksesibilitas di seluruh wilayah menyebabkan pengembangan residensial menjadi lebih menyebar ke wilayah yang lebih luas (Wagener and Fuerst, 1999).

Di sisi industri, pengaruh aksesibilitas terhadap lokasi manufaktur cenderung lebih terbatas. Namun, untuk industri berteknologi tinggi dan sektor

layanan, aksesibilitas berperan penting dalam menentukan lokasi yang optimal. Dalam hal perkantoran, pengembangan kantor sering umumnya di kawasan yang sangat mudah diakses, baik di pusat kota maupun di kota-kota pinggiran yang terhubung dengan jaringan jalan yang baik. Hal ini berlaku juga untuk kawasan ritel, yang biasanya berkembang di lokasi-lokasi yang sangat mudah diakses di pusat kota atau di lokasi pinggiran yang memiliki fasilitas parkir luas dan akses jalan raya yang memadai (Wagener and Fuerst, 1999). Secara keseluruhan, aksesibilitas adalah faktor yang menentukan bagaimana lahan akan digunakan dan mempengaruhi *land use* secara keseluruhan.

Dalam konteks interaksi antara T-LU, infrastruktur transportasi dapat mempengaruhi land-use dalam tiga hal yaitu, (1) pengaruh transit terhadap pembangunan; (2) pengaruh transit terhadap kualitas hidup; (3) mekanisme yang tersedia untuk mengimplementasikan/merealisasikannya (Catanese, 1988). Dalam suatu kasus studi yang berbasis di US, tiga bentuk hubungan tersebut juga dapat diungkapkan sebagai (1) kontribusi jalan tol (*highway*) dan *mass transit* terhadap tren desentralisasi; (2) bagaimana transportasi mempengaruhi keseimbangan lokal terhadap lapangan pekerjaan dan permukiman; (3) bagaimana transportasi mempengaruhi pola investasi komersial (Boarnet dan Crane, 2001). Adapun berikut merupakan kerangka operasional T-LU.



Gambar 2.5. Kerangka Operasional T-LU
 Sumber: Nurlaela, 2016

Gambar 2.5 terdiri dari tiga kotak besar dan tanda panah yang menunjukkan pengaruhnya terhadap kotak utama yaitu Penumpang Kereta Api (*train ridership*). Kotak pertama berada di sisi kiri atas, berlabel Transportasi. Kotak

ini terdiri dari empat kotak kecil dengan masing-masingnya terdapat tanda panah menunjuk Indeks Aksesibilitas (keterjangkauan). Dapat diartikan bahwa komponen transportasi berfokus pada bagaimana Indeks Aksesibilitas terbentuk dari empat elemen penting yaitu jarak ke stasiun terdekat, jumlah dan frekuensi pemberhentian bus, jumlah dan frekuensi stasiun kereta, serta konektivitas jalan. Indeks ini menggambarkan tingkat kemudahan akses masyarakat terhadap transportasi umum. Semakin baik aksesibilitas suatu area terhadap jaringan transportasi, semakin besar potensi jumlah penumpang kereta api (*train ridership*) yang menggunakan moda transportasi tersebut.

Kotak kedua berada di sisi kiri bawah berlabel Tata Guna Lahan. Elemen dalam kotak ini meliputi kepadatan pekerjaan (jumlah pekerja dalam suatu wilayah), kepadatan hunian, keragaman pekerjaan (berbagai jenis pekerjaan yang ada di area tertentu), dan indeks penggunaan lahan campuran. Elemen-elemen ini memengaruhi nilai properti atau biaya sewa lahan. Dari kotak ini, terdapat panah dengan arah bolak-balik yang terhubung ke kotak utama yaitu Penumpang Kereta Api (*train ridership*). Hal ini menunjukkan bahwa *Train ridership* berpengaruh sekaligus dipengaruhi juga oleh tata guna lahan (*land use*).

Kotak ketiga berada di sisi kanan, berlabel Masyarakat. Dalam kotak ini terdapat elemen-elemen yang berfokus pada faktor manusia, seperti pendapatan masyarakat, pekerja muda, kepemilikan kendaraan bermotor, dan jenis pekerjaan (baik *blue collar* maupun pekerja profesional). Komponen faktor masyarakat/manusia (*people*) ini juga memengaruhi keterkaitan antara aksesibilitas transportasi dan tata guna lahan. Keempat elemen dalam kotak ini semuanya mempengaruhi *train ridership*.

Dapat disimpulkan bahwa gambar ini menunjukkan salah satu contoh kerangka kerja T-LU dalam pemodelan perjalanan kereta api. Berdasarkan konteks T-LU dapat diketahui bahwa transportasi, terutama aksesibilitas terhadap jaringan transportasi umum, mempengaruhi tata guna lahan (*land use*). Pengaruh ini dijelaskan melalui hubungan antara Indeks Aksesibilitas (*Accessibility/Centrality Index*), jumlah penumpang kereta api (*train ridership*), dan perubahan tata guna lahan.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, dapat diketahui bahwa transportasi, melalui peningkatan aksesibilitas, mempengaruhi jumlah penumpang kereta, yang kemudian mendorong perubahan dalam tata guna lahan. Dalam konteks T-LU, transportasi menjadi penggerak dalam perkembangan wilayah, meningkatkan nilai lahan dan memacu pengembangan aktivitas ekonomi, perumahan, serta fasilitas umum di sekitarnya.

2.3 Perkembangan Teori dan Model LUTI

LUTI dipahami dari berbagai spektrum disiplin keilmuan seperti ilmu ekonomi, ilmu geografi, ilmu psikologi dan lainnya. Penjelasan sederhana tentang teori LUTI yang berkembang dari berbagai ahli adalah sebagai berikut:

a. Teori Ekonomi

Teori-teori ekonomi ini menekankan bahwa biaya transportasi berpengaruh terhadap penggunaan lahan dan nilai tanah. Alonso (1964) menjelaskan bahwa harga lahan dipengaruhi oleh jarak atau lokasi nya ke pusat kota. Semakin jauh lokasi dari pusat kota, harga tanah akan semakin menurun. Selain itu, Ricardo (1821) dan Von Thunen (1826) mengemukakan bahwa nilai sewan lahan tergantung pada seberapa produktif lahan itu dan seberapa mudah dijangkau. Contohnya, tanah di dekat kota akan lebih bernilai dibandingkan yang jauh. Von Thunen juga mengkaitkan pola penggunaan lahan yang ditentukan oleh jarak dan sifat barang dagangan khususnya hasil pertanian. Lalu Wingo (1961) juga menekankan bahwa tanah yang lebih dekat ke pusat aktivitas umumnya memiliki nilai lebih tinggi karena menghemat biaya transportasi.

b. Teori Gravitasi/Interaksi Spasial

Lowry (1964) menjelaskan terkait interaksi spasial yang didasarkan pada prinsip gravitasi, di mana interaksi antara dua lokasi seperti pergerakan orang atau barang berbanding lurus dengan ukuran populasi atau aktivitas ekonomi dan berbanding terbalik dengan jarak antara keduanya. Dalam LUTI, teori ini berkaitan dengan bagaimana jarak memengaruhi pola perjalanan digunakan dan menciptakan interaksi antara tempat tinggal dan tempat kerja. Semakin dekat dua lokasi, semakin tinggi interaksi yang terjadi. Sebagai contoh, seseorang cenderung lebih sering melakukan aktivitas seperti berbelanja di tempat yang lebih dekat dengan rumahnya, karena jarak yang lebih pendek mengurangi biaya transportasi dan waktu tempuh. Ini juga mempengaruhi pola pembangunan lahan dan distribusi fasilitas di wilayah perkotaan.

c. Teori Behavioural Approach

McFadden (1973) dan Bernoulli (1738) menjelaskan bagaimana seseorang membuat keputusan. Seseorang akan memilih opsi yang dianggap paling menguntungkan, seperti memilih rumah yang dekat dengan tempat kerja untuk menghemat waktu dan biaya. Selain itu, von Neumann dan Morgenstern (1944) serta Savage (1954) membahas bagaimana seseorang membuat keputusan pada kondisi ketidakpastian. Contohnya seseorang membuat keputusan untuk memilih tempat tinggal atau rute transportasi

dengan ketidakpastian berupa harga properti yang fluktuatif, kemacetan lalu lintas, atau ketidakpastian tentang perkembangan infrastruktur di masa depan.

Lalu Kahneman dan Tversky (1979) dengan teori prospek menjelaskan bahwa keputusan seseorang dalam memilih sesuatu didasarkan pada resiko dimana seseorang akan lebih memilih menghindari kerugian daripada mendapatkan keuntungan baru. Dalam konteks LUTI contohnya ketika memutuskan untuk pindah ke lokasi baru, seseorang mungkin akan lebih khawatir tentang potensi kerugian seperti harga rumah yang tinggi daripada keuntungan yang bisa diperoleh seperti biaya transportasi rendah atau waktu perjalanan yang lebih singkat.

Selain itu, terdapat teori lainnya seperti teori keputusan regret (Bell, 1982) yang menyatakan bahwa individu membuat keputusan mempertimbangkan potensi penyesalan (regret) dari keputusan yang salah. Teori multiattribute utility (Fishburn, 1989) yang menjelaskan bahwa keputusan sering kali melibatkan beberapa atribut atau faktor yang harus dipertimbangkan secara bersamaan. Kemudian teori Prospective Regret (Loomes and Sugden, 1987) yang memperluas konsep penyesalan dengan menyatakan bahwa seseorang tidak hanya mempertimbangkan penyesalan setelah keputusan dibuat, tetapi juga meramalkan potensi penyesalan sebelum membuat keputusan. Berdasarkan teori-teori *behavioural approach* tersebut dapat diketahui bahwa LUTI juga dipengaruhi oleh keputusan individu untuk memilih alternatif berdasarkan preferensinya masing-masing.

d. Time-Geografi

Hagerstrand (1970) memperkenalkan konsep time-geography yang menjelaskan bahwa aktivitas manusia dibatasi oleh waktu dan ruang. Keputusan individu terkait perjalanan dan penggunaan lahan dipengaruhi oleh waktu dan jarak antara lokasi-lokasi aktivitas seperti rumah, tempat kerja, sekolah. Chapin (1974) menambahkan bahwa perencanaan penggunaan lahan harus mempertimbangkan pola aktivitasnya. Selain itu, Miller dan Bridwell (2009) menggabungkan analisis spasial dengan data temporal untuk lebih memahami pola perjalanan dan penggunaan lahan. Peters, Kloppenburg, dan Wyatt (2010) mengkaitkan time-geografi dengan teknologi. Adanya kemajuan teknologi dapat mempengaruhi perubahan pola penggunaan lahan dan mobilitas.

e. Teori Kompleksitas

Teori kompleksitas menggambarkan bahwa sistem kota sebagai sistem yang kompleks dan adaptif, di mana banyak elemen saling berinteraksi

dengan cara yang dinamis. Von Bertalanffy (1950) menyatakan bahwa semua sistem saling berhubungan dan dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya. Sama halnya seperti penggunaan lahan dan transportasi yang saling berinteraksi dan dipengaruhi oleh faktor lain seperti ekonomi, kebijakan, dan lingkungan. Albeverio (2008) juga meneliti bahwa sistem yang kompleks umumnya akan menghadapi ketidakpastian. Boulding (1956) menjelaskan bagaimana sistem sosial dan ekonomi saling berhubungan dengan interaksi yang kompleks.

Forrester (1993) mengembangkan model dinamika sistem yang menjelaskan bagaimana keputusan dalam suatu sistem akan berdampak besar di masa yang akan datang. Dalam konteks LUTI, contohnya kebijakan pembangunan infrastruktur transportasi seperti penambahan jalan tol dapat memicu pertumbuhan kawasan pinggiran kota yang pada akhirnya mempengaruhi pola ruang. Kemudian, Batty (2007) juga menjelaskan bahwa kota sebagai sistem yang kompleks dan komponen-komponennya seperti transportasi dan penggunaan lahan saling memengaruhi secara dinamis. Sedangkan Samet (2013) meneliti penggunaan algoritma dalam memodelkan ruang dan sistem transportasi yang kompleks. Dengan bantuan teknologi seperti GIS dan pemodelan komputer, perencana dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam mengelola ruang kota yang kompleks.

f. Teori Land Rent

Teori sewa tanah Ricardo (1817) menjelaskan bahwa nilai sewa tanah ditentukan oleh produktivitas tanah dan aksesibilitasnya ke pasar atau pusat aktivitas ekonomi. Lahan yang lebih produktif atau lebih mudah diakses akan memiliki nilai lebih tinggi dan lebih cenderung digunakan untuk aktivitas yang menghasilkan nilai ekonomi lebih besar. Contohnya, lahan di pusat kota yang memiliki akses transportasi yang baik akan lebih mahal dan mungkin digunakan untuk lokasi perkantoran atau perdagangan, sementara lahan di pinggiran lebih murah dan digunakan untuk perumahan atau industri. Teori ini membantu menjelaskan distribusi penggunaan lahan dan bagaimana transportasi mempengaruhi nilai dan penggunaan tanah.

Dengan mengetahui masing-masing teori dalam konteks LUTI, kita dapat melihat bagaimana penggunaan lahan dan transportasi berkaitan dan bagaimana berbagai faktor lainnya saling mempengaruhi berkontribusi pada dinamika ini. Adapun sintesis mengenai perkembangan berbagai teori tersebut digambarkan pada Tabel 2.1. **Pada tabel tersebut terdapat tiga kolom yaitu (1) Pendekatan, berisi daftar nama pendekatan dalam perkembangan LUTI. (2) Teori yang mendasari masing-masing pendekatan. (3) Konsep setiap pendekatan.**

Tabel 2.1. Sintesis Perkembangan Teori dan Model LUTI

No	Pendekatan	Teori	Konsep
1	Pendekatan Interaksi Gravitasi/Ruang	Teori fisika sosial	Fisika sosial, konsep gravitasi Newton, maksimisasi entropi.
2	Pendekatan Ekonomi	Teori mikro-ekonomi urban klasik	Konsep mikroekonomi; maksimalisasi utilitas; keseimbangan pasar.
3	Pendekatan Ilmu Sosial	Sekolah Chicago; geografi waktu	Teknologi transportasi; proses penyaringan sosial berdasarkan kelompok pendapatan; aksesibilitas ruang-waktu; efek TIK pada pola aktivitas dan perjalanan.
4	Pendekatan Perilaku	Teori pengambilan keputusan	Keputusan pilihan individu; model matematika atau simulasi komputer; aturan ambang.
5	Pendekatan Desain	Teori tradisional dan baru tentang desain	Hirarki; morfologi; lapisan; arsitektur.
6	Pendekatan Sistem Kompleks	Teori kompleksitas	Ketidakseimbangan; sistem adaptif; non-linear, mandiri; sinergi; geometri fraktal; kekacauan.

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Tabel ini merangkum berbagai pendekatan dalam LUTI berdasarkan perkembangan teori yang sebelumnya sudah dijelaskan. Terdapat enam pendekatan yang disebutkan dalam tabel. Pendekatan gravitasi menggunakan teori fisika sosial, di mana jarak dan biaya transportasi memengaruhi pola pergerakan. Pendekatan ekonomi menekankan keuntungan dan keseimbangan pasar dalam pengambilan keputusan terkait penggunaan lahan. Pendekatan ilmu sosial dengan teori time-geography melihat dampak teknologi dan perbedaan sosial terhadap pola perjalanan. Pendekatan perilaku berfokus pada pilihan individu yang dipengaruhi oleh preferensi dan perilaku, sementara pendekatan desain melihat perencanaan kota dari perspektif arsitektur morfologi dan tata ruang. Pendekatan sistem kompleks menekankan sifat kota yang dinamis dan adaptif, serta perubahannya yang sulit diprediksi.

2.4 LUTI dan Struktur Kota

Interaksi antara penggunaan lahan dan transportasi memainkan peran penting dalam membentuk struktur dan pola ruang suatu wilayah. Hubungan timbal balik antara keduanya menentukan bagaimana suatu wilayah berkembang secara fisik, ekonomi, sosial, dan lingkungan. Adapun berikut merupakan macam klasifikasi struktur keruangan perkotaan.

Tabel 2.2. Struktur Keruangan Perkotaan

Skala Keruangan	Mengacu Pada	Konsep/Indikator
Makro (area metropolitan)	Urban Structure	Semua ukuran-ukuran skala kota, misalnya populasi/penduduk, kepadatan penduduk, sistem jaringan jalan
Meso (skala kawasan/area yang berfungsi sebagai kawasan perkotaan)	Urban Form	Keberagaman guna lahan, kepadatan, jaringan akses, dll
Mikro (neighborhood level)	Urban Design	Campuran penggunaan lahan (mix-uses), jaringan jalan/pedestrian, dll

Sumber: Penulis, 2024

Pada tabel 2.2 terdapat tiga kolom yaitu (1) Skala keruangan, berisi daftar skala yang digunakan untuk mengukur struktur perkotaan. (2) Mengacu Pada, kolom ini membeikan kategori yang mengarahkan pengukuran pada aspek tertentu dari stuktur perkotaan. (3) Konsep/Indikator, yang menjelaskan indikator yang digunakan untuk mengukur aspek di setiap skala. Tabel tersebut menggambarkan hubungan antara konsep LUTI dengan struktur kota, yang dibagi menjadi tiga skala keruangan yaitu makro, meso, dan mikro. Pada skala makro, yang mencakup area metropolitan mengacu pada struktur perkotaan atau *urban structure* secara keseluruhan. Indikator yang digunakan mencakup ukuran-ukuran skala kota seperti populasi, kepadatan penduduk, dan sistem jaringan jalan. Pada skala meso, yang mencakup area yang berfungsi sebagai kawasan perkotaan, mengacu pada bentuk perkotaan atau *urban form*. Hal ini mencakup konsep seperti keberagaman penggunaan lahan, kepadatan, dan jaringan akses. Di skala mikro yaitu level lingkungan atau *neighborhood level*, mengacu pada desain perkotaan atau *urban design*. Konsep dan indikator di sini termasuk campuran penggunaan lahan (mixed uses) dan jaringan jalan atau

pejalan kaki. Lebih rincinya penjelasan skala keruangan kota dijelaskan sebagai berikut:

a. Level Makro

Pada level makro, fokusnya adalah pada struktur kota secara keseluruhan atau wilayah metropolitan. Hal tersebut mencakup aspek besar seperti jaringan jalan raya, infrastruktur transportasi, distribusi populasi, dan area metropolitan yang lebih luas. Konsep ini berhubungan dengan bagaimana kota atau wilayah besar dikelola secara keseluruhan, termasuk hubungan antara pusat-pusat aktivitas utama seperti pusat bisnis, perumahan, industri, dan ruang terbuka.

b. Level Meso

Pada level meso, skala yang dibahas lebih kecil daripada level makro, mencakup kawasan atau area fungsional yang lebih spesifik dalam kota, seperti kawasan perumahan, kawasan bisnis, atau kawasan industri. Bentuk perkotaan di level ini dipengaruhi oleh penggunaan lahan yang beragam, tingkat kepadatan penduduk, serta koneksi jaringan transportasi.

c. Level Mikro

Level mikro ada pada lingkungan lokal atau level permukiman dengan fokus desain perkotaan, termasuk tata letak jalan-jalan, fasilitas pejalan kaki, jalur sepeda, serta pengelolaan lalu lintas lokal. Di lingkungan permukiman, prinsip struktur keruangan diterapkan untuk menciptakan kondisi yang ramah pejalan kaki dan bersepeda, dengan akses yang baik ke transportasi umum serta pembatasan akses kendaraan bermotor ke area-area tertentu. Ini sejalan dengan konsep "kawasan lingkungan", di mana dirancang area permukiman yang mendukung mobilitas berkelanjutan, seperti berjalan kaki atau bersepeda, tanpa terganggu oleh lalu lintas kendaraan bermotor. Contoh penerapan di sini termasuk desain jalan yang sempit dan ramah pejalan kaki, jalur sepeda terpisah, dan transportasi umum yang mudah diakses.

Secara keseluruhan, ketiga level ini menunjukkan bagaimana interaksi antara transportasi dan penggunaan lahan memengaruhi tata ruang perkotaan dari skala terbesar (makro) hingga skala paling kecil (mikro), dengan fokus yang berbeda-beda pada setiap level sesuai dengan karakteristiknya.

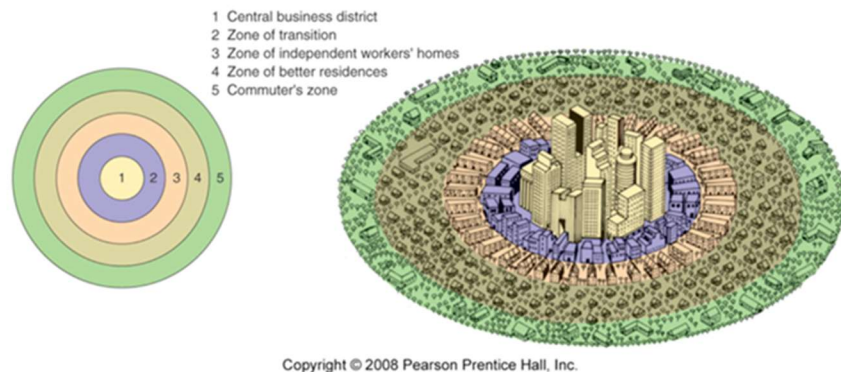
Struktur kota pada level makro dikenal dengan *Urban Land Use Model* yang memiliki kaitan erat dengan konsep LUTI dimana penggunaan lahan (*land use*) di dalam kota dipengaruhi oleh sistem transportasi. Model penggunaan lahan perkotaan menekankan bahwa transportasi berpengaruh terhadap distribusi penggunaan lahan di perkotaan. Beberapa model yang umum

diketahui dalam perencanaan kota untuk menggambarkan pola penggunaan lahan yaitu:

a. Concentric Zone Model (Ernest Burgess, 1925):

URBAN LAND USE MODELS

BURGESS MODEL



Gambar 2.6. Concentric Zone Model atau Burgess Model

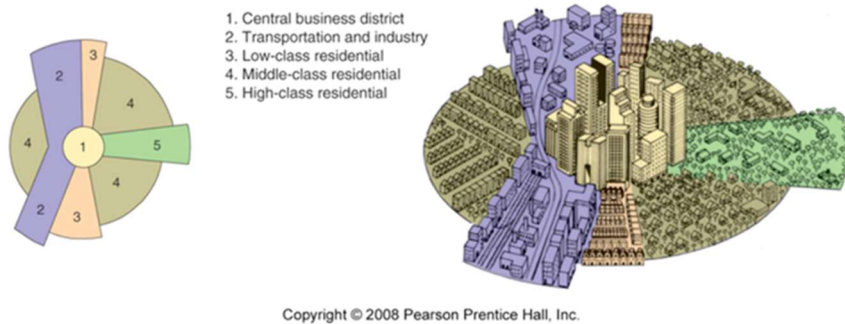
Sumber: Hall, 2008

Gambar 2.6 berbentuk lingkaran dengan lima lapisan, seperti target panahan dengan lingkaran-lingkaran yang semakin besar dari pusat hingga ke tepi. Setiap lapisan mewakili zona penggunaan lahan yang berbeda, diurutkan berdasarkan jaraknya dari pusat kota. Model ini juga dikenal sebagai Burgess Model, mengasumsikan bahwa kota berkembang secara konsentris dari pusat kota (Central Business District atau CBD) ke arah luar. Burgess menyusun kota dalam bentuk lima zona yang melingkar, di mana setiap zona mewakili penggunaan lahan yang berbeda berdasarkan jaraknya dari CBD. Zona pertama yang berada di tengah adalah CBD yang merupakan pusat kegiatan komersial dan bisnis. Di lapisan kedua yang mengelilingi CBD terdapat zona transisi (*zone of transition*), yang sering menjadi lokasi kawasan industri ringan. Pada lapisan lingkaran ketiga terdapat zona rumah pekerja mandiri (*zone of independent workers' homes*) yang merupakan lingkungan residensial dengan rumah-rumah sederhana bagi para pekerja yang tinggal dekat dengan kota. Selanjutnya, di lingkaran keempat yang semakin menjauh dari pusat, zona perumahan kelas menengah dan atas (*zone of better residence*) berisi perumahan kelas menengah dengan fasilitas yang lebih baik. Di lingkaran paling luar yang membentuk lapisan terakhir dari model ini adalah zona komuter (*commuter's zone*) yang biasanya dihuni oleh orang-orang yang bekerja di pusat kota tetapi tinggal di pinggiran kota.

Model ini memperlihatkan bagaimana hubungan antara lokasi dan harga lahan menciptakan perbedaan dalam tata ruang kota.

b. Sector Model (Homer Hoyt, 1939)

HOYT MODEL

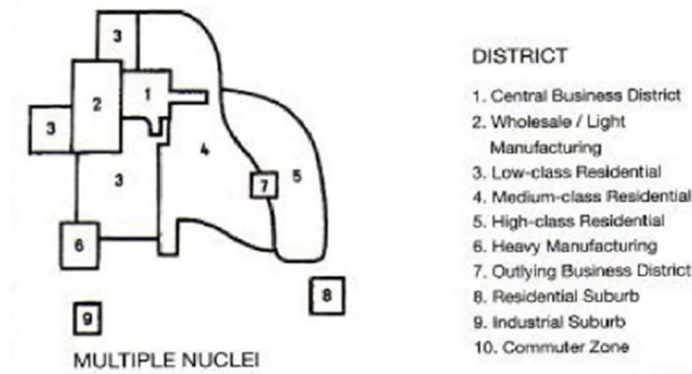


Gambar 2.7. Sector Model atau Hoyt Model

Sumber: Hall, 2008

Gambar 2.7 merupakan lingkaran tidak simetris yang beberapa bagiannya berbentuk irisan kue yang memanjang dari titik tengah yang digambarkan sebagai pusat kota. Model Sector memodifikasi model Burgess dengan menambahkan konsep bahwa kegiatan atau penggunaan lahan lebih mungkin berkembang di sepanjang koridor transportasi utama seperti jalan raya, rel kereta api, atau sungai, dan tidak selalu dalam lingkaran. Dalam model ini, sektor-sektor spesifik berkembang dari CBD ke luar kota, mengikuti jalur transportasi. Sektor industri dan perumahan kelas bawah berbentuk irisan memanjang cenderung berkumpul di sepanjang koridor transportasi. Sedangkan sektor perumahan kelas menengah membentuk irisan lain yang lebih luas, cenderung berkembang di luar sektor industri. Adapun sektor perumahan kelas atas berada di wilayah yang lebih eksklusif, biasanya terletak jauh dari kawasan industri dan terhubung dengan akses yang lebih nyaman ke fasilitas publik. Model ini menunjukkan bagaimana aksesibilitas transportasi dapat memengaruhi penyebaran penggunaan lahan di suatu kota.

c. Multiple Nuclei Model (Harris dan Ullman, 1945)



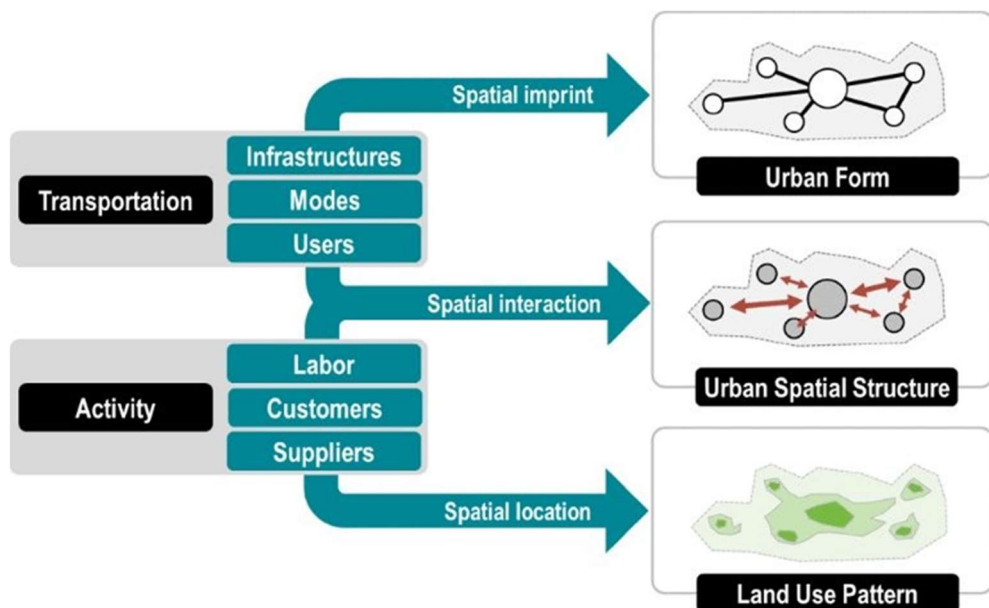
Gambar 2.8. Multiple Nuclei Model

Sumber: Yunus, 2000

Gambar 2.8 berbentuk seperti puzzle dengan beberapa bagian yang mewakili kawasan tertentu dalam sebuah kota. Setiap bagian ditandai dengan angka yang merujuk pada zona atau distrik tertentu. Diantaranya adalah *Central Business District*, zona perumahan dengan berbagai tingkat kelas (*Low-class Residential*, *Medium-class Residential*, *High-class Residential*), zona industri seperti *wholesale / light manufacturing* dan *heavy manufacturing* terletak di area yang berdekatan dengan jalur transportasi, serta zona suburban termasuk *Residential Suburb* dan *Industrial Suburb*, yang biasanya berada di tepi kota. Berbeda dari model Burgess dan Hoyt, Multiple Nuclei Model menyatakan bahwa kota tidak selalu berpusat pada satu pusat utama (CBD), melainkan terdiri dari beberapa pusat aktivitas yang berkembang secara independen. Gambar seperti puzzle ini menunjukkan bahwa tata guna lahan dalam kota mengikuti pola yang tidak simetris, di mana setiap kawasan berkembang berdasarkan fungsi spesifiknya serta pengaruh jaringan transportasi dan aksesibilitas. Model ini menggambarkan kota sebagai kumpulan dari beberapa pusat kegiatan seperti kawasan bisnis, kawasan industri, pusat pendidikan, dan kawasan pemukiman. Masing-masing pusat ini memiliki fungsi yang berbeda dan seringkali muncul karena faktor-faktor seperti harga lahan, aksesibilitas transportasi, dan preferensi sosial-ekonomi. Kota-kota yang memiliki banyak pusat aktivitas seperti New Delhi dan Chicago adalah contoh dari penerapan model ini.

Interaksi antara penggunaan lahan dan transportasi juga memengaruhi apakah wilayah berkembang menjadi urban sprawl (penyebaran kota yang tidak terkendali) atau compact development (pembangunan kota yang padat dan efisien). Urban sprawl terjadi ketika penggunaan lahan berkembang tanpa

perencanaan yang tepat, sering kali di pinggiran kota, yang menyebabkan ketergantungan tinggi pada kendaraan pribadi. Sistem transportasi yang kurang terintegrasi dengan penggunaan lahan menyebabkan jarak perjalanan yang jauh dan polusi yang lebih tinggi. Sebaliknya, compact development terjadi ketika penggunaan lahan diatur dengan lebih padat di sekitar pusat transportasi publik, mengurangi jarak perjalanan dan ketergantungan pada mobil pribadi. Ini memungkinkan mobilitas multimoda dan membuat lingkungan lebih mudah diakses. Wilayah dengan struktur perkotaan yang kompak memiliki transportasi publik yang baik dan masyarakatnya cenderung memiliki budaya bersepeda atau berjalan kaki pada aktivitas sehari-harinya. Adapun Gambar X.x berikut mengilustrasikan kerangka interaksi antara tata guna lahan dan transportasi dalam membentuk struktur suatu perkotaan.

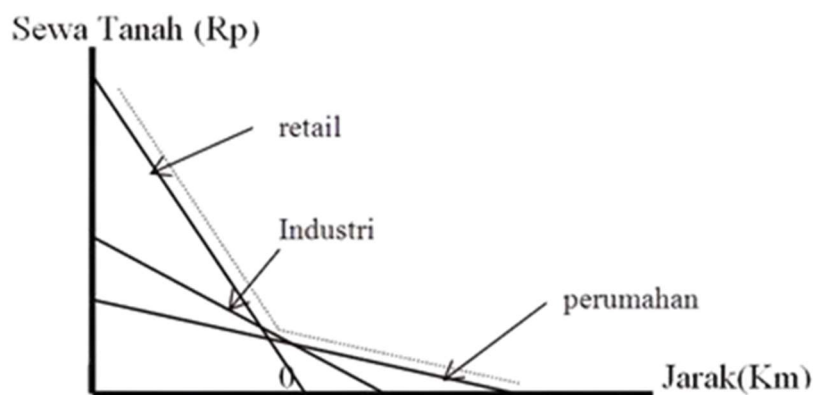


Gambar 2.9. Kerangka Interaksi Landuse dan Transportasi dalam Membentuk Struktur dan Pola Ruang Suatu Wilayah
Sumber: Rodrigue, 2006

Gambar 2.9 terdiri dari dua komponen utama yaitu transportasi dan aktivitas. Pada kedua komponen ini terdiri dari beberapa elemen dan terdapat tanda panah yang mengarah ke hasil dari interaksi elemen-elemen tersebut. Gambar ini menunjukkan bagaimana transportasi dan aktivitas dalam tata guna lahan saling memengaruhi dalam membentuk struktur dan pola ruang suatu wilayah. Komponen transportasi mencakup infrastruktur (jalan, jembatan, dll), moda (mobil, sepeda, pejalan kaki, dll), serta pengguna (individu yang menggunakan sistem transportasi). Interaksi dari elemen-elemen ini

menciptakan jejak spasial (*spatial imprint*) yang berpengaruh pada bentuk kota atau *urban form*. Mengingat setiap kota memiliki karakteristik sosio-ekonomi dan geografis yang berbeda, maka jejak spasial transportasi juga bervariasi. Sebagai contoh, kota-kota di Amerika Utara cenderung memiliki bentuk kota dengan dominasi jalan raya dan jalan penghubung. Kota-kota di belahan dunia lainnya, karena preferensi moda dan pembangunan infrastruktur yang berbeda, maka memiliki bentuk kota yang berbeda pula (Rodrigue, 2006). Selanjutnya, interaksi yang terjadi antara komponen transportasi dan komponen aktivitas perkotaan menghasilkan interaksi spasial (*spatial interaction*). Aktivitas atau kegiatan perkotaan mencakup elemen seperti tenaga kerja, konsumen, dan distributor yang terlibat dalam ekonomi suatu wilayah. Interaksi ini memengaruhi struktur spasial perkotaan atau *urban spatial structure*, yang mencakup bagaimana lokasi-lokasi ekonomi dan sosial terhubung satu sama lain, serta pola mobilitas antar lokasi. Adapun lokasi spasial (*spatial location*) yang dihasilkan dari interaksi ini mengarah pada pola penggunaan lahan atau *land use pattern*.

Pada level meso mengacu pada bentuk perkotaan yang terjadi di area yang lebih spesifik seperti perumahan, bisnis, atau industri. Salah satu indikatornya yaitu keberagaman guna lahan. Adapun teori sewa lahan berkaitan dengan konsep ini di mana semakin dekat lokasi suatu lahan dengan pusat kota maka semakin tinggi nilai lahan tersebut. Sedangkan, semakin jauh dari pusat kota, sewa lahan menurun, sehingga aktivitas bernilai rendah (seperti perumahan) berada di area pinggiran (Yunus, 2000). Pada level ini, jaringan transportasi publik yang baik mendukung penggunaan lahan yang lebih efisien. Ilustrasi dari teori sewa lahan atau *bid-rent* dapat dilihat pada gambar 2.10.

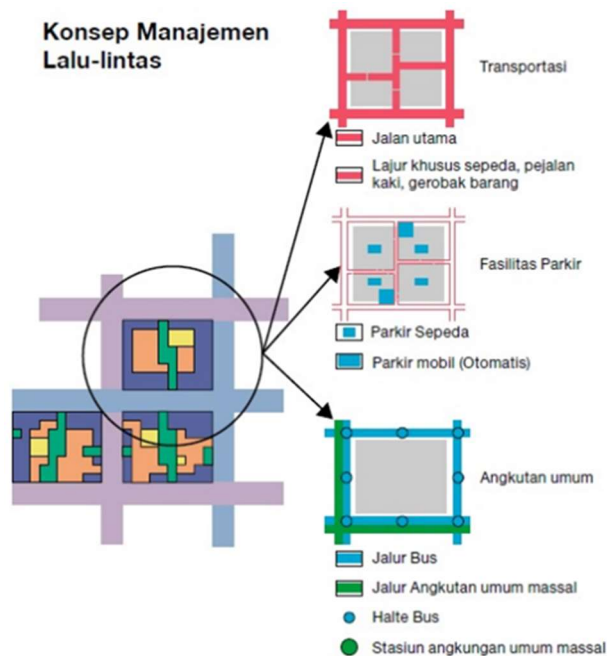


Gambar 2.10. Teori Sewa Lahan
Sumber: W. Alonso dalam Yunus (2000)

Gambar 2.10 merupakan grafik dengan sumbu X mewakili jarak ke pusat kota dalam kilometer, dan sumbu Y menunjukkan nilai sewa tanah dalam rupiah. Terdapat tiga garis pada grafik tersebut. Pertama, garis retail dengan posisi awal tertinggi di sumbu Y dan secara bertahap menurun seiring peningkatan jarak pada sumbu X. Kedua, garis industri terletak di posisi menengah pada awalnya, juga menurun dengan pola yang serupa. Ketiga, garis permukiman yang dimulai dari posisi paling rendah di sumbu Y dan terus menurun seiring jaraknya meningkat. Gambar ini menunjukkan bahwa distribusi aktivitas ekonomi dipengaruhi oleh jarak dari pusat kota. Lokasi kegiatan retail atau perdagangan lebih dekat jaraknya dengan pusat kota dibanding dengan kawasan perumahan. Adapun lokasi industri berada di antara perumahan dan retail. Lokasi kegiatan perdagangan memiliki harga yang paling tinggi dibanding dengan kawasan industri maupun perumahan. Sehingga dapat disimpulkan semakin dekat ke pusat kota, harga sewa tanah lebih tinggi, sementara semakin jauh dari pusat, harga tanah menurun.

Pada level mikro, hubungan antara LUTI dan struktur kota terlihat pada tingkat permukiman, di mana prinsip ini akan terwujud dalam penciptaan kondisi yang bagus untuk berjalan kaki dan bersepeda tanpa halangan dari lalu lintas bermotor, serta akses yang bagus ke jalur angkutan umum. Layout prinsip konsep “kawasan lingkungan” tersebut dapat dilihat dari grid jaringan dan kawasan akses terbatas yang ditunjukkan pada dalam gambar 2.11.

Gambar 2.11 berbentuk jaringan grid yang terdiri dari jalan-jalan utama, jalur-jalur khusus pejalan kaki dan sepeda, serta akses ke angkutan umum. Komponen utama pertama adalah jalan utama dan kawasan akses terbatas yang dirancang sebagai jalur untuk menghubungkan kawasan dengan area lainnya di kota. Jalan utama ini dilabeli dengan garis tebal dan lurus di bagian tepi grid. Kedua adalah jalur khusus pejalan kaki dan sepeda. Di dalam grid ini terdapat jalur khusus pejalan kaki dan sepeda yang memanjang ke berbagai arah, melintasi kawasan akses terbatas dan tidak bersinggungan dengan jalan utama untuk memastikan keamanan. Selain itu terdapat fasilitas-fasilitas parkir pada grid ini. Ketiga adalah angkutan umum. Gambar ini juga menunjukkan akses ke jalur angkutan umum, seperti halte bus atau stasiun kereta, yang terhubung langsung dengan zona perumahan. Angkutan umum ini dilabeli dengan ikon atau lingkaran kecil yang tersebar di titik-titik strategis di dalam jaringan grid.



Gambar 2.11. Zona Perumahan yang Dirancang untuk Mendukung Moda Transportasi Berkelanjutan

Sumber: Speer/Kornmann (2001) dalam Ambarwati (2018)

2.5 Aplikasi LUTI sebagai Solusi Permasalahan Transportasi Perkotaan

Aplikasi *Land Use Transportation Integration (LUTI)* sebagai solusi permasalahan transportasi perkotaan telah diterapkan dalam berbagai studi kasus di seluruh dunia. Pendekatan ini bertujuan untuk mengintegrasikan perencanaan penggunaan lahan dengan sistem transportasi untuk menciptakan kota yang lebih efisien, berkelanjutan, dan terhubung dengan baik. Salah satunya adalah *The ABC Policy* di Belanda pada tahun 1988. Kebijakan ini dirancang untuk membantu mengurangi pertumbuhan perjalanan dengan mobil dengan tujuan spesifik untuk menyesuaikan kebutuhan mobilitas bisnis dan fasilitas dengan aksesibilitas lokasi yang berbeda (Bisnis yang tepat di tempat yang tepat) (Martens and Griethuysen, 1999). Selain mengurangi penggunaan mobil, kebijakan ini juga berkontribusi pada penguatan vitalitas kota.

Elemen inti dari kebijakan lokasi ABC untuk perusahaan adalah klasifikasi jenis lokasi dan jenis perusahaan. Perusahaan dinilai berdasarkan kebutuhan akses dan potensi perpindahan moda (profil mobilitas), sementara lokasi dinilai berdasarkan aksesibilitasnya terhadap angkutan umum dan pribadi (profil aksesibilitas). Profil aksesibilitas diberi nilai A, B atau C. Lokasi A adalah lokasi yang sangat mudah diakses oleh angkutan umum. Contoh lokasi A adalah simpul Transportasi Umum utama seperti stasiun pusat di daerah perkotaan yang

lebih besar. Lokasi B cukup mudah diakses baik dengan Transportasi Umum maupun dengan mobil, sedangkan lokasi C didefinisikan sebagai lokasi yang berorientasi pada mobil (Martens and Griethuysen, 1999).

Instrumen utama yang digunakan dalam penerapan kebijakan ini adalah profil mobilitas dan aksesibilitas, rencana tata guna lahan lokal dan kerangka perencanaan nasional yang dinyatakan dalam UU Tata Ruang pada saat itu. Pemerintah daerah harus memasukkan profil aksesibilitas dan mobilitas ke dalam rencana tata ruang daerah yang mengikat. Selain penggunaan undang-undang perencanaan tata ruang, kebijakan ABC juga didorong oleh investasi pemerintah di lokasi A dan B. Investasi ini bertujuan untuk meningkatkan daya tarik lokasi dan berfungsi sebagai katalisator bagi perkembangan swasta.

Dua instrumen yang digunakan adalah menempatkan fasilitas umum sesuai dengan kebijakan ABC dan mengalokasikan investasi infrastruktur untuk memproyeksikan peningkatan aksesibilitas lokasi A dan B. Selain itu, perusahaan swasta yang bersedia untuk pindah ke lokasi yang sesuai dengan profil mobilitas mereka dapat menerima subsidi lokasi. Karena ruang di lokasi A dan B terbatas, maka diperlukan realokasi. Selain itu, dibuat juga rencana pembaharuan kota yang mencakup perbaikan area di sekitar stasiun kereta api dan melegitimasi kebijakan untuk menghapus perusahaan dengan profil C di lokasi A atau B (Martens and Griethuysen, 1999).

Dengan mengarahkan pola penggunaan lahan sesuai aksesibilitas transportasi, kebijakan ini membantu mengurangi tekanan lalu lintas di pusat kota serta meningkatkan efisiensi sistem transportasi. Selain itu, *ABC policy* juga membantu memperbaiki distribusi spasial kegiatan ekonomi di perkotaan. Melalui kebijakan ini, Belanda berhasil menciptakan distribusi yang lebih merata antara kegiatan ekonomi, mengurangi kemacetan di pusat kota dan mempromosikan pembangunan di area suburban dan periurban. Aplikasi LUTI dalam kenijakan ini juga memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan dengan upaya meningkatkan penggunaan transportasi umum dan mengurangi ketergantungan pada mobil pribadi, yang sejalan dengan tujuan untuk mengurangi emisi karbon dan polusi udara di perkotaan.

ABC policy di Belanda dianggap sebagai model kebijakan penggunaan lahan dan transportasi yang sukses di banyak negara. Kemampuannya untuk mengelola pertumbuhan perkotaan, mengurangi kemacetan lalu lintas, dan memperbaiki aksesibilitas transportasi adalah salah satu penerapan LUTI yang secara strategis dapat menjadi solusi untuk permasalahan transportasi perkotaan yang kompleks. Kebijakan ini juga menunjukkan pentingnya perencanaan yang

terintegrasi antara penggunaan lahan dan transportasi dalam menciptakan kota yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Selain Belanda yang menerapkan konsep LUTI untuk menyelesaikan permasalahan transportasi, Hong Kong juga menjadi salah satu kota dengan sistem transportasi terbaik di dunia yang mengadopsi prinsip LUTI dalam perencanaan lahan serta tata ruang perkotaannya. Hongkong menerapkan konsep *Transit Oriented Development (TOD)* sebagai bagian dari LUTI yang mempromosikan pembangunan dengan berorientasi pada transportasi publik dan pembangunan perkotaan yang kompak.

Permasalahan utama yang dihadapi Kota Hong Kong adalah kepadatan tinggi dengan ruang yang terbatas sehinggalah pertumbuhan populasi yang pesat menyebabkan kemacetan lalu lintas, terutama jika penggunaan kendaraan pribadi meningkat. Hal ini menjadikan tantangan bagi mobilitas perkotaan yang optimal. Dalam menjawab permasalahan tersebut, Pemerintah Hong Kong kemudian menggagas konsep LUTI melalui penerapan TOD. Pemerintah Hong Kong secara konsisten menerapkan TOD, di mana pengembangan infrastruktur perumahan, komersial, dan perkantoran berfokus di sekitar stasiun *Mass Transit Railway (MTR)*. Di sekitar stasiun MTR, lahan dimanfaatkan dengan kepadatan tinggi, dan memiliki fungsi campuran (perumahan, komersial, dan ruang publik), yang memungkinkan penduduk untuk mengakses transportasi publik dengan mudah. Skema perencanaan tersebut mendorong struktur pola dan ruang perkotaan yang kompak dengan fungsi ruang yang optimal sehingga mobilitas dan aksesibilitas masyarakat untuk menjalankan aktivitas sehari-harinya melalui transportasi juga menjadi lebih mudah dan optimal.

Atas inovasi yang dilakukan oleh Pemerintah Hong Kong dalam penerapan konsep TOD, telah dihasilkan sistem transportasi yang jauh lebih optimal antara lain mobilitas yang efisien, pengurangan kemacetan dan peningkatan kualitas hidup. Melalui mobilitas yang efisien, penduduk dapat dengan mudah menggunakan transportasi publik, sehingga mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi. Setelah penerapan TOD, sebagian besar perjalanan dilakukan dengan transportasi umum, sehingga kota berhasil mengurangi kemacetan di jalan-jalan utamanya. Selain itu sebagai dampak yang lebih jauh, TOD tidak hanya menciptakan akses transportasi yang baik tetapi juga mengoptimalkan tata guna lahan di sekitar stasiun untuk keperluan komersial dan publik, membuat kota lebih mudah diakses dan hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong, R.A., & Silva, E.A. (2015). Land use–transport interaction modeling: A review of the literature and future research directions. *Journal of Transport and Land Use*, 8, 11-38.
- Boarnet, M. G., & Crane, R. (2001). *Travel by Design*. New York: Oxford University Press.
- Catanese, A. J. (1988). Transit, Urban Life and Development in the Sunbelt. In W. Attoe (Ed.), *Transit, Land Use & Urban Form* (pp. 189-196). Austin, Texas: Centre for the Study of American Architecture.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2001). Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1780, 87-114. doi:10.3141/1780-10
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265-294. doi:10.1080/01944361003766766
- Martens, M. J., & van Griethuysen, S. (1999). *The ABC location policy in the Netherlands*. TNO Inro Report.
- Michael Wegener & Franz Fuerst. (1999). "Land-Use Transport Interaction: State of the Art," Urban/Regional 0409005, University Library of Munich, Germany.
- Miro, F. (1999). *Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Nurlaela, S. (2016). *Assessing The Impacts of Agglomeration on Train Ridership Under The Spatial Economic Transport Interaction Framework*. Thesis. Perth: Curtin University.
- Rodrigue, J. P. (2006). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.
- Southworth, F. (2001). On the potential impacts of land use change policies on automobile vehicle miles of travel. *Energy Policy*, 29, 1271-1283.
- Wagener, M. (2004). Overview of Land-Use Transport Models. In D. A. Hensher & K. J. Button (Eds.), *Transport Geography and Spatial Systems*. (pp. 127-146). Kidlington, UK: Pergamon/Elsevier Science.
- Zegras, C. (2013). *Land Use-Transport Interaction: Evidence from and Implications for Urban Public Transportation System*. Webinar Department of Urban Studies & Planning, Massachusetts Institute of Technology.

BAB 3

TRANSIT ORIENTED DEVELOPMENT (TOD)

3.1 Konsep Dasar TOD

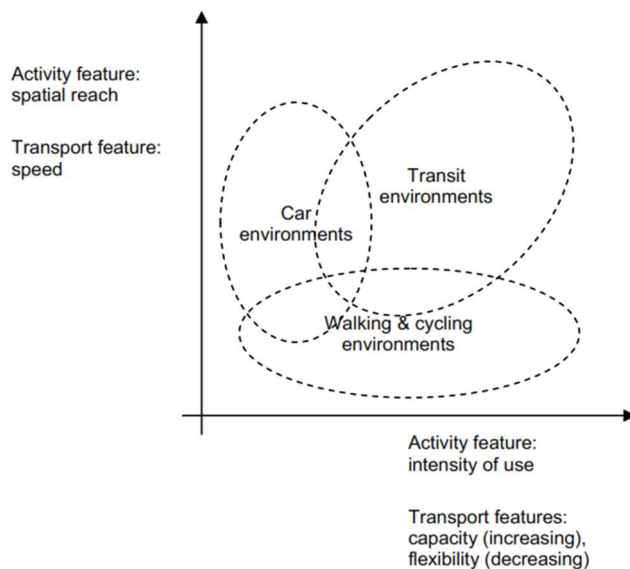
Kawasan berorientasi transit atau biasa disebut dengan *Transit Oriented Development* (TOD) pertama kali diusulkan oleh Peter Calthrope pada tahun 1993 dengan tujuan merancang kawasan perkotaan terpadu yang terintegrasi untuk mempertemukan manusia, aktivitas, bangunan, dan ruang publik. TOD merupakan suatu konsep pengembangan kawasan perkotaan kompak (*compact city*) yang memusatkan berbagai penggunaan lahan campuran yang cukup padat dengan mengintegrasikan jaringan transportasi umum beserta jaringan untuk moda *non-motorized*, seperti berjalan kaki atau bersepeda.

Persoalan transportasi perkotaan berupa kemacetan disebabkan oleh tingginya kepemilikan kendaraan bermotor yang mendorong pergerakan dengan kendaraan pribadi yang tinggi, serta fenomena *urban sprawl* yang cenderung mendorong mobilitas berbasis kendaraan bermotor (*auto dependent development*). Oleh karena itu, perlunya menciptakan posisi kompetitif moda transit daripada moda privat melalui pemahaman korelasi guna lahan dan transportasi (*LUTI Framework*). Pada gambar 3.1 menjelaskan bagaimana korelasi guna lahan dan transportasi dilihat berdasarkan dua hal, yaitu 1) kecepatan (*speed*) dari sistem transportasi serta 2) kapasitas dan fleksibilitas sistem transportasi serta derajat konsentrasi spasial atau aktivitas yang dilayaninya.

Grafik ini memiliki dua sumbu utama yaitu Sumbu Vertikal yang merepresentasikan fitur transportasi seperti kecepatan (seberapa cepat kendaraan dapat bergerak) dan fitur aktivitas seperti jangkauan spasial (seberapa luas suatu wilayah dapat diakses). Kecepatan dan jangkauan spasial meningkat saat menuju ke atas grafik. Kedua, yaitu Sumbu Horizontal yang merepresentasikan fitur transportasi seperti kapasitas (berapa banyak orang atau barang yang dapat diangkut) dan fleksibilitas (kemudahan menyesuaikan perjalanan sesuai kebutuhan). Selain itu, merepresentasikan fitur aktivitas seperti intensitas penggunaan (seberapa padat wilayah tersebut digunakan). Kapasitas meningkat ke arah kanan, sedangkan fleksibilitas berkurang ke arah kanan. Adapun tiga area yang direpresentasikan dalam grafik ini digambarkan sebagai elips, masing-masing mewakili tipe lingkungan berdasarkan kombinasi tata guna lahan dan sistem transportasi.

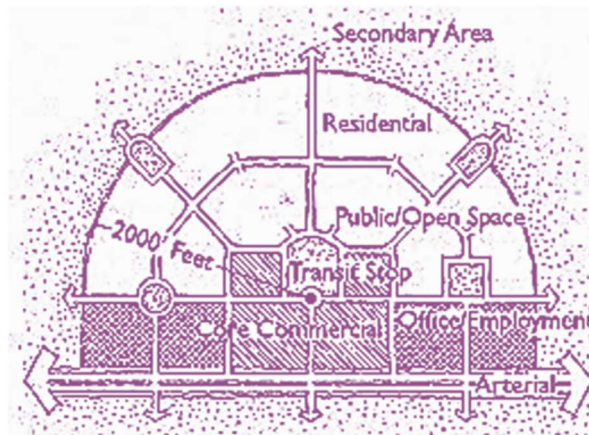
1. **Lingkungan Mobil (Car Environment):** Berada di kiri tengah grafik, menunjukkan jangkauan spasial dan kecepatan yang sedang-tinggi, dimana mobil atau kendaraan pribadi memungkinkan perjalanan yang cukup jauh dengan kecepatan yang memadai. Tata guna lahan yang cocok untuk mobil, seperti kawasan pinggiran atau perumahan dengan akses jalan raya. Kapasitas yang relatif rendah: Mobil atau kendaraan pribadi biasanya digunakan individu atau kelompok kecil.
2. **Lingkungan Transit (Transit Environment):** Berada di bagian kanan atas grafik, menunjukkan jangkauan spasial yang luas dan kecepatan yang cukup tinggi, seperti sistem transportasi umum (kereta api atau bus kota). Intensitas penggunaan yang tinggi, seperti di kawasan perkotaan yang padat dengan perumahan vertikal atau pusat bisnis. Kapasitas yang besar, dimana transportasi umum mampu mengangkut banyak penumpang sekaligus.
3. **Lingkungan Jalan Kaki dan Bersepeda (Walking & Cycling Environment):** Berada di bagian kiri bawah grafik, menunjukkan jangkauan spasial dan kecepatan yang rendah, sehingga cocok untuk perjalanan jarak pendek. Intensitas penggunaan yang rendah, yaitu tata guna lahan biasanya berupa kawasan lokal seperti taman atau lingkungan perumahan. Fleksibilitas yang tinggi, dimana pejalan kaki dan pesepeda dapat dengan mudah menyesuaikan rute.

Dapat disimpulkan bahwa karakteristik moda privat memiliki ciri-ciri kecepatan tinggi, daya jangkau spasial tinggi dengan kepadatan kota yang rendah, serta kapasitas/daya muat yang rendah. Sementara, moda transit memiliki karakteristik kecepatan yang sama dengan moda privat, namun kapasitas/ daya muatnya tinggi meskipun fleksibilitasnya rendah. Moda berjalan kaki dan bersepeda memiliki kelebihan dari sisi karakteristik dengan kapasitas dan fleksibilitas yang tinggi, meskipun daya jangkau spasial dan kecepatan yang rendah. Konsep TOD bertujuan untuk mengkombinasikan kekuatan moda transit dan moda *non-motorized* dari sisi kecepatan, fleksibilitas, daya jangkau spasial, dan kapasitas/daya muat angkutan untuk menjadi kompetitor bagi moda pribadi/privat.



Gambar 3.1. Grafik Korelasi Sistem Transportasi dan Guna Lahan
Sumber: Curtis, et al. (2009)

Konsep TOD membawa makna bahwa titik-titik transit (halte, stasiun, terminal, dan fasilitas transit lainnya) tidak hanya berfungsi sebagai tempat naik turunnya penumpang transportasi umum, tetapi juga sebagai tempat berlangsungnya aktivitas perkotaan sehingga menuntut adanya karakteristik guna lahan campuran (*mixed-use*) pada kawasan transit. Campuran penggunaan lahan yang berada dalam kawasan TOD meliputi perkantoran, tempat tinggal, ruang publik, serta fasilitas lainnya yang umumnya berada dalam radius 400-800 meter dari titik transit angkutan massal. Pusat-pusat aktivitas tersebut idealnya dapat dicapai selama 5-10 menit dengan berjalan kaki, diilustrasikan pada Gambar 3.2. Gambar tersebut berbentuk setengah lingkaran dengan sisi datarnya horizontal. Sisi datar menunjukkan jalan arteri dan sisi melengkungnya menandakan batas kawasan TOD. Titik tengah pada gambar merupakan titik transit dimana sekelilingnya terdapat pusat-pusat kegiatan dalam radius 2000 feet. Di sekitar pusat transit terdapat area komersial seperti pusat perbelanjaan dan pusat aktivitas lainnya. Di sebelah kanan area komersial terdapat zona perkantoran. Di atas area komersial terdapat ruang publik atau taman terbuka. Lebih jauh ke atas terdapat kawasan perumahan. Lalu di luar gambar setengah lingkaran tersebut merupakan kawasan sekunder.



Gambar 3.2. Ilustrasi Konsep TOD
Sumber: Calthrope (1993)

Ide utama TOD didasarkan pada keterkaitan pergerakan dan struktur perkotaan, sejalan dengan urbanisme baru dan perkembangan perkotaan cerdas (*smart growth*) untuk mengurangi ketergantungan penduduk terhadap penggunaan jalan raya dengan kendaraan pribadi serta mengatasi dampak buruk lainnya yang mungkin ditimbulkan. Fokus penerapan TOD adalah keberadaan jaringan transit sebagai fokus pengembangan kawasan. Oleh karena itu, Calthrope (1993) menjelaskan kawasan TOD terdiri dari empat karakteristik, yaitu:

1. *Mixed Use*, pembangunan berbagai macam guna lahan yang terdiri dari perkantoran, perumahan, komersial, ruang publik, serta layanan umum dalam satu kawasan
2. *Walkable*, pembangunan infrastruktur bagi para pejalan kaki dan pesepeda untuk memfasilitasi mobilitas sehari-hari
3. *Compact*, memusatkan berbagai aktivitas dalam satu kawasan dengan tujuan untuk mengurangi jarak perjalanan
4. Dekat dengan titik transit, pembangunan berbagai pusat aktivitas atau guna lahan yang terintegrasi dengan titik transit angkutan massal dapat mengurangi pergerakan dan menekan penggunaan kendaraan pribadi.

Beberapa definisi TOD yang dikemukakan oleh para ahli, diantaranya adalah Cervero et al (2004) menjelaskan sebagai upaya peruntukan lahan (perumahan, perdagangan jasa, dan sebagainya) yang dipusatkan pada titik-titik transit atau simpul transportasi dengan karakter desain peruntukan yang bercampur, kemudahan akses kendaraan tidak bermotor (kemudahan berjalan kaki), tingkat kepadatan tinggi di sekitar titik-titik transit. Definisi lainnya oleh Bush et al (2011), bahwa TOD adalah pengembangan kawasan transit berjarak

½ mil dari titik transit atau stasiun yang berciri ruang kompak (*compact*), intensitas dan kepadatan tinggi serta berguna lahan campuran, dirancang untuk mengoptimalkan perjalanan dengan berjalan kaki dan akses menuju moda transit. Menurut Dittmar dan Ohland (2004), TOD adalah konsep yang memiliki campuran penggunaan lahan di berbagai kepadatan, dimana terdapat tiga faktor yang mempengaruhi efisiensi lokasi transit mencakup aksesibilitas angkutan umum, layanan transit harus cukup dan memiliki banyak tujuan, dan keramahan bagi pejalan kaki.

Adapun prinsip TOD di Indonesia telah diatur dalam Permen ATR BPN RI nomor 16 Tahun 2017 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Berorientasi Transit, antara lain sebagai berikut:

1. Pengembangan kawasan dengan mendorong mobilitas berkelanjutan melalui meningkatkan penggunaan transportasi umum
2. Pengembangan fasilitas lingkungan bagi pengguna sepeda dan pejalan kaki yang terintegrasi dengan titik transit.

3.2 Karakteristik dan Tipologi TOD

Dalam konsep TOD, terdapat beberapa karakteristik utama yang menjadi acuan dalam pengembangan suatu kawasan transit. Menurut Cervero (2004) menjelaskan karakteristik kawasan TOD terfokus pada prinsip 3Ds yaitu Kepadatan (*Density*), Keberagaman (*Diversity*), dan Desain (*Design*). karakteristik TOD dihubungkan dengan ciri lingkungan binaan yang dapat mempengaruhi permintaan perjalanan yaitu disebut dengan 7Ds mencakup Kepadatan (*Density*), Keberagaman (*Diversity*), Desain (*Design*), Jarak ke lokasi transit (*Distance to transit*), Aksesibilitas lokasi tujuan (*Destination accessibility*), Manajemen permintaan perjalanan (*Demand management*), dan Demografi (*Demography*). Karakteristik 7Ds yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. *Density*, menggambarkan kepadatan yang semakin tinggi mendekati fasilitas transit (terminal, stasiun, halte, dan sebagainya).
2. *Diversity*, menggambarkan ciri penggunaan lahan yang bercampur (*mixed-land uses*).
3. *Design*, merupakan lingkungan area transit yang ramah bagi pejalan kaki maupun pesepeda.
4. *Distance to transit*, merupakan ukuran jarak maksimum yang dapat ditempuh dengan berjalan kaki menuju fasilitas transit.

5. *Destination accessibility*, merupakan ukuran tingkat aksesibilitas dengan berjalan kaki menjangkau lokasi-lokasi tujuan dari fasilitas transit.
6. *Demand management*, merupakan upaya-upaya manajemen permintaan perjalanan yang dapat menekan penggunaan kendaraan pribadi dan meningkatkan penggunaan kendaraan umum (*pull and push strategy*).
7. *Demography*, merupakan faktor demografi yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan TOD yang dapat melayani pelaku perjalanan dari karakteristik sosio-ekonomi yang beragam.

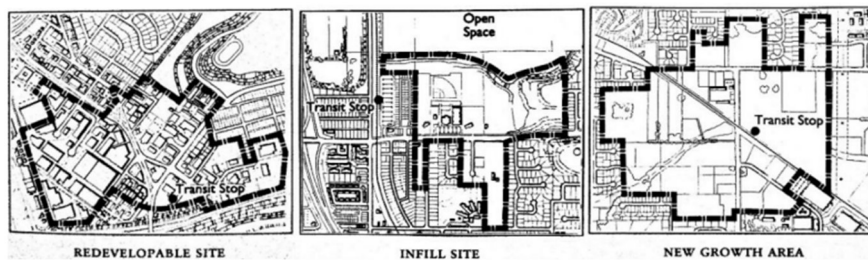
Dalam pengembangan konsep TOD, Calthrope (1993) membagi tipologi TOD menjadi 2 klasifikasi, yaitu:

1. *Urban TOD*, merupakan TOD skala kolat dengan penggunaan lahan campuran meliputi segala aktivitas perkotaan seperti hunian, kantor, perdagangan, dan sebagainya dimana fasilitas transit sebagai pusat pengembangan untuk meningkatkan efisiensi akses pencapaian masyarakat perkotaan.
2. *Neighborhood TOD*, merupakan TOD skala kawasan dengan pengembangan sepanjang jalur antar fasilitas transit dengan memanfaatkan waktu pencapaian masyarakat menuju fasilitas transit sebagai kawasan strategis.

Berdasarkan Permen ATR BPN RI nomor 16 Tahun 2017 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Berorientasi Transit, tipologi TOD diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan indikator skala layanan sistem transportasi massal, pengembangan pusat pelayanan, dan kegiatan yang dikembangkan. Adapun tipologi TOD yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. TOD Kota merupakan pusat pelayanan kota dengan skala pelayanan tingkat regional serta dilayani dengan sistem transportasi massal dalam lingkup lintas provinsi/ antar provinsi.
2. TOD Subkota merupakan pusat kegiatan dengan skala pelayanan subkota/bagian kota tertentu serta dilayani dengan sistem transportasi massal dalam lingkup provinsi atau antar kabupaten/kota.
3. TOD Lingkungan merupakan pusat kegiatan dengan skala pelayanan lingkungan serta dilayani dengan sistem transportasi massal dalam lingkup internal wilayah kota/kabupaten.

Penentuan kawasan yang berpotensi dikembangkan menjadi kawasan TOD terbagi menjadi tiga jenis, diantaranya *redevelopable site*, *infill site*, dan *new growth area* (Calthrope, 1993).



Gambar 3.3. Ilustrasi Kawasan Potensial Pengembangan TOD

Sumber: Calthrope (1993)

1. *Redevelopable site*, merupakan kawasan yang sudah terbangun tetapi kurang optimal sehingga memerlukan peremajaan atau revitalisasi kawasan dengan penambahan fungsi guna lahan campuran baru serta penataan lingkungan yang dilengkapi layanan fasilitas transit. Pola pembangunan saat ini yang cenderung berorientasi pada kendaraan bermotor diubah dengan memaksimalkan fungsi transit, misalnya pada moda kereta api
2. *Infill site*, merupakan pengembangan daerah kosong yang belum terbangun yang secara eksisting umumnya terletak di sekitar tanah terbangun pada radius pengembangan kawasan TOD. Pengembangan didasarkan pada upaya integrasi guna lahan dan jaringan transportasi yang sudah ada dan potensial
3. *New growth area*, merupakan kawasan baru yang belum terbangun dan direncanakan untuk dikembangkan. *New growth area* terletak di daerah perbatasan atau pinggiran kota. Pada area ini, dapat dikembangkan jaringan jalan dan moda transportasi baru dengan konektifitas yang lebih baik.

Berdasarkan Permen ATR/BPN RI Nomor 16 Tahun 2017 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Berorientasi Transit, menyebutkan bahwa kriteria lokasi yang bisa dikembangkan menjadi kawasan TOD yaitu:

- a. Berada pada simpul transit jaringan angkutan umum massal yang berkapasitas tinggi berbasis rel;
- b. Memenuhi persyaratan intermoda dan antarmoda transit;
- c. Dilayani paling kurang 1 (satu) moda transit jarak dekat dan 1 (satu) moda transit jarak jauh;
- d. Sesuai dengan arah pengembangan pusat pelayanan dan kegiatan;
- e. Berada pada kawasan dengan kerentanan bencana rendah disertai dengan mitigasi untuk mengurangi risiko bencana; dan
- f. Berada pada kawasan yang tidak mengganggu instalasi penting negara.

3.3 Peluang dan Tantangan Pengembangan TOD

Selain bermanfaat bagi aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi, penerapan TOD membawa peluang bagi perkotaan, yaitu menciptakan sumber ekonomi baru dengan mengoptimalkan penggunaan lahan di sekitar stasiun transit. Pembangunan komersial dan perumahan di kawasan tersebut dapat mendorong pertumbuhan ekonomi lokal, menciptakan lapangan kerja baru, serta meningkatkan pendapatan dari pajak daerah. Kawasan-kawasan TOD yang berhasil biasanya menjadi pusat aktivitas ekonomi yang dinamis, dengan peningkatan nilai properti dan investasi swasta yang meningkat. Pemerintah daerah juga dapat memanfaatkan peluang tersebut melalui penerapan skema *Land Value Capture* (LVC).

Selain peluang yang ada, terdapat beberapa tantangan dalam pengembangan TOD. Tantangan dasar dalam pengembangan TOD adalah perlunya menciptakan posisi kompetitif moda transit (angkutan umum) daripada moda privat melalui pemahaman korelasi guna lahan dan transportasi. Oleh karena itu, tantangan TOD adalah mengkombinasikan kekuatan moda transit dan moda *non-motorized* agar masyarakat memiliki kemauan untuk beralih memilih moda angkutan umum.

Selain itu, tantangan dalam implementasi TOD adalah terkait dengan tata kelola kelembagaan dan politik. TOD merupakan konsep kompleks yang memerlukan pelibatan berbagai aktor dalam proses perencanaan hingga implementasinya. Aktor-aktor tersebut memiliki kepentingan masing-masing yang terkadang bertentangan dan tidak terkoordinasi dengan baik. Curtis (2009) menjelaskan beberapa cara untuk mengatasi tantangan dalam implementasi TOD, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Melakukan tinjauan atau perbandingan (benchmarking) dengan implementasi TOD di daerah lainnya
2. Mengidentifikasi kasus-kasus yang mungkin terjadi dan menyusun alternatif strategi dengan beberapa pendekatan
3. Memahami peran berbagai aktor publik, swasta, dan nirlaba dalam proses implementasi TOD
4. Memahami berbagai karakteristik aspek (sosial, ekonomi, kelembagaan, spasial) yang dapat mempengaruhi proses pengembangan TOD.

3.4 Aplikasi TOD sebagai Solusi Permasalahan Transportasi Perkotaan

Pembangunan kawasan berorientasi transit merupakan salah satu respons yang dinilai dapat mengatasi permasalahan transportasi perkotaan, salah satunya

kemacetan. TOD telah diakui sebagai konsep yang mumpuni bagi kota-kota yang ingin mencapai perkembangan perkotaan cerdas dan berkelanjutan. Terbukti beberapa kota-kota di belahan dunia berhasil mengimplementasikan TOD, salah satunya Singapura. Perencanaan terhadap pembangunan TOD di Singapura cukup berhasil karena sudut pandang yang progresif terkait kebijakan perencanaan perkotaannya. Singapura telah berhasil mengintegrasikan sistem transportasi massal dengan guna lahan campuran, seperti perumahan, komersial, hingga rekreasi sehingga dapat mengurangi ketergantungan penggunaan mobil, dimana hal tersebut menjadi permasalahan utama perkotaan.

Sasaran utama TOD di Singapura adalah merevitalisasi kawasan perkotaan melalui perluasan jaringan transit dan mengembangkan sistem angkutan massal. Hasilnya, terbentuk perkotaan kompak dengan inti pusat yang dikelilingi oleh konstelasi kota satelit yang terhubung dengan kawasan industri melalui jaringan kereta cepat (MRT). Hal tersebut mencerminkan bahwa Singapura telah menganut prinsip-prinsip perencanaan Skandinavia yang menyerukan koridor radial yang menghubungkan inti pusat dengan kota-kota baru yang direncanakan. Dampak positif yang dirasakan oleh permukiman yang difasilitasi kereta api diantaranya seperti rendahnya VKT (*vehicle kilometers traveled*) per kapita dibandingkan dengan kota lainnya dan modal split angkutan umum cukup tinggi (Singapore Land Transport Authority, 2005). MRT sebagai moda transportasi untuk mobilitas jarak jauh, sedangkan untuk mobilisasi jarak dekat dapat menggunakan LRT dan Bus yang juga terintegrasi dengan fasilitas *non-motorized* yang memadai.

Pemerintah Singapura mengambil pendekatan proaktif terhadap pembangunan perkotaan, dengan berfokus pada aksesibilitas transit dan prinsip desain berkelanjutan. Singapura terkenal dengan kebijakan “*transit first*” yang artinya berorientasi pada kawasan transit. Selain itu, Pemerintah Singapura melalui *Land Transport Authority* (LTA), memberlakukan beberapa kebijakan transportasi untuk menekan kepemilikan kendaraan pribadi, seperti pendaftaran izin dan pembayaran pajak pembelian mobil yang sangat mahal, biaya bahan bakar dan parkir yang juga mahal, serta pemberlakuan *Electronic Road Pricing* (ERP) atau sistem jalan berbayar. Kebijakan ERP memaksa pengendara kendaraan bermotor untuk membayar eksternalitas yang mereka timbulkan ketika jam sibuk (kemacetan). Biaya tersebut bersifat fluktuatif sesuai dengan tingkat kemacetan. Satu bulan sejak dimulainya kebijakan tersebut, tingkat lalu lintas berkurang hingga 15% dan kepemilikan kendaraan bermotor juga perlahan berkurang. Akibatnya, saat ini masyarakat Singapura lebih memilih untuk menggunakan transportasi umum untuk mobilitas sehari-hari.

Saat ini Singapura menilai negaranya berhasil melakukan pergeseran paradigma dalam desain perkotaan, dengan fokus pada keberlanjutan, keterhubungan, dan kesejahteraan masyarakat. Singapura telah berhasil menciptakan lingkungan yang dinamis dan layak huni yang mewujudkan masa depan kehidupan perkotaan melalui perencanaan penggunaan lahan terpadu, desain yang ramah pejalan kaki, dan infrastruktur hijau. Penerapan TOD di Singapura menunjukkan kekuatan transformatif dari perencanaan visioner dan pengambilan keputusan yang berani dalam membangun kota-kota masa depan. Keberhasilan konsep TOD dapat dilihat dari kemampuannya dalam meningkatkan aksesibilitas dan mobilitas sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan kendaraan pribadi dan kemacetan serta meminimalisir penurunan kualitas lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bertolini, L., Curtis, C., & Renne, J. (2012). Station Area projects in Europe and Beyond: Towards Transit Oriented Development? *Built Environment*, 38(1), 31–50. <https://doi.org/10.2148/benv.38.1.31>
- Calthorpe, Peter. 1993. *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. New York: Princeton Architectural Press.
- Cervero, R., & Kockleman, K. (1997). Travel demand and the 3 Ds: Density, diversity and design. *Transportation Research Part C: Transport and Environment*, 2, 199–219
- Cervero, R., 2004. Transit-oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects, first ed. Transportation Research Board, Washington DC, United States, pp. 79-86
- Curtis, C., Renne, J. L., & Bertolini, L. (Eds.). (2009). *Transit oriented development: making it happen*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Dittmar, H., & Ohland, G. (2004). The New transit town: best practices in transit-oriented development. *Choice Reviews Online*, 42(01), 42–0424. <https://doi.org/10.5860/choice.42-0424>
- Ewing, R., & Cervero, R. (2001). Travel and the built environment. *Transportation Research Record*, 1780, 87–114
- Kamruzzaman, M., Baker, D., Washington, S., Turrell, G., 2014. Advance transit oriented development typology: case study in Brisbane, Australia. *J. Transport Geogr.* 34, 54-70
- Transit-Oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects. (2004b). In *Transportation Research Board eBooks*. <https://doi.org/10.17226/23360>

BAB 4

KONSEP DAN PENGUKURAN AKSESIBILITAS

4.1 Pengantar Aksesibilitas

Perencanaan kota saat ini lebih mengedepankan aksesibilitas dibandingkan mobilitas, dengan tujuan untuk menciptakan kota yang lebih berkelanjutan dan memfasilitasi keberlanjutan transportasi. Aksesibilitas dan mobilitas memiliki hubungan searah, semakin tinggi akses, akan semakin tinggi pula tingkat mobilitas orang, kendaraan ataupun barang. Pendekatan perencanaan aksesibilitas melibatkan integrasi antara penggunaan lahan dan sistem transportasi (LUTI), dengan mempertimbangkan kedekatan atau jarak yang mudah dijangkau antara aktivitas-aktivitas utama dan jaringan transportasi yang melayaninya. Tantangan utamanya adalah bagaimana menciptakan lingkungan di mana transportasi umum mudah diakses oleh berbagai aktivitas dan komunitas. Jawabannya terletak pada optimalisasi penggunaan transportasi umum, sehingga dapat memberikan alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan dibandingkan kendaraan pribadi, serta memungkinkan lebih banyak orang untuk mengakses berbagai fasilitas dan layanan dengan mudah.

Aksesibilitas merupakan suatu ukuran kenyamanan atau kemudahan mengenai cara lokasi tata guna lahan berinteraksi satu sama lain dan “mudah” atau “susah”nya lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi (Tamin, 2000). Mudah atau sulitnya lokasi-lokasi tersebut dicapai melalui system jaringan transportasinya, merupakan hal yang sangat subjektif, kualitatif, dan relatif sifatnya (Tamin, 1997 dalam Miro, 2005). Beberapa definisi terkait aksesibilitas (Curtis and Scheurer, 2010):

- a. Sejauh mana sistem penggunaan lahan-transportasi memungkinkan (kelompok) individu atau barang untuk mencapai kegiatan atau tujuan dengan menggunakan satu atau kombinasi moda transportasi (Geurs and Van Eck, 2001).
- b. Ukuran kemudahan seorang individu untuk mengejar suatu kegiatan pada jenis lokasi, moda, dan waktu yang diinginkan (Bhat et al, 2000).
- c. Suatu ukuran agregat dari ukuran dan kedekatan peluang aktivitas dari jenis tertentu terhadap lokasi tertentu (Meyer&Miller,2001).

Secara umum akses dapat diukur dari suatu titik ke titik lain dalam satu wilayah, bisa diukur berbasis tempat maupun bisa diukur berbasis orang. Sehingga, bisa disimpulkan Aksesibilitas merupakan konsep yang berkaitan

dengan keterjangkauan suatu lokasi atau aktivitas oleh individual atau kelompok melalui sistem transportasi.

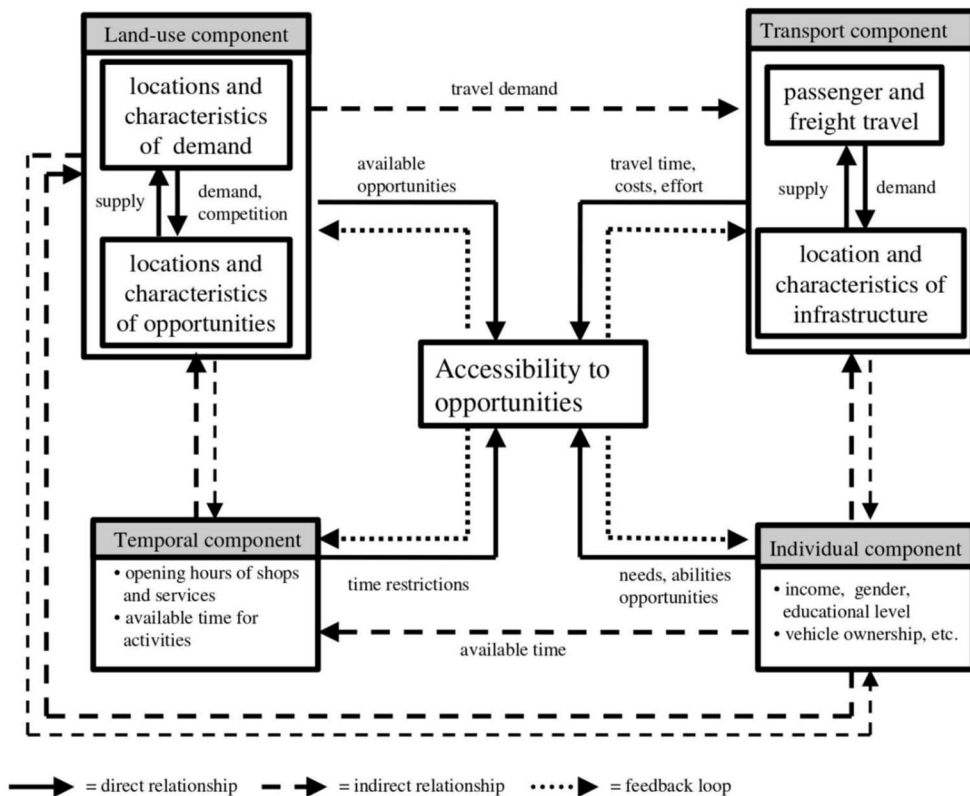
4.2 Komponen Aksesibilitas

Menurut Geurs dan van Eck (2004), aksesibilitas terdiri dari empat komponen:

- a. **Transportasi:** Mengukur waktu perjalanan, biaya, dan usaha dalam bergerak.
- b. **Penggunaan Lahan:** Mengukur distribusi spasial kegiatan dan peluang, serta mencakup penilaian tentang kompetisi antara permintaan dan penawaran kegiatan.
- c. **Temporal:** Mengkaji batasan waktu pengguna untuk pola kegiatan mereka.
- d. **Individu:** Meneliti kebutuhan, kemampuan, dan peluang pengguna transportasi, termasuk faktor sosio-ekonomi dan demografis.

Aksesibilitas merupakan konsep multiperspektif, berkaitan dengan:

- a. **Perubahan pelayanan transport:** level pelayanan meningkat/menurun maka aksesibilitas meningkat/menurun.
- b. **Perubahan tata guna lahan:** perubahan land-use yang meningkatkan/menurunkan aktivitas di suatu tempat maka aksesibilitas meningkat/menurun dari tempat lainnya.
- c. **Perubahan konstrain pada permintaan atas aktivitas:** konstrain pada permintaan atas aktivitas meningkat/menurun maka aksesibilitas menurun/meningkat.
- d. **Karakteristik personal individu** sebagai pelaku pergerakan.



Gambar 4.1. Komponen Aksesibilitas
Sumber: Geurs and Wee, 2004

Gambar 4.1 terdiri dari lima kotak, di mana empat kotak merupakan komponen yang berada di masing-masing sudut dan satu kotak di tengah merupakan Aksesibilitas. Lima kotak tersebut saling terhubung dengan garis panah menunjukkan hubungan antar komponen sekaligus menjelaskan aksesibilitas sebagai konsep multidimensional yang melibatkan empat komponen utama, yaitu Tata Guna Lahan, Transportasi, Temporal (Waktu), dan Individu. Masing-masing komponen bekerja sama untuk menentukan seberapa mudah seseorang dapat mengakses peluang, seperti pekerjaan, sekolah, atau layanan lainnya. Di tengah kerangka kerja ini adalah "aksesibilitas" itu sendiri, yang merupakan hasil interaksi dari keempat komponen ini. Penjelasan hubungan garis panah (direct, indirect, feedback loop) memperjelas mekanisme hubungan antara komponen-komponen ini. Keempat komponen memiliki hubungan *direct* dan secara langsung mempengaruhi aksesibilitas, sekaligus *feedback loop* yaitu aksesibilitas mempengaruhi keempat komponen secara timbal balik.

1. Tata Guna Lahan (Land-use Component)

Komponen ini berada di kotak kiri sisi atas. Elemen dalam komponen ini adalah lokasi dan karakteristik permintaan yang mengacu pada tempat tinggal orang dan kebutuhan mereka (demand), serta lokasi dan karakteristik peluang yang merujuk pada distribusi spasial layanan, pekerjaan, atau fasilitas (supply). Komponen tata guna lahan memiliki hubungan *indirect* terhadap tiga komponen lainnya yaitu transportasi, temporal (waktu), dan individu. Hubungan komponen tata guna lahan dengan aksesibilitas yaitu semakin dekat peluang terhadap tempat tinggal atau area aktivitas masyarakat, semakin mudah aksesibilitasnya. Contoh hubungan langsungnya adalah sebuah kawasan yang memiliki banyak peluang, seperti kawasan pertokoan dan perkantoran, memungkinkan individu untuk mengakses kebutuhan sehari-hari dengan lokasi yang dekat. Sedangkan jika tata guna lahan tidak merata, individu yang tinggal di daerah terpencil akan kesulitan untuk mengakses peluang.

2. Temporal (Komponen Waktu)

Komponen ini berada di sisi kiri bawah, mencakup faktor waktu yang memengaruhi aksesibilitas. Elemen utamanya terdiri dari jam operasional layanan yaitu ketersediaan waktu dari peluang atau layanan (misalnya, jam buka toko), dan waktu yang tersedia untuk aktivitas yaitu waktu yang dimiliki individu untuk terlibat dalam aktivitas tersebut. Faktor waktu, seperti jam operasional peluang dan waktu perjalanan, memiliki dampak langsung terhadap aksesibilitas. Jika peluang hanya tersedia dalam waktu tertentu, aksesibilitas menjadi terbatas. Komponen ini memiliki hubungan *indirect* terhadap komponen tata guna lahan, dimana waktu perjalanan yang panjang akibat kemacetan dapat mengurangi waktu yang tersedia untuk mengakses peluang kegiatan di lokasi lainnya.

3. Transportasi (Transport Component)

Komponen ini berada di kotak dengan posisi kanan atas, terdiri dari elemen pergerakan penumpang dan barang yang merupakan representasi dari perjalanan yang dilakukan oleh individu atau barang (demand), serta lokasi dan karakteristik infrastruktur yang merujuk pada jaringan transportasi seperti jalan, rel kereta api, atau terminal bus (supply). Waktu tempuh dan biaya dalam komponen transportasi secara langsung berhubungan dengan aksesibilitas. Infrastruktur yang efisien juga meningkatkan aksesibilitas. Jalan raya yang baik memungkinkan seseorang untuk menjangkau pusat kota dalam waktu yang lebih singkat. Komponen ini memiliki hubungan *indirect* terhadap komponen individu.

4. Individu (Individual Component)

Komponen ini berada di sisi kanan bawah. Karakteristik individu, seperti pendapatan, kepemilikan kendaraan, pendidikan, atau keterbatasan fisik, memengaruhi seberapa mudah mereka dapat mengakses peluang yang tersedia. Komponen individu terdiri dari atribut seperti pendapatan, kepemilikan kendaraan, pendidikan, atau gender. Individu dengan pendapatan lebih tinggi atau yang memiliki kendaraan pribadi lebih memungkinkan untuk mengakses peluang yang jauh, dibandingkan mereka yang bergantung pada transportasi umum. Selain itu, pendapatan individu memengaruhi keterjangkauan moda transportasi, yang secara langsung memengaruhi kemampuan mereka untuk mengakses peluang di lokasi tertentu. Komponen ini memiliki hubungan *indirect* dengan komponen transportasi dan komponen waktu.

4.3 Ukuran Aksesibilitas

Ukuran aksesibilitas adalah tolak ukur dalam mengakses suatu Lokasi (Black, 1981 dalam Tamin, 2000). Berikut adalah komponen utama dalam pengukuran aksesibilitas.

- Jarak:** jarak dari titik asal ke titik tujuan (diukur dalam meter/ kilometer)
- Waktu Tempuh:** lama waktu yang dibutuhkan dari titik asal ke titik tujuan (diukur dalam menit/jam)
- Biaya Perjalanan:** biaya yang dikeluarkan selama perjalanan
- Kualitas Pelayanan:** kenyamanan, keteraturan, dan efisiensi moda transportasi

Aktivitas Guna Lahan (Jarak) Kondisi Transportasi	Dekat	Jauh
Sangat Baik	Aksesibilitas Tinggi (High)	Aksesibilitas Rendah (Medium)
Sangat Jelek	Aksesibilitas Sedang (Medium)	Aksesibilitas Rendah (Low)

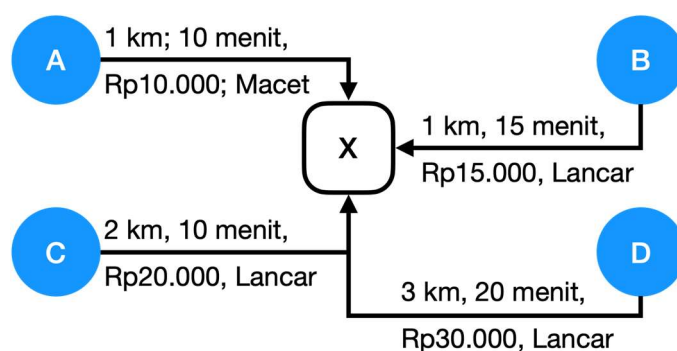
Gambar 4.2. Ukuran Aksesibilitas
Sumber: Black, 1981 dalam Tamin, 2000

Gambar 4.2 merupakan tabel ukuran aksesibilitas dimana terdapat dua dimensi tabel yaitu dimensi kolom (horizontal) yang merepresentasikan jarak

antara lokasi asal dan tujuan serta dimensi baris (vertikal) untuk menggambarkan kondisi transportasi yang tersedia. Adapun kolom pertama "Dekat" artinya jarak dari lokasi asal ke tujuan dekat, dan kolom kedua "Jauh" artinya jarak dari lokasi asal ke tujuan jauh. Sedangkan pada baris pertama "Sangat Baik" mengacu pada kondisi transportasi yang optimal dan baris kedua "Sangat Jelek" mengacu pada kondisi transportasi yang buruk. Tabel ini memberikan pemahaman bahwa tingkat aksesibilitas dipengaruhi oleh kombinasi jarak dan kondisi transportasi. Setiap perpaduan antara kolom dan baris menciptakan sebuah kategori aksesibilitas yang berbeda, sebagai berikut:

1. Dekat dan Sangat Baik: Tingkat aksesibilitas tinggi, artinya lokasi mudah diakses.
2. Dekat dan Sangat Jelek: Tingkat aksesibilitas sedang, karena jaraknya dekat meskipun kondisi transportasi buruk.
3. Jauh dan Sangat Baik: Tingkat aksesibilitas sedang, karena walaupun transportasinya bagus, jaraknya jauh.
4. Jauh dan Sangat Jelek: Tingkat aksesibilitas rendah, karena jarak jauh ditambah dengan kondisi transportasi yang buruk.

Moda transportasi yang tersedia dalam suatu kota memainkan peran penting dalam menjelaskan aksesibilitas, karena setiap moda memiliki karakteristik yang berbeda, seperti kecepatan dan biaya. Ukuran waktu dan biaya dalam mengukur aksesibilitas biasanya digabungkan menjadi apa yang disebut sebagai "biaya umum" atau *generalised cost*. Biaya ini diekspresikan dalam bentuk rupiah, yang mencakup biaya perjalanan seperti tiket, parkir, bahan bakar, dan biaya operasional kendaraan (BOK), serta ditambah dengan nilai waktu yang juga dinyatakan dalam bentuk rupiah. Hubungan antara transportasi dan kemudahan atau kesulitan pencapaian suatu zona guna lahan dinyatakan dalam konsep "travel friction", "impedance", atau "spatial separation".



Gambar 4.3. Ilustrasi aksesibilitas suatu Lokasi dengan perbedaan ukuran
Sumber: Penulis, 2024

Gambar 4.3 terdiri dari 4 lingkaran di masing-masing sudut dengan simbol huruf A, B, C, dan D. Terdapat garis panah di setiap lingkaran menuju titik tengah yang merupakan bentuk kotak dengan simbol X. Gambar ini mengilustrasikan bagaimana aksesibilitas suatu lokasi (ditandai sebagai "X") dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jarak, waktu tempuh, biaya perjalanan, dan kondisi lalu lintas. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa titik A berjarak 1 kilometer dari lokasi X, memiliki waktu tempuh 10 menit dengan biaya perjalanan Rp10.000. Namun, kondisi lalu lintasnya macet. Kemudian titik B memiliki jarak sama-sama 1 kilometer dari lokasi X, tetapi waktu tempuhnya lebih lama, yaitu 15 menit, dengan biaya perjalanan Rp15.000 dan rutanya lancar. Sedangkan titik C berjarak 2 kilometer dari lokasi X, memiliki waktu tempuh sama dengan titik A, yaitu 10 menit, tetapi biayanya lebih tinggi, sebesar Rp20.000 dengan rute lancar. Adapun titik D merupakan titik yang paling jauh, yaitu 3 kilometer dari lokasi X, memiliki waktu tempuh 20 menit dengan biaya Rp30.000 dan rute lancar.

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsep utama aksesibilitas dipengaruhi oleh jarak, waktu tempuh, biaya, dan kondisi lalu lintas. Walaupun Titik A dan Titik B memiliki jarak yang sama, aksesibilitasnya berbeda karena waktu tempuh dan biaya perjalanan yang tidak sama. Titik C menunjukkan bahwa meskipun jaraknya lebih jauh dari A dan B, waktu tempuhnya tetap sama dengan Titik A, namun dengan biaya yang lebih mahal. Titik D menjadi yang paling tidak terjangkau karena jaraknya yang jauh, waktu tempuh yang lama, dan biaya yang tinggi. Berdasarkan ilustrasi tersebut, dapat diketahui bahwa perbedaan jarak, biaya, waktu, dan kondisi lalu lintas secara signifikan memengaruhi tingkat kemudahan akses ke suatu tempat.

Terdapat beragam pendekatan dalam pengukuran aksesibilitas. Beberapa pendekatan tersebut terkait dengan faktor fisik guna lahan, faktor individu (perilaku/behavioural), faktor temporal/waktu, serta gabungannya. Orang yang sama pada waktu yang berbeda akan tertarik pada aksesibilitas yang berbeda seperti **pekerjaan, pendidikan, belanja, dan rekreasi**. Kelompok populasi yang berbeda akan tertarik pada aksesibilitas yang berbeda (pedagang lebih tertarik aksesibilitas untuk pelanggan; industri lebih tertarik untuk aksesibilitas tenaga kerja dan bahan mentah, dst).

4.4 Prinsip Perencanaan Transportasi Berbasis Aksesibilitas

Prinsip Perencanaan Transportasi Berbasis Aksesibilitas merupakan pendekatan yang fokus pada memastikan bahwa orang dapat dengan mudah mencapai tempat-tempat penting (seperti tempat tinggal, pekerjaan, sekolah,

layanan kesehatan, dan fasilitas umum) secara efisien. Berbeda dengan pendekatan berbasis mobilitas, yang fokus pada kecepatan dan jarak perjalanan, perencanaan berbasis aksesibilitas menekankan kemudahan akses ke destinasi, dengan mengurangi waktu perjalanan dan memfasilitasi penggunaan berbagai moda transportasi. Berikut adalah prinsip-prinsip utama perencanaan transportasi berbasis aksesibilitas:

- a. Dekatkan Pengguna dengan Tujuan (Proximity)
- b. Mendukung Mobilitas Multimodal
- c. Menyediakan Jaringan Transportasi Terintegrasi
- d. Transportasi yang Inklusif dan Terjangkau
- e. Meningkatkan Konektivitas Antarwilayah (Regional Accessibility)
- f. Meminimalkan Waktu dan Biaya Perjalanan
- g. Mendukung Pengembangan Berbasis Transit (Transit-Oriented Development - TOD)
- h. Meminimalkan Ketergantungan pada Kendaraan Pribadi
- i. Meningkatkan Kualitas Hidup dan Lingkungan
- j. Mendukung Keberlanjutan (Sustainability)
- k. Menggunakan Teknologi dan Data untuk Optimalisasi Aksesibilitas

Perencanaan transportasi berbasis aksesibilitas menempatkan manusia dan kebutuhan masyarakat sebagai fokus utama. Dengan mengutamakan konektivitas, multimodalitas, efisiensi waktu, dan inklusivitas, pendekatan ini tidak hanya menciptakan kota yang lebih mudah diakses, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup, lingkungan, dan keberlanjutan jangka panjang.

4.5 Metode Analisis dalam Pengukuran Aksesibilitas

Metode pengukuran aksesibilitas dibedakan menjadi 7 kategori (Curtis and Schewer, (2010) yang ditampilkan pada Tabel 4.1 berikut ini. Pada tabel tersebut terdapat 4 kolom yaitu (1) Nama Metode, berisi daftar pendekatan yang digunakan untuk mengukur aksesibilitas. (2) Kategori Metode untuk mengelompokkan metode berdasarkan pendekatan teoritis yang digunakan. (3) Pengukuran berisi penjelasan bagaimana setiap metode mengukur aksesibilitas dengan indikator spesifik. (4) Pro dan Kontra yaitu memberikan penilaian tentang manfaat serta keterbatasan setiap metode.

Tabel 4.1. Metode Pengukuran Aksesibilitas

Nama	Kategori Metode	Pengukuran	Pro dan Kontrak
<i>1. Spatial separation measures</i>	Spatial Separation Model (Bhat et al., 2000) Infrastructure Measures (Geurs & van Eck, 2001) Travel Cost Approach (Baradaran & Ramjerdi, 2001)	Mengukur hambatan atau hambatan perjalanan antara asal dan tujuan, atau antar simpul. Ukuran hambatan perjalanan dapat mencakup: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jarak fisik (Euclidean) ▪ Jarak jaringan (berdasarkan moda) ▪ Waktu tempuh (berdasarkan moda) ▪ Waktu perjalanan (berdasarkan status jaringan-kemacetan, arus bebas, dll.) ▪ Biaya perjalanan (biaya pengguna atau total biaya) ▪ Kualitas layanan Contoh: frekuensi angkutan umum	Data umumnya tersedia dengan mudah dari materi pemetaan digital dan sumber-sumber publik lainnya. Tidak ada pertimbangan pola penggunaan lahan dan distribusi spasial peluang.
<i>2. Contour measures</i>	Contour Measures (Geurs & van Eck, 2001) Cumulative Opportunity Model (Bhat et al., 2000)	Mendefinisikan area tangkapan dengan menggambar satu atau beberapa kontur waktu tempuh di sekitar simpul, dan mengukur jumlah peluang di dalam	Menggabungkan penggunaan lahan dan memperhatikan kendala infrastruktur dengan menggunakan

Nama	Kategori Metode	Pengukuran	Pro dan Kontra
		setiap kontur (pekerjaan, karyawan, pelanggan, dll.).	<p>waktu tempuh sebagai indikator hambatan.</p> <p>Definisi kontur waktu perjalanan dapat berubah-ubah dan tidak membedakan antara kegiatan dan tujuan perjalanan.</p> <p>Metodologi tidak dapat menangkap variasi aksesibilitas antar kegiatan dalam kontur yang sama.</p>
3. <i>Gravity measures</i>	Gravity Model (Bhat et al., 2000) Potential Accessibility Measure (Geurs & van Eck, 2001)	Mendefinisikan area tangkapan air dengan mengukur hambatan perjalanan dalam skala kontinu.	Representasi yang lebih akurat dari resistensi perjalanan dibandingkan dengan ukuran kontur, tetapi cenderung kurang terbaca. Tidak membedakan antara tujuan perjalanan dan pengemudi individu untuk perjalanan.

Nama	Kategori Metode	Pengukuran	Pro dan Kontrak
4. <i>Competition measures</i>	Competition Measures (Van Wee et al., (2001); Joseph & Bantock Measure (1982)) Inverse Balancing Factor Model (Geurs & van Eck, 2001)	Memasukkan batasan kapasitas kegiatan dan pengguna ke dalam ukuran aksesibilitas. Dapat menggunakan salah satu dari tiga model sebelumnya.	Memberikan perspektif regional tentang aksesibilitas.
5. <i>Time-space measures</i>	Time-Space Measures (Bhat et al., 2000; Geurs & van Eck, 2001) Person-Based Measures (Geurs & van Wee, 2004)	Mengukur peluang perjalanan dalam batasan waktu yang telah ditentukan sebelumnya.	Sangat cocok untuk memeriksa rantai perjalanan dan pengelompokan spasial kegiatan. Biasanya membutuhkan survei pengguna khusus proyek, membatasi jangkauan geografis dan kompatibilitas data.
6. <i>Utility measures</i>	Utility Measures (Bhat et al., 2000; Geurs & van Eck, 2001) Utility Surplus Approach (Baradaran & Ramjerdi, 2001)	Mengukur manfaat aksesibilitas bagi individu atau masyarakat. Indikator dapat mencakup: Kegunaan ekonomi (bagi individu, atau bagi masyarakat) Manfaat sosial atau lingkungan (misalnya	Hubungan empiris antara penyediaan infrastruktur dan kinerja ekonomi masih lemah dan diperdebatkan. Indikator ini dapat menganalisis

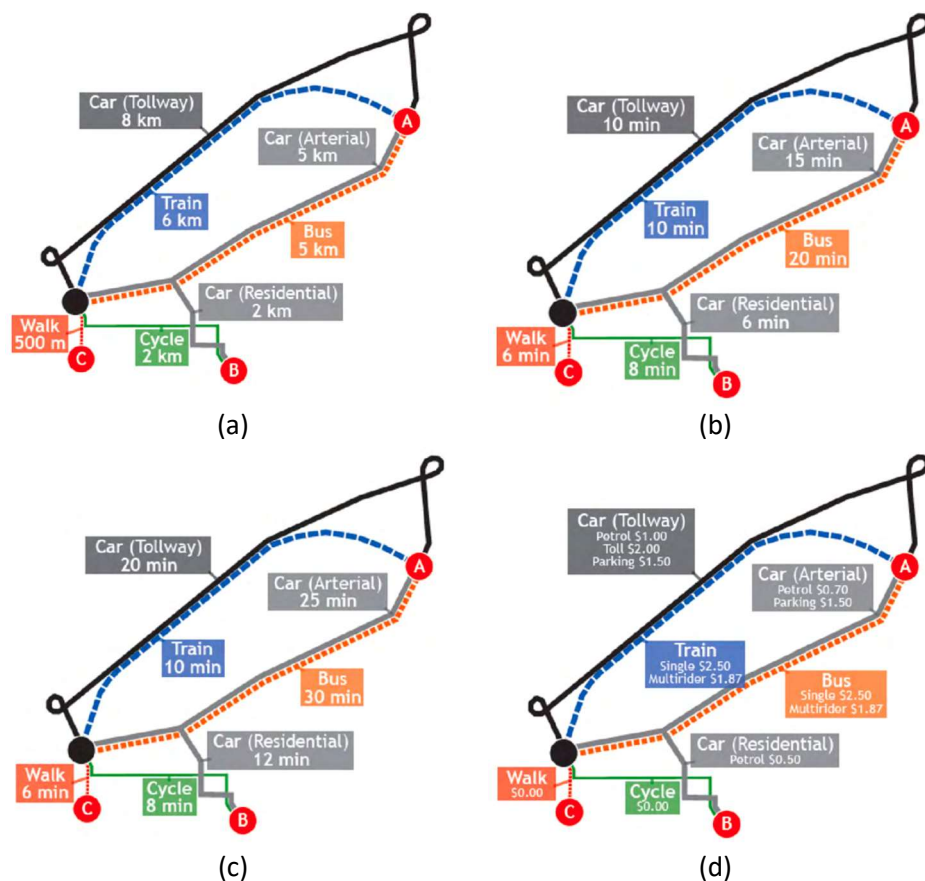
Nama	Kategori Metode	Pengukuran	Pro dan Kontrak
		inklusi sosial, efek rumah kaca) Motivasi perjalanan individu (berdasarkan aktivitas atau tujuan perjalanan) Pilihan dan manfaat non-pengguna infrastruktur transportasi	motivasi perjalanan yang ada, namun tidak dapat mengantisipasi efek umpan balik antara tata guna lahan dan pola perjalanan, atau pola perilaku pengguna di masa depan.
7. <i>Network measures</i>	Network Measures: Multiple Centrality Assessment (Porta et al., 2006a, 2006b)	Mengukur sentralitas di seluruh jaringan pergerakan. Jaringan dapat diwakili oleh: pendekatan primal (jaringan dipahami sebagai persimpangan yang dihubungkan oleh segmen-segmen rute) pendekatan ganda (jaringan dipahami sebagai segmen-segmen rute yang dihubungkan oleh persimpangan).	Lebih intuitif, dan memungkinkan penggabungan ukuran hambatan perjalanan dalam analisis jaringan. Menangkap dengan jelas bentuk topologi jaringan, dan dapat digunakan untuk menilai keterbacaan spasialnya.

Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

4.5.1 Spatial Separation Measures

Spatial separation measure bekerja dengan mengukur jarak fisik antara elemen infrastruktur, seperti titik asal dan tujuan, tanpa mempertimbangkan pola penggunaan lahan atau perilaku perjalanan. Metode ini mudah dipahami dan dihitung, hanya menggunakan jarak geografis atau waktu perjalanan sebagai indikator. Namun, kelemahan utamanya adalah tidak memperhitungkan faktor-

faktor seperti distribusi aktivitas atau pola penggunaan lahan dan perilaku pengguna, sehingga tidak memberikan gambaran lengkap tentang aksesibilitas secara holistik.



Gambar 4.4. Ukuran impediment perjalanan dari daerah origin (black node) menuju berbagai destinasi A, B dan C menggunakan ukuran yang berbeda: (a)ukuran jarak perjalanan; (b)waktu tempuh perjalanan pada saat kondisi lancar; (c)waktu tempuh perjalanan pada saat kondisi macet; (d) ukuran biaya perjalanan

Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Gambar 4.4 merupakan peta perjalanan dari satu titik awal menuju tiga destinasi yang diberi simbol lingkaran merah berhuruf A, B, dan C. Posisi destinasi A paling jauh dari titik awal, sedangkan posisi destinasi C paling dekat, dengan posisi titik B berada di antara keduanya tetapi lebih dekat dengan titik C. Ada empat jalur menuju destinasi A yaitu garis hitam dengan moda transportasi mobil melewati jalan tol, garis biru putus-putus dengan moda kereta, garis abu-abu dengan moda transportasi mobil melewati jalan arteri, dan garis oranye putus-putus yaitu moda transportasi bus. Lalu ada dua jalur menuju destinasi B yaitu garis abu-abu dengan moda transportasi mobil melewati area residensial dan garis hijau putus-putus yaitu dengan bersepeda. Sedangkan untuk destinasi

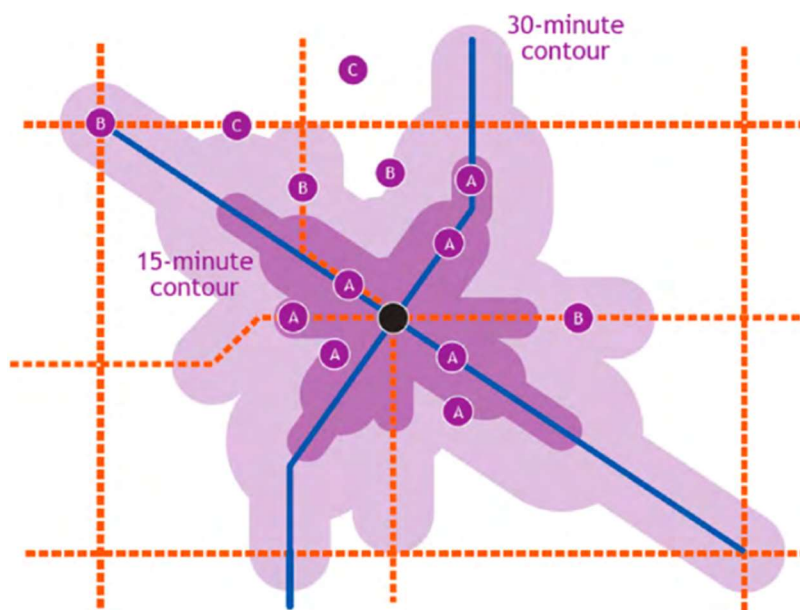
C terdapat satu jalur yaitu garis merah putus-putus yaitu perjalanan dengan berjalan kaki. Gambar ini terdiri dari empat peta yang sama tetapi keterangan ukuran *impediment*-nya berbeda, dijelaskan sebagai berikut:

1. Peta (a) mengukur jarak perjalanan dari titik asal ke tujuan A, B, dan C. Destinasi A ditempuh dengan menggunakan mobil melewati jalan tol berjarak 8 kilometer, sedangkan mobil yang melewati area residensial dan bus sama-sama berjarak 5 km. Lalu bisa juga ditempuh menggunakan kereta dengan jarak 6 km. Destinasi B bisa ditempuh dengan bersepeda dan menggunakan mobil yang melewati residensial area memiliki jarak 6 km. Destinasi C ditempuh dengan berjalan kaki hanya berjarak 500 m. Ini memberikan gambaran sederhana tentang seberapa jauh destinasi dari titik awal tanpa memperhitungkan waktu atau biaya.
2. Peta (b) mengilustrasikan waktu tempuh perjalanan dalam kondisi lalu lintas lancar. Waktu tempuh ke tujuan A, memerlukan 10 menit dengan mobil melalui tol, 20 menit dengan bus, 15 menit dengan mobil yang melalui jalan arteri, dan 10 menit dengan kereta. Waktu tempuh ke tujuan B memerlukan 6 menit dengan menggunakan mobil melalui residensial area dan 8 menit bersepeda. Sedangkan waktu tempuh tujuan C yaitu 6 menit berjalan kaki. Kondisi ini menunjukkan kinerja optimal berbagai moda transportasi ketika tidak ada hambatan lalu lintas.
3. Peta (c) menggambarkan waktu tempuh perjalanan dalam kondisi lalu lintas macet, yang memperpanjang waktu perjalanan, terutama untuk moda seperti mobil dan bus. Waktu tempuh ke tujuan A meningkat menjadi 20 menit untuk mobil di tol, 30 menit untuk bus, dan 25 menit untuk mobil di jalan arteri. Lalu waktu tempuh ke tujuan B yang menggunakan mobil melalui jalan residensial juga bertambah menjadi 12 menit. Ini menekankan dampak signifikan kemacetan terhadap perjalanan.
4. Peta (d) mengukur biaya perjalanan ke tujuan A, B, dan C berdasarkan moda transportasi yang digunakan. Biaya mencakup elemen seperti bahan bakar, tol, parkir untuk mobil, serta tarif tiket untuk kereta dan bus. Ini memberikan gambaran mengenai total biaya yang perlu dikeluarkan pengguna untuk berbagai moda transportasi. Biaya perjalanan untuk destinasi A menggunakan mobil yang melalui tol terdiri dari biaya bahan bakar 1 dollar, biaya tol 2 dollar, dan parkir 1.5 dollar sehingga total biaya sebesar 4.5 dollar. Jika menggunakan mobil yang melalui jalan arteri hanya membayar 2.2 dollar dengan rincian biaya bahan bakar sebesar 0.7 dollar dan parkir sebesar 1.5 dollar. Untuk moda transportasi umum yaitu kereta dan bus, bisa dihitung dari biaya tiket sekali pakai 2.5 dollar atau biaya tiket *multirider* sebesar 1.87 dollar. Biaya perjalanan ke tujuan B yaitu 0.5 dollar jika menggunakan mobil

yang melalui residensial area. Sedangkan perjalanan dengan bersepeda maupun berjalan kaki tidak mengeluarkan biaya.

4.5.2 Contour Measures

Metode contour measure, berfokus pada pemetaan batas waktu perjalanan maksimum untuk mengidentifikasi area tangkapan bagi berbagai aktivitas, seperti pekerjaan dan layanan publik (Geurs dan van Eck, 2001; Bhat et al. 2000). Meskipun metode ini mempertimbangkan pola penggunaan lahan dan keterbatasan infrastruktur, kelemahannya terletak pada ketidakmampuannya membedakan peluang dalam area yang sama dan sifat arbitrer dari batas waktu yang ditentukan. Bertolini et al. (2005) menyarankan penggunaan batas waktu 30 menit untuk perjalanan kerja, didukung oleh data yang menunjukkan sebagian besar komuter menghabiskan waktu kurang dari itu. Mereka juga mengusulkan perluasan isokron melalui peningkatan infrastruktur dan kecepatan transportasi. Namun, mereka mengakui adanya hambatan dalam pengembangan infrastruktur dan pentingnya mempertimbangkan akses multimoda, termasuk transportasi pendek seperti berjalan kaki dan bersepeda, untuk analisis yang lebih menyeluruh.



Gambar 4.5. Opportunity (ditandai dengan titik ungu) diklasifikasikan berdasarkan zona waktu perjalanan (Zona A: hingga 15 menit, Zona B: 15 hingga 30 menit, dan Zona C: lebih dari 30 menit) dari titik referensi (dot hitam)

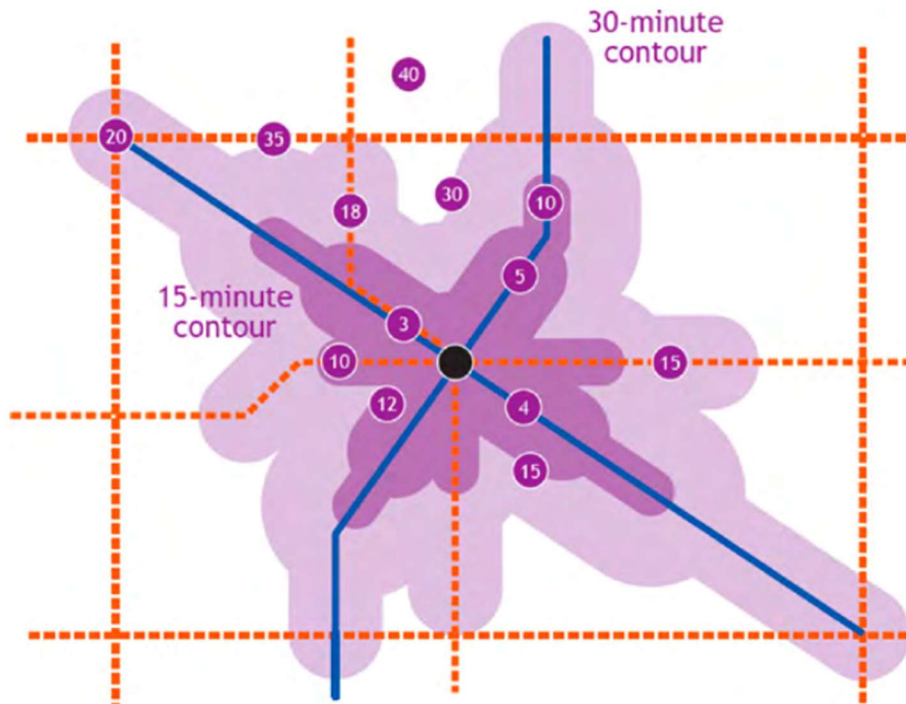
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Gambar 4.5 merupakan peta yang menggambarkan zona waktu perjalanan dari sebuah titik pusat yang ditandai dengan titik hitam di tengah. Terdapat dua warna kontur yaitu ungu tua menunjukkan area yang dapat dijangkau dalam

waktu 15 menit dari titik pusat dan warna ungu muda menggambarkan area yang membutuhkan waktu perjalanan hingga 30 menit. Di dalam area berwarna ungu tua yang berada di dalam kontur 15 menit terdapat beberapa titik yang diberi label A, mewakili lokasi-lokasi yang paling mudah dijangkau dalam waktu singkat. Di area berwarna ungu tua, terdapat titik-titik berlabel B, mewakili lokasi-lokasi yang membutuhkan sedikit lebih banyak waktu perjalanan. Sementara itu, satu titik dengan label C berada di luar area kontur 30 menit, menunjukkan lokasi yang memerlukan waktu perjalanan lebih dari 30 menit. Jalur-jalur yang menghubungkan titik pusat dengan lokasi-lokasi ini digambarkan menggunakan garis-garis berwarna biru dan garis oranye putus-putus, yang mewakili berbagai rute perjalanan.

4.5.3 Gravity Measures

Model gravitasi bertujuan untuk mengatasi kekurangan dari batas kontur yang kaku atau arbitrer dengan memperlakukan peluang secara berbeda sepanjang kontinum waktu dan jarak (Geurs dan van Eck, 2001; Bhat et al. 2000). Ini dilakukan dengan mengidentifikasi waktu perjalanan aktual untuk setiap peluang (seperti pada Gambar berikut, di mana destinasi diidentifikasi oleh waktu perjalanan aktual, bukan kategori seperti A, B, C), memungkinkan perbandingan antara peluang berdasarkan waktu perjalanan yang sebenarnya. Model ini menggunakan fungsi peluruhan jarak sebagai proksi untuk ketidaknyamanan yang dialami pengguna transportasi seiring dengan bertambahnya waktu perjalanan, biaya, atau usaha. Namun, model ini tetap memperlakukan semua pengguna transportasi di area studi secara sama dan mengabaikan variasi preferensi individu terkait keinginan terhadap aktivitas tertentu.



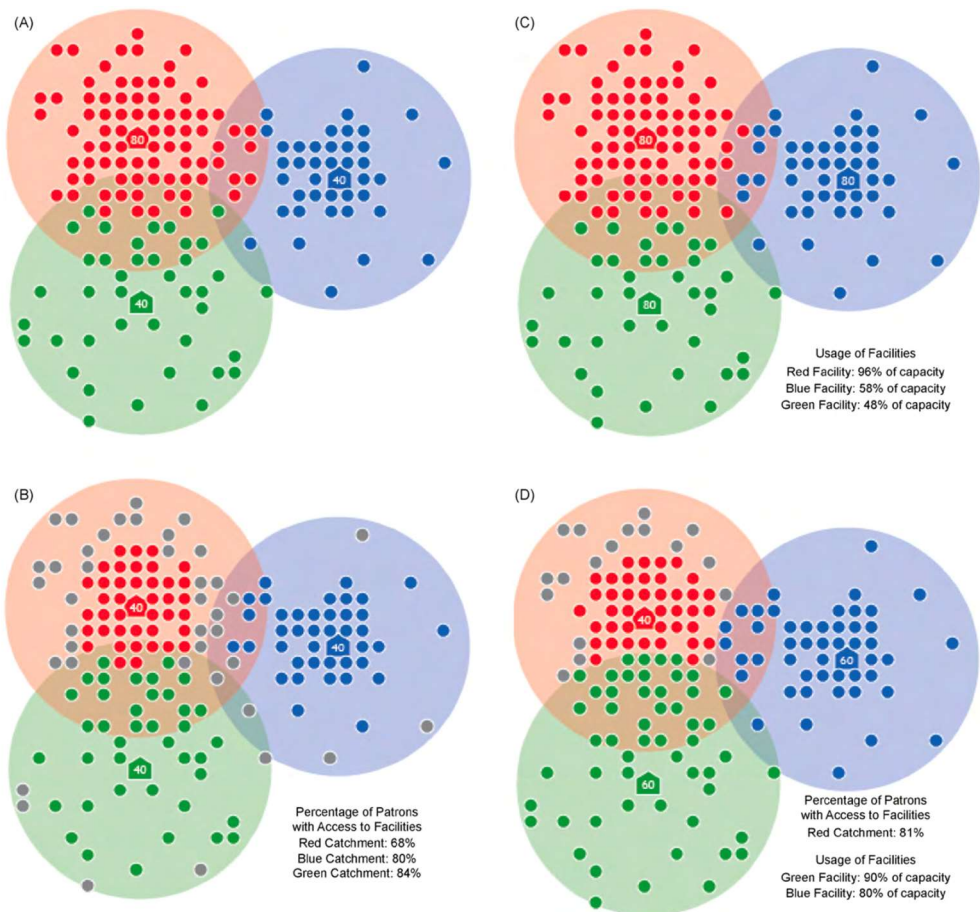
40 Opportunity at 40 minutes travel time

Gambar 4.6. Opportunity (ditandai dengan titik ungu) merepresentasikan waktu perjalanan sebenarnya pada satuan menit dari titik referensi (dot hitam)
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Gambar 4.6 tidak jauh berbeda dengan Gambar 4.5. Gambar ini merupakan peta yang menjelaskan zona waktu perjalanan dari sebuah titik pusat yang ditandai dengan titik hitam di tengah. Terdapat dua warna kontur yaitu ungu tua menunjukkan area yang dapat dijangkau dalam waktu 15 menit dari titik pusat dan warna ungu muda menggambarkan area yang membutuhkan waktu perjalanan hingga 30 menit. Di dalam area berwarna ungu tua yang berada di dalam kontur 15 menit terdapat beberapa titik yang diberi label berbeda-beda, sesuai dengan waktu tempuh perjalanan di titik tersebut terhadap titik pusat. Ada yang berlabel 3, 4, 5, 10, 12, dan 15 yang berarti waktu perjalanan sebenarnya dalam satuan menit. Sama halnya dengan titik-titik yang berada di area berwarna ungu tua, terdapat titik berlabel 20 dan 30 yang menunjukkan waktu perjalanann sebenarnya. Selain itu ada titik berlabel 40 yang berada di luar area kontur 30 menit. Jalur-jalur yang menghubungkan titik pusat dengan lokasi-lokasi ini digambarkan menggunakan garis-garis berwarna biru sebagai jalur kereta dan garis oranye putus-putus untuk rute bus.

4.5.4 Competition Measures

Joseph dan Bantock (1982) dalam Geurs dan van Eck (2001) memperhatikan adanya kompetisi pada sebuah aksesibilitas. Misalnya, kapasitas fasilitas medis membatasi jumlah pasien, dan banyak orang mungkin bersaing untuk pekerjaan di tempat yang sama. Di sisi lain, pemberi kerja juga bisa bersaing mendapatkan pekerja yang sesuai, menciptakan kompetisi dua arah. Van Wee et al. (2001) menyarankan untuk menambahkan dimensi tambahan dalam pengukuran aksesibilitas, yaitu memperhitungkan kapasitas zona tujuan dan zona sekitarnya. Ketika model ini diuji di Belanda, hasilnya menunjukkan bahwa nilai aksesibilitas bisa berubah hingga 10% dengan memperhitungkan efek kompetisi. Namun, tantangan dari model ini adalah bagaimana mengartikan perubahan tersebut, karena kompleksitas geografisnya membuat model ini sulit dipahami, dan faktor-faktor lain seperti siklus ekonomi dan pasar tenaga kerja yang bervariasi juga mempengaruhi hasilnya.



Gambar 4.7. Pengukuran Kompetisi seknario A-D
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Gambar 4.7 menunjukkan empat diagram yang menggambarkan skenario kompetisi fasilitas dengan empat skenario A, B, C, dan D. Setiap diagram terdiri dari tiga lingkaran yang saling tumpang tindih, mewakili area cakupan tiga fasilitas yaitu merah, biru, dan hijau. Di dalam lingkaran-lingkaran tersebut terdapat titik-titik yang melambangkan pengguna fasilitas, dengan beberapa titik berada di area tumpang tindih, menunjukkan pengguna yang memiliki akses ke lebih dari satu fasilitas.

- a. **Skenario A: ‘Kasus Dasar’** di mana ukuran fasilitas dan jumlah pengguna seimbang. Diagram di bawahnya menunjukkan kapasitas fasilitas (misalnya kantor) dengan area tangkapan yang dapat diakses (lingkaran pudar) yang proporsional dengan distribusi geografis pengguna (titik-titik kecil).
- b. **Skenario B: ‘Fasilitas Terbatas’**. Diagram di bawahnya menunjukkan distribusi pengguna untuk setiap fasilitas di mana terdapat batasan kapasitas – misalnya, hanya 68% dari mereka yang tinggal di area tangkapan merah yang dilayani oleh salah satu dari tiga area tangkapan, sementara 32% lainnya tidak mendapat layanan sama sekali.
- c. **Skenario C: ‘Fasilitas Tidak Terbatas’**. Diagram ini menunjukkan distribusi di mana fasilitas dengan kapasitas yang luas bersaing untuk sejumlah kecil pengguna. Misalnya, area tangkapan biru dan hijau beroperasi di bawah kapasitas penuh karena area tangkapan merah memanfaatkan keterbatasan permintaan. Dalam diagram ini diasumsikan bahwa aksesibilitas fasilitas menurun secara bertahap dari pusat ke tepi setiap area tangkapan (model gravitasi).
- d. **Skenario D: ‘Fasilitas Terbatas dan Tidak Terbatas’**. Diagram ini menunjukkan situasi di mana terdapat ketidaksesuaian spasial – satu fasilitas terbatas (area tangkapan merah) dan dua lainnya tidak terbatas (mereka memiliki kapasitas cadangan).

4.5.5 Time-Space Measures

Pengukuran time-space, seperti dibahas oleh Bhat et al. (2000) dan Geurs dan van Eck (2001), serta dikembangkan lebih lanjut oleh Geurs dan van Wee (2004), berfokus pada anggaran waktu atau jalur ruang-waktu pengguna transportasi. Bhat et al. (2000) mengidentifikasi tiga jenis batasan waktu: batasan kemampuan (jumlah aktivitas yang bisa dilakukan dalam waktu tertentu), batasan penghubung (kebutuhan untuk berada di tempat tertentu pada waktu tertentu), dan batasan otoritas (waktu operasional aktivitas atau infrastruktur transportasi). Metode ini sangat cocok untuk mengevaluasi efek rangkaian perjalanan dan klaster spasial aktivitas. Namun, informasi yang dibutuhkan seringkali tidak tersedia dari survei perjalanan standar dan harus dikumpulkan khusus, yang membatasi cakupan data untuk area yang lebih luas.

Diagram illustrating the concept of a time prism in a network. A central node (black dot) is connected to several other nodes (red and blue dots) by edges (blue lines). The edges are labeled with travel times (blue numbers). The nodes are labeled with their respective time values (red numbers). The diagram shows three nested time prisms: a 30-minute time prism (green shaded area), a 60-minute time prism (light green shaded area), and a 90-minute time prism (very light green shaded area). The 30-minute time prism is the innermost, followed by the 60-minute, and then the 90-minute. The 90-minute time prism is the largest and covers the entire network shown. The diagram also includes a 'Bus route' (green line) and a 'Rail line' (blue line). The 'Travel time' is indicated by an arrow pointing to the blue numbers on the edges.

Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Pengantar Sistem Transportasi Perkotaan

dan garis biru untuk jalur rel. Pada setiap segmen jalur terdapat informasi waktu perjalanan dalam menit. Jalur-jalur ini memberikan informasi durasi perjalanan yang menghubungkan titik awal ke lokasi lain hingga ke tujuan akhir.

4.5.6 Utility Measures

Pengukuran utility yang diidentifikasi oleh Bhat et al. (2000) dan Geurs dan van Eck (2001) bertujuan untuk mengukur manfaat yang didapatkan pengguna dari aksesibilitas terhadap peluang. Ini bisa dalam bentuk ekonomi (utility moneterisasi) atau sebagai indikator untuk keadilan sosial, seperti yang dibahas oleh Lucas (2006). Pendekatan ini juga dapat digunakan untuk mengukur perilaku, melihat seberapa besar nilai yang diberikan individu terhadap aksesibilitas aktivitas tertentu. Namun, ada beberapa kelemahan, seperti kurangnya bukti empiris yang menghubungkan penyediaan infrastruktur dengan aktivitas ekonomi, serta bias dalam menentukan pilihan aktivitas yang dimasukkan dalam model. Selain itu, pengaruh pendapatan terhadap aksesibilitas juga menjadi masalah, karena jika efek pendapatan dimasukkan, bisa terjadi ketidakadilan, di mana aktivitas yang dilakukan oleh orang berpendapatan lebih tinggi dianggap lebih bernilai.

Hine dan Grieco (2003) juga mengangkat konsep aksesibilitas langsung dan tidak langsung. Aksesibilitas langsung mengacu pada kemampuan individu untuk merencanakan dan melakukan perjalanan, sedangkan aksesibilitas tidak langsung terkait dengan kemampuan mengandalkan jaringan sosial untuk mendapatkan akses ke barang dan fasilitas. Jaringan sosial, atau modal sosial, dapat membantu mengurangi keterbatasan akses fisik, terutama bagi kelompok yang kurang beruntung. Selain itu, manfaat opsi dan non-pengguna juga penting, di mana seseorang bisa memberikan nilai pada ketersediaan moda transportasi tertentu meskipun tidak selalu digunakan, atau mendukung aksesibilitas bagi kelompok khusus, seperti penyandang disabilitas, meskipun mereka sendiri tidak tergolong dalam kelompok tersebut. Ini dapat menjadi alasan penting bagi orang untuk bersedia membayar subsidi transportasi publik melalui dana publik.

4.5.7 Network Measures

Porta, Crucitti, dan Latora (2006a, 2006b) membedakan dua pendekatan dalam analisis jaringan pergerakan: primal dan dual. Dalam pendekatan primal, segmen jalan dianggap sebagai tepi dan persimpangan sebagai node, sedangkan dalam pendekatan dual, persimpangan dianggap sebagai tepi dan segmen jalan sebagai node. Pendekatan primal lebih cocok untuk menganalisis jarak fisik dan menunjukkan hasil yang lebih realistis dibandingkan dengan pendekatan dual yang lebih abstrak dan topologis.

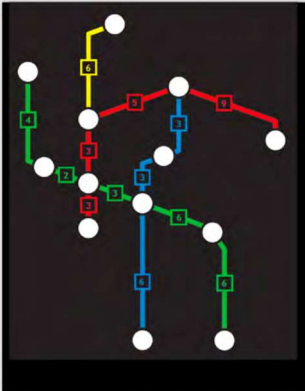
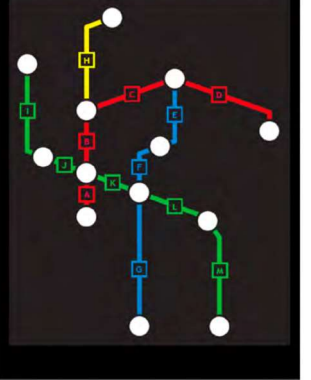
Porta et al. (2006a, 2006b) menguji indeks ini di beberapa kota dan menunjukkan bahwa pendekatan primal memberikan hasil analitis yang lebih komprehensif. Mereka juga mengembangkan konsep *Multiple Centrality Assessment*, yang menggunakan indeks sentralitas seperti *degree centrality*, *closeness centrality*, *betweenness centrality*, dan *information centrality* untuk menangkap kompleksitas jaringan. Pada jaringan transportasi umum, segmen jalan diukur berdasarkan waktu perjalanan dan frekuensi layanan daripada jarak fisik karena lebih relevan bagi pengguna transportasi umum.

Rekomendasi mereka adalah menggunakan pendekatan primal dengan jarak metrik dan menerapkan semua indeks sentralitas secara bersamaan untuk analisis yang lebih mendalam. Teknik ini memungkinkan penilaian kebijakan dari berbagai perspektif dan telah menjadi standar dalam sistem informasi geografis (GIS).

	Network Property Measure	Example (Metro Network of Lyon)
Two different ways of UNDERSTANDING networks	<p>1) Degree of nodes (primal graph)</p> <p>This indicator measures the number of route segments converging in each intersection.</p> $K(i) = \sum j$ <p>where:</p> $j \in N(i) \text{ and } i \neq j$ <p>$N(i)$ = intersections linked to intersection i by one route segment (nearest neighbours)</p> <p>Example: The node at the far right end of the red route has only one route segment accessing it – so is labelled '1'. The more routes converging in the node, the higher the accessibility.</p>	<p>METRO LYON Primal Graph with node degrees (Intersections = nodes, route segments = edges)</p>
	<p>2) Degree of nodes (dual graph)</p> <p>This indicator measures the number of other route segments that share an intersection with the route segment in question.</p> $K(l) = \sum m$ <p>where:</p> $m \in G(l) \text{ and } l \neq m$ <p>$G(l)$ = route segments linked to route segment l by a common intersection</p> <p>Example: From the yellow route segment you can reach 2 other route segments by passing through just one intersection. This measures the degree of connection and thus suggests a degree of accessibility.</p>	<p>METRO LYON Dual Graph with node degrees (Route segments = nodes, intersections = edges)</p>

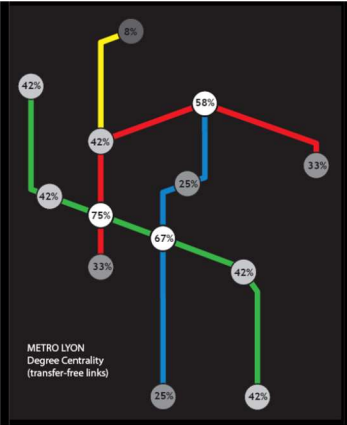
Gambar 4.9. Dua cara berbeda memahami jaringan

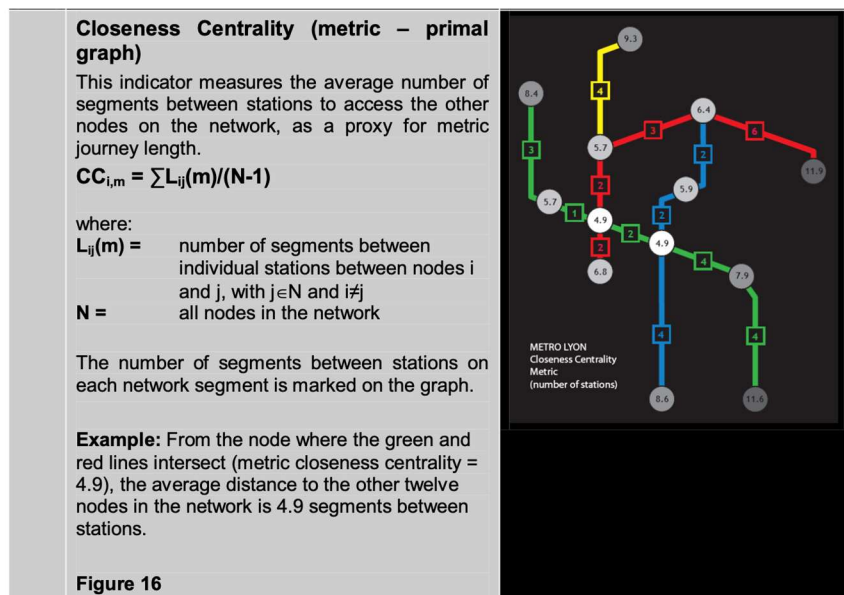
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Two key NETWORK PROPERTIES	<p>Characteristic Path Length - 1) metric – number of stations</p> <p>This indicator measures the average metric journey length between any two nodes on the network by travel time in minutes.</p> <p>$L_m(G) = 11.5$ minutes</p> <p>Example: The figures in squares indicate the travel time in minutes for each route segment between network nodes.</p> <p>The idea is to measure the length of a given journey in terms of travel time – for example, it takes 12 minutes to travel the entire length of the blue line.</p>	
	<p>Characteristic Path Length - 2) topological – number of route segments</p> <p>This indicator measures the average metric journey length between any two nodes on the network by number of route segments (A-M).</p> <p>$L_t(G) = 2.7$ segments</p>	

Gambar 4.10. Dua kunci sifat utama jaringan jalan

Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

TWO WAYS OF MEASURING CENTRALITY	<p>Degree Centrality (transfer-free links)</p> <p>This indicator measures the proportion of other nodes within the network that are accessible by way of a <i>transfer-free journey</i>.</p> <p>$CD_{i,tf} = \sum a_{ij} / (N-1)$</p> <p>where:</p> <p>$a_{ij}$ = transfer-free link between nodes i and j, with $j \in N$ and $i \neq j$</p> <p>N = all nodes in the network</p> <p>Example: The degree centrality for the node where the green and red lines intersect (75%) is showing that from here you can get to all the nodes of the green line and all those on the red line without changing – ie. 9 nodes out of 12 (or 75%). So this shows a different view of accessibility more useful for public transport.</p>	
	<p>Figure 15</p>	



Gambar 4.11. Dua cara pengukuran centralitas jaringan
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

1) Closeness Centrality (topological – primal graph)

This indicator measures the average number of network segments to access the other nodes on the network, regardless of their metric length in number of stations.

$$CC_{i,t} = \sum L_{ij}(t) / (N-1)$$

where:

$L_{ij}(t)$ = number of network segments between nodes i and j , with $j \in N$ and $i \neq j$

N = all nodes in the network

Example: From the node where the green and red lines intersect (topological closeness centrality = 4.9), the average distance to the other twelve nodes in the network is 1.8 network segments.

Figure 17

2) Betweenness Centrality (shortest metric distance)

This indicator measures the proportion of journeys between any two network nodes that pass through the node in question, assuming that users determine their choice of route by the shortest metric distance (number of stations).

$$CB_k = \sum P_{ij}(k) / (N(N-1))$$

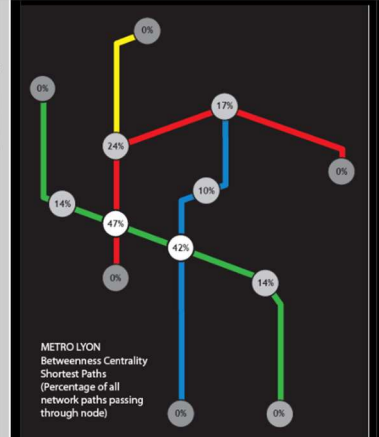
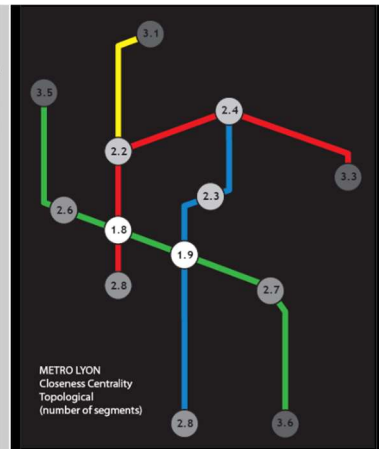
where:

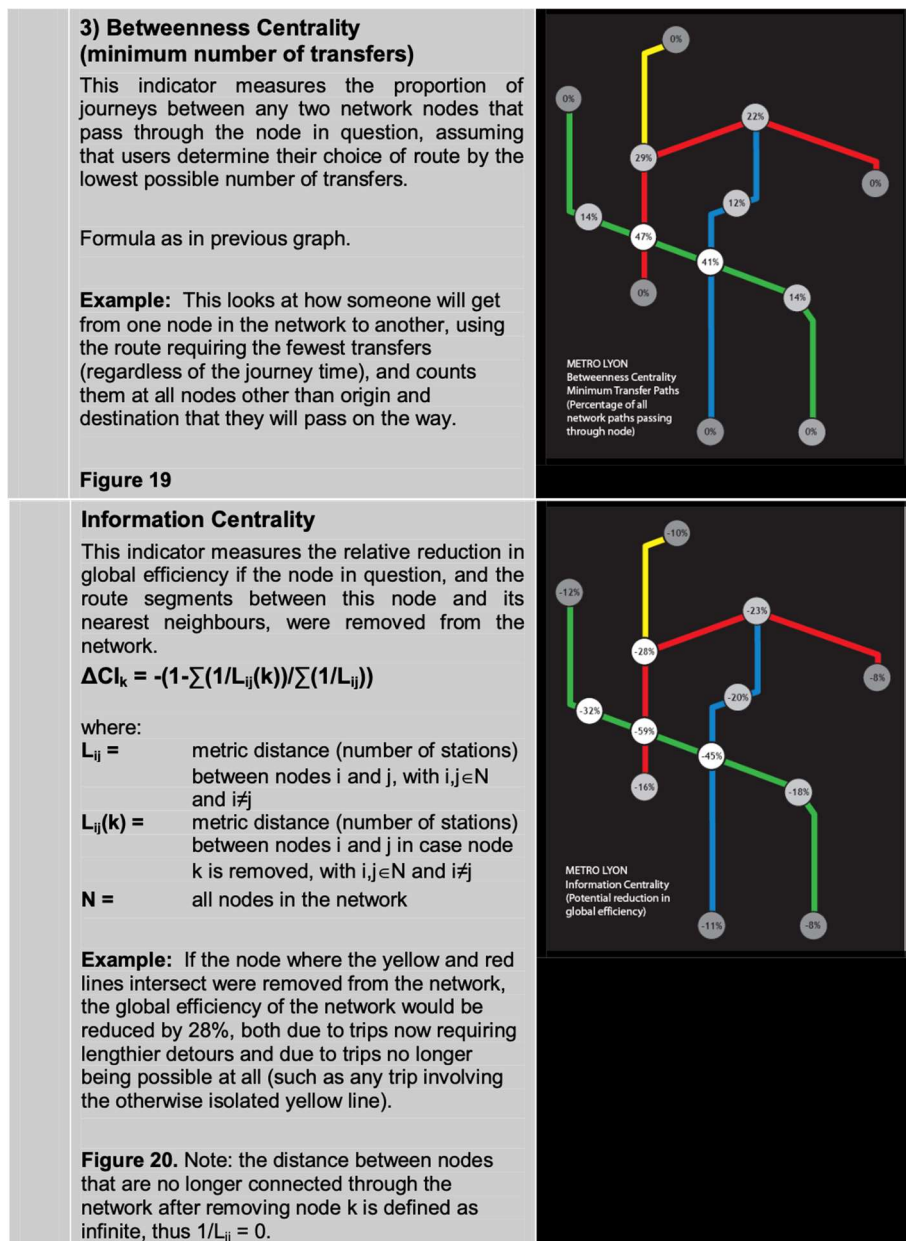
$P_{ij}(k)$ = paths between nodes i and j that pass through node k , for all $i, j \in N$, $i \neq j$, $i \neq k$ and $j \neq k$

N = all nodes in the network

Example: This looks at how someone will get from one node in the network to another, using the fastest route (regardless of the number of transfers required), and counts them at all nodes other than origin and destination that they will pass on the way.

Figure 18





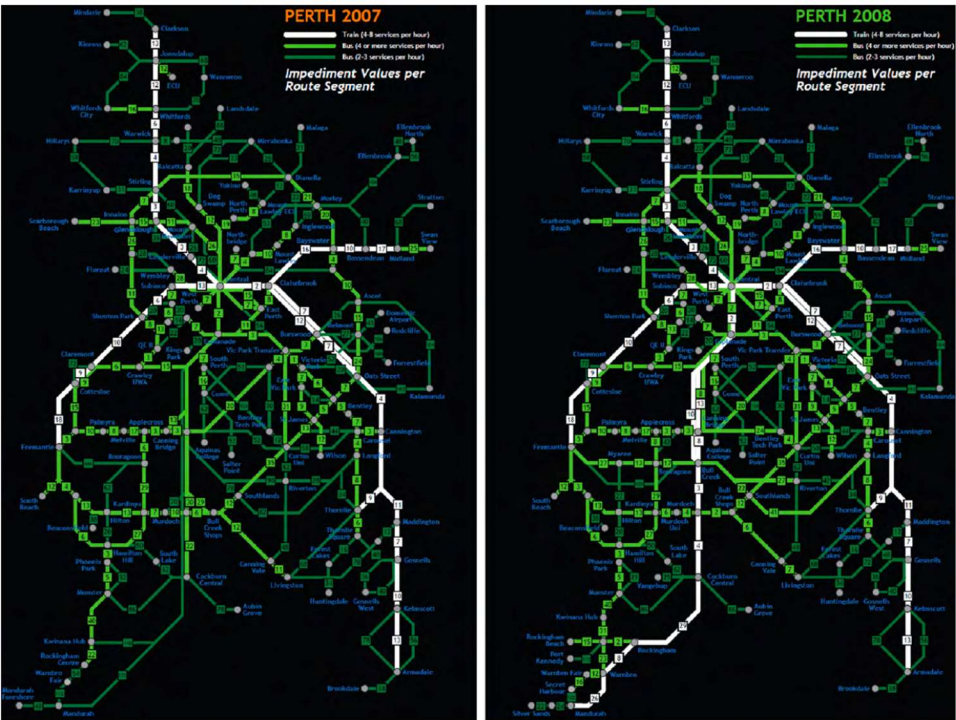
Gambar 4.12. Empat tahap pengukuran centralitas jaringan
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

4.6 Studi Kasus: Pengembangan Transportasi Perkotaan Berbasis Aksesibilitas

4.6.1 Studi Kasus 1 - *Perth*: Perubahan Aksesibilitas Setelah Diperkenalkannya Jalur Kereta Api Komuter Baru

Pada akhir 2007, jalur kereta pinggir kota sepanjang 72 km di Perth selesai dibangun, dalam hal ini digunakan tools SNAMUTS (The Spatial Network Analysis for Multimodal Urban Transport Systems) dalam

menganalisis perubahan kinerja jaringan transportasi sebelum dan sesudah peningkatan infrastruktur. Jalur ini merupakan investasi transportasi terbesar oleh Pemerintah Australia Barat, dengan biaya lebih dari AUD\$1,6 miliar. Rute kereta ini melayani koridor pertumbuhan kota di sepanjang pantai selatan Perth, dirancang untuk kecepatan rata-rata 90 km/jam agar dapat bersaing dengan perjalanan mobil di jalan tol yang paralel. Meskipun beberapa pusat aktivitas tidak dilalui langsung oleh jalur ini, integrasi bus yang dirancang secara khusus memungkinkan konektivitas yang baik. Hasil analisis menunjukkan peningkatan aksesibilitas transportasi umum di seluruh wilayah metropolitan, bukan hanya di sepanjang jalur kereta baru, tetapi juga di berbagai lokasi lain, yang membuka peluang untuk intensifikasi penggunaan lahan di area dengan aksesibilitas yang meningkat.



Gambar 4.13. Jaringan dasar SNAMUTS dengan nilai hambatan per segmen rute, sebelum (2007) dan sesudah jalur kereta api baru (2008).
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Tabel 4.2. Ringkasan indikator SNAMUTS

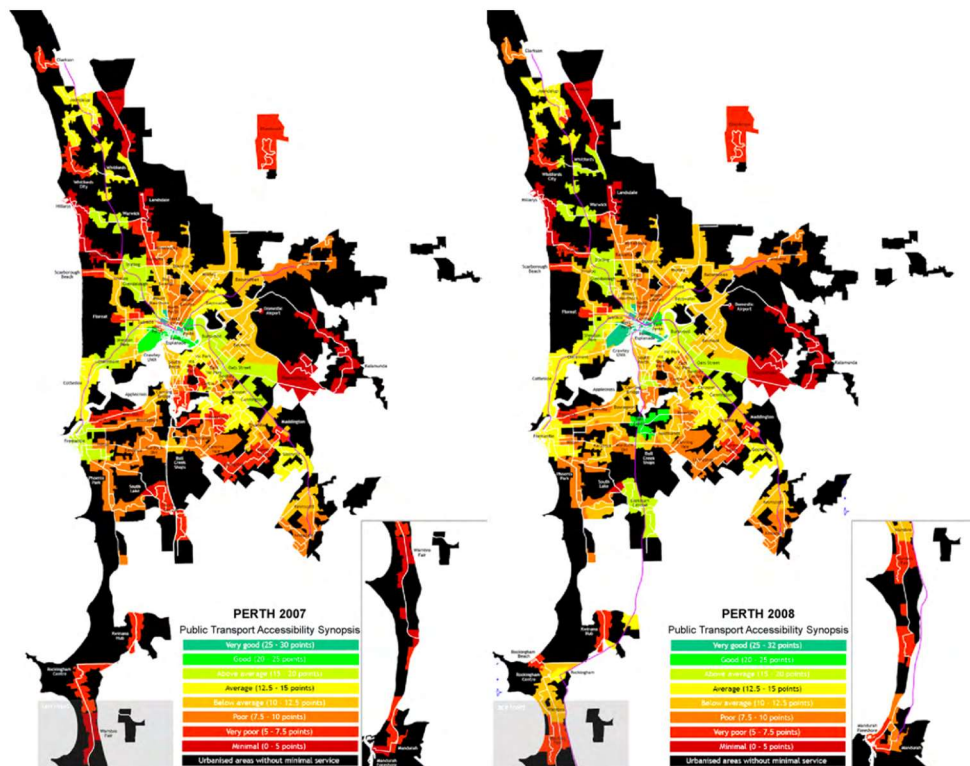
Indikator	Perth 2007 (sebelum rel Mandurah)	Perth 2008 (setelah rel Mandurah)
Aktivitas di area metropolitan (penduduk dan pekerjaan, 2006)	1,88 juta	1,88 juta

Indikator	Perth 2007 (sebelum rel Mandurah)	Perth 2008 (setelah rel Mandurah)
Aktivitas dalam jangkauan jalan kaki dari transportasi umum layanan minimum (30 menit antar-puncak di hari kerja, layanan 7 hari)	1,11 juta (59%)	1,15 juta (61%)
Intensitas layanan pada jaringan transportasi umum layanan minimum dalam jam pendapatan kendaraan per jam	263	280 (+6%)
- Kereta	21	30
- Bus	242	249
Jumlah node aktivitas	89	93
Sentralitas derajat (rata-rata minimum jumlah segmen perjalanan antar node)	1,17	1,07
Sentralitas kedekatan (rata-rata minimum hambatan kumulatif antar node)	85,0	65,2
Tangkap kontur (rata-rata jumlah penduduk dan pekerjaan dalam perjalanan 30 menit dari node aktivitas; persentase dari total penduduk dan pekerjaan metropolitan)	165.000 (8,7%)	186.000 (9,9%)
Perubahan efisiensi global dibanding jaringan 2007	-	+32%
Rasio waktu perjalanan rata-rata transportasi umum/jalan dalam kondisi macet	1,85	1,64
Skor Konektivitas Node (kumulatif untuk semua node aktivitas di jaringan)	1995	2413
Indeks Komposit SNAMUTS (rata-rata per node aktivitas)	10,0	11,0

Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Uji SNAMUTS menunjukkan bahwa setelah pembukaan jalur kereta, ada penurunan 8,5% dalam kebutuhan transfer antar moda, pengurangan 23% dalam hambatan perjalanan, dan peningkatan efisiensi jaringan sebesar 32%, sementara intensitas layanan hanya meningkat sebesar 6%. Selain itu, jumlah node aktivitas yang dapat diakses dalam waktu 30 menit meningkat dari 21 menjadi 26, dan kecepatan transportasi umum menjadi 11% lebih kompetitif dibandingkan perjalanan mobil. Representasi visual dari analisis ini menunjukkan bahwa beberapa area tangkapan berubah dari merah/oranye menjadi hijau, mengindikasikan peningkatan aksesibilitas yang signifikan. Hal ini menyoroti potensi pemanfaatan lahan yang lebih baik di sekitar stasiun-

stasiun, yang sebelumnya hanya digunakan untuk tempat parkir, tetapi kini dapat dikembangkan untuk aktivitas yang lebih produktif.



Gambar 4.14. Indeks Aksesibilitas Komposit SNAMUTS, sebelum (2007) dan sesudah jalur kereta api baru (2008)

Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Jalur kereta baru dan perubahan jaringan bus di Perth meningkatkan aksesibilitas di sejumlah node aktivitas, seperti yang terlihat pada perubahan area tangkapan dari merah/oranye menjadi hijau. Hal ini menyoroti pentingnya integrasi penggunaan lahan dan transportasi, serta memicu pemikiran ulang tentang pola penggunaan lahan di lokasi dengan aksesibilitas tinggi. Namun, beberapa area dengan layanan transportasi rendah, disebut “black holes,” juga menjadi perhatian. Hasil dari analisis SNAMUTS ini digunakan untuk menyusun strategi pertumbuhan masa depan, termasuk identifikasi pusat aktivitas dengan aksesibilitas tinggi dan rendah.

Tabel 4.3. Ekstrak dari peringkat pusat aktivitas yang ditampilkan berdasarkan aksesibilitas.

Pusat Aktivitas	Penduduk dalam Jangkauan Berjalan Kaki 2008	Pekerjaan dalam Jangkauan Berjalan Kaki 2008	Aktivitas dalam Jangkauan Berjalan Kaki 2008	Penduduk dalam Jangkauan 30 Menit 2008	Pekerjaan dalam Jangkauan 30 Menit 2008	Aksesibilitas Transportasi Umum Komposit	Peringkat	Komentar
Perth Central-Northbridge	9992	50987	60979	352512	245786	31.3	1	perlu lebih banyak perumahan
Perth Esplanade	4011	30589	34600	328179	233050	27.9	2	perlu lebih banyak perumahan
Bull Creek	14462	2019	16481	215569	182530	20.4	3	perlu lebih banyak pekerjaan
Claisebrook-East Perth	5305	6514	11819	215102	194974	20.0	4	perlu lebih banyak perumahan
Murdoch-Bull Creek Shops	5984	798	6782	203628	172704	20.0	5	Node Tidak Seimbang: Intensifkan Penggunaan Lahan
Glendalough	2921	15003	17924	196558	181418	19.9	6	perlu lebih banyak perumahan
Stirling	11713	2826	14539	171472	180625	19.8	7	Node Tidak Seimbang: Intensifkan Penggunaan Lahan
Leederville	2463	3004	5467	212182	183420	19.2	8	Node Tidak Seimbang: Intensifkan Penggunaan Lahan
Oats Street	5825	12430	18255	176996	177829	18.7	9	perlu lebih banyak perumahan
Canning Bridge	8353	1653	10006	227962	190196	17.8	10	Node Tidak Seimbang: Intensifkan Penggunaan Lahan
Cottesloe-Mosman Park	12497	1205	13702	142927	157303	17.2	12	perlu lebih banyak pekerjaan
Gosnells	6687	1219	7906	161131	164651	16.6	14	Node Tidak Seimbang: Intensifkan Penggunaan Lahan
Rockingham-Rockingham Centre	8599	568	9167	85145	120916	15.4	15	perlu lebih banyak pekerjaan
Subiaco	11355	4073	15428	145324	178886	15.1	16	Tempat Tidak Seimbang: Perbaiki Aksesibilitas
Thornlie	16828	1803	18631	131001	164672	14.5	18	Node Tidak Seimbang: Intensifkan Penggunaan Lahan

Pusat Aktivitas	Penduduk dalam Jangkauan Berjalan Kaki 2008	Pekerjaan dalam Jangkauan Berjalan Kaki 2008	Aktivitas dalam Jangkauan Berjalan Kaki 2008	Penduduk dalam Jangkauan 30 Menit 2008	Pekerjaan dalam Jangkauan 30 Menit 2008	Aksesibilitas Transportasi Umum Komposit	Peringkat	Komentar
Balcatta	16828	1803	18631	131001	164672	14.5	18	Tempat Tidak Seimbang: Perbaiki Aksesibilitas
Melville	14505	13190	27695	147934	129693	14.3	19	Tempat Tidak Seimbang: Perbaiki Aksesibilitas

Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

4.6.2 Studi Kasus 2 - Perth: Perencanaan Tata Ruang Metropolitan Untuk Mewujudkan Integrasi Penggunaan Lahan–Transportasi

Perencanaan strategis jangka panjang Perth berfokus pada integrasi penggunaan lahan dan transportasi. Dalam studi ini, penelitian dilakukan melalui pendekatan riset aksi dengan dua lokakarya partisipasi pemangku kepentingan. Dengan menggunakan alat SNAMUTS, berbagai skenario masa depan terkait infrastruktur transportasi umum dan prioritas penggunaan lahan dapat dipertimbangkan. Strategi metropolitan Network City bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan perkotaan, memperkuat identitas lokal, serta mendorong penggunaan transportasi umum. Namun, strategi ini memerlukan identifikasi peran pusat aktivitas dalam hierarki regional dan penilaian aksesibilitas multimodal yang lebih mendetail. SNAMUTS membantu dengan menyediakan alat keputusan interaktif untuk mengevaluasi skenario pusat aktivitas berdasarkan aksesibilitas transportasi dan tempat.

Data dan asumsi, serta desain skenario, dikembangkan melalui proses diskusi yang dimulai dengan lokakarya bersama pejabat dari badan perencanaan negara, transportasi umum, dan jalan raya. Dua permainan pemetaan digunakan untuk mengumpulkan data dan pandangan terkait opsi pertumbuhan wilayah, seperti pertumbuhan pinggiran kota, intensifikasi kota tengah, dan konsep koridor aktivitas. Lima skenario masa depan kemudian dikembangkan untuk mengevaluasi prioritas peningkatan layanan dan infrastruktur transportasi umum di Perth, yaitu: Frequency Boost yang meningkatkan layanan tanpa perubahan besar infrastruktur, Light Rail Corridors yang mengakomodasi pertumbuhan penduduk dengan jaringan kereta ringan, Middle Ring Centres yang fokus pada node pertumbuhan di pinggiran tengah, Fringe Expansion yang melayani pertumbuhan di daerah pinggiran luar, dan Composite Wishbone yang menggabungkan elemen terbaik dari ketiga skenario sebelumnya untuk memastikan pertumbuhan perkotaan berorientasi pada transportasi umum. Skenario terakhir ini dirancang melalui proses deliberatif untuk menciptakan pendekatan yang mengoptimalkan kinerja jaringan transportasi.

Dalam permainan awal, skenario intensifikasi area pusat dimasukkan ke skenario Light Rail Corridors (LRC) karena dianggap kurang relevan dengan tren pertumbuhan Perth. Hasil SNAMUTS menunjukkan bahwa skenario Fringe Expansion (FEX), yang mengarahkan pertumbuhan ke area pinggiran, adalah yang terburuk. FEX membutuhkan investasi besar untuk jalur kereta baru dan layanan transportasi, tetapi hanya meningkatkan aksesibilitas sebesar 4%, sehingga gagal mendukung desentralisasi Perth dan memberikan hasil yang tidak efisien dibandingkan dengan skenario lain.

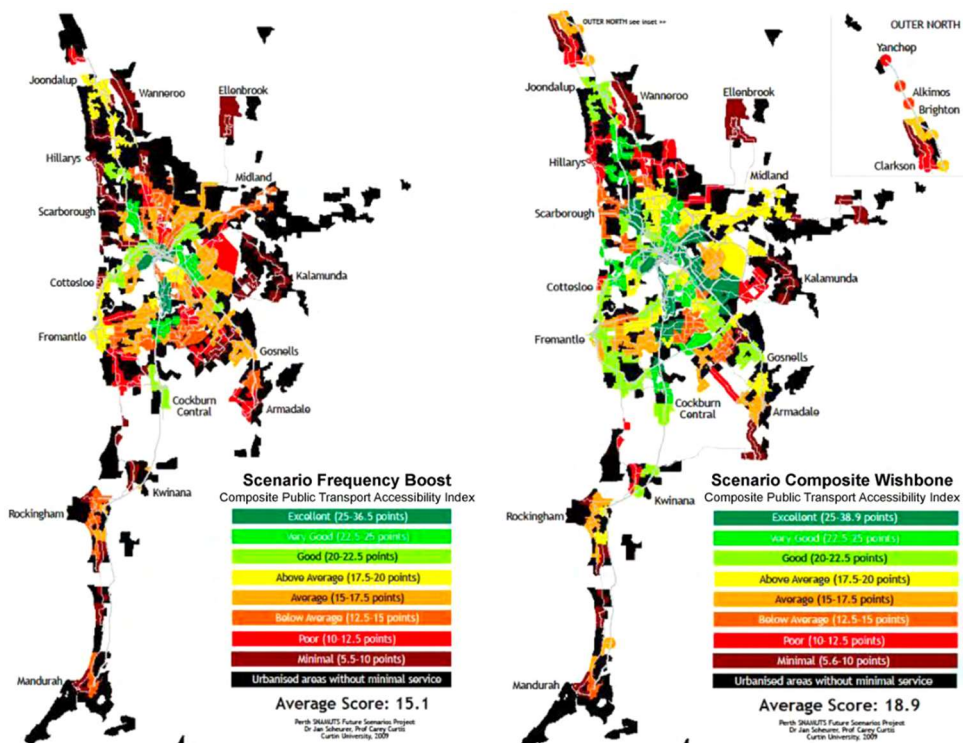
Tabel 4.4. Keluaran SNAMUTS untuk latihan skenario pengembangan

Indicator	Scenario Status Quo (STQ)	Scenario Frequency Boost (FRB)	Scenario Light Rail Corridors (LRC)	Scenario Middle Ring Centres (MRC)	Scenario Fringe Expansion (FEX)	Scenario Composite Wishbone (CWB)
Heavy rail route length and number of stations	177 km, 67 stations	177 km, 67 stations	177 km, 68 stations	209 km, 79 stations	287 km, 102 stations	237 km, 86 stations
Light rail route length	-	-	120 km	55 km	20 km	109 km
Service Intensity (veh h/h)	279 (30 rail, 248 bus)	355 (35 rail, 320 bus)	381 (35 Heavy rail, 99 light rail, 247 bus)	372 (39 Heavy rail, 32 light rail, 301 bus)	446 (61 Heavy rail, 1 light rail, 383 bus)	430 (52 Heavy rail, 85 light rail, 293 bus)
Coverage of residents/jobs >29 min service	62.7%	63.4%	75.3%	76.3%	66.6%	79.5%
Degree centrality (avg per node)	1.10	1.05	1.01	0.98	1.05	0.97
Closeness centrality (avg per node)	65.0	51.9	45.5	44.1	46.1	40.9
Efficiency change (weighted)	-	+28%	+120%	+130%	+67%	+173%
30-min catchment in residents/jobs (avg per node)	249,800	279,200	577,500	649,900	342,800	601,600
30-min catchment (in % of total res/jobs)	13.6%	15.3%	22.2%	24.8%	13.1%	23.1%
Betweenness Centrality (weighted by combined catchment size and cumulative impediment, activity nodes ranked 1–10)	1 Perth Central (46.8%) 2 Perth Esplanade (39.3%) 3 Murdoch (19.7%) 4 Bull Creek (19.3%) 5 Leederville (18.8%)	1 Perth Central (49.5%) 2 Perth Esp'ade (29.6%) 3 Canning Bridge (25.5%) 4 Claisebrook (22.3%) 5 Leederville (19.8%) 6	1 Perth Central (41.5%) 2 Canning Bridge (21.4%) 3 Perth Esplanade (17.2%) 4 Claisebrook (15.8%) 5 South Perth (14.3%) 6 Burswood (13.6%)	1 Perth Central (42.7%) 2 Perth Esplanade (22.5%) 3 Canning Bridge (20.1%) 4 Murdoch (18.1%) 5 Concert Hall (15.5%) 6 Bull	1 Perth Central (49.2%) 2 Perth Esplanade (28.9%) 3 Claisebrook (28.6%) 4 Canning Bridge (26.2%) 5 Murdoch (22.6%)	1 Perth Central (40.4%) 2 Canning Bridge (22.3%) 3 Perth Esplanade (20.5%) 4 Murdoch (17.6%) 5 South Perth (16.3%) 6

Indicator	Scenario Status Quo (STQ)	Scenario Frequency Boost (FRB)	Scenario Light Rail Corridors (LRC)	Scenario Middle Ring Centres (MRC)	Scenario Fringe Expansion (FEX)	Scenario Composite Wishbone (CWB)
	6 Claisebrook (18.5%) 7 Glendalough (17.6%) 8 Stirling (15.8%) 9 Oats Street (13.0%) 10 Warwick (11.1%)	Murdoch (18.0%) 7 Bull Creek (17.4%) 8 Burswood (17.3%) 9 Glendalough (17.0%) 10 Oats Street (14.5%)	7 Glendalough (13.0%) 8 Subiaco (12.1%) 9 Leederville (11.9%) 10 Bull Creek (11.1%)	Creek (15.4%) 7 South Perth (14.6%) 8 Northbridge (14.1%) 9 Leederville (13.8%) 10 Claisebrook (13.0%)	6 Leederville (20.1%) 7 Bull Creek (20.1%) 8 Glendalough (18.4%) 9 Bayswater (18.3%) 10 Stirling (15.8%)	Claisebrook (15.9%) 7 Glendalough (15.4%) 8 Bull Creek (15.3%) 9 Leederville (13.2%) 10 Concert Hall (12.6%)
Betweenness centrality (segments per mode – % trav. time)	Rail 43%, bus 57%	Rail 50%, bus 50%	Heavy rail 35%, light rail 42%, bus 23%	Heavy rail 44%, light rail 22%, bus 34%	Heavy rail 63%, light rail 1%, bus 37%	Heavy rail 50%, light rail 28%, bus 21%
Betweenness centrality at CBD cordon	54.7%	48.3%	41.3%	44.8%	50.8%	39.4%
Speed comparison pub trsp/congested road (av per node)	1.73	1.68	1.52	1.38	1.37	1.32
Connectivity Score in Activity Nodes (aggr. for network)	2380	3171	4743	6237	6317	7618
Connectivity Score in Activity Nodes (av. per node)	25.3	33.7	44.7	58.8	51.4	61.9
Composite Index Value (average per node)	13.5	15.1 (+1.6)	17.4 (+3.9)	18.5 (+5.0)	16.5 (+3.0)	18.9 (+5.4)

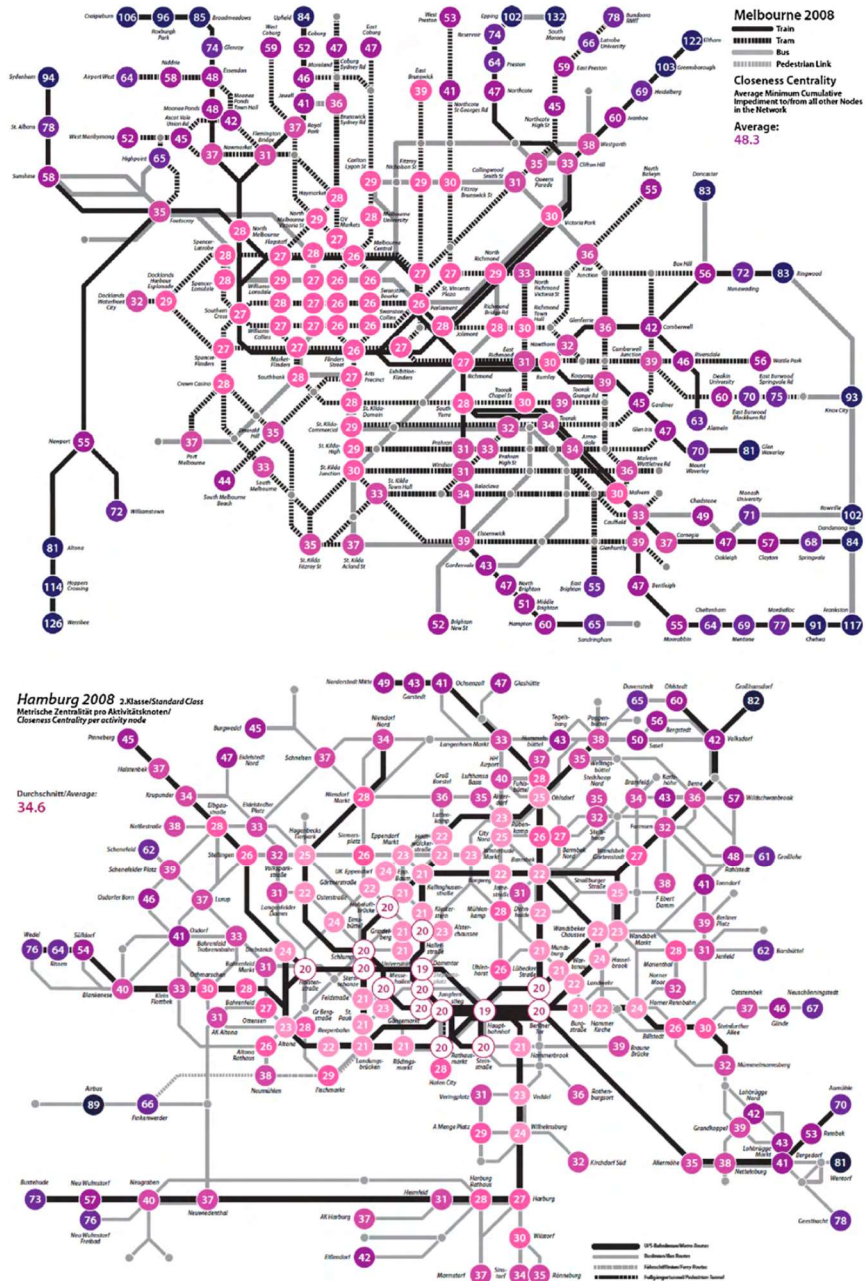
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

Skenario Composite Wishbone (CWB) dirancang untuk mengoptimalkan hasil pada semua indikator, meningkatkan cakupan transportasi umum sebesar 17% dibandingkan Status Quo (STQ), dengan kinerja unggul di hampir semua aspek. Skenario Light Rail Corridors (LRC) dan Middle Ring Centres (MRC) juga menunjukkan hasil baik, dengan potensi untuk mendukung strategi penggunaan lahan yang lebih kuat. Dalam jangka pendek, peningkatan frekuensi layanan (Frequency Boost) dapat meningkatkan efisiensi hingga 28% tanpa investasi besar, tetapi tidak memaksimalkan sinergi dengan penggunaan lahan. Skenario jangka menengah seperti LRC dan MRC membutuhkan investasi infrastruktur yang signifikan, namun menawarkan peluang pendanaan dari peningkatan nilai lahan. Studi ini menunjukkan kemampuan SNAMUTS dalam menganalisis dan mengomunikasikan dampak berbagai skenario transportasi dan penggunaan lahan, yang dikembangkan melalui diskusi dengan pemangku kepentingan untuk mengidentifikasi prioritas pengembangan perkotaan Perth dalam 25 tahun ke depan.

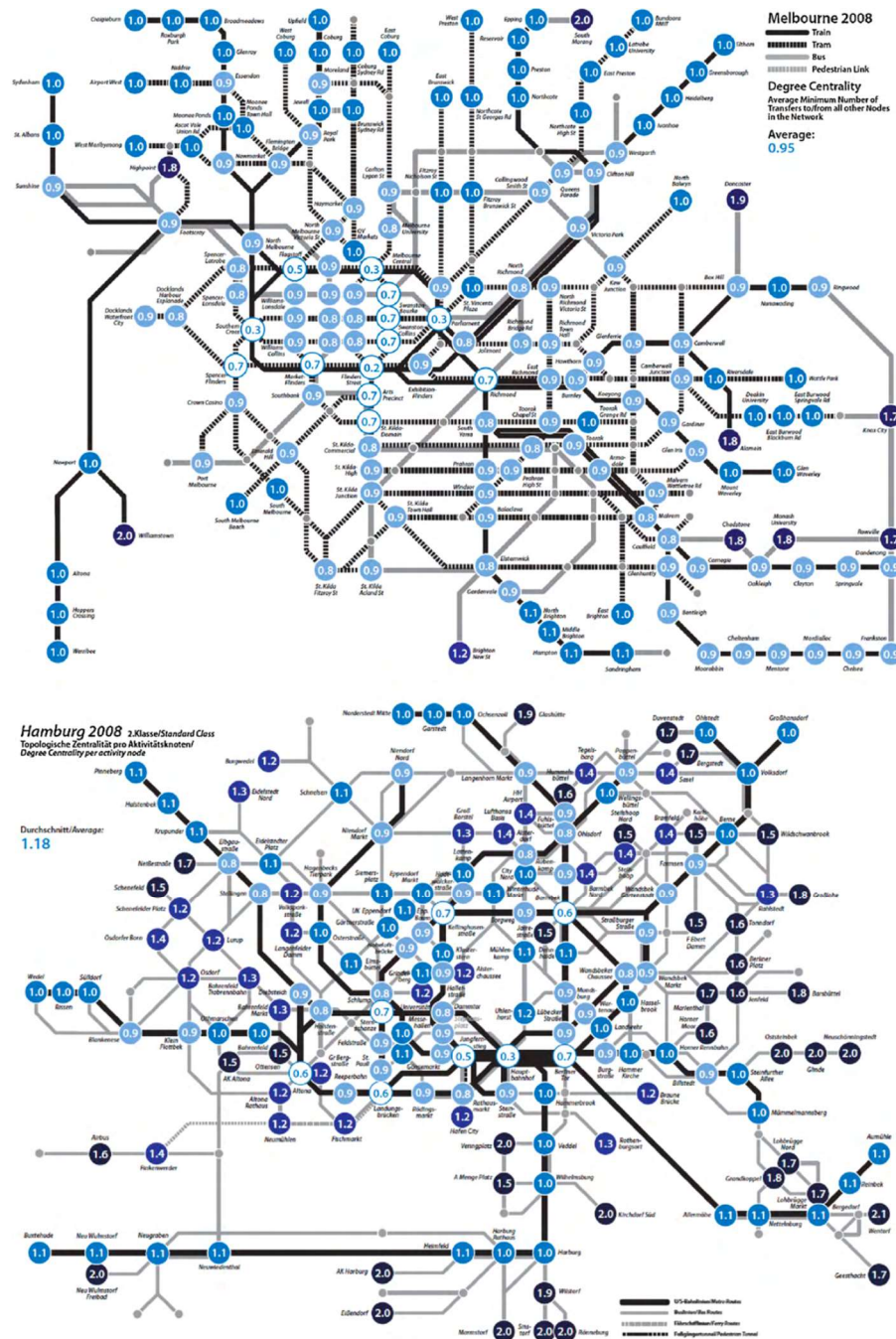


Gambar 4.15. Perbandingan dua skenario untuk Masa Depan Perth 2029: ‘Peningkatan Frekuensi’ dan ‘Composite Wishbone’
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

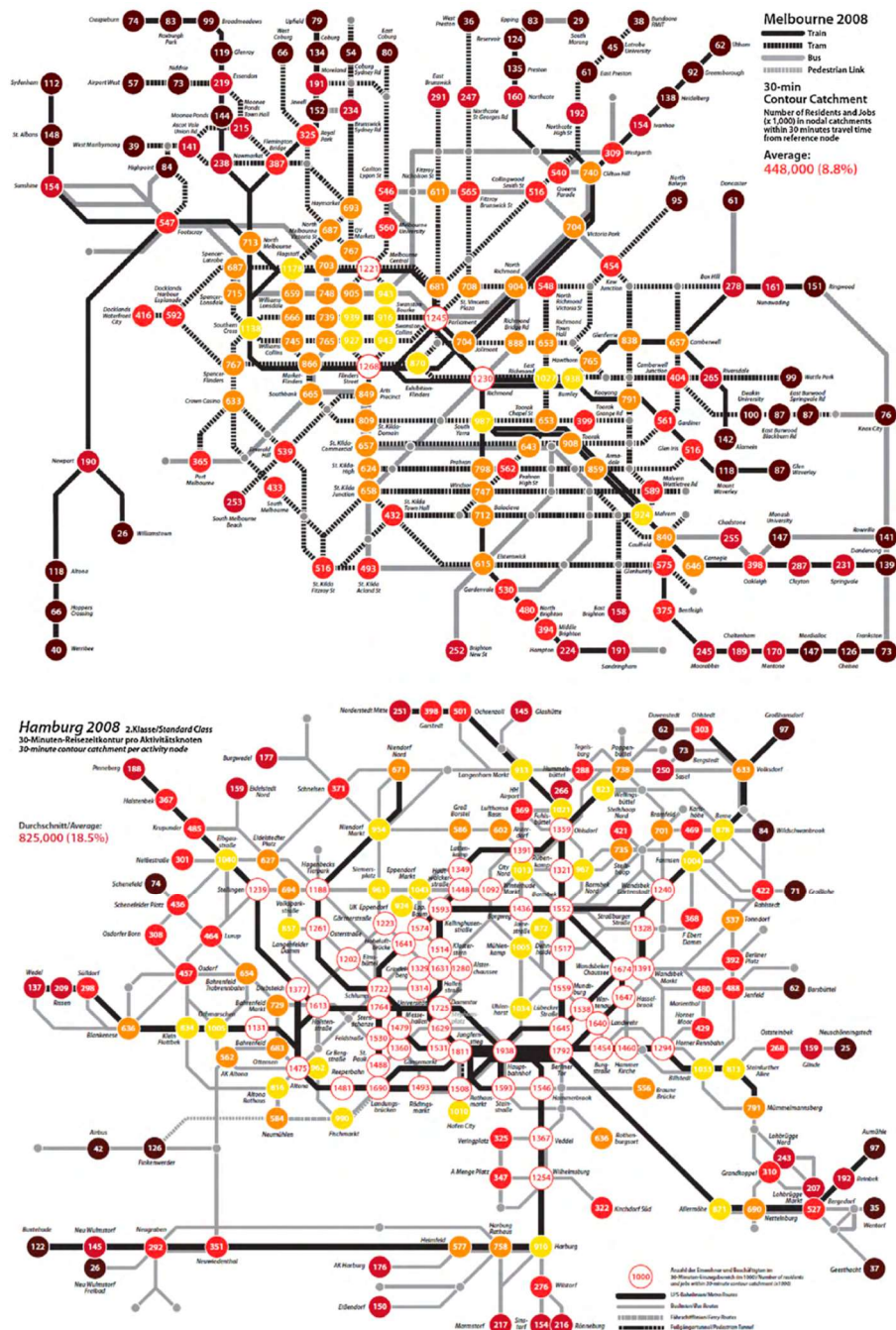
4.6.3 Studi Kasus 3 - Perbandingan Aksesibilitas Transportasi Umum Antar Kota—Melbourne Dan Hamburg



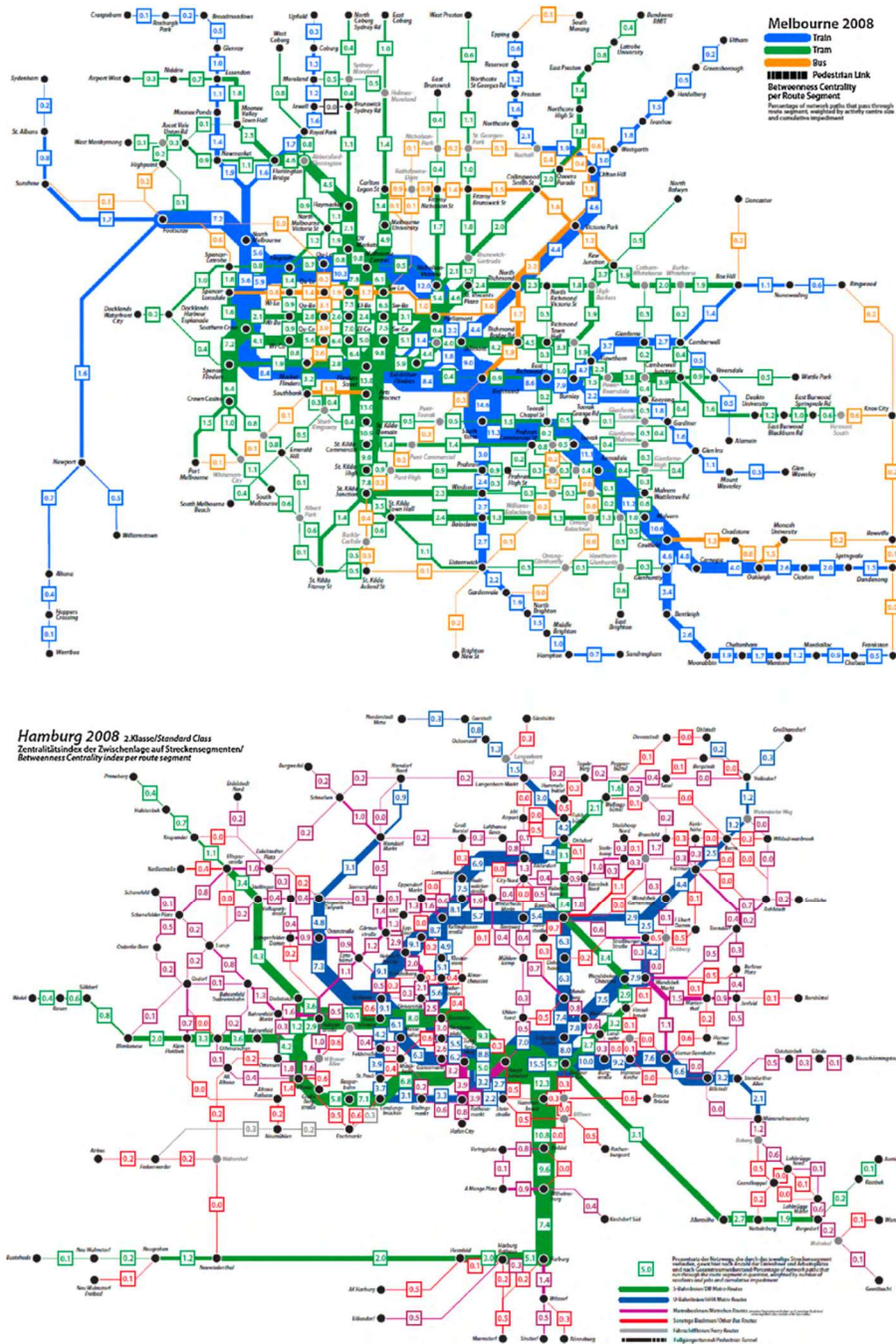
Gambar 4.16. Indeks sentralitas kedekatan untuk simpul aktivitas pada jaringan transportasi umum Melbourne dan Hamburg pada tahun 2008
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010



Gambar 4.17. Indeks sentralitas derajat untuk simpul aktivitas pada jaringan transportasi umum Melbourne dan Hamburg pada tahun 2008
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010



Gambar 4.18. Tangkapan kontur 30 menit untuk simpul aktivitas di jaringan transportasi umum Melbourne dan Hamburg pada tahun 2008
Sumber: Curtis and Scheurer, 2010



Gambar 4.19. Indeks sentralitas perantara untuk jaringan transportasi umum Melbourne dan Hamburg pada tahun 2008, menunjukkan persentase semua jalur antar-simpul dalam jaringan yang melewati segmen rute yang dimaksud, dibobot berdasarkan ukuran tangkapan gabungan dan hambatan kumulatif

Sumber: Curtis and Scheurer, 2010

DAFTAR PUSTAKA

- Curtis, C., & Scheurer, J. (2010). Planning for Sustainable Accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning*, 74(2), 53–106. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2010.05.001>
- Pereira, Rafael H. M. & Herszenhut, Daniel. (2023) Introduction to urban accessibility: a practical guide with R. Ipea - Institute of Applied Economic Research.

BAB 5

KONSEP DAN PENGUKURAN MOBILITAS

5.1 Pengantar Mobilitas

Sebelumnya sudah dibahas terkait konsep aksesibilitas. Dapat diketahui bahwa sistem tata guna lahan yang polanya ditentukan oleh kebijakan pemerintah dan keterkaitannya dengan sistem transportasi yang melayani, akan memberikan tingkat kemudahan tertentu bagi berbagai zona atau guna lahan yang ada di wilayah tersebut untuk saling berhubungan (Miro, 2005). Apabila dua zona mudah dihubungkan, selanjutnya akan terjadi mobilitas yang tinggi antara zona-zona tersebut. Hal itu berarti bahwa tingkat kemudahan (akses) dapat mempengaruhi (meningkatkan dan menurunkan) mobilitas. Adapun perbandingan aksesibilitas dan mobilitas dapat dilihat dari tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1. Perbandingan Aksesibilitas dan Mobilitas

	Aksesibilitas	Mobilitas
Definisi transportasi	Kemudahan melakukan pergerakan di antara dua tempat.	Suatu ukuran kemampuan perjalanan kendaraan.
Unit Pengukuran	Jumlah perjalanan dan biaya yang dibayarkan	Jarak tempuh
Moda yang dipertimbangkan	Mobil, truk, transportasi umum, sepeda, pejalan kaki	Kendaraan pribadi, truk, angkutan umum
Indikator Umum	Kualitas pilihan transportasi yang tersedia, distribusi tujuan, biaya per perjalanan	Jarak dan kecepatan perjalanan, LoS jalan dan transportasi umum, biaya per perjalanan orang, kenyamanan perjalanan
Pertimbangan manfaat yang didapatkan konsumen	Efisiensi tarif dan pilihan transportasi yang maksimal	Perjalanan yang maksimal dan kemudahan dalam berpindah tempat
Pertimbangan terhadap penggunaan lahan	Penggunaan lahan memiliki dampak besar pada transportasi	Penggunaan lahan dapat memengaruhi pilihan perjalanan

	Aksesibilitas	Mobilitas
Strategi yang umumnya digunakan	Strategi manajemen dan perbaikan yang meningkatkan efisiensi, alternatif pilihan moda, dan aksesibilitas penggunaan lahan	Meningkatkan kapasitas sistem transportasi, kecepatan, dan keselamatan

Sumber: Litman (2003)

Tabel 5.1 membandingkan aksesibilitas dan mobilitas yang digunakan untuk mengukur transportasi. Aksesibilitas didefinisikan sebagai kemudahan atau kemampuan berpindah untuk mencapai/mengakses lokasi tujuan. Di sisi lain, mobilitas adalah pergerakan orang atau barang yang diukur dengan menghitung jumlah perjalanan, jumlah orang yang diangkut, atau jumlah barang yang dipindahkan. Aksesibilitas mempertimbangkan infrastruktur seperti jalan, kendaraan pribadi, dan angkutan umum, serta fokus pada tarif yang efisien. Sementara itu, mobilitas memiliki indikator umum yaitu tingkat layanan, volume, dan kecepatan kendaraan dengan tujuan memaksimalkan kemudahan perpindahan. Adapun perbedaan strategi perbaikan dalam mobilitas umumnya yaitu peningkatan kapasitas sistem transportasi, seperti memperlebar jalan atau meningkatkan kecepatan dan keselamatan transportasi. Sedangkan aksesibilitas umumnya memaksimalkan penggunaan alternatif transportasi, dan memastikan bahwa tata guna lahan mendukung akses yang lebih baik untuk tujuan transportasi (Litman, 2011).

Mobilitas juga diartikan sebagai pergerakan atau perpindahan dari satu tempat ke tempat lain yang bergantung pada aksesibilitas. Mobilitas antara dua lokasi dapat dinilai berdasarkan jarak, waktu, dan biaya, di mana ketiga komponen ini merupakan faktor utama yang mempengaruhi perjalanan (Black, 1981). Selain itu, mobilitas juga dicirikan dengan pengaruhnya, seperti waktu tempuh, biaya, dan kemacetan (Amaral, 2018). Peningkatan mobilitas dapat dilihat dari perpendekan waktu tempuh rata-rata, pengurangan variasi waktu tempuh, serta penurunan biaya perjalanan (Casey et al., 2002).

Mobilitas umumnya berfokus pada pergerakan orang, yang mencerminkan jumlah total perjalanan dalam suatu wilayah, terlepas dari tujuan perjalanan atau moda transportasi yang digunakan (Brcic et al., 2012). Mobilitas penumpang dan barang dapat diukur melalui indikator seperti jumlah penumpang atau panjang perjalanan, serta jumlah perjalanan yang dilakukan, yang menjadi parameter utama (Litman, 2011). Setiap peningkatan dalam jumlah perjalanan, penumpang, jarak, serta peningkatan kecepatan transportasi, merupakan

kontribusi positif terhadap mobilitas (Litman, 2011). Sehingga dapat disimpulkan bahwa mobilitas perkotaan atau urban mobility merupakan pergerakan orang antar satu lokasi dengan lokasi lainnya, dalam jangka waktu yang berbeda, dan dengan moda transportasi yang berbeda pula untuk mencapai tujuan yang berbeda.

Mobilitas sering kali dinyatakan sebagai jarak perjalanan atau jumlah kilometer yang ditempuh oleh kendaraan, yang merupakan turunan yang lebih kompleks. Mobilitas sebagai pergerakan fisik dalam ruang kota juga dapat dibagi menjadi tiga kategori (Brcic et al., 2012), yaitu:

a. Transportasi Umum

Transportasi umum memungkinkan mobilitas untuk semua kelompok sosial yang terwakili dalam populasi (jumlah penumpang yang diangkut). Efisiensi transportasi umum didasarkan pada kemampuan mengangkut banyak orang dengan biaya yang ekonomis. Hal ini mencakup berbagai moda seperti taksi, trem, bus, bus listrik, LRT, dan lain-lain.

b. Transportasi Individu

Mobilitas individu mencakup semua moda pergerakan di mana pergerakan tersebut merupakan hasil dari pilihan pribadi atas cara pergerakan yang digunakan. Dalam hal mobilitas, seseorang bisa bepergian dengan menggunakan kendaraan pribadi, berjalan kaki, bersepeda, atau menggunakan sepeda motor.

c. Transportasi Barang

Transportasi barang adalah produk dari kebutuhan eksistensial penduduk kota, dimana kota biasanya menjadi pusat produksi dan konsumsi.

Menurut Rashidy (2014), konsep mobilitas perkotaan dapat memiliki dua perspektif sebagai berikut:

a. Perspektif Pengguna (User-based Perspective)

Pada perspektif ini, mobilitas digambarkan sebagai kemampuan seseorang untuk berpindah dari satu tempat (asal) ke tempat lain (tujuan) dengan menggunakan moda transportasi yang sesuai.

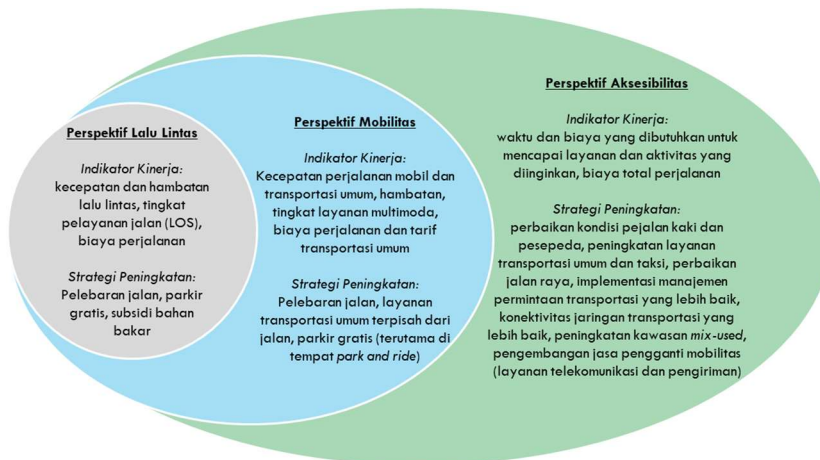
b. Perspektif Infrastruktur (Infrastructure-based Perspective)

Perspektif ini melihat mobilitas dari sisi infrastruktur, dimana mobilitas didefinisikan sebagai kemampuan sistem transportasi untuk menyediakan akses ke tempat kerja, pendidikan, pelayanan kesehatan, perdagangan dan sejenisnya, di mana pengguna dapat mencapai tempat tujuan dengan alat transportasi yang sesuai dengan tingkat pelayanan yang memuaskan.

Berdasarkan kedua perspektif itu, mobilitas didefinisikan sebagai ukuran efisiensi sistem transportasi dalam menghubungkan lokasi-lokasi yang terpisah secara spasial, di mana mobilitas digunakan sebagai indikator kunci keberhasilan fungsi sistem transportasi (Rashidy et al., 2014).

5.2 Perbedaan Konsep Mobilitas dan Aksesibilitas Melalui Contoh Aplikasi

Transportasi dapat dilihat dari berbagai perspektif yaitu lalu lintas kendaraan adalah bagian dari mobilitas, yang merupakan bagian dari aksesibilitas. Aksesibilitas adalah perspektif yang paling luas sehingga menawarkan solusi paling potensial untuk masalah transportasi, termasuk pengembangan penggunaan lahan yang lebih dapat diakses dan pengganti mobilitas seperti peningkatan telekomunikasi dan layanan pengiriman.



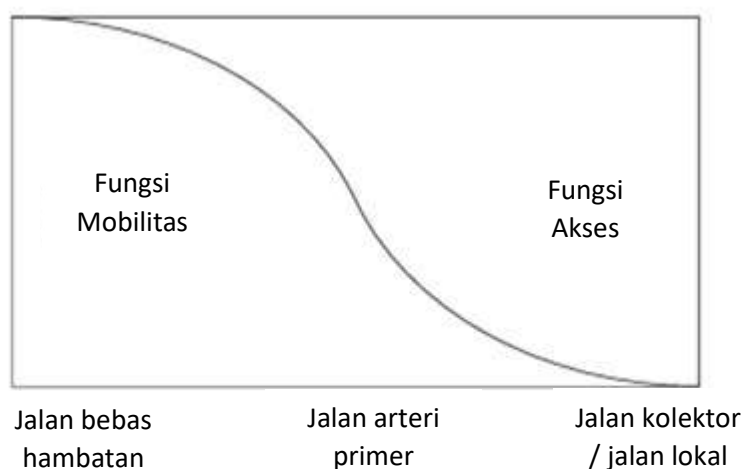
Gambar 5.1. Lalu Lintas, Mobilitas, dan Aksesibilitas
Sumber: Duranton and Guerra 2016

Gambar 5.1 tersebut menjelaskan tentang hubungan antara perspektif lalu lintas, mobilitas, dan aksesibilitas dalam sistem transportasi. Perspektif lalu lintas berfokus pada kecepatan kendaraan, hambatan, serta biaya perjalanan, dengan strategi seperti pelebaran jalan dan subsidi bahan bakar untuk mengurangi kemacetan. Perspektif mobilitas mencakup kecepatan dan efisiensi perjalanan, baik untuk kendaraan pribadi maupun transportasi umum, serta tingkat layanan multimoda, dengan strategi seperti sistem *park-and-ride*. Di sisi lain, perspektif aksesibilitas memiliki cakupan yang lebih luas, menekankan pada kemudahan seseorang mencapai aktivitas atau layanan yang diinginkan dengan waktu dan biaya yang efisien. Aksesibilitas mencakup perbaikan infrastruktur jalan bagi pejalan kaki dan pesepeda, layanan transportasi umum yang lebih baik, serta peningkatan kawasan *mix-used*. Ketiga perspektif ini saling terkait, di mana mobilitas berkaitan dengan kinerja sistem transportasi itu

sendiri dan aksesibilitas menambahkan hubungan antara sistem transportasi dan pola penggunaan lahan sebagai bagian analisis lebih lanjut.

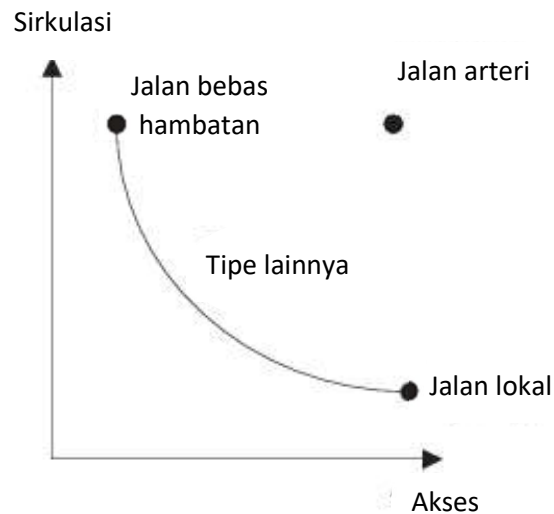
Untuk lebih memahami perbedaan antara konsep mobilitas dan aksesibilitas, dapat dilihat pada contohnya dalam konteks hirarki jalan. Hirarki jalan tidak hanya fokus pada efisiensi arus lalu lintas, tetapi juga memperhatikan keselamatan, kenyamanan, dan kualitas lingkungan di daerah perkotaan. Dengan demikian, hirarki jalan juga mempertimbangkan faktor-faktor non-lalu lintas meskipun sering kali terlihat bahwa fokus utama adalah pada lalu lintas dan seringkali mengabaikan pertimbangan lainnya (Marshall, 2005).

Jenis hirarki jalan di Inggris merupakan contoh dari berbagai klasifikasi yang digunakan di seluruh dunia. Jalan utama biasanya berfungsi sebagai rute strategis dengan volume lalu lintas yang lebih tinggi, kecepatan yang lebih cepat, dan akses terbatas ke jalan-jalan kecil. Di sisi lain, jalan kecil lebih sering digunakan untuk rute lokal, memiliki kecepatan yang lebih rendah, dan menyediakan lebih banyak akses ke bangunan-bangunan di sekitarnya (Marshall, 2005). Berikut merupakan elemen dalam mobilitas dan aksesibilitas yang terwujud dalam pola jalan dan hirarki, yang dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2. Hubungan Fungsi Mobilitas dan Aksesibilitas dalam Hierarki Jalan
Sumber: Marshall (2005)

Gambar 5.2 menjelaskan hubungan terbalik antara fungsi mobilitas dan fungsi akses. Jalan dengan fungsi mobilitas tinggi, seperti jalan bebas hambatan, dirancang untuk memungkinkan lalu lintas bergerak cepat. Jalan ini biasanya memiliki sedikit akses langsung ke bangunan. Di sisi lain, jalan kolektor atau jalan lokal, yang memberikan kemudahan untuk mencapai berbagai tempat, tetapi cenderung mengurangi kecepatan lalu lintas karena lebih banyak interaksi dengan pengguna jalan lokal (Marshall, 2005).



Gambar 5.3. Hubungan Klasifikasi Jalan Terhadap Akses dan Sirkulasi
Sumber: Marshall (2005)

Gambar 5.3 merupakan grafik yang menjelaskan hierarki jalan terhadap sirkulasi dan akses. Garis horizontal merupakan akses dan garis vertikal merupakan sirkulasi. Jalan bebas hambatan berada di bagian atas yang berarti lebih baik dalam hal sirkulasi untuk memudahkan arus lalu lintas. Sementara itu, jalan lokal atau kolektor berada di bagian bawah, lebih berfokus pada memberikan kemudahan akses ke bangunan. Dalam diagram ini, jalan arteri tidak sepenuhnya sesuai dengan kategori karena menggabungkan elemen dari kedua jenis jalan tetapi tidak termasuk dalam klasifikasi jalan yang biasa (Marshall, 2005).

Berdasarkan kedua gambar tersebut (gambar 5.2 dan gambar 5.3) dapat diketahui bahwa umumnya jalan yang dirancang untuk mobilitas tinggi memungkinkan lalu lintas bergerak cepat, sedangkan jalan yang dirancang untuk aksesibilitas tinggi memberikan kemudahan untuk mencapai tempat-tempat tertentu, tetapi bisa membuat lalu lintas berjalan lebih lambat. Adapun gambar contoh jalan arteri, jalan bebas hambatan, dan jalan lokal dapat dilihat pada gambar 5.4 (a), 5.5 (b), 5.6 (c).



Gambar 5.4. (a) Jalan Arteri yang Menggabungkan Pergerakan Lalu Lintas dan Akses Frontage



Gambar 5.5. (b) Jalan Bebas Hambatan

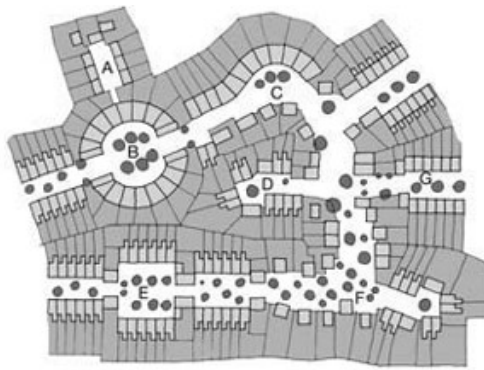


Gambar 5.6. (c) Jalan Lokal

Sumber: Marshall (2005)

Setiap jalan biasanya memiliki beberapa fungsi yang berbeda ditandai dengan berbagai karakteristik. Beberapa faktor yang bisa digunakan untuk mengklasifikasikan jalan contohnya adalah lebar jalan, jenis bangunan di tepi jalan, atau tipe lalu lintas yang melaluinya (Marshall, 2005). Dalam prakteknya, satu jalan bisa dikelompokkan berdasarkan beberapa faktor sekaligus, seperti jalan lokal yang biasanya tidak panjang dan digunakan untuk akses ke kawasan tertentu. Adapun empat kategori utama dalam pengelompokkan jalan yaitu bentuk (*form*), penggunaan (*use*), hubungan (*relation*), dan peruntukan (*designation*) (Marshall, 2005).

- a. Bentuk (Form) mengacu pada karakteristik fisik jalan yang dapat diukur, seperti lebar atau panjang jalan. Ilustrasi jenis-jenis jalan yang ditentukan berdasarkan bentuk adalah sebagai berikut.



Gambar 5.7. Jenis Jalan Berdasarkan Bentuk
Sumber: Marshall (2005)

Berdasarkan gambar x.x tersebut dapat diketahui beberapa jenis jalan seperti (A) *Mews* yaitu jalan sempit yang biasanya dikelilingi oleh rumah atau bangunan, (B) *Circus* yaitu jalan berbentuk melingkar atau berbentuk cincin yang biasanya di tengahnya area terbuka atau taman, (C) *Crescent* yaitu jalan yang berbentuk setengah lingkaran atau lengkungan bulan sabit, (D) *Square* atau alun-alun yaitu ruang terbuka yang dikelilingi oleh jalan di keempat sisinya, (E) *Arcade* yaitu jalan atau lorong yang biasanya tertutup atau beratap, dan dikelilingi oleh deretan toko atau bangunan, dan (F) *Street* yang merupakan istilah umum untuk jalan yang berfungsi sebagai rute lalu lintas utama (Marshall, 2005).

- b. Penggunaan (Use) merujuk pada aktivitas yang terjadi di jalan, yang mungkin berubah-ubah tergantung pada waktu atau lokasi. Dalam hal ini, bisa dikatakan bahwa bentuk jalan terkait dengan penyediaan (*supply*), sementara penggunaan terkait dengan permintaan (*demand*).
- c. Hubungan (Relation) menunjukkan posisi jalan terhadap elemen jaringan kota lainnya, bukan hanya berdasarkan karakteristik fisik dari bagian jalan itu sendiri.
- d. Peruntukan (Designation) mengacu pada klasifikasi jalan yang diberikan secara administratif, seperti status kepemilikan atau penunjukan rute lalu lintas tertentu. Kategori ini bisa berubah tanpa perlu ada perubahan fisik pada jalan itu sendiri, misalnya perubahan status rute wisata yang tidak akan terlihat secara langsung dari jalan, tetapi tercatat dalam peta atau dokumentasi resmi (Marshall, 2005).

Berdasarkan contoh pengelompokan jalan, dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsep aksesibilitas dan mobilitas terlihat salah satunya dari fungsi dan karakteristik jalan. Jalan yang memiliki fungsi untuk mobilitas tinggi cenderung dibuat dengan bentuk fisik lebar jalan yang lebih besar, bangunan yang jarang, serta mengutamakan arus lalu lintas. Jalan-jalan ini umumnya

memiliki peruntukan untuk menghubungkan kawasan yang lebih luas atau sebagai rute utama transportasi. Sedangkan jalan yang mengutamakan aksesibilitas dirancang untuk memudahkan pengguna mencapai lokasi-lokasi tertentu dengan lebih mudah. Jalan seperti ini biasanya lebih pendek, memiliki lebih banyak titik akses ke bangunan di sekitarnya, dan cenderung digunakan untuk aktivitas lokal, misalnya di kawasan perumahan atau komersial. Oleh karena itu sesuai dengan konsep mobilitas yang lebih berfokus pada pergerakan antar wilayah dan konsep aksesibilitas yang berfokus pada kemudahan mencapai tujuan.

5.3 Pendekatan Model dalam Pengukuran Mobilitas

Tujuan dari mobilitas adalah untuk memastikan akses ke tujuan yang diinginkan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai moda perjalanan (Vidovic, 2019). Untuk memahami secara mendalam terkait mobilitas maka perlu diketahui tentang cara pengukuran mobilitas. Penilaian mobilitas didasarkan pada konsep data, indikator, dan indeks mobilitas. Data mobilitas bersifat heterogen dan dikumpulkan dari berbagai sumber. Adapun indikator mobilitas didefinisikan sebagai parameter yang didasarkan pada data dari segmen sistem mobilitas (transportasi, ekonomi, ekologi, masyarakat atau lainnya) (Vidovic, 2019). Untuk mengurangi kompleksitas dan jumlah data yang perlu dipertimbangkan dalam penilaian mobilitas, diperkenalkan indeks mobilitas. Indeks mobilitas perkotaan (*urban mobility index*) adalah skor penilaian mobilitas berbentuk angka yang merupakan hasil dari penggabungan data dan/atau indikator mobilitas. Rincian data, indikator, dan indeks mobilitas dijelaskan sebagai berikut.

5.3.1 Data Pengukuran Mobilitas

Data adalah variabel dasar yang digunakan dalam pengukuran tingkat mobilitas. Data menurut KBBI adalah informasi atau bahan yang bisa digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis dan menarik kesimpulan. Data bisa berupa fakta, angka, gambar, kata-kata, atau simbol yang dikumpulkan melalui pengamatan atau pengukuran dan diolah untuk menghasilkan informasi yang lebih berguna dalam pengambilan keputusan (KBBI). Berdasarkan dari cara pengambilannya, data dibagi menjadi dua yaitu data bersifat primer (diukur langsung) maupun data sekunder. Data yang dikumpulkan melalui sumber primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber aslinya oleh pengumpul data, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, misalnya melalui pihak lain atau dari dokumen yang sudah ada (Sugiyono, 2013).

Data yang umumnya digunakan dalam pengukuran mobilitas adalah data geometrik yaitu kondisi fisik ruas jalan yang dijelaskan melalui potongan

melintang, profil ruas jalan yang merupakan pemanfaatan jalan serta pola penggunaan lahan di sekitar ruas jalan, data jumlah kendaraan, dan data jumlah penduduk (Lalenoh, 2015). Bagaimana data diukur, dijelaskan dengan 3 cara berdasarkan sumber-sumber datanya seperti pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Sumber Data untuk Tujuan Pengukuran Mobilitas

Sumber Data Konvensional	Sistem Informasi dan Komunikasi Pemangku Kepentingan	Sumber Data Nono-Konvensional
Radar untuk penghitung lalu lintas	Sistem jalan tol	Jaringan komunikasi seluler publik
<i>Infrared</i> untuk penghitung lalu lintas	Sistem pemungutan biaya parkir	Foto satelit
Magnetik penghitung lalu lintas	Sistem <i>public bike-sharing</i>	<i>Drone</i> (pesawat tanpa awak)
Ultrasonik penghitung lalu lintas	Sistem <i>public car-sharing</i>	Jaringan sosial
Video penghitung lalu lintas	Sistem <i>car-sharing</i>	Kendaraan otonom / mobil <i>self-driving</i> (mobil yang dapat mengemudi tanpa operator)
Sensus	Database kecelakaan lalu lintas	Kendaraan terhubung
Sensor ekologis	Database kendaraan yang terdaftar	Perangkat navigasi (GPS)
Sensor meteorologi	Sistem tiket transportasi publik	Komputer dalam kendaraan
Penghitungan lalu lintas (<i>traffic counting</i>) manual		
Observasi		
Survei		

Sumber: Vidovic (2019)

Tabel 5.2 merangkum berbagai sumber data yang dapat digunakan dalam pengukuran mobilitas. Sumber data ini dibagi menjadi tiga kategori yaitu sumber data konvensional, sistem informasi dan komunikasi pemangku kepentingan, serta sumber data non-konvensional.

- a. **Sumber Data Konvensional** mencakup metode pengukuran fisik, seperti penghitung lalu lintas dan sensor yang terpasang di jalan, yang memberikan informasi dasar tentang volume lalu lintas dan pola perjalanan. Sumber data

konvensional melibatkan pengukuran atau pengumpulan data secara primer di lapangan misalnya traffic counting (survey TC), observasi, dll.

- b. **Sistem Informasi dan Komunikasi Pemangku Kepentingan** mencakup data yang dikelola oleh lembaga pemerintah dan perusahaan terkait transportasi, seperti basis data kecelakaan lalu lintas dan sistem pemungutan biaya. Data-data ini dikumpulkan oleh instansi terkait dan dapat dipanggil sebagai sumber data sekunder oleh pengguna maupun sebagai open-access data yang tersedia secara online/aplikasi ataupun website/platform.
- c. **Sumber Data Tak Konvensional** mencakup teknologi dan metode baru yang memanfaatkan inovasi digital dan konektivitas. Ini termasuk informasi dari *autonomous vehicle*, media sosial, dan perangkat navigasi GPS, yang dapat memberikan informasi tambahan tentang perilaku perjalanan dan tren mobilitas (Vidovic, 2019).

5.3.2 Indikator Pengukuran Mobilitas

Indikator adalah tanda atau petunjuk berupa sekumpulan data yang dikelompokkan untuk menunjukkan suatu keadaan atau hasil dari suatu proses (KBBI). Indikator juga istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan parameter. Indikator dapat menunjukkan kondisi di dalam suatu sistem dan digunakan untuk menilai kemajuan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan (Vidovic, 2019).

Tabel 5.3 membagi indikator pengukuran mobilitas dalam 4 dimensi yaitu Indikator Ekonomi, Indikator Sosial, Indikator Lingkungan, dan Indikator Transportasi dengan penjelasan sebagai berikut:

Tabel 5.3. Indikator Mobilitas Berdasarkan Kategori

Transportasi	Ekonomi	Sosial	Lingkungan
Waktu perjalanan	Harga bahan bakar (per liter)	Jumlah kecelakaan lalu lintas	Emisi
Kecepatan kendaraan rata-rata	Biaya parkir	Jumlah orang yang terluka	Polusi suara
Jumlah perjalanan	Pendapatan rumah tangga	Jumlah orang yang meninggal	Investasi lingkungan
Waktu yang dibutuhkan untuk berpindah antar moda transportasi	Harga tiket transportasi umum	Kepuasan secara keseluruhan terhadap sistem transportasi	Persentase populasi yang tidak puas dengan tingkat emisi dan kebisingan terkait transportasi

Transportasi	Ekonomi	Sosial	Lingkungan
Jarak rata-rata antar moda transportasi	PDB	Persentase pengguna merasa aman terkait kecelakaan lalu lintas	Konsumsi ruang publik oleh infrastruktur transportasi
Panjang jaringan jalan	Harga tiket parkir harian	Akses ke pelayanan mobilitas	Konsumsi ruang publik untuk kebutuhan parkir
Jarak rata-rata yang ditempuh oleh perjalanan harian	Investasi tahunan pada transportasi barang dan penumpang	Persentase orang yang berjalan kaki atau bersepeda lebih dari 15 menit sehari	Penggunaan sumber energi berkelanjutan
Durasi perjalanan harian rata-rata per orang	Total pengeluaran rumah tangga	Persentase penyesuaian sistem transportasi untuk kelompok pengguna tertentu	Persentase energi terbarukan dalam total energi yang dikonsumsi oleh sistem transportasi
Durasi rata-rata mencari tempat parkir	Rata-rata pengeluaran terkait mobilitas	Jumlah kecelakaan lalu lintas dalam sistem transportasi per penduduk / kilometer	Konsumsi ruang publik untuk kebutuhan mobilitas

Sumber: Vidovic (2019)

a. Indikator Transportasi

Indikator transportasi merupakan indikator langsung dari kualitas mobilitas suatu sistem transportasi. Indikator transportasi terdiri dari waktu perjalanan, kecepatan kendaraan rata-rata, dan jumlah perjalanan. Jumlah perjalanan yang dilakukan dalam periode tertentu mencerminkan kebutuhan mobilitas masyarakat. Selain itu, waktu yang diperlukan untuk berpindah antar moda transportasi dan jarak rata-rata antar moda menunjukkan seberapa efisien sistem transportasi multimoda untuk mobilitas. Panjang jaringan jalan dan jarak rata-rata yang ditempuh dalam perjalanan harian memberikan gambaran tentang infrastruktur yang mendukung mobilitas, sementara durasi perjalanan harian rata-rata per orang dan durasi mencari tempat parkir berkaitan dengan waktu pengguna secara keseluruhan dalam melakukan perjalanan untuk sampai pada tujuan.

b. Indikator Ekonomi

Indikator ekonomi merupakan indikator perluasan atau extension yang terkait dengan dampak-dampak ataupun eksternalitas transportasi dari aspek ekonomi saat konsep transportasi berkelanjutan diintegrasikan dengan pembahasan konsep mobilitas ini. Indikator ekonomi terdiri dari biaya dan investasi yang berkaitan dalam sistem transportasi. Hal ini termasuk harga tiket transportasi umum, biaya bahan bakar, dan biaya parkir, yang mempengaruhi langsung anggaran harian penduduk. Selain itu juga terdapat indikator seperti pengeluaran transportasi per rumah tangga, serta investasi infrastruktur tahunan. Pengeluaran rumah tangga dan pendapatan per kapita juga dianalisis untuk memahami seberapa besar porsi penghasilan yang dialokasikan untuk mobilitas.

c. Indikator Sosial

Indikator social juga merupakan indikator perluasan atau extension yang terkait dengan dampak-dampak ataupun eksternalitas transportasi dari aspek sosial saat konsep transportasi berkelanjutan diintegrasikan dengan pembahasan konsep mobilitas ini. Indikator sosial misalnya, mencakup jumlah kecelakaan, jumlah orang yang terluka atau meninggal akibat kecelakaan. Selain itu, kepuasan masyarakat terhadap sistem transportasi secara keseluruhan diukur, termasuk seberapa aman saat menggunakan transportasi. Indikator lain seperti persentase orang yang berjalan kaki atau bersepeda mencerminkan seberapa baik infrastruktur transportasi mendukung mobilitas sehari-hari dan interaksi sosial.

d. Indikator Lingkungan

Indikator lingkungan juga merupakan indikator perluasan atau extension yang terkait dengan dampak-dampak ataupun eksternalitas transportasi dari aspek lingkungan saat konsep transportasi berkelanjutan diintegrasikan dengan pembahasan konsep mobilitas ini.

Indikator lingkungan berfokus pada dampak sistem transportasi terhadap lingkungan yang mencakup emisi gas rumah kaca dan polutan. Konsumsi energi dan penggunaan sumber energi terbarukan diukur untuk memahami dampaknya terhadap keberlanjutan. Selain itu, indikator ini juga mencakup persentase penggunaan ruang publik yang digunakan untuk parkir atau kebutuhan infrastruktur transportasi. Indikator tentang kepuasan masyarakat terhadap kondisi lingkungan dan dampak transportasi juga dinilai untuk mengetahui kondisi permintaan dari masyarakat sebagai pengguna transportasi.

Indikator mobilitas digunakan untuk mengukur perubahan status atau parameter yang berkaitan dengan perjalanan individu dalam suatu wilayah.

Dengan adanya indikator ini, perubahan dalam pola mobilitas dapat dipantau secara efisien dan sederhana dalam rentang waktu tertentu, sehingga dapat dilakukan evaluasi dan penyesuaian strategi untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas sistem transportasi serta mobilitas masyarakat secara keseluruhan (Vidovic, 2019).

Tabel 5.4 ini merangkum indikator-indikator yang digunakan untuk mengukur mobilitas masyarakat dalam suatu wilayah. Setiap indikator memberikan gambaran tentang berbagai aspek perjalanan yang dilakukan oleh individu selama periode waktu tertentu, misalnya per hari, bulan, atau tahun.

Tabel 5.4. Indikator Pengukuran Mobilitas

Indikator	Definisi
Mobilitas penduduk	Jumlah perjalanan per penduduk dalam periode waktu yang diamati (setahun, sebulan, sehari, sehingga mengamati mobilitas harian, bulanan, atau tahunan)
Tingkat mobilitas total	Jumlah perjalanan harian per orang
Panjang mobilitas total	Jumlah kilometer penumpang yang dicapai per orang dalam satuan waktu; Jumlah kilometer kendaraan
Waktu mobilitas total	Jumlah jam yang dihabiskan untuk bepergian per orang dalam satuan waktu
Rata-rata waktu perjalanan	Rata-rata waktu perjalanan yang diperlukan untuk mencapai tujuan (dinyatakan dalam satuan waktu), berdasarkan jarak dan dipengaruhi oleh faktor-faktor tergantung pada tujuan pengukuran mobilitas

Sumber: Vidovic (2019)

5.3.3 Indeks Pengukuran Mobilitas

Indeks mobilitas adalah alat yang digunakan untuk merangkum berbagai informasi tentang mobilitas yang kompleks dengan cara menggabungkan data dan indikator yang ada. Penggunaan indeks ini bertujuan untuk menyederhanakan perhitungan mobilitas dengan mengurangi kerumitan data yang harus dianalisis. Dalam hal ini, indeks tersebut memberikan satu ukuran tunggal yang mencakup banyak informasi, sehingga memudahkan pemahaman secara keseluruhan. Indeks ini berfokus pada penilaian keseluruhan sistem yang kompleks, bukan pada analisis detail dari masing-masing komponen individu. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran menyeluruh yang lebih ringkas dan dapat diinterpretasikan dengan lebih efisien (Vidovic, 2019). Adapun beberapa indeks pengukuran mobilitas adalah sebagai berikut.

A. Indeks Mobilitas Sampling (*Mobility Sampling Index*) (Frei, 2006)

Indeks mobilitas sampling didefinisikan sebagai sekumpulan indikator dan indeks yang dimaksudkan untuk mengukur mobilitas di lingkungan perkotaan kecil dan menengah. Adapun kriterianya yaitu lebar trotoar, jalur pejalan kaki, rambu-rambu vertikal dan horisontal, penggunaan sabuk pengaman, kepatuhan pada lampu lalu lintas, lampu lalu lintas pejalan kaki, kriteria lebih dari satu orang per kendaraan, dan ketersediaan jalur sepeda. Untuk setiap kriteria, sebuah indikator didefinisikan dan kemudian disintesis menjadi tujuh indeks. Pendekatan ini memungkinkan normalisasi parameter yang berbeda, yaitu dengan mereduksi semua kriteria menjadi satu dimensi. Ketujuh indeks ini diintegrasikan dalam satu indeks yang disebut indeks mobilitas sampling. Data yang digunakan dalam perhitungan diperoleh dari analisis lapangan atau melalui survei. Indeks ini merupakan penjumlahan nilai dari ketujuh indeks yang ada:

$$SMI = \sum (SWI + FWPI + VHSI + SBUI + RTLI + PTLI + MOPVI + IC)$$

Keterangan:

- SWI: Indeks Lebar Trotoar
- FWPI: Indeks Jalur Pejalan Kaki
- VHSI: Indeks rambu Vertikal dan Horisontal
- SBUI: Indeks Penggunaan Sabuk Pengaman
- RTLI: Indeks Kepatuhan terhadap Lampu Lalu Lintas
- PTLI: Indeks Lampu Lalu Lintas Pejalan Kaki
- MOPVI: Indeks Lebih dari Satu Orang per Kendaraan
- IC: Indeks Ketersediaan Jalur Sepeda.

Nilai tertinggi dari indeks ini adalah 700 poin dan nilai terendah adalah nol. Rentang total dibagi menjadi lima kategori, di mana yang pertama, dari 0-140 poin, menunjukkan hasil terburuk dan dari 560 hingga 700 poin yang terbaik. Detail pengukuran indeks mobilitas sampling dibahas dalam refrensi jurnal “Sampling mobility index: Case study in Assis-Brazil” yang terlampir pada daftar pustaka.

B. Indeks Waktu Perjalanan (*Travel Time Index*) (Cortright, 2010)

Indeks waktu perjalanan digunakan untuk mengukur perbedaan kemacetan antara wilayah metropolitan dan berkaitan dengan kecepatan arus lalu lintas. Perhitungan indeks ini adalah hasil bagi antara waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perjalanan selama kemacetan (*Congested Travel Time*) dan waktu yang dibutuhkan untuk melewati bagian yang sama tanpa kemacetan (*Free Flow Travel Time*).

$$TTI = \frac{\text{Congested Travel Time}}{\text{Free Flow Travel Time}}$$

Keterangan:

- TTI: Travel time inde / Indeks waktu perjalanan
- Congested travel time: waktu prjalaan saat macet
- Free flow travel time: waktu perjalanan pada arus bebas

Detail pengukuran indeks waktu perjalanan dibahas dalam refrensi jurnal “*Measuring Urban Transportation Performance*” yang terlampir pada daftar pustaka.

C. Indeks Kecerdasan (*The Smartness Index*) (Kumar et al., 2013)

Untuk menilai transportasi di sebuah kota, dibuatlah sistem penilaian gabungan untuk mengukur seberapa "cerdas" atau efisien sistem transportasi kota tersebut.

$$SI = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I S_{ij}}{\sum_{j=1}^J I_j} \cdot 100\%$$

Keterangan:

- SI: Indeks kecerdasan
- S_{ij} : Skor kecerdasan untuk indikator i di setiap sub-sistem j
- J: Jumlah total sub-sistem
- I_j : Jumlah total indikator di setiap sub-sistem

Detail pengukuran indeks kecerdasan dibahas dalam refrensi jurnal “*Methodological Framework For Benchmarking Smart Transport Cities*” yang terlampir pada daftar pustaka.

D. Indeks Mobilitas Bersama (*The Shared Mobility Index*) (Murr et al., 2013)

Indeks mobilitas bersama menilai tiga kategori yaitu informasi umum dan demografi, mobilitas, serta visi dan tujuan. Indeks ini ditujukan untuk pemangku kebijakan di tingkat pemerintahan kota ketika membuat keputusan saat memperkenalkan layanan mobilitas baru. Contoh: indeks ini dapat mengukur kebutuhan dan kesiapan lingkungan tertentu untuk menerapkan sistem berbagi kendaraan umum (*car sharing*).

Detail pengukuran indeks mobilitas bersama dibahas dalam refrensi jurnal “*The Proposal of a Shared Mobility City Index to Support Investment Decision Making for Carsharing*” yang terlampir pada daftar pustaka.

E. Pengukuran Mobilitas Berbasis Kemacetan

Menurut Roger P. Roes, et.al. (2004), karakteristik lalu lintas di jalan terdiri dari tiga parameter utama yaitu (1) Volume lalu lintas; (2) Kecepatan lalu lintas; (3) Kepadatan lalu lintas. Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada suatu ruas jalan dalam waktu tertentu dengan satuan volume yaitu kendaraan/waktu. Volume erat kaitannya dengan arus (*flow*), tetapi hal yang membedakan adalah pada volume tidak mempertimbangkan pembagian antar jalur, sedangkan pada arus perhitungan jumlah kendaraan persatuan waktu membedakan jalur.

Kecepatan didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam satuan jarak/waktu. Kecepatan dalam arus lalu lintas akan berbeda antar kendaraan sehingga digunakan rata-rata di mana perhitungannya dapat dibagi menjadi dua yaitu Time Mean Speed atau rata-rata kecepatan kendaraan yang lewat pada satu titik dan Space Mean Speed yaitu rata-rata kecepatan kendaraan yang lewat pada satu segmen jalan (Julianto, 2010). Sedangkan kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan/lajur dalam kendaraan per kilometer (Julianto, 2010).

Berdasarkan karakteristik lalu lintas yang terdiri dari volume, kecepatan, dan kepadatan, metode pengukuran mobilitas lalu lintas juga dapat dilihat melalui Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). PKJI menilai kinerja jalan melalui beberapa parameter utama, yaitu kecepatan arus bebas, kapasitas jalan, degree of saturation (tingkat kejenuhan), serta kecepatan tempuh dan waktu tempuh. Perhitungan ini mengacu pada jenis kendaraan dan jenis jalan seperti jalan satu arah dua lajur, jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2-2/TT), jalan empat lajur dua arah terbagi median (4/2-T), dan sebagainya.

a. Kecepatan arus bebas (V_b)

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan. Berikut adalah rumus kecepatan arus bebas untuk mobil penumpang (MP) sebagai kriteria untuk menetapkan kinerja segmen jalan:

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK}$$

Keterangan:

- V_b Kecepatan arus bebas Mobil Penumpang pada kondisi lapangan, km/jam.

- V_{bd} : kecepatan arus bebas dasar untuk MP, yaitu kecepatan yang diukur dalam kondisi lalu lintas, geometri, dan lingkungan yang ideal (nilai pada tabel di PKJI)
- V_{bl} : nilai koreksi kecepatan akibat lebar jalur atau lajur jalan (lebar jalur pada tipe jalan tak terbagi atau lebar lajur pada tipe jalan terbagi), dalam satuan km/jam.
- F_{VBHS} : faktor koreksi kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkapi kereb/trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat (nilai pada tabel di PKJI)
- F_{VBuk} : faktor koreksi kecepatan bebas untuk beberapa ukuran kota.

b. Kapasitas Jalan (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum pada suatu titik jalan yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu dan jam tertentu (PKJI, 2014). C untuk tipe jalan tak terbagi, 2/2-TT, ditentukan untuk volume lalu lintas total 2 (dua) arah. C untuk tipe jalan terbagi 4/2-T, 6/2-T, dan 8/2-T, ditentukan secara terpisah per arah dan per lajur. C segmen jalan secara umum dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{CLJ} \times F_{CPA} \times F_{CHS} \times F_{CUK}$$

Keterangan:

- C: kapasitas segmen jalan yang sedang diamati, dengan satuan SMP/jam.
- C_0 : kapasitas dasar kondisi segmen jalan yang ideal, dengan satuan SMP/jam.
- F_{CLJ} : faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas dari kondisi idealnya.
- F_{CPA} : faktor koreksi kapasitas akibat Pemisahan Arah lalu lintas (PA) dan hanya berlaku untuk tipe jalan tak terbagi.
- F_{CHS} : faktor koreksi kapasitas akibat kondisi hambatan samping pada jalan yang dilengkapi bahu atau dilengkapi kereb dan trotoar dengan ukuran yang tidak ideal.
- F_{CUK} : faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota yang berbeda dengan ukuran kota ideal. Jika kondisi segmen jalan yang sedang diamati sama dengan kondisi ideal, maka semua faktor koreksi kapasitas menjadi 1,0 sehingga $C = C_0$.

Tabel 5.5. Kapasitas Dasar

Tipe jalan	C_0 (SMP/jam)	Catatan
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	1700	Per lajur (satu arah)
2/2-TT	2800	Per dua arah

Sumber: PKJI, 2014

Nilai kapasitas dasar untuk jalan yang terbagi dan jalan satu arah adalah 1700 dengan catatan perhitungannya adalah per satu lajur atau per satu arah. Sedangkan untuk jalan dua arah dua lajur tidak terbagi nilai kapasitas dasarnya adalah 2800.

Tabel 5.6. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur

Tipe jalan	L_{LE} atau L_{JE} (m)	FC_{LJ}
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu-arah	$L_{LE} = 3,00$	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2-TT	$L_{JE2 \text{ arah}} = 5,00$	0,56
	6,00	0,87
	7,00	1,00
	8,00	1,14
	9,00	1,25
	10,00	1,29
	11,00	1,34

Sumber: PKJI, 2014

Sama halnya dengan kapasitas dasar, nilai faktor koreksi atau penyesuaian untuk kapasitas berdasarkan lebar jalan dibagi menjadi dua berdasarkan tipe jalannya. Untuk tipe jalan terbagi (4/2-T, 6/2-T, 8/2-T) dan jalan satu arah dengan contoh lebar 3 m memiliki nilai 0.92, lebar 3.25 m nilainya 0.96, dan seterusnya. Sedangkan untuk tipe jalan 2 lajur dan 2 arah tidak terbagi (2/2-TT) yang memiliki lebar 5 meter nilainya 0.56, untuk lebar jalan 6 meter nilainya 0.87, dan seterusnya.

Tabel 5.7. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah

PA %-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{PA}	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber: PKJI, 2014

Nilai faktor koreksi kapasitas akibat pemisah arah ditentukan berdasarkan persentase sisi masing-masing jalur. Contohnya, suatu jalan memiliki median yang berada tepat di tengah membagi kedua sisi jalan sama lebarnya atau 50%-50% sehingga nilai faktornya 1. Sedangkan apabila suatu jalan terdapat pemisah arah yang membagi salah satu sisi sebesar 30% dan sisi lainnya sebesar 70% maka nilai untuk faktor penyesuaian ini sebesar 0,88.

Tabel 5.8. Faktor Koreksi Kapasitas Kelas Akibat Hambatan (KHS) Samping Pada Jalan dengan Bahu

Tipe jalan	KHS	FC _{HS}			
		Lebar bahu efektif L _{BE} , m			
		≤0,5	1,0	1,5	≥2,0
4/2-T	Sangat Rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2-TT atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1,00
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: PKJI, 2014

Tabel 5.9. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Kelas Hambatan Samping (KHS) Pada Jalan Berkereb

Tipe jalan	KHS	FC _{HS}			
		Jarak kereb ke penghalang terdekat sejauh L _{KP} , m			
		≤0,5	1,0	1,5	≥2,0
4/2-T	Sangat Rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2-TT atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: PKJI, 2014

Kedua tabel di atas (tabel x.x dan tabel x.x) merupakan tabel untuk menentukan nilai faktor koreksi kapasitas akibat KHS. Penentuannya dibagi berdasarkan 2 tipe jalannya. Pertama jalan dengan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2-T) dan 2 lajur 2 arah tidak terbagi (2/2-TT) atau jalan satu arah. Masing-masing jalan tersebut kemudian dilihat hambatan sampingnya masuk dalam kelas sangat rendah, rendah, atau sampai dengan sangat tinggi. Kemudian dilihat kembali lebar bahu jalan efektif atau jarak kereb ke penghalang terdekat pada jalan yang diamati, apakah <0,5 meter, 1 meter, 1,5 meter, atau 2 meter. Dari pengamatan tersebut dapat ditentukan nilai faktor koreksi atau penyesuaian kapasitasnya.

Tabel 5.10. Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota

Ukuran kota (Juta jiwa)	Kelas kota/kategori kota		Faktor koreksi ukuran kota, (FC_{uk})
<0,1	Sangat Kecil	Kota kecil	0,86
0,1–0,5	Kecil	Kota kecil	0,90
0,5–1,0	Sedang	Kota menengah	0,94
1,0–3,0	Besar	Kota besar	1,00
>3,0	Sangat Besar	Kota metropolitan	1,04

Sumber: PKJI, 2014

Faktor koreksi kapasitas terhadap ukuran kota dapat dilihat dari jumlah populasi penduduknya (juta jiwa). Contohnya apabila sebuah kota memiliki penduduk 0.3 juta jiwa maka masuk dalam kelas kecil dengan kategori kota kecil sehingga nilai faktor koreksi atau penyesuaian kapasitasnya adalah 0.90.

c. Derajat Kejenuhan (C)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama persimpangan jalan dan tolok ukur tingkat kerja segmen.

$$D_j = \frac{q}{C}$$

Keterangan:

- DJ: derajat kejenuhan.
- C: kapasitas segmen jalan, dalam SMP/jam.
- q: volume lalu lintas, dalam SMP/jam, yang dalam analisis kapasitas terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu q eksisting hasil perhitungan lalu lintas dan q JP hasil prediksi atau hasil perancangan.

d. Kecepatan Tempuh (V_T) dan Waktu Tempuh (W_T)

Kecepatan tempuh (V_T) merupakan kecepatan aktual arus lalu lintas yang besarnya ditentukan berdasarkan DJ dan v_B . Sedangkan waktu tempuh dapat diketahui berdasarkan nilai v_{MP} dalam menempuh segmen jalan yang dianalisis sepanjang segmen.

Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$W_T = \frac{P}{V_T}$$

Keterangan:

- W_T : waktu tempuh rata-rata mobil penumpang, dalam jam.
- P : panjang segmen, dalam km.
- v_{MP} adalah kecepatan tempuh mobil penumpang atau kecepatan rata-rata ruang (space mean speed, sms) mobil penumpang, dalam km/jam.

Perhitungan LOS

Tingkat pelayanan jalan atau LOS adalah ukuran arus lalu lintas yang terjadi di jalan raya dimana pengemudi merasakan kemudahan dan kenyamanan dalam berkendara (Tamin, 2008). Level of Service (LOS) digunakan untuk mengevaluasi kinerja suatu jalan dalam melayani lalu lintas. LOS merupakan perhitungan dari perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan (V/C). Rumus LOS adalah sebagai berikut:

$$LoS = \frac{V}{C}$$

Keterangan:

- V : volume kendaraan
- C : Kapasitas jalan

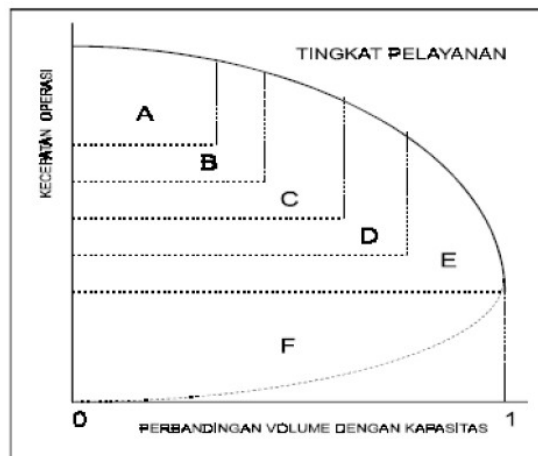
Nilai LOS ini kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkat pelayanan, yang menggambarkan seberapa baik atau buruk suatu ruas jalan dapat mengakomodasi pergerakan kendaraan.

Tabel 5.11. Nilai LOS dan kategori tingkat pelayanan jalan.

Nilai LoS	Tingkat Pelayanan	Deskripsi
$< 0,6$	A	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki
$0,6 < \text{LoS} < 0,7$	B	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, pengemudi masih dapat bebas dalam memilih kecepatannya.
$0,7 < \text{LoS} < 0,8$	C	Arus stabil, kecepatan dapat dikontrol oleh lalu lintas
$0,8 < \text{LoS} < 0,9$	D	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas
$0,9 < \text{LoS} < 1$	E	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas
>1	F	Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, sering terjadi kemacetan pada waktu yang cukup lama.

Sumber: MKJI, 1997

Bersumber dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, tingkat LOS atau pelayanan jalan berkisar dari A hingga F, dengan LOS A menunjukkan kondisi jalan yang sangat lancar tanpa hambatan berarti, sementara LOS F menggambarkan kemacetan parah di mana pergerakan kendaraan sangat terganggu. Tingkat pelayanan jalan digambarkan



Gambar 5.8. Tingkat Pelayanan Jalan
Sumber: Tamin, 2008

Gambar tersebut menunjukkan hubungan antara kecepatan kendaraan dan rasio volume lalu lintas terhadap kapasitas jalan, yang digunakan untuk menentukan Tingkat Pelayanan Jalan (LOS) berdasarkan konsep dari Tamin (2008). Pada sumbu horizontal, terdapat perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan (dari 0 hingga 1). Sedangkan sumbu vertikal menunjukkan kecepatan perjalanan kendaraan.

5.4 Studi Kasus: Pengembangan Transportasi Perkotaan Berbasis Mobilitas

Salah satu permasalahan transportasi adalah kemacetan. Kemacetan lalu lintas terjadi ketika terlalu banyak kendaraan yang mencoba menggunakan infrastruktur transportasi dengan kapasitas yang terbatas. Kemacetan lalu lintas mengakibatkan kerugian tidak hanya waktu tapi juga berkurangnya keselamatan, meningkatnya polusi lingkungan, dan mempengaruhi ekonomi suatu kawasan secara keseluruhan (Papageorgiou et al., 2003).

Pengukuran mobilitas dilakukan untuk mengetahui kondisi lalu lintas perkotaan. Salah satu pengukurannya adalah dengan menghitung kinerja lalu lintas. Penelitian yang dilakukan oleh Bimaputra (2017) dengan judul “Analisis Kinerja Simpang dan Ruas Jalan di Kawasan Jalan Pahlawan, Kota Bandung” bertujuan untuk menganalisis sekaligus mengevaluasi kinerja lalu lintas yang kondisinya macet akibat tingkat mobilisasi dan kebutuhan transportasi semakin meningkat. Data yang dibutuhkan dalam penelitian tersebut adalah data volume kendaraan, geometrik jalan, kecepatan, dan panjang ruas jalan. Langkah pertama dalam pengukuran kinerja lalu lintas adalah dengan menganalisis kondisi eksisting untuk mengetahui seberapa baik tingkat pelayanan ruas jalan dan simpang di ruas jalan ini. Perhitungan yang dilakukan mengacu pada parameter

utama dalam PKJI (2013) yaitu kapasitas, derajat kejenuhan, dan kecepatan. Adapun hasil perhitungan kondisi eksistingnya dapat dilihat di tabel 5.12

Tabel 5.12. Rekapitulasi Kinerja Ruas Jalan Kondisi Eksisting

Ruas Jalan	Waktu	Arus Kendaraan (Q) skr/jam	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (D _r)	Kecepatan (V _r) km/jam
Jl Pahlawan	<i>peak</i>	360	2798	0,13	44
Utara A	<i>off-peak</i>	513		0,18	42
Jl Pahlawan	<i>peak</i>	2097	3051	0,69	35
Utara B	<i>off-peak</i>	1283		0,42	40
Jl Pahlawan	<i>peak</i>	539	2845	0,19	46
Utara C	<i>off-peak</i>	492		0,17	46
Jl Pahlawan	<i>peak</i>	2497	5255	0,48	44
Selatan	<i>off-peak</i>	2038		0,39	45
Jl Surapati	<i>peak</i>	4604	5268	0,87	30
	<i>off-peak</i>	3210		0,61	40
Jl PH. H.	<i>peak</i>	4762	5568	0,86	36
Mustofa	<i>off-peak</i>	3497		0,63	42
Jl Brig J.	<i>peak</i>	3422	2929	1,17	24
Katamso	<i>off-peak</i>	2150		0,73	36
	<i>peak</i>	1414	2963	0,48	37
Jl Cisokan	<i>off-peak</i>	647		0,22	39
Jl Terusan	<i>peak</i>	1424	1963	0,73	28
Cisokan	<i>off-peak</i>	654		0,33	33

Sumber: Bimaputra (2017)

Berdasarkan tabel tersebut, diketahui bahwa beberapa ruas jalan memiliki derajat kejenuhan yang nilainya lebih dari 0.85 menunjukkan kondisi simpang yang kurang efektif dan efisien. Oleh karena itu Bimaputra (2017) memberikan tiga skenario pengaturan lalu lintas agar masalah mobilitas dapat terurai, yaitu:

- Skenario pertama adalah dengan dilakukan pengaturan dari segi manajemen lalu lintas, yaitu dengan menerapkan sistem *one way*. Adanya sistem *one way* diasumsikan volume kendaraan yang melintas hanya kendaraan dari arah Timur menuju Barat sehingga dapat mengurangi volume kendaraan di ruas jalan tersebut. Di sisi lain, dengan sistem *one way* ini maka akan terjadi pengalihan arus kendaraan yang sebelumnya melewati ruas jalan tersebut perlu dialihkan ke jalan lainnya.
- Skenario kedua adalah dengan melakukan pelebaran ruas Jalan di Brig J.Katamso menjadi 12 m dan penggunaan APILL (alat pemberi isyarat lalu lintas) pada Perempatan Cisokan.
- Skenario ketiga dengan melakukan pembangunan infrastruktur transportasi baru berupa pengadaan overpass melintang penghubung Jalan Surapati dan Jalan PH. H. Mustofa.

Dari ketiga skenario tersebut, dipilih skenario ketiga karena berdasarkan perhitungan yang dilakukan, skenario tersebut efektif mengurangi nilai derajat kejenuhan di Jalan Brig J.Katamso dan meningkatkan kinerja dan tingkat pelayanan jalan lainnya di sepanjang ruas jalan tersebut (Bimaputra, 2017).

Selain dengan mengukur kinerja jalan, salah satu solusi untuk mengatasi kemacetan adalah melalui manajemen lalu lintas yang efektif. Manajemen lalu lintas adalah cara mengatur pergerakan transportasi di jalan agar lebih teratur dan efisien. Dengan manajemen yang baik, kemacetan dapat berkurang dan mobilitas dapat berjalan lebih lancar. Teknologi transportasi seperti sistem lalu lintas cerdas (*Intelligent Transport System*), aplikasi pengaturan lalu lintas, dan sistem transportasi pintar dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi mobilitas. Salah satu teknologi yang digunakan untuk sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan transportasi adalah SCOOT.

SCOOT (Split, Cycle and Offset Optimisation Technique) adalah sistem real-time terpusat yang meminimalkan penundaan dan mencegah kemacetan dengan mengkoordinasikan kumpulan kecil sinyal lalu lintas dalam suatu wilayah (Raphael et al. 2016). SCOOT merespons data yang dikumpulkan dari sensor di jalan raya dengan mendeteksi jumlah kendaraan yang melintas. Dengan menggunakan data sensor, SCOOT merespons secara efektif terhadap perubahan volume lalu lintas yang ditandai dengan jumlah kendaraan yang lewat. SCOOT bekerja dengan mengoptimalkan pengaturan lampu lalu lintas secara real-time untuk mengurangi kemacetan. Sistem ini menyesuaikan panjang siklus lampu hijau berdasarkan derajat kejenuhan jalan, memperpanjang siklus jika derajat kejenuhan melebihi 90% dan memperpendeknya jika jalan-jalan lain juga padat. Selain itu, SCOOT menyinkronkan lampu lalu lintas di persimpangan yang berdekatan untuk menciptakan "green wave," sehingga kendaraan dapat melewati beberapa persimpangan tanpa harus berhenti. Dengan cara ini, SCOOT secara efektif meningkatkan kelancaran lalu lintas dan mengurangi waktu tunggu di persimpangan (Raphael et al. 2016).

Sistem ini telah diimplementasikan dan beroperasi di sebagian jaringan perkotaan Glasgow, Inggris dan Chania, Yunani dengan hasil yang cukup memuaskan terutama pada saat kondisi lalu lintas yang padat (Papageorgiou et al., 2003). Pengembangan transportasi perkotaan berbasis mobilitas, seperti yang dicontohkan oleh penerapan sistem SCOOT sebagai salah satu *tools* dalam *Traffic Responsive Urban Control (TUC)*, menunjukkan upaya untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan lalu lintas di perkotaan. Dengan menghitung mobilitas untuk mengetahui kondisi sistem transportasi di suatu wilayah, sekaligus memanfaatkan teknologi modern serta data real-time, dapat mengurangi permasalahan kemacetan, meningkatkan kenyamanan bagi pengguna jalan, dan menciptakan kawasan perkotaan yang ramah lingkungan. Hal ini juga berkontribusi pada pembangunan kota yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaral, R. R. (2018). Urban mobility and city logistics – Trends and case study. *Promet – Traffic – Traffico*, 30(5), 613-622.
- Bimaputra, A., Wuri Bemby, W. G., Kushardjoko, W., & YI.Wicaksono, Y. (2017). Analisis Kinerja Simpang dan Ruas Jalan di Kawasan Jalan Pahlawan, Kota Bandung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(3), 45-55. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/16962>
- Black, J.A. 1981. *Urban Transport Planning: Theory and Practice*, London,. Cromm Helm.
- Brcic, D., & Sevrovic, M. (2012). *Transport logistics*. Zagreb: Faculty of Transport Sciences, University of Zagreb. 139 p.
- Casey, J. (2002). *Key transportation indicators: Summary of a workshop*. Washington, D.C.: National Academy Press. Diakses dari <http://www.nap.edu/catalog/10404>
- Cortright, J. (2010). *Measuring urban transportation performance*. Chicago: Impresa.
- Duranton, G. and E. Guerra. (2016). *Urban accessibility: Balancing land use and transportation*. University of Pennsylvania.
- Frei, F. (2006). Sampling mobility index: Case study in Assis-Brazil. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(9), 792-799.
- Julianto, E. N. (2010). Hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan lalu lintas ruas jalan Siliwangi Semarang. *Jurnal Transportasi*, 12(2), 97-104. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v12i2.1348>
- Kumar, A., Chor, H., Haque, M., & Yuen, B. (2014). A methodological framework for benchmarking smart transport cities. *Cities*, 37, 47-56. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.11.004>
- Lalenoh, R. H., (2015). Analisa kapasitas ruas jalan Sam Ratulangi dengan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 637-644.
- Litman, T. (2011). *Measuring transportation: Traffic, mobility and accessibility*. Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, Todd. (2003). *Evaluating transportation equity*. World Transport Policy & Practice. 8. 50-65.
- Marshall, S. (2005). *Streets & Patterns*. New York: Spon Press.
- Miro, F. (2005). *Perencanaan transportasi: Untuk mahasiswa, perencana, dan praktisi*. Jakarta: Erlangga.

- Murr, S., & Phillips, S. (2016). The proposal of a shared mobility city index to support investment decision making for carsharing. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 10(2), 610-617.
- Papageorgiou, M. and Diakaki, C. and Dinopoulou, V. and Kotsialos, A. and Wang, Y. (2003) 'Review of road traffic control strategies.' , *Proceedings of the IEEE.*, 91 (12), pp. 2043-2067.
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. (2014) Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Raphael, J., Sklar, E. I., & Maskell, S. (2016). An empirical investigation of adaptive traffic control parameters. *CEUR Workshop Proceedings*, 1678. [http://ceur-
ws.org/Vol-1678/paper2.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-1678/paper2.pdf)
- Rashidy, E. L., Ahmed, R., Muller, G., El Rashidy, R., & Muller, G. (2014). A network mobility indicator using a fuzzy logic approach. In *TRB 93rd Annual Meeting Compendium of Papers* (pp. 1-14).
- Roess, R.P., Prassas, E.S., & McShane, W.R. (2004). *Traffic Engineering*. Pearson Prentice Hall.
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tamin, O. Z. (2008). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: ITS
- Vidovic, K., Sostaric, M., & Budimir, D. (2019). An overview of indicators and indices used for urban mobility assessment. *Promet – Traffic & Transportation*, 31(6), 703-714.

BAB 6

SISTEM TRANSPORTASI WILAYAH PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL (WP-3-K)

6.1 Gambaran Umum Karakteristik Sistem Transportasi Indonesia

Indonesia sebagai negara dengan konstelasi geografis berupa kepulauan menghasilkan pola adaptasi pergerakan yang beragam. Kondisi geografis ini mempengaruhi karakteristik dan tantangan transportasi yang dihadapi negara ini. Pulau-pulau besar seperti Jawa, Sumatra, dan Kalimantan memiliki kondisi infrastruktur yang lebih stabil, sedangkan pulau-pulau kecil seringkali mengalami kesulitan dalam mengakses layanan transportasi yang memadai. Tantangan ini yang kemudian melahirkan berbagai pola pergerakan dan sistem transportasi yang beragam (Wijaya dan Imran, 2019). Posisi geografis Indonesia juga terletak pada persimpangan jalur perdagangan internasional, sehingga infrastruktur transportasi laut dan udara memainkan peran penting dalam mendukung ekonomi nasional (Morichi & Acharya, 2013).

Di sisi lain, keberagaman topografi Indonesia, seperti gunung berapi aktif, hutan lebat, dan wilayah pesisir yang luas, memberikan tantangan tambahan dalam pengembangan infrastruktur transportasi dan sistem transportasinya secara keseluruhan. Transportasi berbasis jalan dan kereta api harus dibangun untuk menghadapi medan yang sulit dan sering kali terisolasi oleh batas-batas alam. Akibatnya, pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur transportasi memerlukan biaya yang signifikan dan sering menghadapi tantangan lingkungan (Susantono, 2013).

Selain itu, kondisi geografis ini membuat transportasi laut dan udara menjadi penting dalam menghubungkan wilayah-wilayah di seluruh negeri. Transportasi laut berfungsi sebagai tulang punggung bagi pengiriman barang dan mobilitas antar-pulau, sementara transportasi udara menyediakan akses cepat antara wilayah-wilayah yang terpisah jauh (Hickman and Banister, 2024). Pemerintah Indonesia telah berupaya untuk meningkatkan konektivitas antar-pulau dengan berbagai proyek infrastruktur transportasi laut dan udara, seperti pengembangan pelabuhan dan bandara di pulau-pulau terpencil.



Gambar 6.1. Gambaran Konstelasi Geografis Kepulauan Indonesia
Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021

Indonesia memiliki beragam fitur geografis yang mempengaruhi perencanaan dan pengembangan sistem transportasi (Ralahalu dan Jinka, 2013). Di pulau-pulau besar seperti Jawa dan Sumatra, sistem transportasi darat telah berkembang dengan baik. Jalan raya, jalan tol, dan jaringan kereta api yang luas telah dibangun untuk mendukung mobilitas masyarakat yang tinggi dan perdagangan antar-kota (Amirsardari *et al.*, 2019). Namun, di pulau-pulau kecil dan terpencil, sistem transportasi seringkali sangat bergantung pada transportasi laut, dengan kapal feri dan kapal barang menjadi sarana utama untuk menghubungkan pulau-pulau tersebut dengan pusat-pusat ekonomi yang lebih besar (Susantono, 2013).

Jaringan transportasi di Indonesia dapat dikategorikan menjadi beberapa sistem, termasuk sistem jalan raya, kereta api, laut, dan udara. Di wilayah-wilayah perkotaan seperti Jakarta, Surabaya, dan Medan, sistem transportasi perkotaan semakin berkembang dengan adanya layanan transportasi massal seperti Bus Rapid Transit (BRT) dan Mass Rapid Transit (MRT). Ini adalah bagian dari upaya pemerintah untuk mengurangi kemacetan lalu lintas yang parah dan meningkatkan efisiensi transportasi publik di kota-kota besar (Morichi & Acharya, 2013; Wijaya dan Imran, 2019).

Sementara itu, di wilayah pedesaan dan non-strategis, sistem transportasi sering kali terbatas dan tidak efisien. Jalan-jalan yang rusak, akses yang terbatas, serta minimnya pilihan transportasi publik merupakan tantangan yang dihadapi oleh masyarakat yang tinggal di daerah-daerah ini. Kondisi ini juga berdampak pada kesulitan dalam mendistribusikan barang dan layanan, yang akhirnya mempengaruhi kesejahteraan ekonomi di wilayah-wilayah tersebut (Rodrigue, 2024).

Distribusi populasi yang timpang di wilayah kepulauan Indonesia memiliki dampak yang signifikan terhadap pengembangan dan efisiensi sistem transportasinya (Rodrigue, 2024). Pulau Jawa, yang menampung sekitar 56% populasi Indonesia, memiliki kepadatan penduduk yang sangat tinggi. Sebagai hasilnya, sistem transportasi di Jawa lebih maju dan berkembang, dengan infrastruktur seperti jalan tol, kereta api, serta transportasi massal yang terus diperluas untuk memenuhi permintaan mobilitas yang tinggi. Sebaliknya, di pulau-pulau lain seperti Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua, dengan populasi yang jauh lebih sedikit dan tersebar, sistem transportasi cenderung kurang berkembang dan infrastruktur yang ada sering kali tidak memadai (Ralahalu dan Jinka, 2013).

Timpangnya distribusi populasi ini memengaruhi prioritas pembangunan infrastruktur transportasi. Di pulau-pulau dengan konsentrasi penduduk yang rendah, seperti Maluku dan Papua, pemerintah menghadapi tantangan dalam justifikasi biaya pembangunan infrastruktur transportasi darat yang mahal. Sebagai gantinya, transportasi laut dan udara lebih diandalkan untuk menghubungkan wilayah-wilayah terpencil ini. Namun, keterbatasan dalam frekuensi dan kapasitas transportasi laut serta bandara yang kurang memadai menyebabkan keterbatasan aksesibilitas. Hal ini berdampak pada meningkatnya biaya logistik dan kesulitan dalam distribusi barang serta layanan dasar, seperti kesehatan dan pendidikan, ke daerah-daerah tersebut (Susantono, 2013).

Pulau-pulau kecil dan wilayah pedesaan seringkali bergantung pada transportasi laut dengan kapal feri dan kapal barang sebagai sarana untuk mobilitas penduduk dan distribusi barang. Keterbatasan transportasi ini tidak hanya memengaruhi harga barang di daerah terpencil, yang cenderung lebih mahal dibandingkan dengan daerah berpopulasi padat, tetapi juga memperlambat perkembangan ekonomi lokal. Sulitnya akses ke pasar, pusat pendidikan, serta layanan kesehatan menghambat peluang pembangunan sosial-ekonomi di daerah yang jarang penduduknya (Hickman dan Banister, 2014).

Secara keseluruhan, distribusi populasi yang timpang di wilayah kepulauan memperburuk ketidakmerataan pembangunan transportasi, memperluas kesenjangan antara daerah yang padat penduduk dan daerah terpencil, serta meningkatkan tantangan dalam menyediakan transportasi yang efisien dan terjangkau di seluruh wilayah Indonesia.

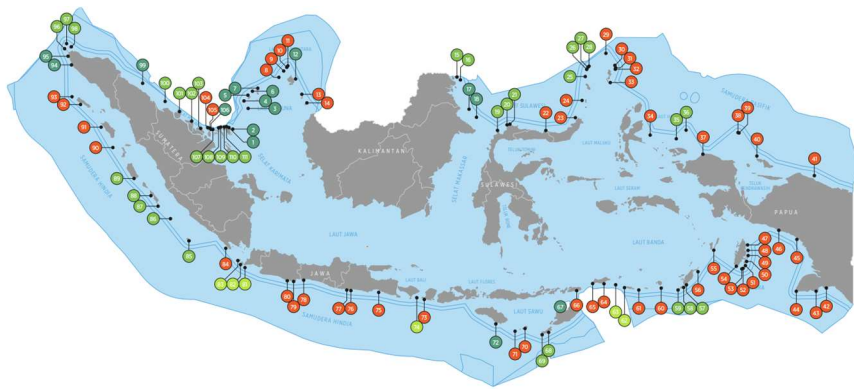
Sistem transportasi di Indonesia memiliki berbagai determinan yang berpengaruh dalam perkembangannya, mulai dari kondisi geografis, sosial-ekonomi, serta lingkungan. Di satu sisi terdapat wilayah dengan tantangan utama transportasi yang berupa kemacetan dan *overcapacity* dari jaringan jalan,

di sisi lain juga terdapat wilayah dengan permasalahan pada tidak adanya infrastruktur maupun opsi-opsi untuk melakukan pergerakan (Bokhari dan Sharifi, 2024).

Selain itu, tantangan lainnya adalah kebutuhan untuk meningkatkan konektivitas antar-pulau. Sebagai negara kepulauan, Indonesia sangat bergantung pada transportasi laut dan udara untuk menghubungkan wilayah-wilayah yang terpisah oleh lautan. Namun, infrastruktur pelabuhan dan bandara di banyak wilayah masih belum memadai, yang mengakibatkan tingginya biaya transportasi dan keterlambatan dalam distribusi barang. Pemerintah telah meluncurkan berbagai program, seperti pembangunan pelabuhan baru dan perluasan bandara, untuk meningkatkan konektivitas ini (Vickerman, 2008).

Di samping itu, perubahan iklim juga menjadi tantangan bagi sistem transportasi Indonesia. Kenaikan permukaan air laut dan frekuensi bencana alam, seperti banjir dan tanah longsor, dapat merusak infrastruktur transportasi, terutama di wilayah pesisir. Ini membutuhkan investasi yang signifikan dalam adaptasi dan mitigasi perubahan iklim untuk melindungi infrastruktur transportasi dari dampak lingkungan yang merugikan (Vickerman, 2008).

Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi tantangan transportasi yang dihadapi negara ini. Salah satu inisiatif utama adalah pembangunan proyek infrastruktur besar-besaran, seperti Proyek Strategis Nasional (PSN) yang mencakup pembangunan jalan tol, kereta api cepat, dan pengembangan pelabuhan dan bandara di seluruh negeri. Proyek ini bertujuan untuk meningkatkan konektivitas antar-wilayah dan mendukung pertumbuhan ekonomi dengan mempercepat mobilitas barang dan orang (Alade *et al.*, 2022). Selain itu juga terdapat berbagai Kawasan Strategis Nasional (KSN) yang tersebar di kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil serta kawasan terestrial di Indonesia (gambar 2), yang juga akan memiliki fokus pembangunan dan sistem transportasinya. Sehingga integrasi antar kawasan strategis juga diharapkan akan mempercepat pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan aksesibilitas nasional.



Gambar 6.2. Sebaran Kawasan Strategis Nasional
Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021

6.2 Ketersediaan Moda Transportasi dan Karakteristik Moda Transportasi

Sistem transportasi di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil memiliki orientasi utama untuk meningkatkan interkoneksi antar wilayah. Dalam mencapai tujuan utama interkoneksi tersebut, ketersediaan moda transportasi beserta karakteristiknya menjadi fokus utama pembahasan. Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil harus dapat mengoptimalkan ketiga moda/jalur transportasi utama, yaitu darat, laut, dan udara.

6.2.1 Transportasi Laut

Transportasi laut memainkan peran penting dalam sistem transportasi Indonesia, terutama karena karakteristik geografisnya sebagai negara kepulauan. Moda transportasi laut ini terdiri dari kapal tradisional dan modern, dengan berbagai fungsi yang berbeda tergantung pada wilayah dan kebutuhannya. Kapal tradisional, seperti perahu pinisi, masih digunakan di beberapa wilayah Indonesia, terutama di daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh moda transportasi modern. Di sisi lain, kapal-kapal modern yang lebih besar dan canggih digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang antar-pulau besar dan jalur internasional (Mafrisal *et al.*, 2024).

a. Pelabuhan Penumpang dan Barang

Pelabuhan di Indonesia menjadi simpul utama dalam sistem transportasi laut, baik untuk penumpang maupun barang. Beberapa pelabuhan utama yang memiliki peran strategis di Indonesia antara lain Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta, Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, dan Pelabuhan Merak di Banten. Pelabuhan ini melayani arus barang dan penumpang dalam skala besar, baik untuk perdagangan domestik maupun internasional. Pelabuhan Tanjung Priok, misalnya, merupakan pelabuhan terbesar di Indonesia dan

menangani sekitar 50% dari total ekspor dan impor nasional, menjadikannya pusat perdagangan utama di Indonesia (Zen dan Yudhistira, 2021).

Di sisi lain, Pelabuhan Merak menjadi simpul penting untuk transportasi penumpang, menghubungkan Pulau Jawa dan Sumatra melalui Selat Sunda. Arus kendaraan dan penumpang yang tinggi di pelabuhan ini menjadikannya pusat transportasi yang penting untuk mobilitas antar-pulau (Zen dan Yudhistira, 2021).



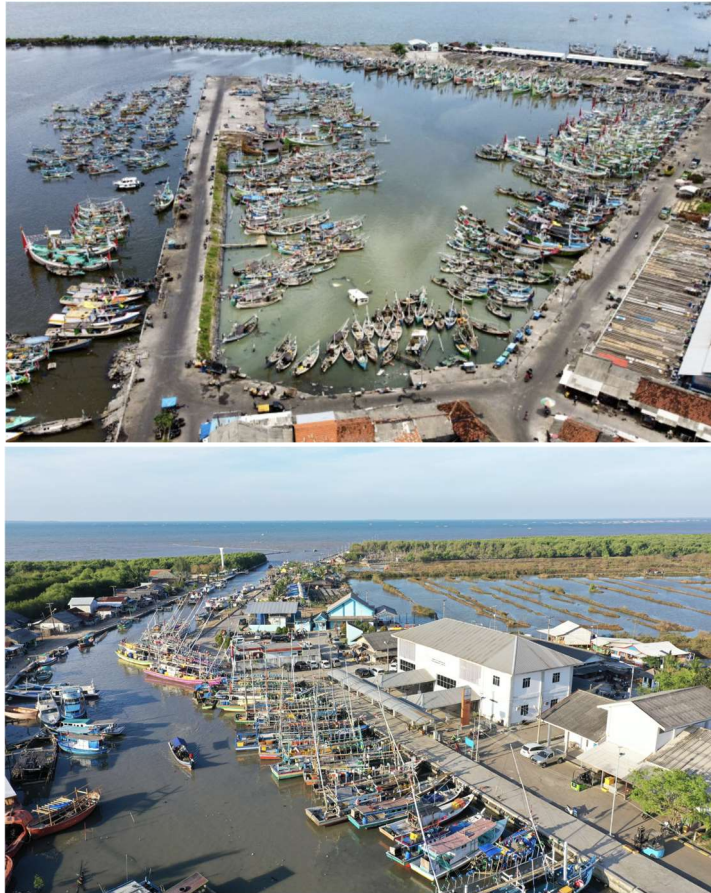
Gambar 6.3. Gambaran Transportasi Laut (Pelabuhan Barang dan Penumpang)

Sumber: ekonomi.bisnis.com, 2019

b. Pelabuhan Perikanan dan Perannya sebagai Simpul Transportasi

Selain pelabuhan untuk penumpang dan barang, Indonesia juga memiliki banyak pelabuhan perikanan yang berperan penting dalam ekonomi maritim. Pelabuhan perikanan tidak hanya menjadi tempat pendaratan ikan, tetapi juga berfungsi sebagai simpul transportasi bagi nelayan dan komunitas pesisir. Pelabuhan perikanan seperti Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) dan Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) memainkan peran strategis dalam mendukung industri perikanan, baik untuk pasar domestik maupun ekspor (Rizal et al., 2019).

Pelabuhan perikanan juga berfungsi sebagai simpul logistik, di mana hasil tangkapan diangkut ke pasar-pasar besar di kota-kota atau diekspor ke negara lain. Hal ini menunjukkan peran transportasi laut, terutama pelabuhan perikanan, tidak hanya sebagai penghubung antar-wilayah tetapi juga sebagai bagian penting dari rantai pasokan pangan nasional (Susantono, 2013).



Gambar 6.4. Gambaran Transportasi Laut (Pelabuhan Perikanan)

Sumber: Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi, 2024

6.2.2 Transportasi Udara

Transportasi udara di Indonesia juga berkembang pesat, terutama karena kebutuhan untuk menghubungkan pulau-pulau yang jauh dan sulit dijangkau oleh moda transportasi darat dan laut. Dengan lebih dari 600 bandara yang tersebar di seluruh negeri, transportasi udara memainkan peran penting dalam menghubungkan wilayah-wilayah terpencil dan memfasilitasi mobilitas yang cepat antar-pulau. Bandara-bandara utama seperti Bandara Internasional Soekarno-Hatta di Jakarta, Bandara Juanda di Surabaya, dan Bandara Ngurah Rai di Bali adalah pintu gerbang utama untuk penerbangan domestik dan internasional (Suparman et al., 2023).

Transportasi udara juga penting dalam mendukung industri pariwisata Indonesia, terutama di pulau-pulau seperti Bali, Lombok, dan Raja Ampat, yang merupakan tujuan wisata terkenal. Bandara-bandara di wilayah ini memainkan peran kunci dalam mendukung arus wisatawan dari dalam dan luar negeri, yang pada gilirannya mendorong pertumbuhan ekonomi lokal (Hudayah et al., 2024).

Namun, tantangan yang dihadapi dalam transportasi udara di Indonesia termasuk keterbatasan kapasitas bandara, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta, serta masalah keselamatan dan ketepatan waktu yang sering kali menjadi keluhan para penumpang. Pemerintah telah berupaya untuk mengatasi tantangan ini dengan memperluas dan memperbarui infrastruktur bandara, serta meningkatkan standar keselamatan penerbangan (Susantono, 2013).



Gambar 6.5. Gambaran Transportasi Udara
Sumber: soekarnohatta-airport.co.id, 2024

6.2.3 Transportasi Darat

a. Transportasi Berbasis Jalan

Transportasi darat di Indonesia sebagian besar didominasi oleh transportasi berbasis jalan, yang mencakup kendaraan pribadi, angkutan umum, bus, dan kendaraan niaga. Jaringan jalan raya yang menghubungkan kota-kota besar di pulau-pulau seperti Jawa, Sumatra, dan Kalimantan sangat penting dalam mendukung mobilitas masyarakat dan perdagangan. Jalan tol Trans-Jawa, misalnya, adalah salah satu proyek infrastruktur terbesar yang menghubungkan kota-kota utama di Jawa dan memainkan peran vital dalam mempercepat arus barang dan penumpang di pulau yang paling padat penduduknya (Sari, 2017).

Namun, masalah kemacetan lalu lintas, terutama di wilayah metropolitan seperti Jakarta dan Surabaya, menjadi tantangan utama dalam sistem transportasi berbasis jalan. Meningkatnya jumlah kendaraan pribadi, infrastruktur jalan yang tidak memadai, serta kurangnya pilihan transportasi massal yang efisien menyebabkan kemacetan lalu lintas yang parah dan menghambat mobilitas (Susantono, 2013).



Gambar 6.6. Gambaran Transportasi Darat Berbasis Jalan
Sumber: Kompas.com, 2013

b. Transportasi Berbasis Non-Jalan

Selain transportasi berbasis jalan, Indonesia juga memiliki sistem transportasi berbasis rel kereta api yang terus berkembang. Di Jawa, kereta api merupakan salah satu moda transportasi penting untuk perjalanan jarak jauh antar-kota. Jaringan kereta api di Indonesia dikelola oleh PT Kereta Api Indonesia (KAI), yang menyediakan layanan penumpang dan barang. Beberapa proyek kereta api cepat juga sedang dikembangkan, seperti proyek kereta api cepat Jakarta-Bandung, yang diharapkan dapat mengurangi waktu perjalanan secara signifikan dan meningkatkan efisiensi transportasi antar-kota (Hickman dan Banister, 2014).

Transportasi berbasis non-jalan lainnya termasuk transportasi kabel, yang digunakan di beberapa wilayah pegunungan di Indonesia. Transportasi ini memberikan solusi untuk medan yang sulit dijangkau oleh moda transportasi darat tradisional.



Gambar 6.7. Gambaran Transportasi Darat Berbasis Non-Jalan
Sumber: Wikipedia, 2018

c. Transportasi Perairan Darat

Transportasi perairan darat juga merupakan bagian penting dari sistem transportasi di beberapa wilayah Indonesia, terutama di wilayah pedalaman yang memiliki sungai besar sebagai jalur utama. Sungai Mahakam di Kalimantan, misalnya, adalah salah satu jalur transportasi utama yang menghubungkan wilayah-wilayah pedalaman dengan kota-kota besar. Transportasi perairan darat ini sering kali menjadi satu-satunya moda transportasi yang tersedia di daerah-daerah yang tidak memiliki infrastruktur jalan yang memadai (Sari, 2017).

Transportasi perairan darat ini juga digunakan untuk pengangkutan barang, terutama komoditas seperti batu bara, minyak kelapa sawit, dan hasil bumi lainnya. Sistem transportasi ini menjadi penting dalam mendukung ekonomi lokal, terutama di wilayah-wilayah yang terletak jauh dari jalur perdagangan utama (Acharya dan Morichi, 2013).



Gambar 6.8. Gambaran Transportasi Perairan Darat
Sumber: kaltim.kemenag.go.id, 2019

6.3 Pola Pergerakan dan Pengaruh Karakteristik Sosial Ekonomi Terhadap Pola Pergerakan

6.3.1 Pergerakan Barang

Pergerakan barang di Indonesia memiliki pola yang beragam, terutama dipengaruhi oleh kondisi geografis, distribusi populasi, dan aktivitas ekonomi antar-wilayah. Sebagai negara kepulauan, sebagian besar pergerakan barang di Indonesia terjadi melalui transportasi laut, yang menghubungkan pelabuhan-pelabuhan utama di pulau-pulau besar dengan pulau-pulau yang lebih kecil. Pelabuhan seperti Tanjung Priok di Jakarta dan Tanjung Perak di Surabaya adalah simpul utama dalam distribusi barang, baik untuk perdagangan domestik maupun internasional (Acharya dan Morichi, 2013).

a. Pergerakan Barang Antar-Pulau

Transportasi laut menjadi tulang punggung bagi pergerakan barang antar-pulau di Indonesia, terutama untuk komoditas-komoditas besar seperti minyak kelapa sawit, batu bara, dan hasil perikanan. Kapal-kapal barang dan feri mengangkut barang dari pusat-pusat produksi di Sumatra dan Kalimantan ke Jawa, yang merupakan pasar konsumsi terbesar di Indonesia. Sistem logistik ini memainkan peran penting dalam mendukung aktivitas

ekonomi nasional, tetapi juga menghadapi tantangan dalam hal efisiensi dan biaya yang tinggi karena keterbatasan infrastruktur pelabuhan dan kondisi cuaca yang tidak menentu (Rumaji dan Adiliya, 2018).

Selain transportasi laut, transportasi darat berbasis jalan dan kereta api juga berperan dalam pergerakan barang, terutama di pulau-pulau besar seperti Jawa dan Sumatra. Sistem jalan tol Trans-Jawa dan jalur kereta api menjadi jalur penting bagi pergerakan barang dalam skala nasional, memungkinkan pengiriman barang lebih cepat dan efisien antar-kota besar (Mafrisal *et al.*, 2024).

b. Pergerakan Barang di Wilayah 3T

Di wilayah-wilayah terpencil dan pedalaman, pergerakan barang sering kali bergantung pada transportasi perairan darat, seperti sungai di Kalimantan dan Papua. Sungai-sungai besar seperti Sungai Mahakam dan Sungai Kapuas digunakan untuk mengangkut komoditas dari pedalaman ke pusat-pusat distribusi di pesisir. Transportasi udara juga digunakan di beberapa daerah yang sangat terpencil, terutama untuk pengiriman barang-barang yang mendesak dan bernilai tinggi (Wahyuni *et al.*, 2022).

6.3.2 Pergerakan Penumpang

Pergerakan penumpang di Indonesia memiliki pola yang kompleks, dipengaruhi oleh distribusi populasi yang tidak merata, infrastruktur transportasi yang berbeda-beda di setiap wilayah, serta kondisi sosial-ekonomi masyarakat. Pulau Jawa, yang merupakan pusat ekonomi dan populasi terbesar di Indonesia, menjadi wilayah dengan volume pergerakan penumpang tertinggi. Moda transportasi yang dominan di wilayah ini adalah transportasi darat, seperti kendaraan pribadi, bus, dan kereta api (Morichi & Acharya, 2013).

a. Pergerakan Penumpang di Wilayah Perkotaan

Di wilayah perkotaan besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung, transportasi massal memainkan peran penting dalam mengakomodasi pergerakan penumpang. Sistem transportasi massal seperti Bus Rapid Transit (BRT), MRT, dan LRT dirancang untuk mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi dan mengatasi masalah kemacetan lalu lintas. Namun, permasalahan kapasitas yang terbatas dan kurangnya integrasi antar-moda masih menjadi tantangan utama dalam pengembangan transportasi massal di kota-kota besar ini (Susantono, 2013).

Transportasi udara juga menjadi moda penting bagi pergerakan penumpang di Indonesia, terutama untuk perjalanan antar-pulau. Dengan populasi yang tersebar di berbagai pulau yang jauh, pesawat terbang adalah satu-satunya pilihan transportasi yang cepat dan efisien. Penerbangan domestik dari bandara-bandara besar seperti Soekarno-Hatta dan Ngurah Rai

menjadi sarana utama untuk mobilitas antar-kota di seluruh Indonesia (Hickman dan Banister, 2014).

b. Pergerakan Penumpang di Wilayah Non-Urban

Di wilayah-wilayah terpencil, seperti Nusa Tenggara Timur, Papua, dan Maluku, pergerakan penumpang lebih bergantung pada transportasi laut dan udara. Kapal feri dan perahu tradisional sering kali menjadi satu-satunya sarana transportasi yang tersedia untuk menghubungkan masyarakat dengan pusat-pusat kota dan fasilitas layanan dasar. Namun, akses yang terbatas, ketidakandalan jadwal, serta biaya yang tinggi menjadi kendala utama bagi mobilitas di wilayah ini (Morichi & Acharya, 2013).

6.3.3 Pengaruh Karakteristik Sosial Ekonomi terhadap Pola Pergerakan

Pergerakan barang dan penumpang di Indonesia sangat dipengaruhi oleh karakteristik sosial-ekonomi masyarakat. Masyarakat dengan tingkat pendapatan yang lebih tinggi cenderung menggunakan moda transportasi pribadi, seperti mobil dan motor, untuk mobilitas sehari-hari. Di perkotaan, mereka juga lebih mungkin menggunakan transportasi udara untuk perjalanan jarak jauh, baik untuk keperluan bisnis maupun wisata. Sementara itu, masyarakat dengan pendapatan yang lebih rendah cenderung lebih bergantung pada transportasi umum yang terjangkau, seperti bus, angkot, atau kereta api kelas ekonomi (Tucho, 2022; Fattah *et al.*, 2022).

a. Transportasi Berbasis Kebutuhan Ekonomi

Pergerakan masyarakat di wilayah perkotaan juga dipengaruhi oleh kebutuhan ekonomi. Di kota-kota besar, komuter yang bekerja di pusat-pusat bisnis cenderung menggunakan moda transportasi massal yang lebih cepat dan efisien, seperti KRL di Jakarta. Namun, di wilayah pedesaan atau daerah dengan infrastruktur transportasi yang kurang berkembang, masyarakat lebih sering bergantung pada moda transportasi informal seperti ojek atau becak.

b. Mobilitas Sosial dan Aksesibilitas

Selain itu, aksesibilitas transportasi juga dipengaruhi oleh faktor sosial-ekonomi. Di daerah pedesaan dan terpencil, masyarakat yang memiliki akses terbatas terhadap transportasi massal atau pribadi sering kali kesulitan untuk mendapatkan layanan dasar seperti pendidikan, kesehatan, dan pekerjaan. Kondisi ini memperparah ketimpangan sosial-ekonomi antar-wilayah, di mana masyarakat di daerah perkotaan memiliki mobilitas yang lebih tinggi dan akses yang lebih baik terhadap peluang ekonomi (Fattah *et al.*, 2022).

6.4 Potensi dan Tantangan Sistem Transportasi di Indonesia

6.4.1 Kondisi dan Perkembangan Sistem Transportasi Saat Ini

Dengan pesatnya pertumbuhan ekonomi perkotaan di Indonesia, jumlah kendaraan bermotor di kota-kota besar meningkat secara signifikan, terutama sejak tahun 1990-an (Gakenheimer, 1999). Peningkatan ini didorong oleh beberapa faktor, seperti pertumbuhan populasi perkotaan, kondisi ekonomi yang membaik, investasi dan komersialisasi yang meluas, serta munculnya gaya hidup motorized yang menganggap kepemilikan mobil sebagai simbol status penting. Di banyak kota, kenaikan jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya melampaui 10%, yang berarti jumlah kendaraan dapat berlipat ganda hanya dalam kurun waktu tujuh tahun (Soehodho, 2007). Namun, sayangnya, laju pertumbuhan kendaraan bermotor ini jauh melampaui pengembangan infrastruktur transportasi perkotaan, sehingga memicu sejumlah besar permasalahan lalu lintas.

Wilayah metropolitan seperti Jakarta, memiliki pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang telah melebihi 10% per tahun, sementara investasi dalam infrastruktur jalan belum mencapai angka 1% per tahun (Mao et al., 2002). Akibatnya, kemacetan lalu lintas semakin parah, dan waktu tempuh di dalam kota menjadi semakin lama. Kondisi serupa dapat terlihat di berbagai kota besar lainnya di Indonesia, di mana permintaan perjalanan yang terus meningkat tidak sebanding dengan kapasitas infrastruktur transportasi yang tersedia.

Kondisi ini sangat berdampak pada sistem transportasi umum, terutama bus. Jaringan bus yang ada seringkali bersinggungan dengan jalan yang terlalu padat dan menjadi sangat rentan terhadap kemacetan lalu lintas. Dengan minimnya pengembangan sistem kereta api perkotaan (pengembangan sistem rel yang masih berpusat di Jawa), sebagian besar beban angkutan penumpang harus ditanggung oleh bus, yang menggunakan jalan-jalan yang sama dengan kendaraan pribadi. Akibatnya, waktu tempuh bagi pengguna transportasi umum semakin lama, dan kemacetan bertambah parah.

Meskipun terdapat upaya untuk mengurangi kemacetan dengan menerapkan jalur khusus bus atau sistem sinyal yang memprioritaskan bus, hal ini belum cukup untuk mengatasi kompleksitas masalah transportasi perkotaan di Indonesia (Gakenheimer, 1999). Karakteristik tata guna lahan di kota-kota Indonesia, seperti kepadatan penduduk yang tinggi dan penggunaan lahan yang campuran, memperburuk situasi. Di banyak kota besar, seperti Jakarta, kegiatan ekonomi dan sosial terkonsentrasi di pusat kota, sehingga menyebabkan kemacetan di beberapa ruas jalan utama.

Tantangan lainnya adalah keinginan kuat masyarakat untuk memiliki kendaraan pribadi, meskipun itu berarti pengeluaran yang signifikan bagi rumah tangga. Sebagai contoh, banyak keluarga rela menghabiskan sebagian besar pendapatan mereka untuk membeli mobil, yang dianggap sebagai simbol status dan kebutuhan (Gakenheimer, 1999). Di sisi lain, pemeliharaan jalan yang buruk, keterbatasan anggaran, dan disiplin pengemudi yang kurang baik juga turut berperan dalam memperburuk kondisi lalu lintas dan meningkatkan angka kecelakaan. Di wilayah Jabodetabek, sekitar 9% kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh kondisi jalan yang rusak, sementara 73% lainnya terjadi akibat kesalahan pengemudi dan pelanggaran peraturan lalu lintas (JICA dan BAPPENAS, 2004).

Selain itu, keberagaman jenis kendaraan yang ada di jalanan, mulai dari sepeda motor hingga mobil dan kendaraan bermuatan besar, menciptakan arus lalu lintas yang tidak efisien dan berisiko tinggi. Hal ini semakin menyulitkan pengelolaan lalu lintas di kota-kota besar di Indonesia, di mana berbagai jenis kendaraan berbagi jalan yang sama. Semua faktor ini merupakan komponen utama penyebab pertumbuhan kendaraan bermotor yang pesat, infrastruktur yang tidak memadai, konsentrasi aktivitas perkotaan di satu titik, perencanaan yang kurang konsisten, serta meningkatnya permintaan kendaraan pribadi, bersama-sama membuat masalah kemacetan lalu lintas menjadi tantangan yang terus berkembang di kota-kota besar Indonesia.

6.4.2 Integrasi Ekonomi, Perubahan Struktur Ekonomi, dan Peluang Pengembangan Transportasi

Integrasi ekonomi di Indonesia terus mengalami perkembangan seiring dengan pertumbuhan ekonomi nasional dan regional. Salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan ini adalah semakin kuatnya peran transportasi sebagai penghubung antar-wilayah ekonomi. Seiring dengan transisi dari ekonomi berbasis agrikultur ke ekonomi berbasis industri dan jasa, kebutuhan akan sistem transportasi yang efisien semakin meningkat. Pengembangan infrastruktur transportasi, terutama jalan tol, pelabuhan, dan bandara, memberikan peluang besar untuk memperkuat integrasi ekonomi di Indonesia (Susantono, 2013).

Dalam konteks globalisasi, transportasi memainkan peran penting dalam mendukung rantai pasok global dan meningkatkan daya saing Indonesia di pasar internasional. Proyek-proyek seperti pembangunan Tol Laut dan jaringan kereta api cepat, serta inisiatif lain dalam memperluas konektivitas antar-wilayah, berpotensi membuka akses baru ke pasar internasional. Dengan adanya integrasi ekonomi yang lebih baik, peluang pengembangan transportasi juga semakin

terbuka, terutama dalam sektor logistik dan perdagangan (Morichi & Acharya, 2013).

Namun, integrasi ekonomi ini juga memunculkan tantangan dalam hal pemerataan pembangunan infrastruktur. Ketimpangan antara wilayah barat dan timur Indonesia masih sangat terlihat, di mana pulau besar seperti Jawa dan Sumatra lebih diuntungkan untuk akses infrastruktur transportasi dibandingkan wilayah timur seperti Papua dan Maluku (Hickman dan Banister, 2014).

6.4.3 Peningkatan Konektivitas Kepulauan Sebagai Sarana Stimulus Logistik, Perdagangan, dan Pariwisata

Indonesia sebagai negara kepulauan menghadapi tantangan geografis yang unik, di mana konektivitas antar-pulau menjadi kunci dalam mendorong perkembangan logistik, perdagangan, dan pariwisata. Peningkatan konektivitas ini merupakan salah satu prioritas pemerintah Indonesia melalui berbagai proyek infrastruktur, seperti pembangunan pelabuhan-pelabuhan baru, perpanjangan jalur kereta api, dan pengembangan sistem transportasi laut. Inisiatif Tol Laut yang diluncurkan oleh pemerintah bertujuan untuk meningkatkan efisiensi distribusi barang ke pulau-pulau terpencil dan mengurangi disparitas harga antar-wilayah (Susantono, 2013).

Konektivitas kepulauan juga sangat penting untuk mendukung sektor pariwisata, yang merupakan salah satu sumber pendapatan devisa utama Indonesia. Destinasi-destinasi wisata seperti Bali, Lombok, dan Raja Ampat sangat bergantung pada infrastruktur transportasi udara dan laut yang memadai untuk menarik wisatawan domestik dan internasional. Pengembangan bandara dan pelabuhan di wilayah-wilayah ini menjadi kunci untuk meningkatkan arus wisatawan, yang pada gilirannya akan mendorong pertumbuhan ekonomi lokal (Hickman dan Banister, 2014).

Namun, peningkatan konektivitas ini juga dihadapkan pada tantangan terkait biaya pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur, terutama di wilayah yang secara ekonomi kurang berkembang. Biaya transportasi antar-pulau di Indonesia masih relatif tinggi, yang dapat menghambat pertumbuhan ekonomi dan perdagangan di beberapa wilayah (Morichi & Acharya, 2013).

6.4.4 Keterbatasan Infrastruktur dan *Maintenance Public Transport*

Meskipun banyak proyek infrastruktur yang telah dilaksanakan, salah satu tantangan utama dalam sistem transportasi Indonesia adalah keterbatasan infrastruktur yang ada serta masalah pemeliharaan transportasi publik. Infrastruktur transportasi di Indonesia, terutama di luar Jawa, masih kurang memadai untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Banyak jalan, jembatan, dan pelabuhan yang memerlukan peningkatan kualitas serta pemeliharaan yang lebih baik (Susantono, 2013).

Sistem transportasi publik di kota-kota besar seperti Jakarta dan Surabaya juga menghadapi tantangan terkait kapasitas dan kualitas layanan. Masalah kemacetan lalu lintas, ketidakpastian jadwal, dan infrastruktur yang tidak terpelihara dengan baik sering kali membuat masyarakat enggan menggunakan transportasi publik. Selain itu, investasi dalam infrastruktur transportasi publik di kota-kota menengah dan kecil masih minim, yang menyebabkan ketergantungan tinggi pada kendaraan pribadi dan moda transportasi informal (Hickman dan Banister, 2014).

Pemerintah Indonesia telah berupaya meningkatkan kualitas infrastruktur melalui proyek-proyek besar seperti MRT Jakarta, namun masalah pemeliharaan yang berkelanjutan tetap menjadi kendala, terutama karena terbatasnya anggaran pemerintah untuk mendanai perawatan rutin dan perbaikan infrastruktur (Morichi & Acharya, 2013).

6.4.5 Isu Lingkungan dan Keberlanjutan

Isu lingkungan menjadi perhatian penting dalam pengembangan sistem transportasi di Indonesia. Peningkatan jumlah kendaraan pribadi dan pertumbuhan sektor transportasi berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan polusi udara di kota-kota besar. Jakarta, misalnya, sering kali menjadi salah satu kota dengan tingkat polusi udara tertinggi di dunia akibat kemacetan lalu lintas yang parah dan penggunaan kendaraan bermotor yang masif (Susantono, 2013).

Untuk mengatasi isu lingkungan ini, pemerintah Indonesia telah meluncurkan berbagai inisiatif terkait transportasi berkelanjutan, termasuk pengembangan transportasi massal berbasis listrik, promosi penggunaan kendaraan ramah lingkungan, serta pengembangan infrastruktur hijau di kota-kota besar. Namun, upaya ini masih menghadapi tantangan dalam hal adopsi teknologi ramah lingkungan secara massal, terutama karena biaya yang tinggi dan kurangnya insentif bagi masyarakat dan sektor swasta untuk beralih ke solusi yang lebih ramah lingkungan (Hickman dan Banister, 2014).

Transportasi laut juga menghadapi tantangan terkait polusi perairan dan kerusakan lingkungan akibat tumpahan minyak, pembuangan limbah kapal, dan aktivitas penambangan di pesisir. Dalam jangka panjang, isu-isu lingkungan ini perlu diatasi agar transportasi di Indonesia dapat berkembang dengan cara yang lebih berkelanjutan (Morichi & Acharya, 2013).

6.4.6 Disparitas Ekonomi dan Tantangan Penyediaan Transportasi

Disparitas ekonomi antar-wilayah di Indonesia menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi penyediaan transportasi. Wilayah dengan tingkat pembangunan ekonomi yang lebih tinggi, seperti Jawa, Sumatra, dan Bali, umumnya memiliki infrastruktur transportasi yang lebih baik dibandingkan

dengan wilayah-wilayah terpencil di Indonesia Timur seperti Papua, Maluku, dan Nusa Tenggara Timur. Ketimpangan ini mencerminkan tantangan dalam hal pemerataan pembangunan infrastruktur transportasi di seluruh wilayah Indonesia (Susantono, 2013).

Tantangan utama dalam penyediaan transportasi di wilayah-wilayah terpencil adalah biaya yang tinggi untuk membangun dan memelihara infrastruktur, serta rendahnya tingkat pengembalian investasi. Sementara itu, akses terhadap transportasi yang memadai merupakan hal krusial bagi masyarakat di wilayah terpencil untuk mendapatkan layanan dasar seperti pendidikan, kesehatan, dan pasar kerja. Pemerintah Indonesia terus berupaya untuk mengatasi tantangan ini melalui alokasi anggaran yang lebih besar untuk pembangunan infrastruktur di wilayah-wilayah tertinggal dan penyediaan subsidi transportasi (Hickman dan Banister, 2014).

6.4.7 Peningkatan Aksesibilitas Antar Pulau untuk Menunjang Sistem Transportasi Nasional

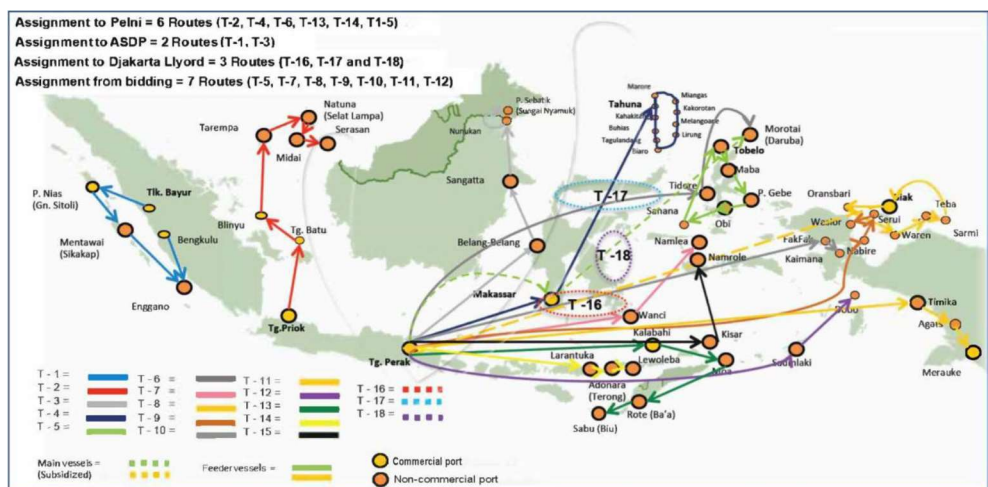
Aksesibilitas antar pulau menjadi salah satu kunci untuk keberhasilan dan pemerataan pembangunan berbasis transportasi. Kemudahan yang didapat dari peningkatan aksesibilitas mampu mendorong pertumbuhan ekonomi, peningkatan kapasitas wilayah, serta meningkatkan interaksi antar wilayah untuk perencanaan dan pembangunan yang komprehensif (Rumaji dan Adiliya, 2018). Salah satu upaya Indonesia dalam mendorong terwujudnya peningkatan aksesibilitas ini adalah melalui kebijakan tol laut.

Kebijakan Tol Laut dirancang untuk mempercepat transportasi laut di antara pelabuhan-pelabuhan utama, seperti Belawan di Sumatra Utara, Tanjung Priok di Jakarta, Tanjung Perak di Surabaya, Makassar di Sulawesi Selatan, dan Sorong di Papua (Pradhana, 2015). Tujuannya adalah untuk mempercepat sirkulasi komoditas di seluruh nusantara, terutama ke wilayah timur Indonesia. Sebuah network pelayaran dibentuk untuk memastikan kelancaran mobilisasi orang, barang, dan jasa yang melewati pelabuhan-pelabuhan laut penting tersebut. Pemerintah telah mengeluarkan sekitar 700 triliun rupiah untuk membangun seluruh fasilitas konektivitas maritim tersebut. Pembangunan ini mencakup pembangunan 24 pelabuhan komersial baru, peningkatan 1.481 pelabuhan non-komersial, pengembangan 15 pusat industri, serta pembelian kapal operasional (Negara dan Das, 2017).

Melalui program-program yang berfokus pada infrastruktur ini, pemerintah berharap dapat mencapai pertumbuhan PDRB nasional hingga sebesar 7 persen pada tahun 2019 (Indriastuti, 2015). Selain itu, tol laut juga diharapkan memiliki dampak internasional. Tol laut berpotensi untuk dapat mengintegrasikan network kelautan Indonesia dengan konektivitas alur pelayaran internasional yang lebih luas.

Tol Laut merupakan instrumen yang komprehensif dan praktis dalam mengatasi masalah lama terkait disparitas pembangunan ekonomi lokal (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa tol laut diharapkan mampu mengatasi masalah ketimpangan pendapatan antara wilayah barat dan timur. Sebagaimana telah menjadi konsensus ilmiah, bahwa infrastruktur transportasi merupakan faktor krusial untuk rekonstruksi ekonomi pada Negara Berkembang (Leinbach, 1995; Kamaluddin, 2003).

Melalui konektivitas laut yang ditawarkan, biaya logistik dapat berkurang secara signifikan, diantaranya untuk menekan biaya perdagangan internal yang seringkali menjadi penghambat pertumbuhan ekonomi lokal. Sebagai contoh, bagi pedagang lokal, biaya mengangkut komoditas dari pusat industri di Jawa ke Papua dan Sulawesi lebih tinggi dibandingkan dengan pengiriman produk yang sama untuk diekspor ke Jepang atau Eropa. Oleh karena itu, wajar jika para pelaku bisnis mengeluhkan bahwa interaksi ekonomi antar-wilayah di dalam negeri kurang menguntungkan dibandingkan dengan perdagangan luar negeri. Penyebab ini juga diperparah dengan keberadaan kartel lokal yang memonopoli jaringan logistik domestik, yang pada akhirnya meningkatkan harga kebutuhan pokok secara signifikan (Noor, 2014). Bagi negara kepulauan seperti Indonesia, sistem konektivitas yang buruk telah menjadi faktor yang menghambat kelancaran transportasi orang, barang, dan jasa antara pelabuhan utama, dan antara pelabuhan utama dengan pelabuhan kecil di sekitarnya.



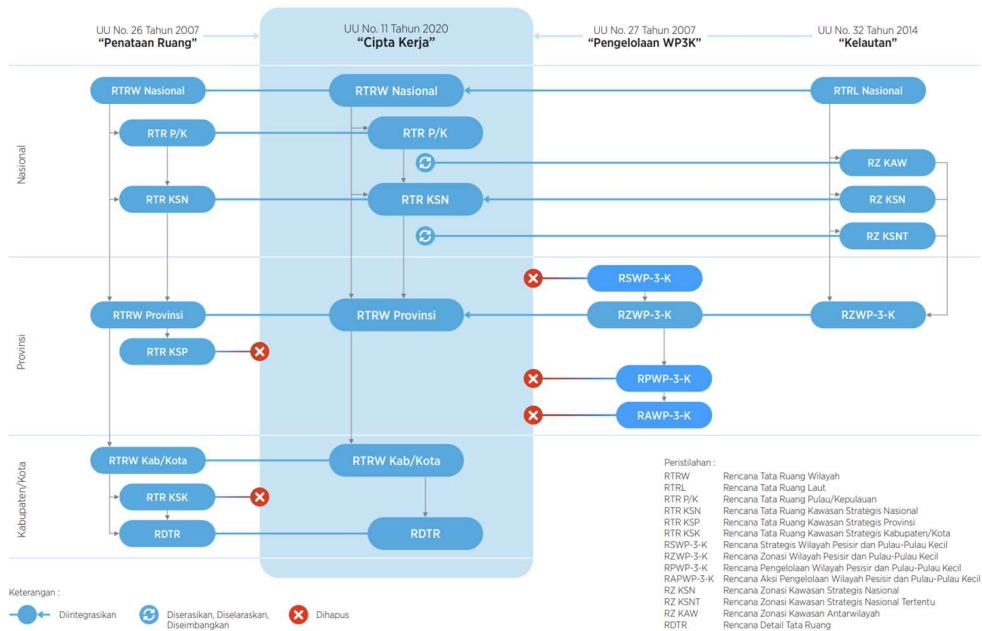
Gambar 6.9. Tol Laut Indonesia Sebagai Upaya Peningkatan Aksesibilitas Nasional
Sumber: Rumaji dan Adiliya, 2018

6.5 Peran Sistem Transportasi dalam Perencanaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (WP3K)

Sistem transportasi memainkan peran penting dalam perencanaan rencana zonasi wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, terutama di negara kepulauan

seperti Indonesia. Zonasi wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil tidak hanya ditujukan untuk mengelola pemanfaatan sumber daya alam dan ruang, tetapi juga untuk memastikan aksesibilitas yang baik serta konektivitas yang mendukung pembangunan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat setempat. Dengan adanya integrasi perencanaan ruang darat-laut (Gambar 8), integrasi sistem transportasi untuk wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil menjadi semakin krusial dan strategis untuk diterapkan.

PENGINTEGRASIAN DOKUMEN PENATAAN RUANG UU NO. 11/2020 "CIPTA KERJA"



Gambar 6.10. Integrasi Perencanaan Darat-Laut Indonesia
Sumber: UU No.11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja

a. Pengaruh Transportasi terhadap Konektivitas Antar-Wilayah

Transportasi yang memadai di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil memengaruhi bagaimana wilayah-wilayah tersebut terhubung dengan pusat ekonomi di pulau-pulau besar atau kota-kota di daratan utama. Dalam konteks rencana zonasi, kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil yang memiliki akses transportasi laut atau udara yang baik cenderung lebih berkembang secara ekonomi karena adanya akses pasar yang lebih mudah dan efisien. Konektivitas ini memungkinkan distribusi barang dan jasa, mendorong pariwisata, serta mendukung mobilitas masyarakat dan tenaga kerja. Oleh karena itu, perencanaan zonasi harus mempertimbangkan rute transportasi utama seperti jalur kapal feri, pelabuhan, dan bandara sebagai bagian penting dari tata ruang wilayah tersebut.

b. Zonasi Pelabuhan dan Infrastruktur Transportasi

Dalam perencanaan zonasi wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, pelabuhan menjadi salah satu elemen kunci. Pelabuhan tidak hanya berfungsi sebagai titik keluar-masuk barang-penumpang, tetapi juga memengaruhi penataan ruang kawasan sekitarnya. Di beberapa wilayah, pelabuhan menjadi pusat kegiatan ekonomi seperti perikanan, perdagangan, dan industri hasil laut. Karena itu, zonasi perlu mengalokasikan ruang yang cukup untuk pembangunan dan pengembangan pelabuhan, dermaga, serta fasilitas pendukungnya, seperti gudang dan akses jalan. Pengelolaan tata ruang yang baik di sekitar pelabuhan juga penting untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan pesisir, seperti erosi dan pencemaran air laut.

c. Peran Transportasi Laut dalam Zonasi Sumber Daya Alam

Transportasi laut di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil juga memengaruhi bagaimana zonasi wilayah tersebut mengatur pemanfaatan sumber daya alam. Zonasi biasanya melibatkan pengaturan area konservasi, perikanan, pariwisata, dan kegiatan ekonomi lainnya. Keberadaan sistem transportasi yang baik memungkinkan akses yang lebih terkontrol ke sumber daya alam yang dilindungi dan memastikan keberlanjutan penggunaannya. Sebagai contoh, kawasan yang ditetapkan untuk pariwisata bahari membutuhkan akses transportasi yang mendukung kunjungan wisatawan, namun juga harus mempertimbangkan batasan-batasan untuk menjaga kelestarian ekosistem.

d. Transportasi dan Pengembangan Pariwisata di Pulau-Pulau Kecil

Pariwisata menjadi salah satu sektor utama yang dapat dikembangkan di pulau-pulau kecil. Zonasi untuk area pariwisata sangat bergantung pada akses transportasi yang memadai. Pulau-pulau kecil yang terletak jauh dari pusat ekonomi, seperti di Indonesia Timur, sering menghadapi kesulitan dalam mengembangkan pariwisata karena akses yang terbatas. Dalam rencana zonasi, perlu diperhitungkan bagaimana sistem transportasi dapat mendukung pengembangan pariwisata tanpa merusak lingkungan. Misalnya, pembangunan pelabuhan wisata dan bandara kecil di beberapa pulau harus diintegrasikan ke dalam tata ruang, sembari mempertimbangkan kapasitas lingkungan dan daya dukung kawasan.

e. Transportasi dan Pengelolaan Risiko Bencana

Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil sering kali rentan terhadap bencana alam seperti tsunami, banjir, dan badai. Dalam konteks ini, sistem transportasi memainkan peran krusial dalam mendukung upaya mitigasi bencana dan penyelamatan ketika terjadi situasi darurat. Rencana zonasi yang baik harus memperhitungkan jalur evakuasi yang efisien, lokasi-lokasi pelabuhan atau bandara yang dapat diakses dengan cepat, serta fasilitas

pulau yang memiliki potensi sumber daya alam yang signifikan. Transportasi ini berperan penting dalam mempercepat pembangunan ekonomi, yang pada akhirnya meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Sistem transportasi di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil menyediakan infrastruktur vital untuk mendukung kegiatan ekonomi biru dan kemaritiman. Sistem transportasi ini memfasilitasi layanan penting di berbagai sektor, seperti perdagangan antarpulau, perikanan, pariwisata, dan sistem sosial lainnya.

Namun, kondisi sistem transportasi di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil saat ini masih belum memadai, sehingga tidak efektif dalam mendukung kegiatan sosial-ekonomi masyarakat. Ketidacukupan ini menghambat laju pembangunan ekonomi, yang berujung pada kurangnya pertumbuhan investasi, daya saing ekonomi daerah, dan minimnya dampak berganda terhadap konsumsi, modal masyarakat, pendapatan per kapita, serta pendapatan daerah. Salah satu tantangan utama di pulau-pulau kecil adalah kinerja fasilitas dan infrastruktur transportasi antarpulau yang belum optimal, padahal hal ini sangat penting untuk memperkuat ekonomi lokal.

Untuk mengatasi tantangan ini, sangat dibutuhkan sistem transportasi yang terintegrasi dengan baik dan efektif, yang memastikan konektivitas antar-wilayah dan antar-pulau yang kuat. Strategi kebijakan berbasis masalah diperlukan untuk mengembangkan jaringan infrastruktur dan layanan transportasi yang efisien, efektif, dan berkelanjutan. Kurangnya keberlanjutan dalam kinerja transportasi maritim, terutama dalam konteks mobilitas perdagangan, aktivitas perikanan, dan sektor pariwisata memiliki dampak yang signifikan. Efektivitas transportasi yang menurun akan menghambat aliran barang dan orang antar pulau, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas di berbagai sektor ekonomi.

Kinerja sistem transportasi ini juga sebagai indikator langsung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan wilayah kepulauan. Sistem transportasi dapat menjadi tulang punggung kegiatan ekonomi, mendukung perdagangan antarpulau, aktivitas perikanan, dan pariwisata. Pulau-pulau yang memiliki konektivitas transportasi yang baik dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya alamnya, memperluas jangkauan pasar, dan memperkuat hubungan dengan daerah lain. Hal ini sangat penting untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat kepulauan.

Peningkatan aksesibilitas juga berfungsi sebagai penggerak utama dalam pengembangan daerah terpencil atau tertinggal. Dengan peningkatan sistem transportasi yang stabil, hal ini dapat merangsang pertumbuhan di wilayah yang kurang berkembang, serta membantu mengurangi kemiskinan. Untuk meningkatkan efektivitas transportasi maritim dalam mendukung pembangunan ekonomi masyarakat pulau, beberapa langkah strategis perlu diambil.

DAFTAR PUSTAKA

- Alade, T. A., Bukaye, O. T., Roehrich, J. K., Edelenbos, J. 2022. Cross-national collaboration in strategic transport projects: The impact on benefits realization. *International Journal of Project Management*. 40,4; 411-425.
- Amirsardari, A., Sofi, M. Lumantarna, E. Imran, I., Duffield, C. F. 2019. Impact of Earthquake on the Transportation Infrastructure of Indonesia: A Preliminary Study. *Civil Engineering Dimension*. 21,1; 19-28.
- Bokhari, A., Sharifi, F. 2024. Public Transport Inequality and Utilization: Exploring the Perspective of the Inequality Impact on Travel Choices. *Sustainability*. 16,13; 5404.
- Fattah, M. A., Morshed, S. R., Al Kafy, A. 2022. Insights into the socio-economic impacts of traffic congestion in the port and industrial areas of Chittagong city, Bangladesh. *Transportation Engineering*. 9; 100122.
- Gakenheimer, R. 1999. Urban mobility in the developing world. *Transportation Research Part A* 33, 7; 671–689
- Hickman, R., Banister, D. 2014. *Transport, Climate Change and the City*. Routledge
- Hudayah, F., Mustika, H., Simarmata, J. 2024. Determination of Airport Area Accessibility, Accuracy of Flight Times, and Check-In Process Time on Airplane Passenger Satisfaction (Study at Soekarno Hatta Airport). *Dinasti International Journal of Digital Business Management*. 5,3; 563-573.
- Indriastuti, D. 2015. Menanti infrastruktur (Waiting for infrastructure), Kompas, 8 May 2015. Available at: <http://print.kompas.com/baca/2015/05/08/Menanti-Infrastruktur?ref=bacajuga>
- JICA (Japan International Cooperation Agency) and BAPPENAS (National Development Planning Agency, Republic of Indonesia). 2004. *The study on integrated transportation master plan for Jabodetabek (Phase II), Final Report & Summary Report*. Pacific Consultants International and Almec Corporation, Jakarta
- Kamaluddin, R. 2003. *Ekonomi Transportasi: Karakteristik, Teori, dan Kebijakan*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Leinbach, T. R. 1995. Transport and third world development: review, issues and prescription, *Transportation Research Part A*, 29(5): 337–344.
- Mafrisal, Jinca, M. Y., Ali, M. S. S., Asdar, M. 2024. Strategies for Enhancing Inter-Island Transportation Performance in Makassar, Indonesia: An Integrated Planning Approach. *International Journal of Transport Development and Integration*. 8, 1. 79-89.
- Mao, B., Chen, H., Chen, S. 2002. Sustainability assessment of speed regulation of urban traffic. *IATSS Research*. 26, 2; 18–24
- Morichi, S., Acharya, S.R. 2013. *Transport Development in Asian Megacities: A New Perspective*. Springer.
- Negara, S. D. and Das, S. B. 2017. Challenges for Indonesia to achieve its maritime connectivity plan and leverages on regional initiatives, *ISEAS Perspective*, 3: 1–11.
- Noor, F. A. 2014. Addressing Indonesia's maritime needs: Jokowi's ground and sea-level challenges, *RSIS Commentary*, 20 October: 1–3.
- Pradhana, P. 2015. Marine highway program in supporting Indonesia as a world's maritime pivot, *Sustaining Partnership: Marine Transportation Edition*, 4–13.
- Ralahalu, K. A., Jinca, M. Y. 2013. The Development of Indonesia Archipelago Transportation. *International Refereed Journal of Engineering and Science*. 2,9; 12-18.

- Rizal, M., Amarullah T., Rahma, E. A. 2019. Role of national fish logistic system (SLIN) based on the fishing port in supporting food security in Simeulue Island, Aceh Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 348; 012024.
- Rodrigue, J.P. 2024. *The Geography of Transport Systems*. Routledge
- Rumaji, Adiliya, A. 2019. Port Maritime Connectivity in South-East Indonesia: A New Strategic Positioning for Transshipment Port of Tenau Kupang. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 35,4; 172-180.
- Sari, N. 2017. Land Ecological on Public Transport Infrastructure Development in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 91; 012001.
- Soehodho, S. 2007. Motorization in Indonesia and its impact to traffic accidents. *IATSS Research* 31, 2; 27–33
- Suparman, N., Abdal, Hidayat, A. Effendi, A. D., Septiadi, M. A. 2023. Integration of strategic planning and air connectivity in tourism development. *Corporate & Business Strategy Review*, 4, 2; 184–196
- Susantono, B. 2013. *Urban Transport System in Southeast Asia: A Comparative Study of Public Transport and Urban Form*. Palgrave Macmillan.
- Tucho, G. T. 2022. A review on the socio-economic impacts of informal transportation and its complementarity to address equity and achieve sustainable development goals. *Journal of Engineering and Applied Science*. 69; 28.
- Vickerman, R. 2008. Transit investment and economic development. *Research in Transportation Economics*. 23,1; 107-115.
- Wahyuni, R. N., Ikhsan, M., Damayanti, A., Khoirunnurrofi, K. 2022. Inter-District Road Infrastructure and Spatial Inequality in Rural Indonesia. *Economies*. 10,9; 229.
- Wijaya, E., W., Imran, M. 2019. *Moving the Masses: Bus-Rapid Transit (BRT) Policies in Low Income Asian Cities*. Springer.
- Zen, F., Yudhistira, M. H. 2021. Maritime Highway and Eastern Indonesia Development. *ERIA Research Project Report*. 24. 1-60.

PROFIL PENULIS

Ketut Dewi Martha Erli Handayani, S.T., M.T.



Lulusan S1 dan S2 Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota ITB. Telah menjadi dosen pengajar sejak tahun 2010 dengan pengalaman sebagai anggota FSTPT (Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi) serta anggota IKALINDO (Ikatan Andalalin Indonesia). Memiliki keahlian di bidang perencanaan wilayah, perencanaan transportasi, analisa kuantitatif (statistik) dalam perencanaan, dan pemodelan transportasi.

Siti Nurlaela, S.T., M.COM., Ph.D.



Lulusan S1 Perencanaan Wilayah dan Kota ITB, S2 dari the University of Sydney, Institute of Transport and Logistics Studies (ITLS) pada program Master of Commerce, major in Transport Management dan menamatkan S3 dengan gelar Ph.D dari Faculty of Science and Engineering, Curtin University of Technology, Western Australia, dengan disertasi berjudul "Assessing the multiplier effect of transport-induced agglomeration on train ridership: moving from density to an effective density concept in modelling train ridership prediction. Memiliki

kompetensi utama yang mencakup topik di bidang perencanaan transportasi perkotaan, integrasi transportasi dan tata guna lahan, manajemen permintaan transportasi, pengembangan angkutan umum dan Kawasan TOD. Juga memiliki ketertarikan dalam evaluasi pembangunan daerah, evaluasi dampak ekonomi dan lingkungan dari pengembangan system transportasi kota dan wilayah, serta pengembangan transportasi laut/pesisir/pulau kecil.

Rivan Aji Wahyu Dyan Syafitri, S.PWK., M.Ars.



Rivan Aji Wahyu Dyan Syafitri merupakan dosen muda dengan bidang keahlian pada pemodelan spasial. Rivan mendapatkan gelar Sarjana Perencanaan Wilayah dan Kota dari Departemen PWK ITS dan Magister Arsitektur dari Departemen Arsitektur ITS. Saat ini aktif di Urbanesha yang bergerak di bidang pengembangan aplikasi dan pelatihan.

Anoraga Jatayu, S.T., M.Si.



Anoraga Jatayu merupakan dosen muda dengan bidang keahlian pada pemodelan spasial dan statistik spasial. Anoraga mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Departemen PWK ITS dan gelar Magister Sains dari *Regional and Rural Development Planning* IPB.

