

SISTEM TRANSPORTASI

**Ita Suhermin Ingsih
George Winaktu
Melly Lukman
Mursalim
Erning Ertami Anton
Akbar Indrawan Saudi
Rizky Hadijah Fahmi
Syahlendra Syahrul
Farhan Sholahudin
Sarif
Vita Fajriani Ridwan**



GET PRESS INDONESIA

SISTEM TRANSPORTASI

Penulis :

Ita Suhermin Ingsih
George Winaktu
Melly Lukman
Mursalim
Erning Ertami Anton
Akbar Indrawan Saudi
Rizky Hadijah Fahmi
Syahlendra Syahrul
Farhan Sholahudin
Sarif
Vita Fajriani Ridwan

ISBN :

Editor : Diana Purnama Sari, S.E M.E

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Sistem Transportasi ini.

Buku ini membahas Pengantar Sistem Transportasi, Komponen-Komponen Sistem Transportasi, Jaringan Transportasi Darat, Jaringan Transportasi Udara, Air Dan Lainnya, Pergerakan Kendaraan Dan Arus Lalu Lintas, Pengenalan Terminal, Angkutan Umum Penumpang Dan Barang, Operasi Transportasi, Sistem Pengendalian Transportasi, Pengantar Ekonomi Transportasi, Sistem Informasi Geografis Dalam Bidang Transportasi.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENGANTAR SISTEM TRANSPORTASI	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Definisi Sistem Transportasi	3
1.3 Konsep Transportasi	3
1.4 Perkembangan Sejarah Transportasi	4
1.5 Tantangan dalam Sistem Transportasi Modern	6
1.6 Peran Sistem Transportasi dalam Masyarakat	12
1.7 Inovasi dalam Sistem Transportasi	13
DAFTAR PUSTAKA	14
BAB 2 KOMPONEN-KOMPONEN SISTEM	
TRANSPORTASI	17
2.1 Pendahuluan	17
2.2 Infrastruktur Transportasi	18
2.2.1 Jalan	19
2.2.2 Rel Kereta Api	23
2.2.3 Pelabuhan dan Terminal	28
2.2.4 Bandara dan Landasan Pacu	30
2.2.5 Terminal Transportasi Publik	32
2.2.6 Jalur Khusus	35
2.3 Kendaraan Transportasi	36
2.3.1 Kendaraan Pribadi	36
2.3.2 Kendaraan Umum	41
2.3.3 Kendaraan Khusus	43
2.3.4 Kendaraan Darat dan Laut	45
2.3.5 Kendaraan Udara	46
DAFTAR PUSTAKA	48

BAB 3 JARINGAN TRANSPORTASI DARAT	51
3.1 Pendahuluan.....	51
3.2 Prasarana Transportasi Darat.....	53
3.2.1 Jaringan Jalan.....	55
3.2.2 Terminal.....	56
3.2.3 Halte	58
3.2.4 Jembatan.....	60
3.3 Sarana Transportasi Darat.....	62
3.4 Transportasi Darat Yang Terintegrasi.....	64
DAFTAR PUSTAKA	68
BAB 4 JARINGAN TRANSPORTASI UDARA, AIR DAN LAINNYA”	71
4.1 Pendahuluan.....	71
4.1.1 Jaringan Transportasi Udara	72
4.1.2 Jaringan Transportasi Air dan lainnya	75
4.2 Prospek Pertumbuhan Masa Depan Transportasi Udara.....	77
4.2.1 Kontribusi Transportasi Udara Terhadap GDP	78
4.2.2 Peluang Badan Usaha Dalam Pengelolaan dan Pengembangan Bandar Udara	78
4.3 Peningkatan Kualitas Pelabuhan Dengan Menambah Kedalaman Draft.....	80
4.3.1 Pembangunan Tol Laut Berperan Menurunkan Harga Bahan Pangan Nusantara	81
4.3.2 Kontribusi Transportasi Air dan lainnya Terhadap GDP	82
4.4 Kesimpulan.....	84
DAFTAR PUSTAKA	85
BAB 5 PERGERAKAN KENDARAAN DAN ARUS LALU LINTAS.....	87
5.1 Pendahuluan.....	87
5.2 Karakteristik Jalur Pergerakan	88
5.2.1 Pemisahan, Pembatasan Ukuran dan Berat.....	89

5.2.2 Pembatasan Kecepatan.....	90
5.2.3 Pengaruh Lingkungan.....	91
5.3 Arus Lalu Lintas.....	92
5.3.1 Konsep Arus Lalu Lintas.....	92
5.3.2 Pengendalian Arus Lalu Lintas	96
5.4 Penutup.....	103
DAFTAR PUSTAKA.....	104
BAB 6 PENGENALAN TERMINAL	105
6.1 Pengertian Terminal	105
6.2 Fungsi Dasar Terminal	107
6.3 Jenis-Jenis Terminal.....	111
6.3.1 Terminal Angkutan Darat.....	111
6.3.2 Terminal Angkutan Laut.....	115
6.3.3 Terminal Angkutan Udara	116
6.4 Pengoperasian Terminal.....	117
6.5 Perencanaan dan Evaluasi Terminal	121
6.5.1 Perencanaan Terminal	123
6.5.2 Evaluasi Terminal.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....	126
BAB 7 ANGKUTAN UMUM PENUMPANG DAN BARANG..	129
7.1 Pendahuluan	129
7.2 Angkutan Umum Penumpang.....	129
7.2.1 Angkutan Umum <i>Online</i>	131
7.2.2 Teman Bus	132
7.3 Angkutan Umum Barang.....	135
7.3.1 Moda Darat.....	138
7.3.2 Moda Laut.....	139
7.3.3 Moda Udara.....	142
DAFTAR PUSTAKA.....	144
BAB 8 OPERASI TRANSPORTASI	145
8.1 Pendahuluan	145
8.1.1 Latar Belakang	145
8.1.2 Ruang Lingkup Operasi Transportasi	145

8.2 Pelayanan Transportasi	146
8.3 Jaringan Transportasi	148
8.4 Penentuan moda dan rute transportasi	150
8.4.1 Penentuan Moda	150
8.4.2 Penentuan Rute	151
8.5 Penentuan Jadwal dan Frekwensi Transportasi	152
8.6 Penentuan Kapasitas Transportasi	154
8.6 Penentuan Biaya Transportasi	155
DAFTAR PUSTAKA	158
BAB 9 SISTEM PENGENDALIAN TRANSPORTASI	161
9.1 Pendahuluan	161
9.2 Sistem Pengendalian Transportasi Darat	162
9.2.1 Pengendalian Angkutan Jalan Raya	163
9.2.2 Pengendalian Angkutan Jalan Rel	173
9.3 Sistem Pengendalian Transportasi Laut	174
9.4 Sistem Pengendalian Transportasi Udara	175
DAFTAR PUSTAKA	178
BAB 10 PENGANTAR EKONOMI TRANSPORTASI	181
10.1 Pendahuluan	181
10.2 Konsep Ekonomi	182
10.2.1 Konsep Ekonomi Makro	182
10.2.2 Konsep Ekonomi Teknik	183
10.2.3 Konsep dan Definisi Ekonomi Transportasi	184
10.2.4 Efisiensi, Efektifitas, dan Optimalisasi	185
10.2.5 Cash Flow	186
10.2.6 Analisis investasi Proyek Transportasi	187
DAFTAR PUSTAKA	191
BAB 11 SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM	
BIDANG TRANSPORTASI	193
11.1 Pendahuluan	193
11.2 GIS-T	193
11.3 Konsep Dasar GIS-T	195
11.3.1 Data	196

11.3.2 Analisis dan modeling.....	198
11.3.2 Output.....	205
11.4 Penutup	212
DAFTAR PUSTAKA.....	214
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Mobil Listrik	8
Gambar 1.2. Kereta Cepat.....	8
Gambar 1.3. Persewaan Scooter	9
Gambar 1.4. Self-Driving Car	9
Gambar 1.5. Drone	10
Gambar 1.6. Pesawat Supersonic.....	10
Gambar 1.7. Transportasi Berbasis Aplikasi	11
Gambar 1.8. Smart Traffic.....	11
Gambar 1.9. Bahan Bakar Hidrogen	12
Gambar 1.10. Maglev atau Kereta Cepat Magnetik.....	12
Gambar 2.1. Bagian-bagian Jalan	20
Gambar 2.2. Ruang Jalan.....	20
Gambar 2.3. Sketsa Hierarki Jalan	22
Gambar 2.4. Rel Kereta Api.....	25
Gambar 2.5. Jenis Lebar Rel	26
Gambar 2.6. Jalur Rel Listrik.....	26
Gambar 2.7. Rel Kereta Cepat.....	27
Gambar 2.8. Rel Kereta Kargo	27
Gambar 2.9. Pelabuhan Barang.....	29
Gambar 2.10. Terminal Penumpang.....	30
Gambar 2.11. Contoh Layout Bandara.....	32
Gambar 2.12. Contoh Layout Terminal Bus.....	34
Gambar 2.13. Contoh Terminal Pulo Gebang, Jakarta.....	34
Gambar 2.14. Jalur Bus Trans Jakarta atau Busway	36
Gambar 2.15. Jenis Mobil	39
Gambar 2.16. Jenis Sepeda Motor di Jalan dan di Luar Jalan	40
Gambar 2.17. Jenis-jenis Sepeda	41
Gambar 2.18. Macam-macam Kendaraan Umum.....	43
Gambar 2.19. Contoh Kendaraan Darat.....	45
Gambar 2.20. Contoh Alat Transportasi Laut.....	46

Gambar 2.21. Contoh Alat Transportasi Udara	47
Gambar 4.1. Pembangunan 9 Bandara Baru untuk periode 2020-2024.....	74
Gambar 4.2. Pengembangan 7 Bandar Udara Hub Primer periode 2020-2024	74
Gambar 4.3. Pelabuhan Utama (Hubs) dan Pelabuhan Feeder (Sistem)	76
Gambar 4.4. Proyek Jumlah penumpang pesawat (proyeksi 2018-2038)	77
Gambar 4.5. Peraturan terkait Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU)	79
Gambar 4.6. Kerangka Pendanaan Infrastruktur (periode 2020 – 2024).....	80
Gambar 4.7. Peningkatan Kualitas Pelabuhan Dengan Pendalaman Draft.....	81
Gambar 4.8. Tol Laut Menurunkan Harga.....	82
Gambar 4.9. Kontribusi Sektor Maritim Terhadap PDB	83
Gambar 4.10. Distribusi Ekonomi Sektor Maritim	84
Gambar 5.1. Hubungan Time Mean Speed dan Space Mean Speed	95
Gambar 5.2. Persimpangan berlengan 4 (empat) dengan pengaturan kanalisasi.....	98
Gambar 5.3. Contoh Rambu-Rambu Lalu Lintas di Indonesia	100
Gambar 5.4. Persimpangan berlengan tiga dengan pengaturan prioritas (<i>priority junction</i>).....	102
Gambar 6.1. Jumlah Terminal Penumpang 2010-2014	107
Gambar 6.2. Fungsi dari terminal transportasi.....	110
Gambar 6.3. Layout terminal penumpang bus.....	113
Gambar 6.4. Layout terminal stasiun kereta api	114
Gambar 6.5. Layout terminal pelabuhan barang.....	116
Gambar 6.6. Layout Bandar Udara Sentani.....	117

Gambar 6.7. Bagan alir proses aktifitas umum di terminal.....	122
Gambar 7.1. Pemeriksaan Kelaikan Angkutan Umum.....	133
Gambar 7.2. Transportasi Intermoda pada Angkutan Umum Barang	136
Gambar 7.3. Konsep Pemodelan <i>Transshipment Point</i> <i>Management</i> di Pelabuhan	136
Gambar 7.4. Jenis-jenis Mobil Angkutan Barang (a) mobil barang umum, (b) mobil tanki, (c) mobil box, (d) mobil kontainer.....	139
Gambar 7.5. Jenis-jenis Kapal Khusus Berdasarkan Fungsinya	141
Gambar 7.6. Pesawat Angkut Militer	142
Gambar 8.1. Contoh peta jaringan jalan.....	148
Gambar 8.2. Angkutan Mass Transit	152
Gambar 8.3. Angkutan Para Transit.....	153
Gambar 8.4. Gambaran kapasitas angkutan kota	155
Gambar 9.1. Contoh Rambu Peringatan	165
Gambar 9.2. Contoh Rambu Larangan.....	166
Gambar 9.3. Contoh Rambu Perintah.....	167
Gambar 9.4. Contoh Rambu Petunjuk.....	168
Gambar 9.5. Jenis Marka Jalan.....	169
Gambar 9.6. Paku Jalan, <i>Deliniator</i> dan <i>Traffic Cone</i>	170
Gambar 10.1. Garafik Fungsi Supply-Demand.....	183
Gambar 10.2. Kegiatan Ekonomi Dari Pandangan Sistem Produksi	183
Gambar 10.3. Grafik A. Kondisi Optimal Maksimum, B. Kondisi Optimal Minuman	186
Gambar 10.4. Contoh Cash Flow Suatu Investasi	187
Gambar 11.1. Workframe GIS dalam bidang transportasi.....	200
Gambar 11.2. Contoh penggunaan klasifikasi sederhana di GIS dalam pembuatan kategori jalan	203

Gambar 11.3. Ilustrasi perbedaan penerapan buffer analysis, Euclidean distance analysis dan network analysis	203
Gambar 11.4. Contoh penerapan GIS-T dalam bidang transportasi.....	204
Gambar 11.5. Contoh output monitoring real-time dengan menggunakan CCTV yang terintegrasi ArcGIS Dashboard.	207

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Batasan dimensi kendaraan berdasarkan klasifikasi jalan.....	89
Tabel 6.1. Istilah umum pada fasilitas-fasilitas yang digunakan sebagai terminal untuk beragam moda transportasi.....	118
Tabel 7.1. Kapasitas beban yang disyaratkan	137
Tabel 11.1. Jenis aplikasi pemodelan yang digunakan dalam GIS-T	208

BAB 1

PENGANTAR SISTEM TRANSPORTASI

Oleh Ita Suhermin Ingsih

1.1 Pendahuluan

Pada abad ini, transportasi telah menjadi elemen penting dalam kehidupan sehari-hari manusia. Kita mengandalkan sistem transportasi untuk berbagai aktivitas, mulai dari bepergian ke tempat kerja, mengantar anak-anak ke sekolah, hingga mendistribusikan barang dan layanan di seluruh dunia. Latar belakang pengantar sistem transportasi mencakup perkembangan, tantangan, dan peran penting yang dimainkan oleh sistem transportasi dalam mempengaruhi perkembangan sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Bab ini ditulis untuk memberikan pemahaman kepada pembaca tentang pentingnya sistem transportasi dalam kehidupan sehari-hari, bagaimana sistem ini berfungsi, dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan, serta tantangan dan inovasi terbaru dalam bidang transportasi.

Sistem transportasi memiliki peran penting dalam memfasilitasi mobilitas manusia, barang, dan informasi dari satu tempat ke tempat lain. Dengan adanya sistem transportasi yang efisien, masyarakat dapat dengan mudah mengakses pekerjaan, pendidikan, layanan kesehatan, dan berbagai aktivitas lainnya. Transportasi juga menjadi tulang punggung perekonomian, karena memungkinkan aliran barang dan jasa antara produsen dan konsumen.

Namun, sistem transportasi juga memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan dan keberlanjutan. Penggunaan bahan bakar fosil dalam transportasi berkontribusi pada emisi gas

rumah kaca dan polusi udara, yang berdampak buruk pada kualitas udara dan perubahan iklim global. Beberapa hal yang dapat dibahas pada sistem transportasi adalah:

1. Sejarah dan Evolusi Transportasi: Sejarah dan evolusi transportasi terus berlanjut seiring dengan kemajuan teknologi dan kebutuhan masyarakat yang berkembang. Dari langkah pertama manusia prasejarah hingga era penerbangan ruang angkasa, transportasi telah menjadi inti peradaban dan perkembangan manusia.
2. Bagaimana sistem transportasi telah berkembang dari zaman prasejarah hingga masa kini, termasuk peran teknologi dalam perubahan ini.
3. Moda Transportasi: Penjelasan tentang berbagai moda transportasi seperti jalan raya, kereta api, transportasi udara, dan transportasi air, beserta kelebihan dan kelemahan masing-masing.
4. Infrastruktur: Pentingnya infrastruktur dalam sistem transportasi, termasuk jalan, rel, bandara, pelabuhan, dan teknologi pendukung seperti sistem kontrol lalu lintas.
5. Keberlanjutan: Tantangan lingkungan yang dihadapi oleh sistem transportasi saat ini dan upaya-upaya untuk mengembangkan alternatif yang ramah lingkungan seperti mobil listrik, transportasi umum yang efisien, dan solusi berbasis transportasi berbagi.
6. Urbanisasi: Dampak sistem transportasi terhadap urbanisasi, perkotaan, dan perencanaan kota yang berkelanjutan.
7. Teknologi Canggih: Perkembangan terbaru dalam teknologi transportasi seperti kendaraan otonom, konektivitas, dan penggunaan data untuk meningkatkan efisiensi.
8. Kebijakan Publik: Peran pemerintah dan kebijakan-kebijakan yang diterapkan untuk mengatur dan

mengembangkan sistem transportasi yang efisien dan berkelanjutan.

9. Tantangan Masa Depan: Prediksi mengenai tantangan yang akan dihadapi oleh sistem transportasi di masa depan, termasuk pertumbuhan populasi, kemacetan, dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

1.2 Definisi Sistem Transportasi

Beberapa organisasi bergerak dalam bidang transportasi, seperti *Institute of Transportation Engineers* (ITE), *Federal Highway Administration* (FHWA), dan *Transportation Research Board* (TRB). Sedangkan salah satu definisi sistem transportasi adalah sebagai berikut.

Sistem transportasi dapat didefinisikan sebagai suatu system yang terdiri atas fasilitas tetap, entitas aliran, dan sistem kontrol yang memungkinkan orang dan barang untuk mengatasi gesekan ruang geografis secara efisien untuk berpartisipasi secara tepat waktu dalam beberapa aktivitas yang diinginkan (Meyer, 2016).

Sistem transportasi sebagaimana didefinisikan oleh ITE-Institut Insinyur Transportasi dapat disimpulkan sebagai penerapan teknologi dan prinsip-prinsip ilmiah untuk perencanaan, desain fungsional, pengoperasian dan pengelolaan fasilitas untuk setiap moda transportasi untuk menyediakan transportasi yang aman, cepat, nyaman, nyaman, pergerakan orang dan barang yang ekonomis dan ramah lingkungan.

1.3 Konsep Transportasi

Definisi transportasi yang dikemukakan oleh (Nasution, 1996) mendefinisikan transportasi barang dan orang dari titik asal ke tujuan. Oleh karena itu, tiga hal penting dalam kegiatan tersebut yaitu adanya muatan yang akan diangkut, tersedianya kendaraan sebagai sarana transportasi, dan adanya jalan yang dapat dilalui.

Proses perpindahan dari suatu perpindahan ke lokasi semula dimana kegiatan itu berlangsung

Ke tujuan di mana transportasi dimulai dan aktivitas berakhir. Untuk itu, transportasi merupakan salah satu sektor yang dapat mendukung berkembangnya kegiatan ekonomi (*promoting sector*) dan penyedia jasa (*the servicing sector*), seiring dengan pergerakan barang dan manusia.

Menurut (Soesilo & Nining, 1999) mengemukakan pengertian tentang transportasi yaitu pergerakan tindakan manusia dalam ruang, baik transportasi manusia itu sendiri maupun transportasi barang.

Selanjutnya, (Tamin, 1997) menunjukkan bahwa infrastruktur transportasi memiliki dua peran utama. (1) sebagai alat untuk mengarahkan pembangunan perkotaan; Sebagai infrastruktur untuk pergerakan orang dan barang yang berhubungan dengan aktivitas perkotaan. Mengingat kedua peran di atas, maka peran pertama sering digunakan oleh para perencana pembangunan daerah untuk dapat mengembangkan wilayahnya sesuai rencana. Misalnya, ketika membangun suatu daerah baru, jika infrastruktur transportasi tidak ada di daerah itu, maka tidak akan ada permintaan di daerah itu. Dalam keadaan seperti itu, infrastruktur transportasi penting untuk akses ke daerah tersebut, yang akan mempengaruhi tingginya minat kota dalam melakukan kegiatan ekonomi.

1.4 Perkembangan Sejarah Transportasi

Transportasi telah memainkan peran penting dalam perkembangan manusia dan peradaban sepanjang sejarah. Mulai dari perjalanan kaki hingga penemuan kendaraan modern, evolusi transportasi telah membentuk cara manusia berinteraksi, berdagang, dan berhubungan satu sama lain.

1. Perjalanan Kaki dan Penggunaan Binatang: Manusia pertama kali mengandalkan perjalanan kaki sebagai

- bentuk transportasi. Kemudian, mereka mulai menggunakan hewan seperti kuda, keledai, dan unta untuk membantu membawa beban dan mempercepat perjalanan (Sarder, 2021).
2. Perahu dan Perjalanan Air: Penggunaan perahu sebagai alat transportasi muncul lebih dari 40.000 tahun yang lalu. Ini memungkinkan manusia untuk menjelajahi perairan dan berdagang dengan budaya lain (Development, 2022).
 3. Pengembangan Kendaraan Darat: Penemuan roda sekitar 3.500 SM membawa revolusi dalam transportasi darat. Pertama kali digunakan dalam kereta yang ditarik oleh manusia atau hewan, roda kemudian dihubungkan dengan kendaraan bermotor modern (Freitag, 1979).
 4. Perkembangan Kereta Api: Pada abad ke-19, kereta api dikembangkan sebagai sarana transportasi massal. Ini mengubah cara manusia bepergian jarak jauh dan memfasilitasi perdagangan serta migrasi (Bharule, Kidokoro, & Seta, 2019).
 5. Penemuan Mobil: Pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20, mobil bermotor mulai dikembangkan, memberikan kemampuan mobilitas individu tanpa bergantung pada rel kereta api (Dietsche & Kuhlitz, 2014).
 6. Penerbangan dan Pesawat Terbang: Penerbangan manusia diawali oleh Wright bersaudara pada tahun 1903. Kemudian, pengembangan pesawat terbang mengubah transportasi global dan membuka jalan bagi perjalanan udara komersial (Petrescu & Petrescu, 2012).
 7. Transportasi Antariksa: Pencapaian luar biasa dalam sejarah transportasi adalah penjelajahan luar angkasa. Pendaratan manusia di Bulan pada tahun 1969 menjadi tonggak penting dalam eksplorasi antariksa (AK, Utama, & Idris, 2012).

8. Transportasi Digital: Abad ke-21 membawa revolusi dalam transportasi dengan teknologi digital, aplikasi ridesharing, dan perkembangan mobil otonom (Wijoyo, *et al.*, 2021).

1.5 Tantangan dalam Sistem Transportasi Modern

Transportasi modern mengacu pada sistem dan teknologi transportasi yang lebih canggih, efisien, dan berkelanjutan yang telah dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir. Transportasi modern cenderung menggabungkan inovasi teknologi dengan upaya untuk mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan kenyamanan, dan mengoptimalkan efisiensi perjalanan. Beberapa contoh transportasi modern meliputi:

1. **Mobil Listrik:** Mobil listrik menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaga, mengurangi emisi gas buang dan dampak lingkungan dibandingkan mobil berbahan bakar fosil.
2. **Kereta Cepat:** Kereta cepat atau high-speed rail (HSR) adalah sistem rel yang memungkinkan kereta berjalan dengan kecepatan tinggi, mempersingkat waktu perjalanan antara kota-kota besar.
3. **Transportasi Berbagi:** Sistem transportasi berbagi seperti layanan penyewaan sepeda, skuter listrik, dan mobil berbagi memungkinkan orang untuk menggunakan kendaraan tanpa kepemilikan penuh, mengurangi kebutuhan akan mobil pribadi.
4. **Transportasi Otonom:** Kendaraan otonom atau self-driving vehicles menggunakan teknologi seperti sensor, pemrosesan data, dan kecerdasan buatan untuk beroperasi tanpa pengemudi manusia.
5. **Drones:** Drones atau pesawat tanpa awak dapat digunakan untuk pengiriman barang, pemantauan area tertentu, serta berbagai aplikasi lainnya.

6. **Penerbangan Supersonik dan Hipersonik:** Teknologi penerbangan yang lebih cepat dari suara (supersonik) dan jauh lebih cepat (hipersonik) sedang dikembangkan untuk mengurangi waktu perjalanan udara antar benua.
7. **Transportasi Berbasis Aplikasi:** Aplikasi pemesanan kendaraan seperti Uber, Grab, Gojek, Maxim, dan sejenisnya telah mengubah cara orang mencari dan menggunakan transportasi.
8. **Infrastruktur Pintar:** Penggunaan teknologi cerdas untuk mengelola lalu lintas, seperti sinkronisasi lampu lalu lintas dan sistem navigasi terintegrasi, membantu mengurangi kemacetan dan waktu perjalanan.
9. **Pengembangan Bahan Bakar Berkelanjutan:** Penelitian terus dilakukan untuk mengembangkan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti hidrogen dan bahan bakar sel.
10. **Maglev:** Maglev adalah sistem kereta berkecepatan tinggi yang beroperasi di atas rel magnetik, mengurangi gesekan dan memungkinkan perjalanan yang lebih cepat.

Transportasi modern berfokus pada solusi yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan aman, dengan tujuan untuk mengatasi tantangan transportasi masa kini seperti kemacetan, polusi udara, dan ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Namun, sistem transportasi modern juga menghadapi berbagai tantangan. Pertumbuhan populasi yang cepat, urbanisasi yang berkelanjutan, dan lonjakan permintaan akan mobilitas pribadi telah menyebabkan kemacetan lalu lintas, polusi udara, dan masalah keselamatan. Selain itu, terbatasnya sumber daya alam dan perubahan iklim membuat perlu adanya perubahan dalam pola transportasi untuk lebih berkelanjutan.



Gambar 1.1. Mobil Listrik
Sumber: (Auto2000, 2021)



Gambar 1.2. Kereta Cepat
Sumber: (Mahardhika, 2023)



Gambar 1.3. Persewaan Scooter
Sumber: (Iotkovska, 2021)



Gambar 1.4. Self-Driving Car
Sumber: (GIGABYTE, 2023)



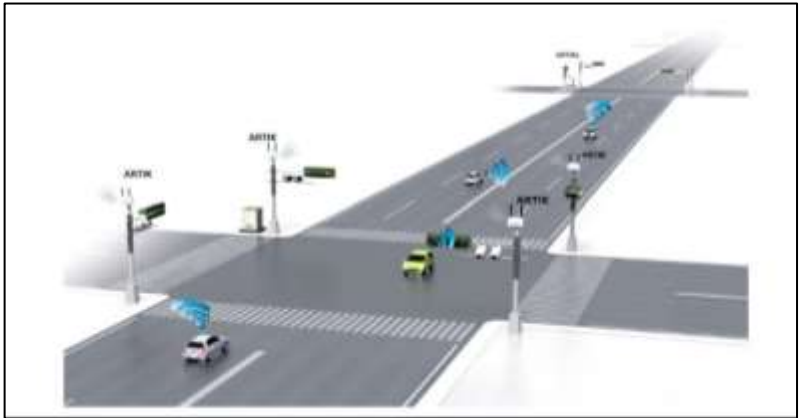
Gambar 1.5. Drone
Sumber: (Brewster, 2023)



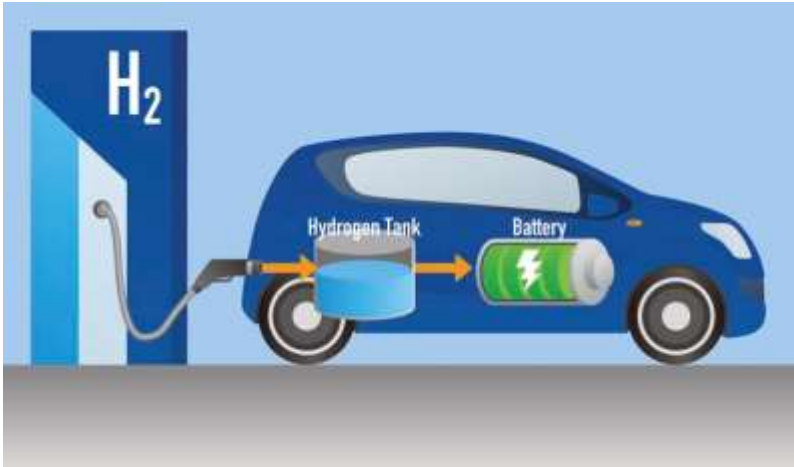
Gambar 1.6. Pesawat Supersonic
Sumber: (Tingley, 2022)



Gambar 1.7. Transportasi Berbasis Aplikasi
Sumber: (Fauzan, 2020)



Gambar 1.8. Smart Traffic
Sumber: (Kadanvar, 2019)



Gambar 1.9. Bahan Bakar Hidrogen
Sumber: (Builder Indonesia, 2021)



Gambar 1.10. Maglev atau Kereta Cepat Magnetik
Sumber: (Lisfianti, 2023)

1.6 Peran Sistem Transportasi dalam Masyarakat

Sistem transportasi memainkan peran vital dalam membentuk masyarakat. Ia memungkinkan aksesibilitas ke layanan esensial seperti kesehatan dan pendidikan. Sistem

transportasi yang efisien juga berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi, memfasilitasi perdagangan dan investasi. Pengembangan infrastruktur transportasi yang tepat juga dapat membantu mengurangi kesenjangan sosial dan regional.

1.7 Inovasi dalam Sistem Transportasi

Untuk menghadapi tantangan tersebut, inovasi dalam sistem transportasi telah menjadi fokus utama. Konsep kendaraan berbagi, pengembangan kendaraan listrik, dan implementasi teknologi otonom adalah beberapa contoh inovasi yang sedang mengubah cara kita berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Selain itu, penggunaan data dan kecerdasan buatan juga telah memberikan peluang baru dalam mengelola lalu lintas secara lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- AK, S., Utama, M., & Idris, A. 2012. *Hukum Udara dan Luar Angkasa*. Palembang: Unsri Press.
- Auto2000. 2021, Maret 7. *Auto 2000*. Retrieved from Auto 2000: <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/mobil-listrik-toyota#>
- Bharule, S., Kidokoro, T., & Seta, F. 2019. *EVOLUTION OF HIGH-SPEED RAIL AND ITS DEVELOPMENT EFFECTS: STYLIZED FACTS AND REVIEW OF RELATIONSHIPS*. Tokyo: Asian Development Bank Institute.
- Brewster, S. 2023, August 11. *Wirecutter*. Retrieved from Wirecutter: <https://www.nytimes.com/wirecutter/reviews/best-drones/>
- Builder Indonesia, . 2021, May 13. *Builder Future Construction*. Retrieved from Builder Future Construction: <https://www.builder.id/cara-kerja-mobil-hidrogen/>
- Development, U. N. 2022. *Review of Maritime Transport*. Geneva: United Nations.
- Dietsche, K.-H., & Kuhlitz, D. 2014. *History of the automobile*. Karlsruhe: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Fauzan. 2020, Maret 23. *Antaraneews.com*. Retrieved from Antaraneews.com: <https://sulteng.antaraneews.com/berita/107518/berpergian-dengan-ojek-online-di-tengah-pandemi-virus-corona-amankah>
- Freitag, D. 1979. History of wheels for off-road transport. *Journal of Terramechanics*, 49-68.
- GIGABYTE. 2023, March 26. *Article*. Retrieved from gigabyte.com: <https://www.gigabyte.com/id/Article/constructing-the-brain-of-a-self-driving-car>

- Iotkovska, S. 2021, 10 18. *themayor.eu*. Retrieved from themayor.eu: <https://www.themayor.eu/en/a/view/e-scooters-return-to-copenhagen-but-with-significant-restrictions-9134>
- Kadanvar, N. 2019, July 2. *Embedded Computing Design*. Retrieved from Embedded Computing Design: <https://embeddedcomputing.com/technology/iot/iot-based-smart-traffic-signal-monitoring-using-vehicle-count>
- Lisfianti, W. 2023, Januari 20. *Tribunnews.com*. Retrieved from Tribunnews.com: <https://m.tribunnews.com/pendidikan/2023/01/20/prinsip-kerja-kereta-maglev-kereta-terbang-super-cepat>
- Mahardhika, L. A. 2023, Juni 14. *Ekonomi*. Retrieved from Bisnis.com: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20230614/98/1665403/kereta-cepat-beroperasi-mulai-oktober-2023-mundur-lagi>
- Meyer, M. D. 2016. *TRANSPORTATION PLANNING HANDBOOK FOURTH EDITION*. Canada: John Wiley & Sons.
- Nasution, H. 1996. *Manajemen Transportasi*. Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Petrescu, F. I., & Petrescu, R. V. 2012. *The Aviation History*. USA: Books on Demand GmbH, Norderstedt.
- Sarder, M. 2021. *Logistics Transportation Systems*. Amsterdam: Elsevier.
- Soesilo, & Nining, I. 1999. *Ekonomi Perencanaan dan Manajemen Kota*. Jakarta: Magister Perencanaan dan Kebijakan Publik Universitas Indonesia.
- Tamin, O. 1997. *Perencanaan dan Permodelan Transportasi Edisi 1*. Bandung: ITB Bandung.
- Tingley, B. 2022, August 17. *SPACE.com*. Retrieved from SPACE.com: <https://www.space.com/american-airlines-boom-supersonic-passenger-jet-fleet>

Wijoyo, H., Sunarsi, D., Utama, A. S., Haryati, D., Rakhmatulloh, A. R., Mahdayeni, . . . Siagian, A. O. 2021. *Transformasi Digital Dari Berbagai Aspek*. Nagari Koto Baru: INSAN CENDEKIA MANDIRI.

BAB 2

KOMPONEN-KOMPONEN SISTEM TRANSPORTASI

Oleh George Winaktu

2.1 Pendahuluan

Komponen-komponen dalam sistem transportasi merujuk pada berbagai elemen penting yang bekerja bersama untuk memungkinkan pergerakan manusia dan barang dari satu tempat ke tempat lain. Setiap komponen memiliki peran khusus dalam menjalankan sistem transportasi secara keseluruhan. Komponen-komponen utama dalam sistem transportasi adalah sebagai berikut:

1. **Infrastruktur Transportasi:** Ini mencakup semua fasilitas fisik yang dibutuhkan untuk transportasi, seperti jalan raya, rel kereta api, pelabuhan, terminal, dan landasan pacu bandara. Infrastruktur ini membentuk jalur dan sarana yang diperlukan untuk pergerakan kendaraan.
2. **Kendaraan Transportasi:** Kendaraan adalah alat yang digunakan untuk mengangkut orang dan barang. Ini termasuk kendaraan pribadi seperti mobil dan motor, kendaraan umum seperti bus dan kereta, serta kendaraan khusus seperti truk, kapal, dan pesawat.
3. **Regulasi dan Manajemen:** Ini melibatkan hukum, peraturan, dan aturan yang mengatur pergerakan kendaraan dan pengguna jalan. Ini juga termasuk pengaturan lalu lintas, tanda-tanda jalan, manajemen keamanan, dan aturan lingkungan terkait transportasi.

4. **Teknologi Transportasi:** Teknologi memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan transportasi. Ini meliputi sistem navigasi, kendaraan listrik, teknologi otonom, sistem diagnostik, dan berbagai inovasi lainnya.
5. **Ekonomi dan Keuangan Transportasi:** Aspek ini melibatkan pendanaan pembangunan infrastruktur, penetapan tarif dan harga tiket, serta dampak ekonomi dari sektor transportasi terhadap perekonomian secara keseluruhan.
6. **Lingkungan dan Keberlanjutan:** Dalam era kesadaran lingkungan yang semakin meningkat, aspek ini mengacu pada dampak lingkungan dari transportasi dan upaya untuk mengadopsi solusi berkelanjutan, seperti kendaraan ramah lingkungan dan infrastruktur hijau.
7. **Perkembangan Masa Depan:** Ini mencakup aspek yang terkait dengan inovasi dan perkembangan di masa depan, seperti transportasi antariksa, konektivitas yang semakin baik, dan pemanfaatan teknologi terdepan seperti kecerdasan buatan.

Keseluruhan komponen-komponen ini bekerja bersama dalam satu sistem yang saling terhubung untuk menyediakan opsi transportasi yang aman, efisien, dan efektif bagi masyarakat. Setiap komponen memainkan peran unik dalam menjalankan sistem transportasi modern.

2.2 Infrastruktur Transportasi

Infrastruktur transportasi adalah rangkaian fasilitas fisik yang diperlukan untuk memungkinkan pergerakan manusia, kendaraan, dan barang dari satu tempat ke tempat lain. Infrastruktur ini membentuk dasar dari sistem transportasi dan meliputi berbagai jenis fasilitas yang mendukung berbagai mode

transportasi, termasuk darat, laut, udara, dan bahkan ruang angkasa.

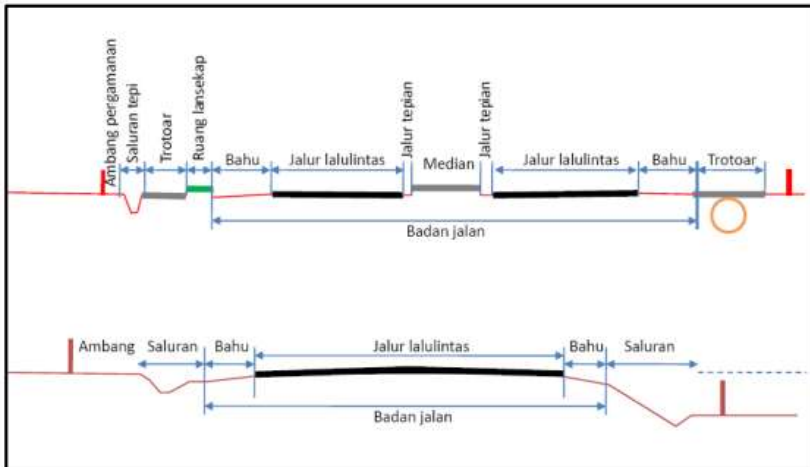
Infrastruktur transportasi merupakan dasar yang diperlukan berbagai jenis kendaraan agar dapat bergerak secara aman dan efisien. Investasi dan perawatan terhadap infrastruktur transportasi sangat penting untuk memastikan kelancaran pergerakan manusia dan barang, serta untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan kemajuan sosial.

Infrastruktur transportasi mencakup beberapa elemen utama:

2.2.1 Jalan

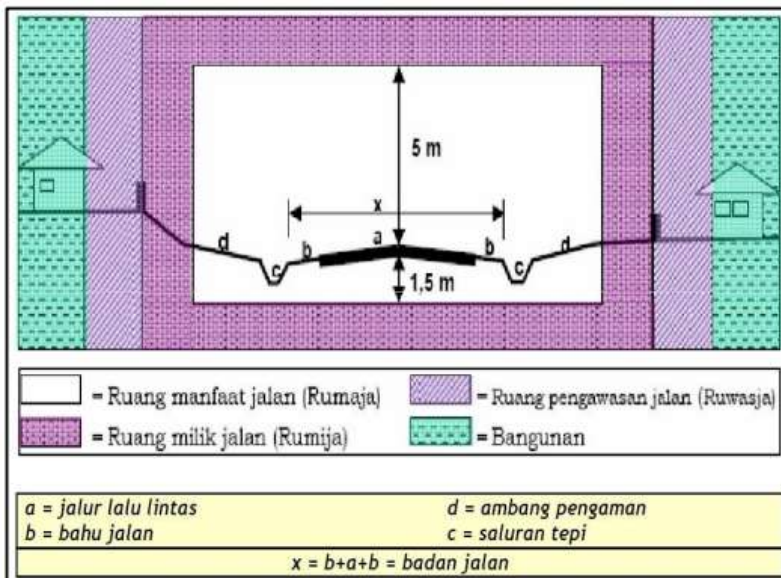
Jalan adalah sistem jalur fisik yang dirancang untuk memfasilitasi pergerakan kendaraan darat seperti mobil, truk, motor, dan sepeda. Jalan raya menjadi bagian penting dari infrastruktur transportasi dan merupakan jaringan jalan yang menghubungkan berbagai lokasi, mulai dari kota besar hingga daerah pedesaan. Tujuannya adalah untuk memungkinkan mobilitas penduduk dan pengiriman barang dengan cara yang efisien dan aman.

Bagian-bagian jalan terdiri atas jalur, jalur tepian, median, jalur lalu lintas, lajur, bahu jalan, saluran drainase, trotoar, ruang lansekap, saluran tepi, ambang pengaman, patok. Sedangkan ruang jalan terdiri atas Ruang Manfaat Jalan (Rumaja), Ruang Milik Jalan (Rumija), dan Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja). Rumaja adalah ruang jalan yang meliputi badan jalan, median jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya. Ambang pengaman jalan disini adalah bahu jalan. Rumija adalah sebidang tanah di kanan dan kiri jalan atau ruang tertentu yang nantinya dapat digunakan untuk pelebaran jalan, penambahan lajur lalu lintas, atau untuk ruang pengaman jalan. Sedangkan Ruwasja adalah merupakan ruang yang berada di luar rumija. Fungsinya untuk pandangan bebas pengemudi, pengamanan konstruksi jalan, dan pengamanan fungsi jalan (Ruhulestin, 2022).



Gambar 3.1. Bagian-bagian Jalan

Sumber: (Murfihenni, 2018)



Gambar 3.2. Ruang Jalan

Sumber: (Murfihenni, 2018)

1. Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan Jalan

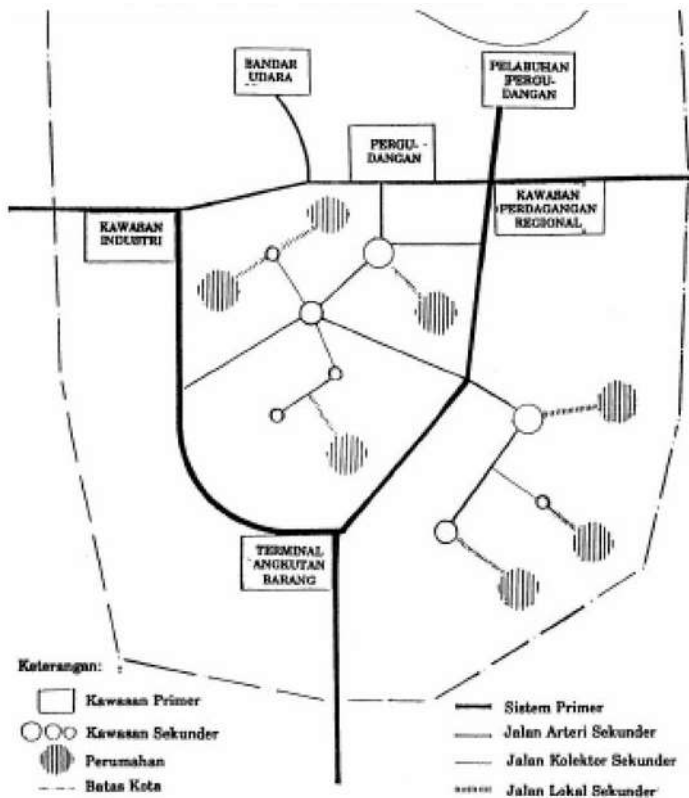
- a. Jalan primer Merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan
- b. Jalan sekunder Merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

2. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan

- a. Jalan Arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Klasifikasi jalan menurut fungsi ini terdapat pada sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Jika terdapat pada sistem jaringan primer dinyatakan sebagai jalan arteri primer, jalan kolektor primer, jalan lokal primer, dan jalan lingkungan primer. Sedangkan jika terdapat pada sistem jalan sekunder maka dinyatakan sebagai jalan arteri

sekunder, jalan kolektor sekunder, jalan lokal sekunder, dan jalan lingkungan sekunder.



Gambar 3.3. Sketsa Hierarki Jalan
Sumber: (Keselamatan, 2016)

3. Klasifikasi Jalan Menurut Statusnya

- Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang

menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

- b. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- c. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- d. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.
- e. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.2.2 Rel Kereta Api

Jaringan rel yang membentang di berbagai wilayah, menghubungkan kota-kota dan daerah-daerah. Rel kereta api digunakan untuk transportasi kereta penumpang dan kereta barang. Jalur rel kereta api adalah struktur fisik berupa jalur rel yang digunakan untuk pergerakan kereta api. Jalur rel merupakan elemen dasar dari infrastruktur kereta api dan terdiri dari sepasang rel paralel yang membentang dari satu titik ke titik lain.

Rel ini digunakan untuk mendukung pergerakan lokomotif dan rangkaian gerbong kereta api.

Jalan rel memiliki lebar yang bermacam-macam. Lebar jalan rel adalah jarak antara bagian dalam dari kepala rel kiri dan kanan, pada suatu konstruksi jalan rel. ukuran lebar rel adalah standar perkeretaapian di suatu negara. Satu negara bisa memiliki satu atau lebih ukuran lebar rel, sesuai dengan perusahaan atau jaringan rel yang dimiliki.

Ada beberapa jenis jalur rel kereta api, termasuk:

1. **Jalur Rel Konvensional:** Ini adalah jenis jalur rel yang umum, dengan lebar sepasang rel sekitar 1,435 meter (4 kaki 8,5 inci). Jalur rel konvensional digunakan di banyak negara di seluruh dunia dan dapat mengangkut kereta api penumpang dan barang.
2. **Jalur Rel Lebar:** Beberapa negara menggunakan jalur rel dengan lebar yang lebih besar dari standar internasional. Contohnya adalah Jalur Rel Lebar 1,520 mm (5 kaki) yang digunakan di Rusia dan negara-negara bekas Uni Soviet.
3. **Jalur Rel Sempit:** Jalur rel dengan lebar yang lebih kecil dari standar internasional disebut jalur rel sempit. Jalur ini sering digunakan di daerah pedesaan atau pegunungan di mana ruang terbatas.
4. **Jalur Rel Listrik:** Jalur rel listrik menggunakan tenaga listrik untuk menggerakkan kereta api. Ini dapat meningkatkan efisiensi dan ramah lingkungan, terutama jika energi yang digunakan berasal dari sumber energi bersih.
5. **Jalur Rel Cepat:** Jalur rel cepat adalah jalur rel yang dirancang khusus untuk mengoperasikan kereta api dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada kereta api konvensional. Contoh terkenal adalah shinkansen di Jepang.

6. **Jalur Rel Kargo:** Jalur rel kargo adalah jalur yang digunakan khusus untuk mengangkut barang dengan kereta api. Ini dapat mencakup jalur rel yang menghubungkan pelabuhan, pabrik, dan pusat distribusi.

Pembangunan dan pemeliharaan jalur rel kereta api melibatkan pekerjaan konstruksi, pemadatan tanah, pemasangan rel, dan pengaturan jalur agar aman untuk pergerakan kereta api. Sistem jalur rel juga dilengkapi dengan sinyal, persimpangan rel, dan peralatan lainnya untuk memastikan operasi yang aman dan efisien.



Gambar 2.4. Rel Kereta Api
Sumber: (Arief, 2022)



Gambar 2.5. Jenis Lebar Rel
Sumber: (KAI, 2022)



Gambar 2.6. Jalur Rel Listrik
Sumber: (Fajrin, 2021)



Gambar 2.7. Rel Kereta Cepat
Sumber: (Mahardhika, 2023)



Gambar 2.8. Rel Kereta Kargo
Sumber: (FreightSight, 2022)

2.2.3 Pelabuhan dan Terminal

Pelabuhan dan terminal merupakan fasilitas pelabuhan laut dan terminal udara yang digunakan untuk memuat dan membongkar barang serta penumpang dari kapal dan pesawat.

Pelabuhan adalah sebuah tempat di pantai atau tepi air yang digunakan sebagai pusat kegiatan pelayaran, bongkar muat, serta distribusi barang dan penumpang antara darat dan laut. Pelabuhan memiliki berbagai fasilitas dan infrastruktur untuk mendukung berbagai aktivitas, termasuk kapal bersandar, bongkar muat barang, dan layanan terkait lainnya. Pelabuhan memiliki peran penting dalam logistik dan perdagangan internasional.

Fungsi dan fitur umum dari pelabuhan meliputi:

1. **Terminal Penumpang:** Bagian dari pelabuhan yang digunakan untuk memfasilitasi kedatangan dan keberangkatan penumpang dari kapal laut. Terminal ini dilengkapi dengan fasilitas seperti dermaga, peron, tiket, dan fasilitas penunjang lainnya.
2. **Terminal Kargo:** Tempat untuk bongkar muat barang dari kapal laut. Terminal kargo biasanya memiliki fasilitas penyimpanan sementara, peralatan pengangkut barang (seperti derek), dan area untuk mengelola logistik.
3. **Dermaga:** Struktur yang memungkinkan kapal untuk bersandar saat bongkar muat atau bermanuver di pelabuhan. Dermaga dapat bervariasi dalam ukuran dan kapasitas, tergantung pada jenis kapal yang akan bersandar.
4. **Fasilitas Penunjang:** Ini mencakup fasilitas seperti gudang penyimpanan, fasilitas pemeliharaan kapal, kantor administrasi, fasilitas pemeriksaan kepabeanan, serta fasilitas pendukung lainnya.
5. **Infrastruktur Keselamatan:** Ini termasuk tanda navigasi, lampu mercusuar, tanda penunjuk jalur, dan infrastruktur

lainnya yang membantu kapal untuk berlayar dengan aman di sekitar pelabuhan.

6. Peralatan Bongkar Muat: Seperti derek, mesin crane, dan peralatan lainnya yang digunakan untuk memindahkan barang dari kapal ke daratan atau sebaliknya.
7. Fasilitas Jalan dan Aksesibilitas: Pelabuhan biasanya terhubung dengan jaringan jalan raya dan sistem transportasi lainnya untuk memudahkan pergerakan barang dan penumpang.

Pelabuhan dapat menjadi pusat ekonomi yang penting dalam suatu wilayah, mendorong perdagangan internasional dan aktivitas industri terkait. Dalam banyak kasus, pelabuhan juga dapat menjadi titik awal atau akhir jalur transportasi, menghubungkan transportasi laut dengan transportasi darat atau udara.



Gambar 2.9. Pelabuhan Barang
Sumber: (Nazulmi, 2019)



Gambar 2.10. Terminal Penumpang
Sumber: (Ronal, 2022)

2.2.4 Bandara dan Landasan Pacu

Bandara dan Landasan Pacu adalah fasilitas yang mendukung pergerakan pesawat udara. Ini meliputi terminal penumpang, area kargo, landasan pacu, dan fasilitas pendukung lainnya. Bandara udara, juga dikenal sebagai lapangan terbang atau terminal udara, adalah fasilitas yang dirancang untuk melayani pendaratan, lepas landas, dan pergerakan pesawat udara komersial, pesawat pribadi, dan pesawat lainnya. Bandara udara adalah titik utama dalam sistem transportasi udara dan berfungsi sebagai pusat aktivitas penerbangan, baik untuk penumpang maupun kargo.

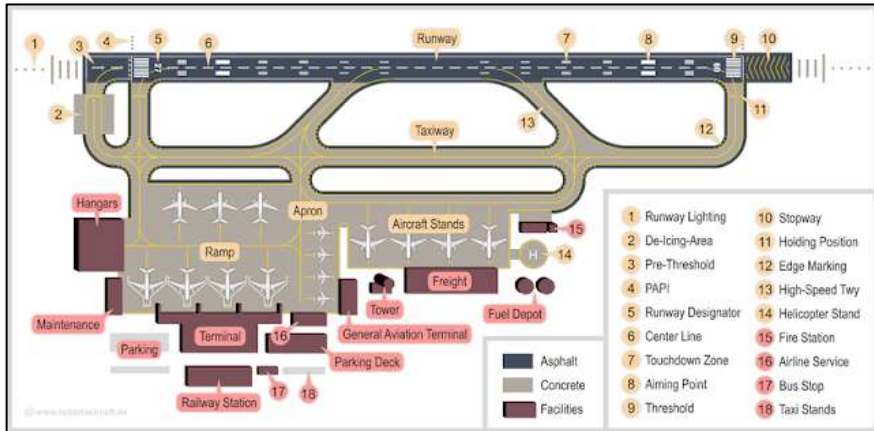
Fasilitas dan fitur umum dari bandara udara meliputi:

1. **Landasan Pacu:** Area datar panjang yang digunakan untuk lepas landas dan mendaratnya pesawat udara. Landasan pacu biasanya dilengkapi dengan sistem pencahayaan, tanda-tanda navigasi, dan fasilitas keselamatan.
2. **Terminal Penumpang:** Tempat di mana penumpang bergerak saat akan naik atau turun dari pesawat. Terminal

- ini memiliki area check-in, gerbang keberangkatan dan kedatangan, fasilitas imigrasi dan bea cukai, serta fasilitas penunjang lainnya seperti toko, restoran, dan lounge.
3. **Terminal Kargo:** Fasilitas untuk mengelola bongkar muat dan penyimpanan kargo yang diangkut dengan pesawat udara. Ini melibatkan fasilitas penyimpanan sementara, alat penanganan kargo, dan fasilitas logistik.
 4. **Apron:** Area di sekitar terminal di mana pesawat parkir, melakukan proses bongkar muat, dan persiapan sebelum lepas landas. Apron dilengkapi dengan peralatan pendukung seperti tangga pesawat, traktor traksi, dan peralatan bongkar muat.
 5. **Menara Kontrol:** Menara kontrol udara adalah pusat operasi yang mengawasi lalu lintas udara di sekitar bandara. Pengendali lalu lintas udara di menara kontrol memberikan instruksi kepada pilot untuk lepas landas, mendarat, dan bergerak di sekitar bandara.
 6. **Fasilitas Keselamatan:** Termasuk pemadam kebakaran, layanan penyelamatan, dan peralatan darurat lainnya untuk menghadapi situasi darurat seperti kebakaran atau insiden lainnya.
 7. **Fasilitas Pemeliharaan:** Tempat perawatan dan pemeliharaan pesawat udara, termasuk hangar untuk perbaikan dan perawatan pesawat.
 8. **Fasilitas Perawatan Penumpang:** Termasuk fasilitas seperti restoran, toko bebas pajak, ruang tunggu, dan lounge untuk memberikan kenyamanan kepada penumpang.

Bandara udara sangat penting dalam memfasilitasi perjalanan udara, mendukung konektivitas global, dan mendorong aktivitas ekonomi yang berkaitan dengan industri penerbangan.

Bandara juga berperan dalam menjaga standar keselamatan yang tinggi untuk penerbangan dan penumpang.



Gambar 2.11. Contoh Layout Bandara

Sumber: (Fisika, 2013)

2.2.5 Terminal Transportasi Publik

Terminal adalah fasilitas yang digunakan sebagai titik awal atau akhir bagi perjalanan transportasi, seperti bus, kereta, atau pesawat. Terminal menyediakan layanan penumpang seperti tiket, informasi perjalanan, dan fasilitas penunjang lainnya. Ada berbagai jenis terminal tergantung pada jenis transportasi yang dilayani, seperti terminal bus, stasiun kereta, dan terminal bandara.

Sedangkan transportasi publik adalah sistem transportasi yang dioperasikan oleh pemerintah atau perusahaan swasta yang memberikan layanan transportasi kepada masyarakat umum. Tujuannya adalah untuk memudahkan perjalanan penduduk kota atau daerah tanpa perlu memiliki kendaraan pribadi. Contoh transportasi publik meliputi bus, kereta bawah tanah, trem, feri, dan layanan shuttle.

Kedua konsep ini saling terkait karena terminal adalah tempat di mana moda transportasi publik beroperasi atau

berakhir. Misalnya, sebuah stasiun kereta atau terminal bus adalah tempat di mana penumpang naik atau turun dari kereta atau bus yang merupakan bagian dari sistem transportasi publik.

Penentuan tipe dan kelas terminal dilakukan berdasarkan fungsi pelayanan, fasilitas pelayanan dan kewenangan. Berdasarkan fungsi pelayanannya, terminal penumpang diklasifikasikan kedalam tiga tipe terminal (PP RI No.43 tahun 1993) yaitu:

1. Terminal penumpang Tipe A, yaitu yang berfungsi melayani kendaraan penumpang umum untuk angkutan antar kota antar propinsi (AKAP), dan angkutan lintas batas antar negara, angkutan antar kota dalam propinsi (AKDP), angkutan kota (AK) serta angkutan pedesaan (ADES).
2. Terminal penumpang Tipe B, yaitu yang berfungsi melayani kendaraan penumpang umum untuk angkutan antar kota dalam propinsi (AKDP), angkutan kota (AK) serta angkutan pedesaan (ADES).
3. Terminal penumpang Tipe C, yaitu yang berfungsi melayani kendaraan penumpang umum untuk angkutan pedesaan (ADES).



Gambar 2.12. Contoh Layout Terminal Bus
Sumber: (Aceh, 2018)



Gambar 2.13. Contoh Terminal Pulo Gebang, Jakarta
Sumber: (Hartono, 2021)

2.2.6 Jalur Khusus

Jalur khusus seperti jalur sepeda, jalur pejalan kaki, dan jalur khusus kendaraan umum yang memisahkan kendaraan dari lalu lintas lainnya. Pada penulisan ini digunakan contoh jalur khusus untuk bus transit atau yang disebut dengan Busway.

Jalur khusus atau "*busway*" adalah jenis jalur transportasi yang secara khusus diperuntukkan bagi bus umum atau transportasi bus berkecepatan tinggi. Konsep ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kecepatan layanan transportasi publik dengan memberikan jalur terpisah yang hanya dapat digunakan oleh bus atau moda transportasi umum tertentu.

Jalur khusus biasanya dibangun di tengah jalan atau di sisi jalan, tergantung pada perencanaan dan infrastruktur kota tertentu. Salah satu contoh terkenal adalah sistem TransJakarta di Jakarta, Indonesia, yang dikenal sebagai busway. Di sana, terdapat jalur khusus yang diperuntukkan khusus bagi bus TransJakarta, dan jalur ini sering kali terlindungi atau terpisah dari lalu lintas kendaraan pribadi, sehingga memungkinkan bus beroperasi dengan lebih lancar dan cepat.

Keuntungan dari jalur khusus atau busway meliputi:

1. **Kecepatan:** Karena jalur ini hanya digunakan oleh bus atau moda transportasi tertentu, bus dapat bergerak lebih cepat tanpa terjebak dalam kemacetan lalu lintas umum.
2. **Efisiensi:** Jalur khusus mengurangi konflik dengan kendaraan pribadi dan memungkinkan bus untuk beroperasi dengan jadwal yang lebih dapat diandalkan.
3. **Aksesibilitas:** Busway sering kali memiliki stasiun atau halte khusus yang terorganisir dengan baik, memudahkan penumpang untuk naik turun dan membuat perjalanan mereka lebih nyaman.
4. **Peningkatan transportasi publik:** Dengan memberikan layanan yang lebih cepat dan efisien, jalur khusus dapat meningkatkan popularitas transportasi publik dan mendorong

lebih banyak orang untuk menggunakan bus atau moda transportasi umum lainnya.

5. **Pengurangan polusi:** Dengan mengurangi waktu perjalanan dan kemacetan, jalur khusus dapat membantu mengurangi emisi polusi dan dampak lingkungan negatif lainnya.

Jalur khusus atau busway merupakan salah satu upaya kota-kota di seluruh dunia untuk meningkatkan kualitas layanan transportasi publik dan mengatasi masalah kemacetan lalu lintas.



Gambar 2.14. Jalur Bus Trans Jakarta atau Busway
Sumber: (Wikipedia, 2016)

2.3 Kendaraan Transportasi

2.3.1 Kendaraan Pribadi

Kendaraan pribadi adalah kendaraan bermotor yang dimiliki oleh individu atau keluarga untuk penggunaan pribadi atau non-komersial. Ini berarti kendaraan tersebut tidak digunakan

untuk tujuan komersial seperti transportasi umum atau bisnis. Kendaraan pribadi dapat mencakup mobil penumpang, sepeda motor, mobil listrik, truk kecil, dan jenis kendaraan lainnya yang digunakan untuk keperluan pribadi, seperti berpergian sehari-hari, liburan, dan rekreasi.

Kendaraan pribadi berbeda dari kendaraan komersial atau transportasi umum, seperti bus, taksi, dan truk pengiriman, yang dioperasikan untuk melayani banyak orang dan memperoleh pendapatan dari penyewaan atau layanan transportasi. Kendaraan pribadi umumnya dimiliki oleh individu atau keluarga untuk memenuhi kebutuhan transportasi sehari-hari atau sesuai dengan preferensi dan gaya hidup pribadi.

Penting untuk diingat bahwa penggunaan kendaraan pribadi dapat memiliki dampak pada lalu lintas, lingkungan, dan infrastruktur jalan. Pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi dalam suatu wilayah dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas, polusi udara, dan permintaan akan ruang parkir yang lebih besar. Dalam beberapa konteks, pemerintah dan organisasi berusaha untuk mendorong penggunaan transportasi publik atau alternatif berkelanjutan untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan berlebihan kendaraan pribadi.

1. Mobil

Mobil adalah jenis kendaraan bermotor yang dirancang untuk mengangkut penumpang atau muatan. Istilah "mobil" sering kali mengacu pada kendaraan penumpang yang dirancang untuk mengangkut sejumlah orang, biasanya dari satu hingga beberapa penumpang. Namun, istilah ini juga dapat merujuk pada berbagai jenis kendaraan bermotor, termasuk mobil penumpang, truk ringan, dan SUV.

Kendaraan bermotor ini biasanya memiliki empat roda dan dioperasikan dengan mesin pembakaran internal, yang dapat berjalan dengan bahan bakar seperti bensin, diesel, atau listrik. Mobil digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk

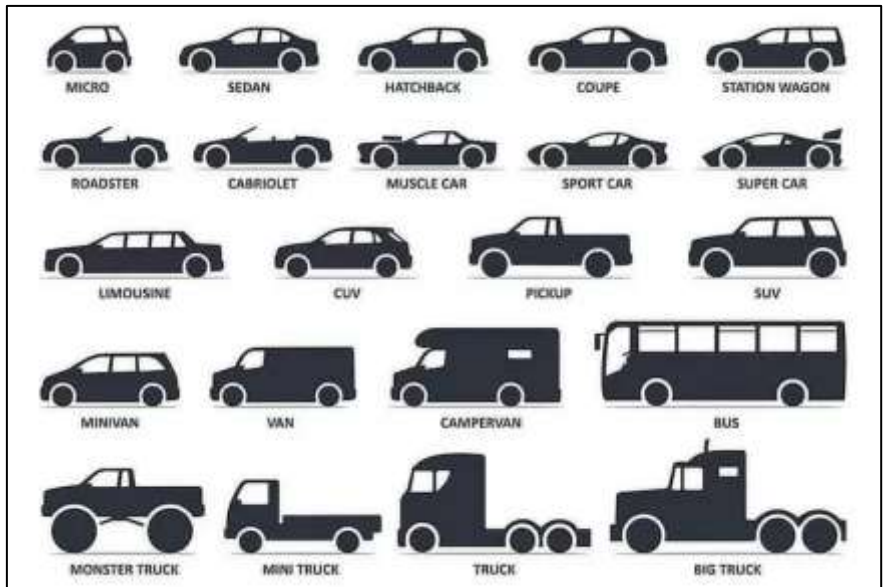
transportasi sehari-hari, perjalanan rekreasi, bisnis, dan lain-lain. Mereka telah menjadi bagian integral dari kehidupan modern, menyediakan fleksibilitas dalam mobilitas dan transportasi.

Mobil penumpang adalah jenis mobil yang paling umum dan dikenal. Mereka dirancang untuk mengangkut penumpang dalam jumlah terbatas dan biasanya memiliki ruang interior yang nyaman dan fitur-fitur kenyamanan seperti AC, radio, sistem navigasi, dan lainnya.

Truk ringan adalah kendaraan yang dirancang untuk mengangkut muatan, seperti barang-barang dagangan, peralatan, atau material konstruksi. Mereka biasanya memiliki bak terbuka atau tertutup di bagian belakang yang dapat digunakan untuk mengangkut barang.

SUV (*Sport Utility Vehicle*) adalah kendaraan yang menggabungkan karakteristik mobil penumpang dengan kemampuan off-road dan daya angkut seperti truk. SUV cenderung lebih besar dan lebih tinggi daripada mobil penumpang biasa, dan mereka sering digunakan untuk perjalanan keluarga atau petualangan di berbagai medan.

Mobil telah mengalami banyak perkembangan teknologi dan desain dari waktu ke waktu, termasuk inovasi dalam keamanan, efisiensi bahan bakar, teknologi hibrida, dan kendaraan listrik.



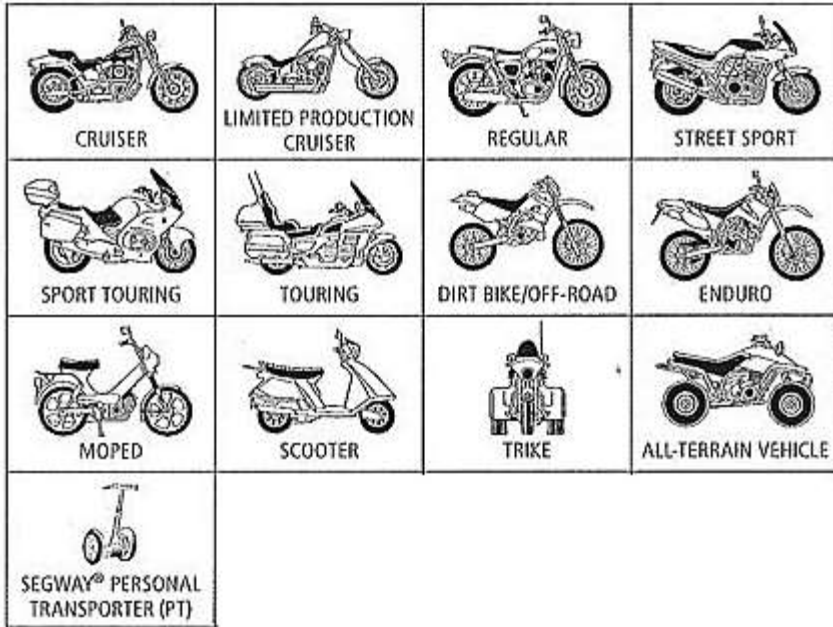
Gambar 2.15. Jenis Mobil
Sumber: (Prasetya, 2023)

2. Motor

Motor adalah kendaraan bermotor dua roda yang digunakan untuk transportasi pribadi atau komersial. Istilah "motor" sering kali merujuk pada sepeda motor, yang merupakan jenis kendaraan bermotor yang paling umum dengan hanya dua roda. Namun, istilah "motor" juga dapat mengacu pada kendaraan bermotor lainnya yang menggunakan dua roda, seperti sepeda listrik atau skuter.

Sepeda motor biasanya memiliki mesin pembakaran internal yang menggunakan bahan bakar seperti bensin atau diesel, meskipun semakin banyak sepeda motor listrik yang juga menjadi populer. Mereka dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk transportasi sehari-hari, rekreasi, atau perjalanan jarak jauh.

Kendaraan motor sering kali lebih efisien dalam hal bahan bakar daripada mobil dan dapat lebih fleksibel dalam mengatasi lalu lintas padat.



Gambar 2.16. Jenis Sepeda Motor di Jalan dan di Luar Jalan
Sumber: (Wikibuku, 2012)

3. Sepeda

Sepeda adalah kendaraan yang dioperasikan dengan tenaga manusia melalui pengayuh (pedal). Sepeda memiliki dua roda, biasanya satu di depan dan satu di belakang, serta sebuah kerangka yang menghubungkan kedua roda tersebut. Sepeda digunakan terutama untuk transportasi manusia dan rekreasi.



Gambar 2.17. Jenis-jenis Sepeda
Sumber: (Yabdhi, 2021)

2.3.2 Kendaraan Umum

Kendaraan umum adalah kendaraan yang disediakan oleh pemerintah atau perusahaan untuk digunakan oleh masyarakat umum sebagai sarana transportasi. Kendaraan umum biasanya beroperasi dengan jadwal tetap dan rute tertentu, serta dapat digunakan oleh siapa saja yang membayar tarif atau biaya yang ditentukan. Tujuan utama dari kendaraan umum adalah untuk menyediakan pilihan transportasi yang terjangkau dan nyaman bagi masyarakat yang tidak memiliki kendaraan pribadi atau ingin menghindari menggunakan kendaraan pribadi. Beberapa contoh kendaraan umum meliputi:

1. **Bus:** Bus umum adalah kendaraan beroda banyak yang mengangkut sejumlah besar penumpang dalam satu perjalanan. Mereka memiliki berbagai rute yang menghubungkan berbagai wilayah di kota atau antarkota.
2. **Kereta Api:** Kereta api adalah kendaraan yang berjalan di rel dan menghubungkan berbagai kota atau daerah. Kereta api umumnya terdiri dari beberapa jenis, termasuk kereta komuter, kereta cepat, dan kereta antarkota.
3. **Metro/Subway:** Sistem metro atau subway adalah sistem transportasi cepat yang berjalan di bawah tanah atau di permukaan dengan jalur yang terpisah dari lalu lintas kendaraan pribadi. Mereka biasanya ditemukan di kota-kota besar.
4. **Tram:** Tram adalah kendaraan rel yang beroperasi di permukaan jalan dan digunakan untuk transportasi di dalam kota atau di kawasan perkotaan.
5. **Feri:** Feri adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut penumpang dan kendaraan melintasi perairan seperti sungai atau laut, umumnya antara pelabuhan yang berbeda.
6. **Taksi:** Taksi adalah kendaraan sewaan dengan sopir yang mengangkut penumpang ke tujuan yang diminta. Mereka dapat dihentikan di jalan atau dipesan melalui telepon atau aplikasi.
7. **Angkutan Kota:** Angkutan kota adalah kendaraan umum yang biasanya beroperasi dalam area perkotaan dan menghubungkan berbagai daerah di dalam kota.

Kendaraan umum menjadi bagian penting dari infrastruktur perkotaan dan membantu mengurangi kemacetan lalu lintas, emisi polusi, dan kebutuhan akan ruang parkir yang lebih besar. Mereka juga memberikan aksesibilitas kepada

masyarakat yang tidak memiliki kendaraan pribadi atau memilih untuk menggunakan transportasi berkelanjutan.



Gambar 2.18. Macam-macam Kendaraan Umum

Sumber: (Fahmi, 2022)

2.3.3 Kendaraan Khusus

Kendaraan khusus adalah jenis kendaraan yang dirancang, dibuat, atau dimodifikasi untuk tujuan tertentu yang spesifik. Ini berarti kendaraan ini memiliki fitur, fungsi, atau desain yang membedakannya dari kendaraan biasa. Jenis-jenis kendaraan khusus dapat bervariasi luas, tergantung pada tujuan penggunaannya. Beberapa contoh kendaraan khusus meliputi:

1. Kendaraan Pemadam Kebakaran: Kendaraan ini dirancang untuk membantu memadamkan kebakaran. Mereka biasanya dilengkapi dengan peralatan pemadam kebakaran, tangki air, pompa air, dan perlengkapan keselamatan.

2. Ambulans: Kendaraan ini digunakan untuk mengangkut pasien yang membutuhkan perawatan medis darurat. Mereka sering dilengkapi dengan peralatan medis dan sistem dukungan vital.
3. Kendaraan Konstruksi: Ini meliputi truk pengangkut material, alat berat seperti ekskavator dan bulldoser, serta kendaraan lain yang digunakan dalam industri konstruksi.
4. Kendaraan Militer: Ini termasuk tank, kendaraan pengangkut personel, dan berbagai kendaraan yang digunakan oleh angkatan bersenjata untuk keperluan pertahanan dan operasi militer.
5. Kendaraan Pariwisata: Kendaraan seperti bus wisata atau kereta wisata yang didesain khusus untuk mengangkut wisatawan dan memberikan informasi tentang tempat-tempat yang dikunjungi.
6. Kendaraan Listrik: Meskipun bukan kelompok kendaraan yang khusus dalam arti tradisional, kendaraan listrik seperti mobil listrik dan sepeda listrik dianggap khusus karena penggunaan teknologi yang berbeda dari kendaraan bermesin pembakaran internal.
7. Mobil Balap: Ini meliputi mobil-mobil yang dirancang untuk kompetisi balap di sirkuit atau jalanan. Mereka sering mengalami modifikasi ekstensif untuk meningkatkan performa dan keamanan.
8. Kendaraan Penyapu Jalan: Kendaraan ini digunakan untuk membersihkan jalan dari sampah, debu, dan kotoran lainnya.
9. Kapal Penangkap Ikan: Kendaraan ini dirancang untuk kegiatan penangkapan ikan dan perikanan.
10. Pesawat Pemadam Kebakaran: Pesawat khusus yang digunakan untuk menjatuhkan air atau bahan pemadam kebakaran dari udara ke daerah yang terkena kebakaran.

2.3.4 Kendaraan Darat dan Laut

Kendaraan darat adalah jenis kendaraan yang dirancang untuk beroperasi di atas permukaan tanah atau jalan raya. Mereka dapat digerakkan oleh mesin, manusia, atau tenaga hewan. Kendaraan darat mencakup berbagai macam jenis kendaraan yang digunakan untuk transportasi, pekerjaan, dan berbagai keperluan lainnya di daratan.

Begitu pula kendaraan laut yaitu jenis kendaraan yang dirancang untuk beroperasi di atas perairan atau laut. Mereka dapat digerakkan oleh mesin dan manusia. Berikut beberapa contoh kendaraan darat dan kendaraan laut.



Gambar 2.19. Contoh Kendaraan Darat
Sumber: (Qohar, 2015)



Gambar 2.20. Contoh Alat Transportasi Laut
Sumber: (5-Menit, 2021)

2.3.5 Kendaraan Udara

Kendaraan udara adalah jenis kendaraan yang dirancang untuk beroperasi di atmosfer atau ruang udara. Mereka dapat mengangkasa dengan menggunakan aerodinamika dan kadang-kadang tenaga mesin atau daya lainnya. Kendaraan udara mencakup berbagai macam jenis, dari pesawat terbang hingga balon udara panas.



Gambar 2.21. Contoh Alat Transportasi Udara
Sumber: (Bagi-in.com, 2019)

DAFTAR PUSTAKA

- 5-Menit, K. 2021, Desember 12. *Kerajinan 5-Menit*. Retrieved from Kerajinan 5-Menit: https://web.facebook.com/546460062546004/photos/a.951622945363045/1201149653743705/?type=3&_rdc=1&_rdr
- Aceh, D. 2018, Januari 31. *DISHUB ACEH*. Retrieved from DISHUB ACEH: <https://dishub.acehprov.go.id/informasi/taukah-kamu-perbedaan-terminal-tipe-a-tipe-b-dan-tipe-c/>
- Arief, A. M. 2022, Mei 24. *Katadata.co.id*. Retrieved from Katadata.co.id: <https://katadata.co.id/tiakomalasari/berita/628c726b8519c/hutama-karya-bangun-jalur-kereta-api-medan-binjai-target-rampung-2024>
- Bagi-in.com. 2019, April 11. *Bagi-in.com*. Retrieved from Bagi-in.com: <https://bagi-in.com/teknologi-bidang-transportasi/alat-transportasi-udara/>
- Fahmi. 2022, April 25. *catperku.com*. Retrieved from catperku.com: <https://catperku.com/transportasi-umum-kota-bandung/>
- Fajrin, M. P. 2021, April 6. *REDIGEST*. Retrieved from REDIGEST: <https://redigest.web.id/2021/04/96-tahun-kereta-rel-listrik-di-indonesia-perjalanan-awal-hingga-masa-kini/4/>
- Fisika, A. 2013, July 17. *Astro Fisika*. Retrieved from Astro Fisika: <https://astrophysicsblogs.blogspot.com/2013/07/bagaimana-cara-membangun-bandar-udara.html>
- FreightSight. 2022, Oktober 31. *FREIGHTSIGHT*. Retrieved from FREIGHTSIGHT: <https://freightsight.com/article/rekor-permintaan-kargo-lcl-mendorong-peningkatan-volume-kereta-api-china-eropa>
- Hartono, T. 2021, Agustus 28. *Apa Aja Ada*. Retrieved from Apa Aja Ada: <https://www.fastpay.co.id/blog/5-terminal-bus-akap-di-jakarta.html>

- KAI. 2022, May 12. *Kereta Api Indonesia*. Retrieved from Kereta Api Indonesia: <https://twitter.com/KAI121/status/1524645209304276992>
- Keselamatan. 2016, April 5. *Pelopor Keselamatan Transportasi Jalan Indonesia*. Retrieved from dewagede96: <https://dewagede96.blogspot.com/2016/04/klasifikasi-jalan.html>
- Mahardhika, L. A. 2023, Februari 16. *ekonomi.bisnis.com*. Retrieved from ekonomi.bisnis.com: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20230216/98/1628682/kcic-siapkan-data-perpanjangan-konsesi-kereta-cepat-80-tahun>
- Murfihenni, W. 2018. *SUPLEMEN BAHAN AJAR MENGGAMBAR JALAN DAN JEMBATAN*. Cimahi: PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN BIDANG MESIN DAN TEKNIK INDUSTRI.
- Nazulmi, T. 2019, Agustus 9. *apahabar.com*. Retrieved from apahabar.com: <https://banjarmasin.apahabar.com/post/h-2-iduladha-angkutan-barang-di-pelabuhan-trisakti-banjarmasin-merangkak-naik-1-persen-l7amlmra>
- Prasetya, A. 2023, Januari 9. *indoinsider.id*. Retrieved from indoinsider.id: <https://www.indoinsider.id/otomotif/pr-8916484997/wajib-tahu-5-jenis-mobil-yang-umum-di-indonesia-dari-tipe-suv-untuk-berpetualang-hingga-mvp-mobil-keluarga>
- Qohar, A. 2015, Juli 17. *Dishub Kabupaten Bandung*. Retrieved from Dishub Kabupaten Bandung: <https://dishub.bandungkab.go.id/artikel/17801-perkembangan-transportasi-darat-di-indonesia>
- Ronal. 2022, November 7. *pasaRDana*. Retrieved from pasaRDana: <https://pasardana.id/news/2022/11/7/pelindo-terminal-penumpang-pelabuhan-waingapu-bisa-tampung-1500-orang/>

- Ruhulestin, M. F. 2022, Desember 5. *KOMPAS.com*. Retrieved from KOMPAS.com:
<https://www.kompas.com/properti/read/2022/06/24/201500121/pengguna-jalan-yuk-kenali-rumaja-rumija-dan-ruwasja>
- Wikibuku. 2012, Agustus 6. *Wikibuku*. Retrieved from Wikibuku:
https://id.wikibooks.org/wiki/Berkas:Jenis_sepeda_motor.jpg
- Wikipedia. 2016, Mei 1. *Wikipedia*. Retrieved from Wikipedia:
https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas:Harmoni_Central_Busway_Transjakarta_1.JPG
- Yabdhi. 2021, Februari 14. *Yabdhi.com*. Retrieved from Yabdhi.com:
<https://www.yabdhi.com/sepeda/jenis-sepeda-berdasarkan-peruntukan-dan-kategorinya-jangan-salah-beli/>

BAB 3

JARINGAN TRANSPORTASI DARAT

Oleh Melly Lukman

3.1 Pendahuluan

Pengangkutan atau transportasi adalah perpindahan orang atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan yang digerakkan oleh orang atau mesin (Ferdila and Us, 2021). Transportasi digunakan untuk memudahkan kehidupan sehari-hari masyarakat. Di negara maju, sudah umum menggunakan *subway* (kereta bawah tanah) dan taksi. Penduduk kebanyakan menggunakan transportasi umum dan jarang memiliki mobil (Sutandi, 2015).

Transportasi sendiri dibagi 3 yaitu, transportasi darat, laut, dan udara (Dishub Kab. Badung, 2018). Transportasi udara merupakan transportasi yang membutuhkan banyak uang untuk memakainya. Selain karena memiliki teknologi yang lebih canggih, transportasi udara merupakan alat transportasi tercepat dibandingkan dengan alat transportasi lainnya serta memiliki tingkat kecelakaan yang relatif lebih rendah daripada transportasi darat dan air.

Transportasi darat telah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat modern. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi pentingnya transportasi darat dalam menghubungkan masyarakat, mendorong pertumbuhan ekonomi, dan menciptakan solusi berkelanjutan untuk masa depan.

Transportasi memiliki dua fungsi utama, yaitu: Membantu perpindahan arus manusia dan barang ke berbagai wilayah. Dukungan transportasi yang baik membuat kehidupan

bernegara menjadi lebih optimal karena seluruh kebutuhan dapat terpenuhi. Manusia bisa berpindah tempat dengan cepat karena dukungan transportasi (Silondae, 2016). Salah satu manfaat utama dari transportasi darat adalah kemampuannya untuk menghubungkan orang-orang dari berbagai tempat. Jaringan jalan raya yang luas memungkinkan mobilitas yang mudah antara kota, desa, dan wilayah yang berbeda. Orang-orang dapat bepergian untuk bekerja, belajar, berlibur, atau bertemu dengan keluarga dan teman-teman mereka. Ini juga memfasilitasi pertukaran budaya dan ide-ide, menciptakan koneksi yang lebih luas dan memperkaya kehidupan sosial kita.

Jaringan transportasi darat juga menjadi tulang punggung ekonomi suatu negara. Jalur kereta api menghubungkan kota-kota dan pelabuhan-pelabuhan, memudahkan pergerakan barang dari satu tempat ke tempat lain. Truk pengangkut dan layanan logistik lainnya memastikan pengiriman tepat waktu dan efisien dari produk-produk yang dibutuhkan oleh masyarakat. Dalam skala yang lebih kecil, taksi, mobil ridesharing, dan layanan ojek *online* memberikan layanan transportasi pribadi yang cepat dan nyaman, mendorong mobilitas individu dan menghidupkan sektor jasa.

Namun, transportasi darat juga menghadapi tantangan yang perlu diatasi untuk mencapai keberlanjutan jangka panjang. Salah satu masalah utama adalah polusi dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor (Kurniawan *et al.*, 2021). Ini berdampak negatif pada kualitas udara dan berkontribusi terhadap perubahan iklim. Untuk mengatasi masalah ini, inovasi teknologi dalam kendaraan ramah lingkungan, seperti kendaraan listrik dan penggunaan bahan bakar alternatif, menjadi penting. Selain itu, pengembangan transportasi umum yang lebih efisien dan berkelanjutan, seperti kereta api dan bus listrik, dapat mengurangi jumlah kendaraan pribadi di jalan raya.

Selain itu, infrastruktur transportasi darat perlu ditingkatkan untuk menghadapi pertumbuhan populasi yang terus meningkat. Investasi dalam pengembangan dan pemeliharaan jalan raya, kereta api, dan jaringan transportasi lainnya akan memastikan keberlanjutan sistem transportasi darat di masa depan. Peningkatan infrastruktur juga dapat mempercepat pergerakan orang dan barang, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan efisiensi transportasi.

Dalam menghadapi tantangan ini, peran teknologi menjadi kunci. Inovasi seperti sensor pintar, konektivitas *Internet of Things* (IoT), dan kecerdasan buatan (AI) dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan jalan, mengoptimalkan penggunaan energi (Habibi, Fariqi and Anggriawan, 2020; Sumarno *et al.*, 2021).

3.2 Prasarana Transportasi Darat

Prasarana transportasi darat merupakan fondasi yang penting dalam membangun jaringan transportasi yang efisien dan berkelanjutan. Prasarana ini mencakup berbagai elemen fisik seperti jalan, jembatan, terminal, stasiun, dan fasilitas penunjang lainnya yang mendukung mobilitas manusia dan transportasi barang di darat. Dalam artikel ini, kita akan menjelajahi pentingnya prasarana transportasi darat, komponen utamanya, dan bagaimana prasarana ini berkontribusi pada pembangunan suatu negara.

Prasarana transportasi darat memainkan peran sentral dalam mendorong pertumbuhan ekonomi, konektivitas sosial, dan mobilitas manusia. Berikut adalah beberapa alasan mengapa prasarana transportasi darat penting:

1. **Mobilitas Masyarakat:** Prasarana transportasi darat memungkinkan masyarakat untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lain dengan cepat, aman, dan nyaman. Hal ini meningkatkan aksesibilitas ke fasilitas dan layanan

penting seperti pekerjaan, pendidikan, layanan kesehatan, dan rekreasi (Juantero *et al.*, 2020).

2. **Pertumbuhan Ekonomi:** Jaringan prasarana transportasi yang baik mendukung pergerakan barang dan perdagangan. Prasarana transportasi darat yang efisien membantu mengurangi biaya logistik, mempercepat distribusi barang, dan memfasilitasi integrasi pasar. Ini berdampak pada pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi dan peningkatan investasi di berbagai sektor (Junaidi, Gani and Noor, 2020).
3. **Konektivitas Regional dan Urbanisasi:** Prasarana transportasi darat yang baik memperkuat konektivitas antara wilayah yang berbeda, baik dalam skala regional maupun urban. Hal ini mendorong perkembangan wilayah pinggiran dan daerah terpencil, serta mengurangi ketimpangan antara wilayah perkotaan dan pedesaan (Hidayati, 2021).
4. **Pengurangan Kemacetan:** Dengan adanya prasarana transportasi darat yang memadai, lalu lintas dapat diatur secara efisien, mengurangi kemacetan, dan waktu perjalanan menjadi lebih terukur. Ini berkontribusi pada produktivitas individu, mengurangi biaya bahan bakar, dan mengurangi dampak negatif lingkungan seperti polusi udara (Mujib, Alfani and Ikhsan, 2020).
5. **Keberlanjutan Lingkungan:** Prasarana transportasi darat yang berkelanjutan, seperti penggunaan kendaraan listrik atau pengembangan jalan berbasis ramah lingkungan, membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak negatif pada lingkungan. Inovasi dalam prasarana transportasi darat dapat berkontribusi pada perubahan menuju transportasi yang lebih hijau dan berkelanjutan (Hertasning *et al.*, 2022).

Dalam menunjang kelancaran dalam bertransportasi maka harus didukung oleh beberapa komponen utama transportasi yaitu:

3.2.1 Jaringan Jalan

Jaringan jalan merujuk pada kumpulan jalan, jalan raya, dan jalan arteri yang saling terhubung membentuk infrastruktur transportasi darat (Ningsih, 2010). Ini mencakup jaringan jalan baik di perkotaan maupun di pedesaan yang dirancang untuk memfasilitasi mobilitas manusia, transportasi barang, dan konektivitas antara berbagai lokasi.

Pengertian jaringan jalan tidak hanya mencakup fisik jalan itu sendiri, tetapi juga berbagai elemen yang terkait. Ini meliputi lampu lalu lintas, rambu-rambu jalan, jembatan, jalan keluar dan masuk, simpul-simpul jalan, serta sistem manajemen lalu lintas. Semua komponen ini bekerja bersama-sama untuk memastikan pengguna jalan dapat bergerak dengan aman, efisien, dan terorganisir.

Jaringan jalan dapat mencakup berbagai jenis jalan dengan karakteristik yang berbeda. Jalan raya utama adalah arteri utama yang menghubungkan kota-kota besar dan memiliki kapasitas lalu lintas yang tinggi. Jalan arteri adalah jalan yang menghubungkan jalan raya utama dengan daerah-daerah yang lebih kecil, seperti pemukiman penduduk, pusat bisnis, dan area industri. Jalan lokal adalah jalan yang lebih kecil yang berada di dalam permukiman dan lingkungan perkotaan, menyediakan aksesibilitas bagi penduduk setempat. Selain itu, terdapat juga jalan tol yang merupakan jalan berbayar yang memungkinkan perjalanan yang lebih cepat dan lancar (Anonium, 2023).

Pentingnya jaringan jalan terletak pada peranannya dalam memfasilitasi mobilitas manusia dan transportasi barang. Jaringan jalan yang baik memungkinkan orang untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lain dengan efisiensi,

membantu mengurangi waktu perjalanan dan kemacetan lalu lintas. Ini mempengaruhi produktivitas individu dan mendukung pertumbuhan ekonomi melalui efisiensi pergerakan barang dan aksesibilitas yang baik ke berbagai destinasi. Selain itu, jaringan jalan juga berkontribusi pada konektivitas sosial, memungkinkan interaksi antara masyarakat yang tinggal di daerah yang berbeda. Hal ini menciptakan kesempatan untuk pertukaran budaya, perdagangan, dan perkembangan sosial yang lebih luas.

Dengan demikian, jaringan jalan merupakan elemen penting dalam infrastruktur transportasi darat yang memainkan peran krusial dalam memfasilitasi mobilitas, pertumbuhan ekonomi, dan konektivitas sosial di dalam suatu wilayah atau negara.

3.2.2 Terminal

Terminal angkutan darat merujuk pada fasilitas yang digunakan sebagai tempat pemberhentian, transfer, atau penghubung bagi angkutan darat, seperti bus, taksi, atau kendaraan pribadi. Terminal ini merupakan titik penting dalam jaringan transportasi darat yang memungkinkan penumpang atau pengendara melakukan perpindahan antara berbagai rute atau mode transportasi yang berbeda (Akbar Datunsolang *et al.*, 2020).

Terminal angkutan darat sering kali terletak di pusat kota, daerah padat, atau tempat dengan aksesibilitas yang baik. Fasilitas ini dirancang untuk menyediakan tempat yang aman, nyaman, dan terorganisir bagi pengguna angkutan darat. Terminal angkutan darat dapat mencakup beberapa jenis, seperti:

1. Terminal Bus: Terminal bus adalah fasilitas yang digunakan untuk kedatangan, keberangkatan, dan transfer bus antarkota atau antarprovinsi. Terminal bus biasanya

dilengkapi dengan peron bus, area penumpang, tiket, tempat tunggu, dan fasilitas penunjang lainnya seperti toilet, toko, atau restoran.

2. Terminal Kereta Api: Terminal kereta api adalah stasiun kereta api besar yang berfungsi sebagai titik pemberhentian dan transfer untuk kereta api. Ini adalah tempat di mana penumpang dapat naik atau turun dari kereta api dan melakukan perpindahan antara kereta api yang berbeda atau dengan moda transportasi lainnya. Terminal kereta api sering dilengkapi dengan peron kereta, area penumpang, ruang tunggu, tiket, dan fasilitas lainnya seperti tempat makan atau penginapan.
3. Terminal Pelabuhan: Terminal pelabuhan adalah fasilitas yang digunakan untuk muatan dan penumpang kapal laut. Ini adalah titik pemberhentian dan transfer bagi kapal penumpang, kapal feri, atau kapal kargo. Terminal pelabuhan dilengkapi dengan dermaga, tempat tunggu penumpang, area pemuatan dan bongkar muatan, dan fasilitas layanan lainnya seperti kantor tiket, kantor imigrasi, atau kantor bea cukai.
4. Terminal Bandara: Terminal bandara adalah fasilitas utama di bandara yang berfungsi sebagai titik keberangkatan, kedatangan, dan transfer penumpang pesawat terbang. Terminal bandara biasanya terdiri dari area check-in, area imigrasi, ruang tunggu penumpang, gerbang keberangkatan, dan fasilitas penunjang seperti restoran, toko, atau layanan transportasi darat.
5. Terminal Kargo: Terminal kargo adalah fasilitas yang digunakan untuk pemrosesan, penanganan, dan distribusi kargo. Ini adalah tempat di mana muatan dikirim, diterima, atau ditransfer antara berbagai moda transportasi. Terminal kargo dilengkapi dengan fasilitas penyimpanan,

fasilitas pemrosesan muatan, dan infrastruktur pendukung seperti jalan akses atau jalur rel.

6. Terminal Intermodal: Terminal intermodal adalah fasilitas yang memfasilitasi transfer barang atau penumpang antara berbagai mode transportasi, seperti antara truk, kereta api, atau kapal. Terminal intermodal memungkinkan aliran barang atau penumpang yang lancar dan efisien antara berbagai mode transportasi.

Setiap jenis terminal memiliki peran yang penting dalam sistem transportasi, memungkinkan konektivitas antara mode transportasi yang berbeda, dan memfasilitasi pergerakan manusia dan barang dengan lancar dan efisien. Pentingnya terminal angkutan darat terletak pada perannya dalam memfasilitasi mobilitas dan konektivitas di dalam suatu kota atau wilayah. Terminal angkutan darat memungkinkan penumpang atau pengendara untuk berpindah antara berbagai rute atau mode transportasi dengan lebih mudah, efisien, dan teratur. Selain itu, terminal angkutan darat juga membantu mengurangi kepadatan lalu lintas di jalan-jalan kota dengan mendorong penggunaan angkutan umum dan fasilitas parkir yang terpusat.

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kenyamanan, terminal angkutan darat juga sering dilengkapi dengan fasilitas seperti informasi pengumuman, layanan penjualan tiket, layanan kebersihan, dan fasilitas penunjang lainnya untuk memenuhi kebutuhan pengguna.

3.2.3 Halte

Halte adalah suatu fasilitas yang digunakan sebagai tempat pemberhentian sementara bagi kendaraan angkutan umum, seperti bus atau mikrolet. Halte biasanya terletak di pinggir jalan atau di titik-titik strategis dalam suatu rute

angkutan umum, seperti di dekat perumahan, perkantoran, atau pusat perbelanjaan.

Fungsi utama halte adalah sebagai tempat di mana penumpang dapat naik atau turun dari kendaraan angkutan umum. Biasanya, halte dilengkapi dengan peron atau trotoar yang terpisah dari jalan untuk memberikan ruang yang aman dan nyaman bagi penumpang saat melakukan aktivitas naik turun.

Selain itu, halte juga berperan sebagai tempat penanda atau rujukan bagi penumpang untuk menunggu kedatangan kendaraan angkutan umum. Di halte, biasanya terdapat informasi mengenai trayek atau rute yang dilayani, jadwal keberangkatan, dan papan pengumuman yang memberikan informasi terkini kepada penumpang.

Halte yang baik juga dilengkapi dengan fasilitas penunjang, seperti tempat duduk, atap atau shelter untuk melindungi penumpang dari cuaca, pencahayaan yang memadai, dan fasilitas kebersihan seperti tempat sampah atau toilet (tergantung pada skala dan kebijakan lokasi tertentu).

Pentingnya halte terletak pada perannya dalam meningkatkan aksesibilitas dan kenyamanan pengguna angkutan umum. Dengan adanya halte yang tersebar di berbagai lokasi, penumpang dapat dengan mudah menjangkau tempat pemberhentian angkutan umum, serta memiliki tempat yang aman dan nyaman untuk menunggu.

Selain itu, halte juga membantu mengurangi kepadatan lalu lintas dengan mengurangi jumlah kendaraan pribadi di jalan, karena lebih banyak orang yang menggunakan angkutan umum. Hal ini dapat berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan.

Dalam beberapa kasus, halte juga dapat menjadi titik transfer antara rute atau mode transportasi yang berbeda, memfasilitasi perpindahan yang efisien bagi penumpang.

Misalnya, halte di stasiun kereta atau terminal bus yang merupakan tempat di mana penumpang dapat beralih dari satu moda transportasi ke moda yang lain.

Secara keseluruhan, halte merupakan elemen penting dalam sistem transportasi publik yang membantu meningkatkan mobilitas dan konektivitas di dalam suatu kawasan.

3.2.4 Jembatan

Jembatan adalah suatu struktur yang dibangun untuk menghubungkan dua titik terpisah di atas sungai, jurang, lembah, atau rintangan lainnya. Jembatan merupakan komponen penting dari prasarana transportasi darat yang memungkinkan kelancaran pergerakan manusia, kendaraan, dan barang antara dua wilayah yang terpisah secara geografis. Jembatan merupakan salah bagian terpenting dalam suatu jaringan transportasi darat yang melibatkan beberapa elemen utama yaitu:

1. **Struktur:** Jembatan memiliki struktur yang kuat dan stabil untuk menopang beban dan memungkinkan pergerakan melintasi rintangan. Struktur jembatan terdiri dari pilar, tiang, balok, tumpuan, dan elemen lainnya yang dirancang untuk menahan beban dan meneruskannya ke tanah atau fondasi yang kuat.
2. **Panjang dan Lebar:** Jembatan dapat bervariasi dalam panjang dan lebar tergantung pada kebutuhan dan kondisi topografi. Jembatan dapat memiliki panjang dari beberapa meter hingga beberapa kilometer tergantung pada jarak yang perlu dihubungkan.
3. **Material Konstruksi:** Jembatan dapat dibangun dengan berbagai jenis material konstruksi, termasuk beton, baja, kayu, atau kombinasi dari beberapa material tersebut. Pemilihan material bergantung pada faktor seperti

kekuatan yang diperlukan, lingkungan sekitar, dan pertimbangan ekonomi.

4. Fungsi dan Klasifikasi: Jembatan dapat memiliki berbagai fungsi, seperti untuk transportasi jalan raya, kereta api, pejalan kaki, atau pipa dan saluran utilitas. Berdasarkan fungsi dan konstruksi, jembatan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, termasuk jembatan gantung, jembatan baja, jembatan beton, jembatan pelengkung, jembatan kereta api, jembatan jalan raya, dan banyak lagi.
5. Desain dan Estetika: Desain jembatan juga memperhatikan estetika untuk menciptakan struktur yang menarik secara visual. Jembatan dapat dirancang dengan bentuk, pola, atau elemen artistik yang unik, sehingga menjadi landmark atau daya tarik kultural di suatu wilayah.

Pentingnya jembatan terletak pada perannya dalam memfasilitasi konektivitas dan mobilitas. Jembatan mengurangi hambatan geografis, mempersingkat jarak perjalanan, dan memungkinkan akses lebih mudah ke wilayah yang terisolasi. Selain itu, jembatan juga berperan dalam pembangunan ekonomi dengan membuka akses ke pasar baru, meningkatkan perdagangan, dan memfasilitasi pertumbuhan wilayah.

Dalam pembangunan jembatan, faktor-faktor seperti analisis lingkungan, keberlanjutan, kebutuhan pengguna, dan keselamatan harus dipertimbangkan dengan cermat. Desain yang tepat, pemeliharaan yang baik, dan kepatuhan terhadap standar keselamatan sangat penting untuk memastikan jembatan yang aman, berkelanjutan, dan berumur panjang.

Prasarana transportasi darat juga mencakup berbagai fasilitas penunjang seperti tempat parkir, area penumpang, shelter atau atap di halte, sistem pencahayaan, tanda-tanda lalu lintas, jalan pejalan kaki, dan infrastruktur pendukung lainnya

yang meningkatkan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan.

3.3 Sarana Transportasi Darat

Sarana transportasi darat adalah elemen penting dalam sistem transportasi yang menghubungkan berbagai tempat dan memungkinkan pergerakan manusia dan barang secara efisien. Dalam artikel ini, kita akan menjelajahi berbagai jenis sarana transportasi darat yang digunakan di seluruh dunia dan peran pentingnya dalam memfasilitasi mobilitas dan pertumbuhan ekonomi.

Jenis-jenis Sarana Transportasi Darat:

1. Kendaraan Pribadi:

Kendaraan pribadi, seperti mobil dan sepeda motor, merupakan sarana transportasi darat yang paling umum digunakan oleh individu. Kendaraan pribadi memberikan fleksibilitas dalam perjalanan dan memungkinkan orang untuk mencapai tujuan mereka sesuai dengan waktu yang mereka pilih. Namun, penggunaan kendaraan pribadi juga berkontribusi pada kemacetan lalu lintas dan dampak lingkungan negatif.

2. Transportasi Umum:

Transportasi umum mencakup berbagai sarana transportasi darat yang digunakan oleh banyak orang secara bersamaan. Contoh transportasi umum termasuk bus, kereta api, trem, dan angkutan kota. Transportasi umum merupakan alternatif yang lebih berkelanjutan dan efisien untuk perjalanan jarak pendek hingga menengah, serta dapat mengurangi kemacetan dan polusi udara di perkotaan.

3. Sepeda:

Sepeda merupakan sarana transportasi darat yang ramah lingkungan dan sehat. Penggunaan sepeda semakin populer di banyak kota, terutama untuk perjalanan jarak pendek. Infrastruktur yang mendukung seperti jalur sepeda dan stasiun parkir sepeda semakin banyak dibangun untuk memfasilitasi penggunaan sepeda.

4. Pejalan Kaki:

Pejalan kaki merupakan sarana transportasi darat yang paling sederhana. Manusia menggunakan kaki mereka untuk berjalan di jalan, trotoar, atau lintasan pejalan kaki. Pejalan kaki sangat penting dalam perkotaan yang padat penduduk, di mana jarak perjalanan pendek biasanya lebih efisien dengan berjalan kaki daripada menggunakan kendaraan.

5. Pengiriman Barang:

Sarana transportasi darat juga digunakan untuk pengiriman barang. Truk dan kendaraan angkutan kargo digunakan untuk mengangkut barang dari satu tempat ke tempat lain, baik dalam skala lokal maupun internasional. Sarana ini penting dalam rantai pasok dan perdagangan internasional.

Sarana Transportasi Darat memegang peranan penting dalam suatu sistem antara dapat menunjang:

1. Mobilitas dan Konektivitas:

Sarana transportasi darat memfasilitasi mobilitas dan konektivitas antarwilayah. Mereka memungkinkan orang untuk mencapai tempat tujuan mereka dengan cepat dan efisien, mengurangi jarak dan waktu perjalanan.

2. Pertumbuhan Ekonomi:

Sarana transportasi darat yang efisien dan andal mendukung pertumbuhan ekonomi dengan memungkinkan pergerakan barang dan jasa. Mereka memperlancar

distribusi barang, mengurangi biaya logistik, dan membuka akses ke pasar baru.

3. Aksesibilitas dan Inklusi:

Sarana transportasi darat yang baik sangat penting dalam menciptakan aksesibilitas dan inklusi sosial. Mereka memungkinkan orang untuk mengakses pekerjaan, pendidikan, layanan kesehatan, dan berbagai fasilitas penting lainnya.

4. Pengurangan Kemacetan:

Dengan adanya berbagai sarana transportasi darat yang efisien, orang dapat beralih dari kendaraan pribadi ke transportasi umum, sepeda, atau berjalan kaki. Ini dapat membantu mengurangi kemacetan lalu lintas di perkotaan, menghemat waktu perjalanan, dan mengurangi polusi udara.

5. Dampak Lingkungan:

Sarana transportasi darat yang ramah lingkungan, seperti sepeda dan transportasi umum listrik, dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak lingkungan negatif lainnya yang disebabkan oleh kendaraan bermotor konvensional.

3.4 Transportasi Darat Yang Terintegrasi

Transportasi darat yang terintegrasi adalah konsep yang melibatkan penggabungan berbagai mode transportasi darat, seperti kendaraan pribadi, transportasi umum, sepeda, dan pejalan kaki, dalam satu sistem yang saling terhubung. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan mobilitas, mengurangi kemacetan, dan memperbaiki kualitas hidup masyarakat. Disamping itu, memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Ketika sistem transportasi darat dirancang dengan baik dan terhubung dengan baik, hal itu dapat memberikan manfaat yang luas,

mulai dari mobilitas yang lebih baik hingga pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan.

Terdapat beberapa keuntungan dalam transportasi yang terintegrasi antara lain, yaitu:

1. Kemudahan Aksesibilitas:

Transportasi darat yang terintegrasi memungkinkan aksesibilitas yang lebih baik ke berbagai tujuan. Dengan menggunakan sistem yang terintegrasi, orang dapat dengan mudah beralih antara berbagai mode transportasi untuk mencapai tujuan mereka. Hal ini memungkinkan akses yang lebih mudah ke tempat kerja, sekolah, pusat perbelanjaan, fasilitas kesehatan, dan tempat-tempat penting lainnya, yang secara keseluruhan meningkatkan kualitas hidup.

2. Efisiensi Perjalanan:

Dalam sistem transportasi darat yang terintegrasi, waktu perjalanan dapat dikurangi karena pengguna dapat memilih mode transportasi yang paling efisien untuk setiap perjalanan. Dengan mengurangi waktu tunggu, memfasilitasi transfer yang mudah, dan memberikan informasi yang terpadu, transportasi yang terintegrasi menciptakan pengalaman perjalanan yang lebih lancar dan efisien bagi pengguna.

3. Mobilitas yang Lebih Baik:

Salah satu manfaat utama dari transportasi darat yang terintegrasi adalah meningkatkan mobilitas masyarakat. Dengan adanya sistem transportasi yang terhubung dengan baik, masyarakat dapat dengan mudah beralih antara berbagai mode transportasi seperti bus, kereta api, trem, dan sepeda. Ini memungkinkan orang untuk mencapai tujuan mereka dengan lebih cepat, lebih efisien, dan dengan biaya yang lebih rendah.

4. Efisiensi Waktu:

Dalam transportasi darat yang terintegrasi, perjalanan menjadi lebih efisien karena pengurangan waktu tunggu antara mode transportasi. Integrasi jadwal dan pembelian tiket yang terpadu memungkinkan masyarakat untuk melakukan perpindahan antar moda dengan mulus. Misalnya, seorang penumpang kereta api dapat langsung mengakses angkutan terakhir mereka dengan menggunakan kartu pintar yang sama. Hal ini menghemat waktu dan mengurangi ketidaknyamanan dalam mencapai tujuan akhir.

5. Penurunan Biaya Transportasi:

Transportasi darat yang terintegrasi dapat membantu masyarakat menghemat biaya transportasi. Dengan adanya sistem tiket terpadu atau kartu pintar, pengguna dapat menikmati tarif yang lebih terjangkau ketika menggunakan beberapa mode transportasi dalam satu perjalanan. Misalnya, dengan menggunakan satu tiket, seseorang dapat menggunakan bus, kereta api, dan angkutan kota tanpa perlu membeli tiket terpisah.

6. Penurunan Kemacetan:

Kemacetan lalu lintas adalah masalah serius di banyak kota metropolitan. Namun, dengan adanya sistem transportasi darat yang terintegrasi, masyarakat dapat memilih untuk menggunakan transportasi umum atau berbagi perjalanan dengan kendaraan pribadi. Ini mengurangi jumlah kendaraan di jalan, meredakan kemacetan lalu lintas, dan mengurangi stres bagi pengemudi.

7. Dampak Lingkungan yang Lebih Rendah:

Salah satu manfaat penting dari transportasi darat yang terintegrasi adalah pengurangan dampak lingkungan negatif. Dengan meningkatkan penggunaan transportasi umum, sepeda, dan berjalan kaki, kita dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, polusi udara, dan jejak karbon.

Transportasi berkelanjutan menjadi lebih mungkin dengan adanya sistem yang terintegrasi dengan baik.

8. Kesetaraan Akses:

Transportasi darat yang terintegrasi juga mendorong kesetaraan aksesibilitas. Dengan menyediakan transportasi yang terjangkau dan mudah diakses ke berbagai area kota, sistem transportasi terintegrasi membantu masyarakat dari berbagai lapisan sosial dan ekonomi untuk mengakses pekerjaan, pendidikan, layanan kesehatan, dan fasilitas penting lainnya. Ini mengurangi kesenjangan sosial dan meningkatkan inklusi sosial.

Dalam kesimpulannya, transportasi darat yang terintegrasi adalah kunci dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Melalui mobilitas yang lebih baik, efisiensi waktu, penurunan biaya transportasi, penurunan kemacetan, dampak lingkungan yang lebih rendah, dan kesetaraan akses, sistem transportasi darat yang terintegrasi mampu membawa perubahan positif bagi masyarakat. Dengan adanya kolaborasi dan komitmen yang kuat, kita dapat menciptakan kota-kota yang lebih berkelanjutan, inklusif, dan nyaman untuk ditinggali.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Datunsolang, R. *Et Al.* 2020. 'Kajian Penempatan Titik-Titik Terminal Tipe A,B,Dan C Dikabupaten Bolaang Mongondow Timur', *Spasial*, 7(2).
- Anonium. 2023. *Inilah Klasifikasi Jalan Raya Berdasarkan Fungsinya, Auto 2000*.
- Dishub Kab. Badung. 2018. *Pengaruh Perkembangan Teknologi Transportasi Terhadap Kehidupan Manusia, Dishub Kab. Badung*.
- Ferdila, M. And Us, K.A. 2021. 'Analisis Dampak Transportasi Ojek Online Terhadap Pendapatan Ojek Konvensional Di Kota Jambi', *Ijieb: Indonesian Journal Of Islamic Economics And Business*, 6(2).
- Habibi, A.M., Fariqi, M. And Anggriawan, R. 2020. 'Beware Alat Pendeteksi Kelelahan Berbasis Kecerdasan Buatan Dengan Metode Pengolahan Citra Untuk Mencegah Kecelakaan Berkendara', *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 22(1). Available At: <https://doi.org/10.25104/jptd.v22i1.1598>.
- Hertasning, B. *Et Al.* 2022. 'Strategi Zonasi Penggunaan Kendaraan Bermotor Dengan Pendekatan Zona Parkir Progresif Dan Zona Rendah Emisi Dalam Mewujudkan Kota Ramah Lingkungan', *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 24(2). Available At: <https://doi.org/10.25104/jptd.v24i2.2175>.
- Hidayati, I. 2021. 'Urbanisasi Dan Dampak Sosial Di Kota Besar: Sebuah Tinjauan', *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial*, 7(2). Available At: <https://doi.org/10.23887/jiis.v7i2.40517>.
- Juantoro, E.E. *Et Al.* 2020. 'Kajian Infrastruktur Transportasi Darat Dalam Pengembangan Wilayah Kecamatan Tongauna Kabupaten Konawe', *Sultra Civil Engineering Journal*, 1(2). Available At: <https://doi.org/10.54297/sciej.v1i2.143>.

- Junaidi, J., Gani, I. And Noor, A. 2020. 'Analisis Transportasi Darat Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Provinsi Kalimantan Timur Analysis Of Land Transportation On Economic Growth In The Province Of East Kalimantan', *Jurnal Ekonomi*, 17(2).
- Kurniawan, G.P. *Et Al*. 2021. 'Analisis Permasalahan Transportasi Di Perkotaan: Studi Kasus Pada Kawasan Perkotaan Yogyakarta', *Jurnal Tana Mana*, 2(1). Available At: <https://doi.org/10.33648/jtm.v2i1.119>.
- Mujib, M.A., Alfani, A.F. And Ikhsan, F.A. 2020. 'Tingkat Kemacetan Dan Realita Transportasi Di Jalan Letjen Suprpto, Kecamatan Summersari, Jember', *Sosearch: Social Science ...* [Preprint].
- Ningsih, D. 2010. 'Analisa Optimasi Jaringan Jalan Berdasar Kepadatan Lalulintas Di Wilayah Semarang Dengan Berbantuan Sistem Informasi Geografi', *Jurnal Teknologi Informasi*, 15(2).
- Silondae, S. 2016. 'Keterkaitan Jalur Transportasi Dan Interaksi Ekonomi Kabupaten Konawe Utara Dengan Kabupaten/Kota Sekitarnya', *Jurnal Progres Ekonomi Pembangunan*, 1(1).
- Sumarno *Et Al*. 2021. 'Seminar Nasional Pengaplikasian Telematika (Sinaptika) Penerapan Internet Of Think (Iot) Pada Transportasi Cerdas', *Seminar Nasional Pengaplikasian Telematika (Sinaptika)*, 1(1).
- Sutandi, A.C. 2015. 'Pentingnya Transportasi Umum Untuk Kepentingan Publik 1 A. Caroline Sutandi 2', *Jurnal*, 12(April).

BAB 4

JARINGAN TRANSPORTASI UDARA, AIR DAN LAINNYA”

Oleh Mursalim

4.1 Pendahuluan

Indonesia yang merupakan suatu negara kepulauan tentunya memerlukan dukungan system transportasi yang handal dan memadai. Sistem transportasi merupakan salah satu faktor yang menentukan pertumbuhan ekonomi suatu negara, termasuk didalamnya transportasi udara, air dan lainnya. Salah satu program pembangunan penting yang dilakukan pemerintah adalah berupa investasi pada bidang infrastruktur fisik, seperti listrik, dan transportasi.

Direktorat Jenderal Perhubungan Udara pada tahun 2020-2024 akan membangun 9 (sembilan) bandar udara baru, yang terdiri dari : Bandara Mandailing Natal (Pulau Sumatera), Bandara Singkawang (Pulau Kalimantan), Bandara Ngloram (Pulau Jawa), Bandara Pohuwatu, Bolaang Mongondow dan Banggai Laut (Pulau Sulawesi), dan Bandara Siboru Fak Fak, Bandara Nabire Baru dan Bandara Sopaham (Pulau Papua). Adapun pembiayaan bandara Siboru Fak Fak dan bandara Nabire Baru dengan skema SBSN, untuk bandara Singkawang dan bandara Sopaham dengan skema Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU), serta bandara Mandailing Natal, bandara Ngloram, Pohuwatu, Mongondow, Banggai Laut dan Sopaham dengan skema Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN).

Sesuai dengan dengan Visi Indonesia untuk menjadi negara maritim yang berdaulat, maju, mandiri, kuat, serta

mampu memberikan kontribusi positif bagi perdamaian di Kawasan dan Dunia sesuai kepentingan nasional. Untuk mewujudkan visi Indonesia menjadi negara maritim, maka disusun Pedoman Umum Jangka Panjang Kebijakan Kelautan Indonesia Dituangkan Dalam Peraturan Presiden No. 16 Tahun 2017.

Kebijakan Kelautan Terpadu di ASEAN terdiri dari 7 Pilar Utama, yaitu : pengelolaan SDA dan pengembangan SDM, pertahanan keamanan, penegakan hukum dan keselamatan di laut, tata kelola dan kelembagaan, ekonomi maritim (Infrastruktur dan Kesejahteraan), pengaturan ruang laut dan perlindungan lingkungan laut, budaya maritim, dan diplomasi maritim. Selain 7 pilar utama untuk menjadi negara maritim, juga dipandu 6 Prinsip Utama, yaitu : wawasan nusantara, integrasi dan transparansi, pembangunan berkelanjutan, partisipasi, ekonomi biru, dan pemerataan dan kesetaraan.

4.1.1 Jaringan Transportasi Udara

Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya. Sedangkan penerbangan adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas pemanfaatan wilayah udara, pesawat udara, Bandar Udara, angkutan udara, navigasi penerbangan, keselamatan dan keamanan, lingkungan hidup, serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya.(Peraturan Menteri Perhubungan nomor: PM 69 Tahun 2013 tentang Tatanan Kebandaraan Nasional).

Untuk mendukung konektivitas Nasional untuk mencapai keseimbangan pembangunan, dan meningkatkan kemampuan maskapai penerbangan nasional untuk

mengangkut penumpang 210 juta/penumpang/tahun dengan membangun 9 bandar udara baru yaitu: Bandara Mandailing Natal (Pulau Sumatera), Bandara Singkawang (Pulau Kalimantan), Bandara Ngloram (Pulau Jawa), Bandara Pohnuatu, Bolaang Mongondow dan Banggai Laut (Pulau Sulawesi), dan Bandara Siboru Fak Fak, Bandara Nabire Baru dan Bandara Sopaham (Pulau Papua). Selain itu dilakukan pengembangan 7 bandar udara hub primer, yaitu: Bandara Kualanamu (Medan), Bandara Soekarno-Hatta (Jakarta), Bandara Yogyakarta International Airport (D.I. Jogjakarta), Bandara Juanda (Surabaya), Bandara Sultan Hasanuddin (Makassar), Bandara I Gusti Ngurah Rai (Bali), dan Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman (Kalimantan).

Pembangunan 9 bandar udara baru dan 7 bandar udara hub primer diharapkan dapat memicu perjalanan dalam negeri dan domestik, sehingga memicu sector lainnya seperti: pariwisata, Pendidikan dan perdagangan dan menjadi stimulus pertumbuhan ekonomi nasional. Selain itu dapat mendorong dunia usaha lainnya, sehingga dapat tercipta lapangan kerja yang berkorelasi dengan usaha transportasi udara, salah satunya lapangan kerja transportasi darat (angkutan umum dan on line) sebagai feeder dari bandar udara ke tempat penumpang pesawat.

Highlight Kegiatan Ditjen Hubud 2020-2024 (1) Pembangunan 9 Bandar Udara Baru



Target 9 bandar udara baru yang selesai dibangun dan siap operasi tahun 2020-2024

Gambar 4.1. Pembangunan 9 Bandara Baru untuk periode 2020-2024

Highlight Kegiatan Ditjen Hubud 2020-2024 (2) Pengembangan 7 Bandar Udara Hub Primer



Gambar 4.2. Pengembangan 7 Bandar Udara Hub Primer periode 2020-2024

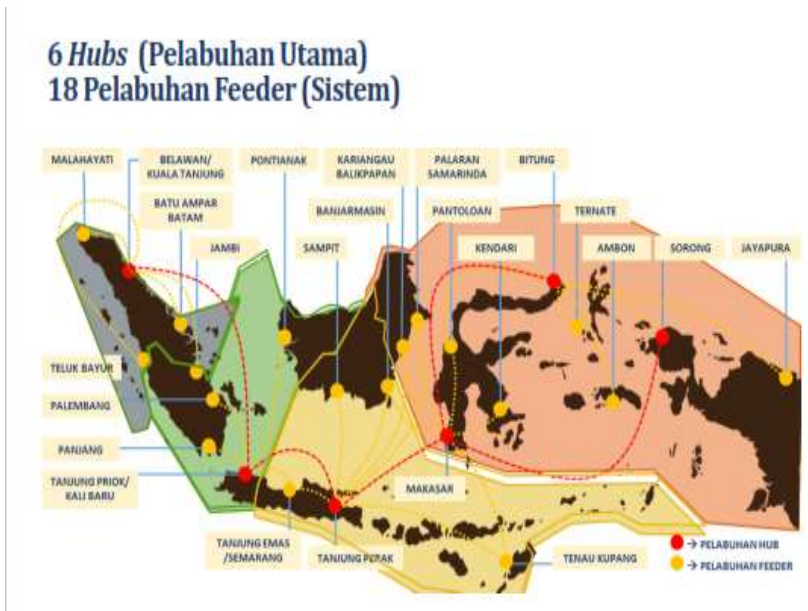
4.1.2 Jaringan Transportasi Air dan lainnya

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/ atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/ atau bongkar muat barang, berupa Terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas Keselamatan dan Keamanan Pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra-dan antarmoda transportasi. Pelabuhan Laut adalah Pelabuhan yang dapat digunakan untuk melayani kegiatan angkutan laut dari/ atau angkutan penyeberangan yang terletak di laut atau di sungai.

Untuk meningkatkan mutu layanan transportasi air/laut, maka pemerintah melakukan pembenahan transportasi laut, dengan melakukan pengembangan 6 pelabuhan utama (hubs), dan 18 pelabuhan feeder sistem, Adapun pelabuhan hubs, yaitu : pelabuhan Belawan/Kuala Tanjung, pelabuhan Tanjung Priok (Jakarta), pelabuhan Tanjung Perak (Surabaya), pelabuhan Makassar Makassar, pelabuhan Bitung (Manado), dan pelabuhan Sorong (Papua). Sedangkan untuk pelabuhan feeder (sistem), yaitu: pelabuhan Malahati (Banda Aceh), pelabuhan Batu Ampar (Batam), pelabuhan Teluk Baur, pelabuhan Palembang, pelabuhan Panjang (Lampung), pelabuhan Jambi (Jambi), pelabuhan Tanjung Emas (Semarang), pelabuhan Pontianak, pelabuhan Sampit, pelabuhan Banjarmasin, pelabuhan Katingau (Balikpapan), pelabuhan Samarinda, pelabuhan Pantoloan (Palu), pelabuhan Kendari, pelabuhan Ternate, pelabuhan Ambon, pelabuhan Tenau (Kupang), dan pelabuhan Jayapura.

Demikian pula dengan transportasi air, diharapkan dengan pembangunan beberapa pelabuhan hubs dan pelabuhan feeder, diharapkan dapat juga memicu perjalanan dalam negeri dan domestik, sehingga memicu sektor pendukung lainnya seperti: pendidikan, perdagangan

khususnya sektor pariwisata maritim (contohnya pengembangan wisata pulau Komodo-Nusa Tenggara Timur) dan diharapkan daeramenjadi stimulus pertumbuhan ekonomi daerah dan nasional. Dapat juga mendorong dunia usaha lainnya, sehingga dapat tercipta lapangan kerja yang berkorelasi dengan usaha transportasi air, salah satunya lapangan kerja transportasi darat sebagai feeder



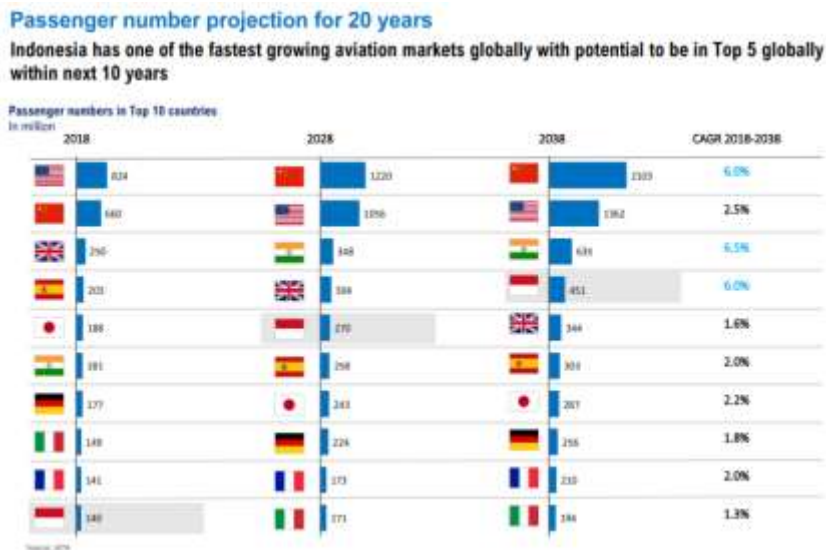
Gambar 4.3. Pelabuhan Utama (Hubs) dan Pelabuhan Feeder (Sistem)

Untuk memenuhi kriteria efisiensi operasi, maka 7 pelabuhan utama memiliki draft yang dalam untuk disinggahim kapal besar (lebih besar 3.000 TEUs), dan cepat dalam bongkar muat kontainer dan muatan kapal lainnya. Selain pengembangan pelabuhan hubs dan feeder, pemerintah juga menginisiasi proram Tol Laut, yang tujuannya adalah : menghubungkan pelabuhan kecil

dan besar secara efektif dan menurunkan biaya dan harga, mengintegrasikan pengembangan kawasan industri dan infrastruktur transportasi (pelabuhan+jalan+rel kereta api), dan pengembangan kapasitas pelabuhan agar dapat dilabuhi kapal ukuran besar (3.000 TEUs).

4.2 Prospek Pertumbuhan Masa Depan Transportasi Udara

Proyeksi jumlah penumpang dengan transportasi udara untuk 20 tahun yang akan datang (periode 2018-2038) menunjukkan bahwa jumlah penumpang di Indonesia meningkat rata-rata 1,38% untuk periode 2018 – 2028 dan 20238 – 20238. Jumlah penumpang pada tahun 2018 mencapai 140 juta penumpang, pda tahun 2028 mencapai 171 juta penumpang dan pada tahun 2038 mencapai 184 juta penumpang.



Gambar 4.4. Proyek Jumlah penumpang pesawat (proyeksi 2018-2038)

4.2.1 Kontribusi Transportasi Udara Terhadap GDP

Transportasi udara di Indonesia memberi kontribusi untuk pertumbuhan ekonomi nasional 1,19% terhadap GDP, atau kontribusi transportasi udara terhadap GDP sekitar Rp. 150 Trilyun pada tahun 2022, dan Bandara Soekarno-Hatta mengambil porsi $\frac{1}{4}$ dari Rp.150 Trilyun biaya pengembangan transportasi udara di Indonesia. Transportasi udara memberi kontribusi pada pengembangan ekonomi global termasuk juga penyediaan lapangan pekerjaan, termasuk juga di Indonesia.

4.2.2 Peluang Badan Usaha Dalam Pengelolaan dan Pengembangan Bandar Udara

Peluang badan usaha untuk pengelolaan dan pengembangan bandar udara tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2015 tentang Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU). Selain peraturan pemerintah terdapat juga beberapa regulasi dan dukungan pemerintah dan penjaminan proyek KPBU. Dalam membuat rencana pembangunan, Pemerintah memiliki keterbatasan dalam bidang dana, oleh karena itu Pemerintah melakukan kerjasama dengan pihak Badan Usaha yang lebih dikenal dengan istilah “*Public Private Partnership*” (PPP).

Menurut **William J. Parente**, *definisi PPP* “*an agreement or contract, between a public entity and a private party, under which : (a) private party undertakes government function for specified period of time, (b) the private party receives compensation for performing the function, directly or indirectly, (c) the private party is liable for the risks arising from performing the function and, (d) the public facilities, land or other resources may be transferred or made available to the private party*”.

Bult Spiering and Dewulf (2006), mendefinisikan Kerjasama Pemerintah Badan Usaha (KPBU) adalah reformasi manajemen dalam interaksi antara Pemerintah dan Badan Usaha dalam Manajemen Profesional melalui bentuk kerjasama sektor

Publik - Badan Usaha, dengan target tertentu untuk ,menghasilkan sebuah produk atau jasa. Pembagian risiko investasi atas dasar pembagian keuntungan dan biaya serta ditanggung bersama, untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelaksanaan pembangunan, kualitas produk dan pelayanan publik.



Peraturan Terkait KPBu

KPBu

- ❑ Perpres No. 38/2015 tentang KPBu dalam Penyediaan Infrastruktur
- ❑ Permen PPN/Bappenas No. 4/2015 tentang Tata Cara KPBu dalam Penyediaan Infrastruktur
- ❑ Perka LKPP No. 19/2015 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pengadaan Badan Usaha KPBu dalam Penyediaan Infrastruktur

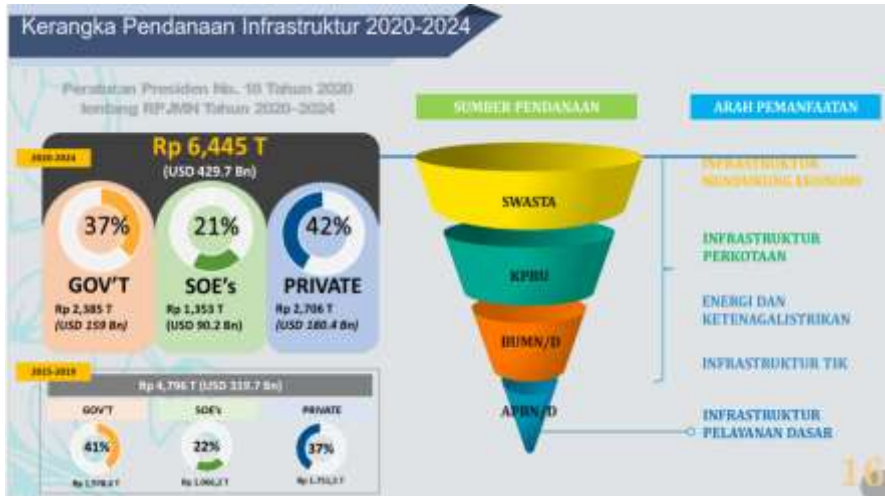
Regulasi Lainnya

- ❑ PP No. 27/2014 tentang Pengelolaan Barang Milik Negara/Daerah
- ❑ PMK No. 164/PMK.06/2014 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pemanfaatan Barang Milik Negara Dalam Rangka Penyediaan Infrastruktur
- ❑ Perpres No. 39/2014 tentang Daftar Bidang Usaha Yang Tertutup dan Bidang Usaha Yang Terbuka Dengan Persyaratan di Bidang Penanaman Modal

Dukungan Pemerintah dan Penjaminan Proyek KPBu

- ❑ Perpres No. 78/2010 tentang Penjaminan Infrastruktur dalam Proyek KPBu yang Dilakukan Melalui Badan Usaha Penjaminan Infrastruktur
- ❑ PMK 260/PMK.011/2010 tentang Petunjuk Pelaksanaan Penjaminan Infrastruktur Dalam Proyek KPBu
- ❑ PMK No. 223/PMK.011/2012 tentang Pemberian Dukungan Kelayakan Atas Sebagian Biaya Konstruksi Pada Proyek KPBu Dalam Penyediaan Infrastruktur (Viability Gap Funding/VGF)
- ❑ PMK No. 260/2016 tentang Tata Cara Pembayaran Ketersediaan Layanan Pada Proyek KPBu Dalam Rangka Penyediaan Infrastruktur
- ❑ PMK No. 73/2018 tentang Fasilitas untuk Penyiapan dan Pelaksanaan Transaksi Proyek Kerja Sama Pemerintah dengan Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur

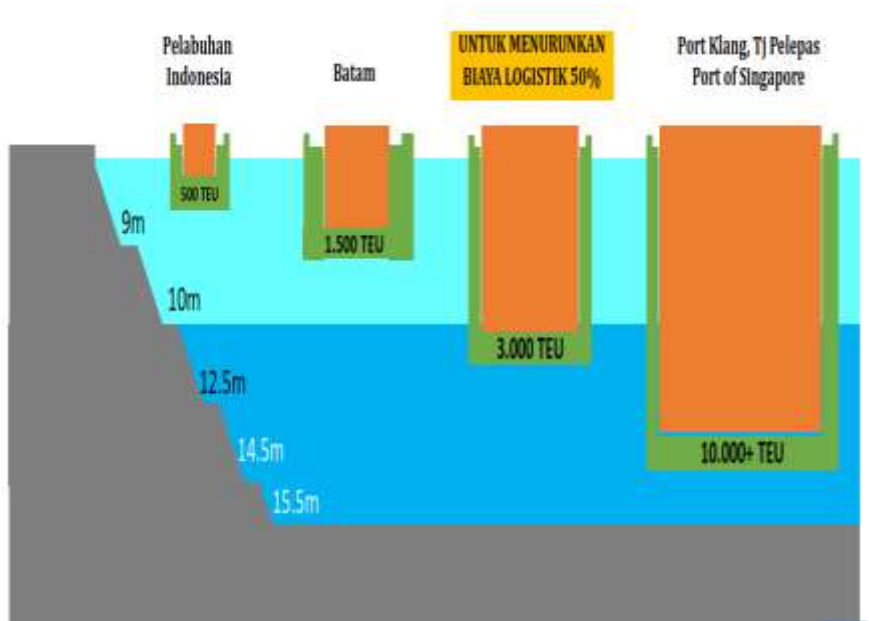
Gambar 4.5. Peraturan terkait Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBu)



Gambar 4.6. Kerangka Pendanaan Infrastruktur (periode 2020 – 2024)

4.3 Peningkatan Kualitas Pelabuhan Dengan Menambah Kedalaman Draft

Tujuan dilakukan peningkatan kualitas pelabuhan dengan pendalaman draft, antara lain: Untuk memenuhi kriteria efisiensi operasi, maka 7 pelabuhan utama memiliki draft yang dalam untuk disinggahim kapal besar (lebih besar 3.000 TEUs), dan cepat dalam bongkar muat kontainer dan muatan kapal lainnya. Selain pengembangan pelabuhan hubs dan feeder, pemerintah juga menginisiasi proram Tol Laut, yang tujuannya adalah pendalaman draft pelabuhan harus dilakukan agar kapal dengan kapasitas lebih besar dapat berlabuh dan memberikan *economic of scale* untuk menurunkan biaya logistik. Dengan *economic of scale* yang lebih tinggi, konektivitas regional dapat ditingkatkan



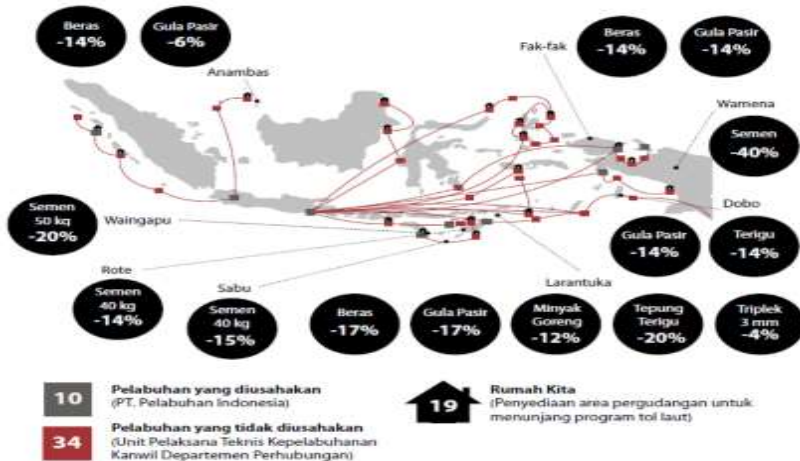
Gambar 4.7. Peningkatan Kualitas Pelabuhan Dengan Pendalaman Draft

4.3.1 Pembangunan Tol Laut Berperan Menurunkan Harga Bahan Pangan Nusantara

Tujuan membangun Poros Maritim Indonesia adalah untuk kemakmuran dan kesejahteraan rakyat. Oleh karena itu Pemerintah membangun berbagai pelabuhan dan jalur tol laut. Sekaligus untuk mendukung usaha melindungi sumber daya laut kita dengan penegakan hukum dan penegakan kedaulatan atas laut.

TOL LAUT MENURUNKAN HARGA

Tol laut dan pengintegrasian moda transportasi logistik semakin dirasakan manfaatnya oleh masyarakat, khususnya dalam upaya mengendalikan harga berbagai kebutuhan bahan pokok.



Gambar 4.8. Tol Laut Menurunkan Harga

4.3.2 Kontribusi Transportasi Air dan lainnya Terhadap GDP

Kontribusi sektor maritim untuk pertumbuhan ekonomi nasional 6,04% terhadap GDP, atau kontribusi sektor maritim terhadap GDP sekitar Rp. 749,9 Trilyun pada tahun 2017 (sumber BPS 2017). Ekspor barang maritim mencapai 125,50 Milyar US\$, atau setara 6,82% terhadap PDB, dan tenaga kerja maritim 3,6 juta orang atau setara dengan 3,08% terhadap PDB.

Kontribusi Sektor Maritim Terhadap PDB

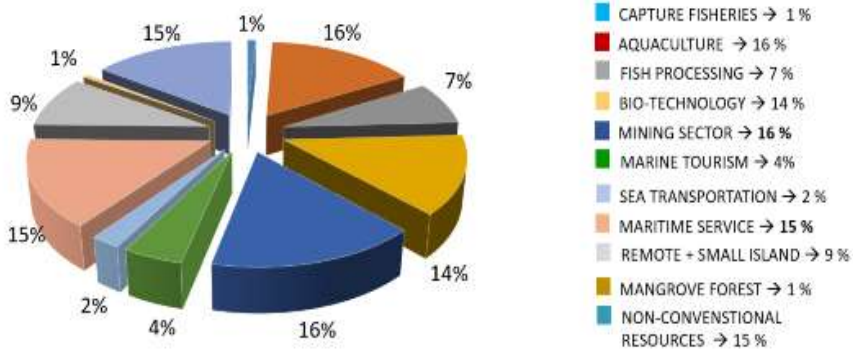


Sumber: BPS 2017

Gambar 4.9. Kontribusi Sektor Maritim Terhadap PDB (sumber : BPS, 2017)

Ekonomi maritim memiliki potensi 9,8 Milyar US\$, yang terdiri dari : hasil penangkapan ikan, budidaya perikanan perikanan, prosesing hasil tangkapan ikan, teknologi bio, sector pertambangan (ekplorasi laut dan pesisir), wisata bahari, transportasi laut/air, layanan maritim, pemantauan pulau-pulau kecil, hutan bakau, dan industry pemrosesan dan turisme di bidang kemaritiman. dan sumber daya non konvensional

Distribusi Ekonomi Sektor Maritim



Gambar 4.10. Distribusi Ekonomi Sektor Maritim (sumber : BPS, 2017)

4.4 Kesimpulan

1. Transportasi udara di Indonesia memberi kontribusi untuk pertumbuhan ekonomi nasional 1,19% terhadap GDP, atau kontribusi transportasi udara terhadap GDP sekitar Rp. 150 Trilyun pada tahun 2022
2. Kontribusi sektor transportasi air (maritim) untuk pertumbuhan ekonomi nasional 6,04% terhadap GDP, atau kontribusi sektor maritim terhadap GDP sekitar Rp. 749,9 Trilyun pada tahun 2017

DAFTAR PUSTAKA

- Awaluddin,M, " Building Brighter Future for Aviation Industry", 24 Juni 2023.
- Awaluddin,M, " Strengthening Airport Agility in The Midst of Pandemic", 12 Desember 2020.
- Atmaja, M.H.K, "KELANCARAN TRANSPORTASI PERKUAT MOMENTUM PEMULIHAN DAN EFISIENSI EKONOMI", 6 Juli 2023.
- Bill Bradshaw, "*Privatization and Deregulation of Transport*".
- Lembaga Management Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia (LM-FEB UI) " Model Pembiayaan Infrastruktur Indonesia dan Negara Lain, Biro Riset BUMN, 2016 .
- Maryouri, L, " PeluangSwastadalamPembangunan, Pengelolaan dan Pengembangan Bandar Udara di Indonesia", 20 Januari 2021.
- Panjaitan, L.B, " DIPLOMASI MARITIM UNTUK MEWUJUDKAN INDONESIA SEBAGAI POROS MARITIM DUNIA", MENTERI KOORDINATOR BIDANG KEMARITIMAN REPUBLIK INDONESIA,
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 20 Tahun 2005 Tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7046-2004 Mengenai Terminal Penumpang Bandar Udara Sebagai Standar Wajib
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia tentang PENYELENGGARAANPELABUHANLAUT.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomo 70 Tahun 2021 Tentang Kebandaraan".
- Peter Schuber, *Urban Management Programme "Participation and Partnership in Urban Infrastructure Management"*.
- Santosa,W,2005,'Korelasi Pembangunan Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi (PDRB) di Jawa Barat", Bandung

BAB 5

PERGERAKAN KENDARAAN DAN ARUS LALU LINTAS

Oleh Erning Ertami Anton

5.1 Pendahuluan

Pergerakan kendaraan merupakan hal krusial dalam mengidentifikasi kapasitas dan pelayanan sistem transportasi. Hal tersebut terkait waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perjalanan dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Pergerakan kendaraan yang efisien dan lancar menjaga kelancaran arus lalu lintas. Ketika kendaraan bergerak dengan kecepatan yang sesuai dan menjaga jarak yang aman antara kendaraan lain, maka kemacetan dapat diminimalkan.

Pergerakan kendaraan juga menjadi salah satu faktor yang menentukan jumlah kendaraan yang diperlukan dan tenaga yang diperlukan untuk mengelolanya, sehingga mempengaruhi biaya transportasi secara signifikan. Oleh karena itu, memahami sepenuhnya pergerakan kendaraan melalui suatu rute tertentu sangatlah penting, bukan hanya dalam hal aspek pergerakannya, tetapi juga sebagai dasar untuk menentukan jumlah pekerjaan yang akan dilakukan selanjutnya.

Berdasarkan Morlok (1978), untuk tinjauan analisis pergerakan, sistem transportasi dibedakan atas sistem arus terputus (*discrete flow system*) dan sistem arus kontinu (*continuous flow system*). Sistem arus terputus adalah sistem dimana arus objek. Sistem arus terputus menggambarkan kondisi di mana aliran objek atau kendaraan melalui suatu titik pada jalur terjadi dengan jeda-jeda tertentu. Misalnya, pada jalan raya, jalur kereta

api, pesawat udara, atau kapal, terjadi kesenjangan antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya (kecuali dalam kasus tabrakan). Sebaliknya, dalam sistem arus menerus, aliran objek atau orang melalui titik tertentu pada jalur tersebut berlangsung tanpa henti atau putus-putus.

Penting untuk membedakan antara sistem arus terputus dan sistem arus menerus karena prinsip-prinsip dan hubungan matematis yang menggambarkan kedua jenis aliran tersebut berbeda. Meskipun teknologi yang digunakan dalam transportasi, seperti jalan dan rel, tampak sangat berbeda, metode rekayasa yang digunakan untuk menghadapi masalah seperti meramalkan waktu perjalanan kendaraan dan kebutuhan tenaga sebenarnya sangat serupa. Oleh karena itu, pada bagian ini, fokus akan diberikan pada pembahasan mengenai sistem arus terputus.

Pendekatan awal untuk menggambarkan pergerakan suatu kendaraan sepanjang jalur adalah dengan mengabaikan pengaruh pergerakan kendaraan lain di sekitarnya. Dalam hal ini, difokuskan pada kinerja optimal kendaraan yang sedang diteliti, karena interaksi dengan kendaraan lain biasanya memperlambat pergerakannya. Setelah mempertimbangkan kinerja terbaik kendaraan tersebut, akan dilanjutkan dengan membahas bagaimana kecepatannya dapat berkurang akibat interaksi dengan kendaraan lain. Oleh karena itu, pada bab ini, pergerakan kendaraan akan dibahas dalam kondisi ideal tanpa gangguan, serta saat terdapat gangguan dari kendaraan lain.

5.2 Karakteristik Jalur Pergerakan

Dalam penentuan kinerja kendaraan, penting mengetahui karakteristik jalur gerak yang mempengaruhi gerakan kendaraan. Karakteristik jalur gerak dibagi dalam tiga kategori, yaitu (1) pemisahan atau pembatasan kendaraan atas ukuran dan berat, (2) pembatasan kecepatan, dan (3) pengaruh kondisi lingkungan.

5.2.1 Pemisahan, Pembatasan Ukuran dan Berat

Hal yang penting dari pembatasan adalah pelarangan kendaraan tertentu beroperasi pada suatu jalur gerak. Hal yang paling mendasar pada pembatasan adalah pemisahan setiap kendaraan yang tidak sesuai dengan jalur gerak tertentu sehubungan dengan cara yang digunakan untuk mobilitas. Seperti halnya kendaraan yang dioperasikan di jalan raya tidak dapat dioperasikan pada suatu kanal, begitupun kereta api yang beroperasi dengan lokomotif listrik tidak dapat dioperasikan pada jalur yang tidak memiliki suplai arus listrik. Kendaraan tidak akan dapat dioperasikan pada jalur gerak yang tidak memiliki sarana-sarana yang dibutuhkan untuk mendukung pengoperasian kendaraan.

Pembatasan kendaraan juga dilakukan berdasarkan sifat bentukannya. Suatu pesawat udara tertentu mungkin tidak sesuai dengan pelabuhan udara karena tidak mampu tinggal landas pada *runway* yang disediakan ataupun tidak memenuhi syarat kemiringan pendakian yang diperlukan. Pembatasan lainnya terlihat pada truk yang beroperasi pada malam hari di suatu jalan tertentu karena faktor kebisingan ataupun pembatasan berjalan pada jam-jam puncak arus lalu lintas untuk menghindari kemacetan.

Tabel 5.1. Batasan dimensi kendaraan berdasarkan klasifikasi jalan

Dimensi Kendaraan Maksimum	Jalan Kelas 1	Jalan Kelas II	Jalan Kelas III	Jalan Kelas Khusus
Lebar	2,5 m	2,5 m	2,1 m	2,5 m
Panjang	18 m	12.m	9 m	18 m
Tinggi	4,2 m	4,2 m	3,5 m	4,2 mm

Sumber: UU No. 22 Tahun 2009

Selain pembatasan kendaraan di atas, ada juga pembatasan berdasarkan ukuran dan berat kendaraan. Setiap jalur gerak mempunyai pembatasan untuk ukuran kendaraan yang dapat melintas. Pada beberapa jalur gerak, pembatasan-pembatasan ini lebih jelas dalam bentuk lebar, tinggi, dan juga panjang maksimum. Contoh batasan-batasan dimensi untuk kendaraan di Indonesia berdasarkan klasifikasi jalan dapat dilihat pada Tabel 5.1. Untuk pembatasan sesuai berat kendaraan juga berbeda-beda sesuai dengan desain sarana yang tersedia dan desain kendaraan seperti jumlah roda kendaraan. Pembatasan berdasarkan berat biasanya diiringi dengan pembatasan kecepatan.

5.2.2 Pembatasan Kecepatan

Umumnya jalur gerak untuk transportasi mempunyai pembatasan dalam hal kecepatan. Pembatasan ini biasanya berdasarkan kecepatan maksimum atau kecepatan minimum. Penentuan kecepatan maksimum dibuat berdasarkan banyak pertimbangan, seperti keselamatan atau kemungkinan perlu tidaknya kendaraan berhenti ataupun meninggalkan jalur geraknya ketika akan menghindari tabrakan. Daerah-daerah yang dilakukan pembatasan kecepatan maksimum biasanya adalah daerah dengan lalu lintas yang mempunyai kecepatan kendaraan yang beragam, atau biasa juga pada lengkung-lengkung jalan raya untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan penumpang. Sedangkan untuk pembatasan kecepatan minimum biasanya diberlakukan pada jalur udara, dimana dilakukan untuk membuat kendaraan beroperasi pada kecepatan sama sehingga mengurangi kemungkinan tertabraknya kendaraan dari belakang.

5.2.3 Pengaruh Lingkungan

Faktor lingkungan memiliki peran yang signifikan dalam mempengaruhi jalur gerak kendaraan. Lingkungan fisik, seperti topografi, cuaca, dan kondisi jalan, dapat mempengaruhi pilihan jalur yang diambil oleh kendaraan. Faktor ini dapat mempengaruhi kecepatan, efisiensi, dan kenyamanan perjalanan. Selain itu, faktor lingkungan juga dapat berdampak pada keputusan pengemudi, misalnya, menghindari area yang rawan banjir atau berisiko tinggi. Aspek lingkungan juga terkait dengan pertimbangan berkelanjutan, di mana jalur yang lebih ramah lingkungan dapat dipilih untuk mengurangi dampak negatif pada ekosistem dan kualitas udara. Oleh karena itu, keterkaitan antara faktor lingkungan dan jalur gerak kendaraan sangat kompleks dan saling mempengaruhi dalam menentukan navigasi yang optimal. Secara khusus pada kendaraan darat, tahanan gerak dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada permukaan jalur gerak, seperti hujan atau salju. Selain kondisi cuaca, setiap kendaraan dipengaruhi oleh karakteristik seperti temperatur udara, kelembabannya, arah dan kecepatan angin, dan lain-lain yang mempengaruhi tahanan gerak. Contoh pada kendaraan di jalan raya seperti mobil, pada konteks cuaca dan kondisi jalan. Saat kondisi cuaca buruk seperti hujan deras atau salju, maka hal ini dapat mengurangi daya cengkeram ban kendaraan terhadap permukaan jalan, sehingga dapat menyebabkan risiko tergelincir atau kehilangan kontrol. Kondisi jalan licin atau berlumpur juga dapat mempengaruhi stabilitas mobil. Oleh karena itu, pengendara perlu mempertimbangkan jalur geraknya dengan menghindari rute yang berbahaya atau rawan kecelakaan akibat kondisi jalan yang tidak ideal. Faktor lingkungan juga dapat berpengaruh terhadap tahanan mekanis kendaraan, seperti korosi akibat paparan air hujan yang pada saatnya dapat mempengaruhi kinerja sistem rem dan komponen lainnya.

Ketiga faktor di atas dapat digambarkan pada peta karakteristik jalur gerak. Peta ini menunjukkan posisi jalur

perjalanan yang akan dilalui melalui tiga koordinat lokasi, sambil memberikan informasi mengenai letaknya di atas permukaan bumi, termasuk tingginya. Letak pada dimensi horizontal biasanya disebut sebagai alinemen horizontal, sedangkan dalam dimensi vertikal (sepanjang sumbu jalur perjalanan) dikenal sebagai alinemen vertikal. Busur-busur vertikal dan horizontal dapat diberikan dengan indikasi radius atau sudut lengkung.

5.3 Arus Lalu Lintas

5.3.1 Konsep Arus Lalu Lintas

Pergerakan kendaraan memiliki dampak yang signifikan pada arus lalu lintas dan sebaliknya, arus lalu lintas juga memengaruhi pergerakan kendaraan. Pergerakan kendaraan, seperti kecepatan dan pola pindah jalur, dapat mempengaruhi aliran lalu lintas dengan menciptakan peluang untuk perubahan lajur atau bahkan kemacetan jika tidak terkoordinasi dengan baik. Di sisi lain, arus lalu lintas yang padat atau terhambat dapat membatasi pergerakan kendaraan, mempengaruhi kecepatan, dan menghasilkan perubahan pola pergerakan.

Highway Capacity Manual (HCM) 2000 menjelaskan bahwa terapat tiga variabel utama yang dapat menggambarkan kondisi lalu lintas di berbagai jenis jalan, yaitu volume, kecepatan, dan kerapatan. Variabel pertama, yakni volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu segmen jalan per satuan waktu satu jam. Fluktuasi volume lalu lintas pada suatu rentang waktu tertentu akan terlihat pada pola arus lalu lintasnya. Pada HCM 2000, volume dan tingkat arus (*flow rate*) adalah dua indikator berbeda untuk mengukur jumlah lalu lintas yang melewati suatu titik pada jalur atau jalan raya selama interval waktu tertentu yang diberikan. Volume lalu lintas menjelaskan jumlah kendaraan yang diamati, yang diekspresikan dalam periode tahunan, jam, atau periode sub-jam. Sedangkan tingkat arus menggambarkan ekivalensi jumlah kendaraan setara per jam yang

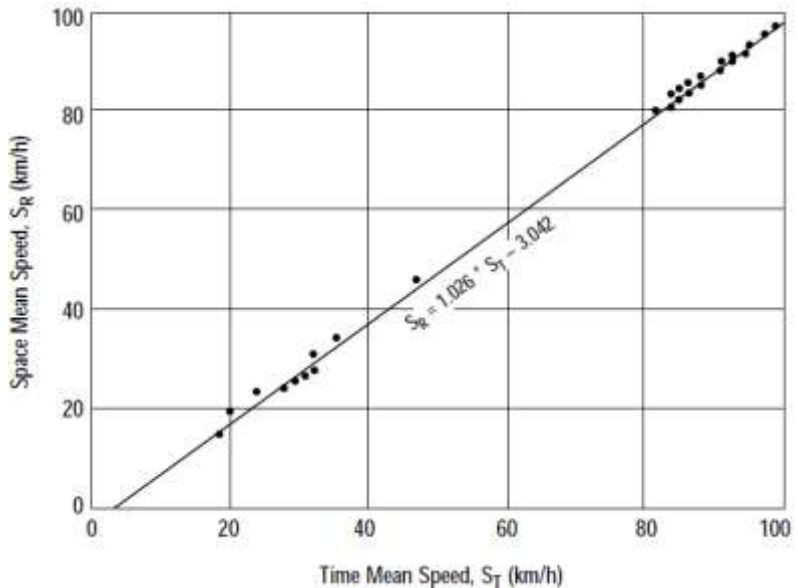
melewati suatu titik di jalan raya, pada periode kurang dari 1 jam, biasanya 15 menit. Apabila pada suatu pengamatan diperoleh jumlah kendaraan tiap 15 menit dalam 1 jam yakni 1.000, 1.050, 900, dan 1.100 kendaraan, maka total volume dalam 1 jam adalah 4.050 kendaraan, sedangkan untuk tingkat arus nilainya bervariasi setiap 15 menit, dimana pada periode 15 menit dari arus maksimum (periode tersibuk) diperoleh tingkat arus sebesar $1.100/0,25$ jam atau 4.400 kendaraan. Keterkaitan antara volume dan tingkat arus maksimum dikenal sebagai faktor jam sibuk (*peak hour factor/PHF*). Faktor jam sibuk menggambarkan pola peningkatan lalu lintas pada suatu jalan. Dengan mengetahui nilai PHF, dapat diperkirakan tingkat arus maksimum selama satu jam berdasarkan volume lalu lintas selama satu jam penuh. Di Indonesia, perhitungan volume maupun arus lalu lintas dilakukan dengan menggunakan standar Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. PKJI 2023 merupakan pembaruan dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Pada PKJI 2023 terdapat 5 klasifikasi kendaraan yang digunakan dalam menghitung jumlah volume atau arus lalu lintas, yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB), yang mana sebelumnya MKJI 1997 hanya membagi kendaraan kedalam 3 klasifikasi yakni Kendaraan Ringan (LV), Kendaraan Berat (HV), dan Sepeda Motor (MC). Dalam praktiknya, terdapat beberapa bentuk klasifikasi kendaraan yang berbeda selain yang tercantum dalam PKJI 2023, seperti yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 1992 ataupun versi *Integrated Road Management System* (IRMS).

Variabel kedua, kecepatan, merujuk pada laju pergerakan yang diukur sebagai jarak yang ditempuh dalam suatu periode waktu tertentu, biasanya dalam bentuk kilometer per jam. Jika volume atau arus lalu lintas adalah parameter yang berlaku baik untuk jalan dengan kondisi arus menerus maupun terputus. Namun pada kecepatan dan kerapatan lebih relevan untuk arus

menerus. Dalam menentukan kecepatan lalu lintas, penting menggunakan nilai yang representatif, karena seringkali terdapat banyak variasi kecepatan individu yang teramati. Terdapat beberapa variasi parameter kecepatan yang dapat digunakan dalam mengukur arus lalu lintas, seperti berikut (Highway Capacity Manual, 2000):

1. Kecepatan Bergerak Rata-Rata (*Average Running Speed*), adalah ukuran arus lalu lintas yang didasarkan pada pengamatan waktu perjalanan kendaraan yang melintasi suatu segmen jalan dengan panjang yang diketahui. Hal ini diperoleh dengan membagi waktu rata-rata yang diperlukan kendaraan untuk menempuh suatu segmen jalan dengan panjang segmen jalan tersebut, dimana waktu kendaraan yang dihitung hanya mencakup waktu ketika kendaraan bergerak.
2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata (*Average Travel Speed*), adalah ukuran arus lalu lintas yang didasarkan pada waktu perjalanan yang diamati pada suatu panjang jalan yang diketahui. Hal ini diperoleh dengan membagi waktu rata-rata perjalanan kendaraan yang melintasi suatu segmen dengan panjang segmen tersebut, termasuk semua waktu tunda saat berhenti.
3. Kecepatan Rata-Rata Ruang (*Space Mean Speed*), adalah suatu istilah statistik yang menunjukkan kecepatan rata-rata berdasarkan waktu rata-rata perjalanan kendaraan yang melintasi segmen jalan. Disebut kecepatan rata-rata ruang karena waktu rata-rata perjalanan memberikan bobot rata-rata terhadap waktu yang tiap kendaraan habiskan di segmen atau ruang jalan yang dimaksud.
4. Kecepatan Rata-Rata Waktu (*Time Mean Speed*), adalah rata-rata aritmatika dari kecepatan kendaraan yang teramati saat melewati suatu titik di jalan raya, juga disebut kecepatan titik rata-rata (*average spot speed*). Kecepatan individu kendaraan yang melewati suatu titik direkam dan dihitung rata-rata secara aritmatika.

Pengukuran kecepatan rata-rata waktu di lapangan lebih mudah dilakukan dibandingkan kecepatan rata-rata ruang. Namun berdasarkan observasi oleh Knoop, Hoogendoorn and Zuylen (2009) penggunaan rata-rata kecepatan ruang menghasilkan hasil yang lebih stabil dan konsisten dikarenakan estimasi tingkat kerapatan jalan yang diperoleh terlalu rendah saat menggunakan rata-rata waktu. Hubungan antara kedua kecepatan ini dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Hubungan Time Mean Speed dan Space Mean Speed. (Sumber: Drake, Schofer and Adolf D. May, 1967)

5. Kecepatan Arus Bebas (*Free Flow Speed*), adalah kecepatan rata-rata kendaraan di fasilitas tertentu, diukur dalam kondisi volume rendah, ketika pengemudi cenderung mengemudi pada kecepatan yang diinginkan dan tidak dibatasi oleh tundaan.

Pada HCM 2000, dalam menganalisis kapasitasnya diambil kecepatan terbaik dengan melakukan pengamatan waktu

perjalanan pada suatu panjang jalan. Untuk jalan dengan kondisi arus terputus yang beroperasi dalam rentang arus yang stabil, panjang pengamatan dapat dilakukan pada rentang 50 hingga 100 m.

Variabel ketiga, kerapatan (*density*) adalah jumlah kendaraan (ataupun pejalan kaki) yang menempati panjang tertentu dari jalur atau jalan pada suatu waktu tertentu. Pada HCM 2000, kerapatan dirata-ratakan selama waktu tertentu dan biasanya dinyatakan sebagai kendaraan per-kilometer atau mobil penumpang per-kilometer. Mengukur kerapatan langsung di lapangan sulit dilakukan karena memerlukan posisi yang baik untuk memotret, merekam video, atau mengamati jalan dalam jarak yang signifikan. Namun, kerapatan dapat dihitung dengan menggunakan *average travel speed* dan *flow rate*, yang lebih mudah diukur.

Kerapatan merupakan parameter krusial pada arus terputus karena dapat mengindikasikan seberapa baik lalu lintas berjalan. Hal ini menggambarkan seberapa dekat kendaraan antara satu sama lain dan menunjukkan sejauh mana kendaraan dapat bebas bergerak pada kondisi lalu lintas tersebut.

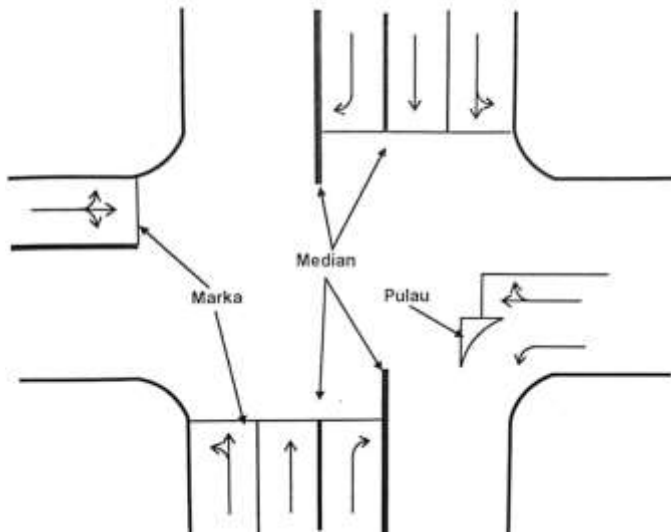
5.3.2 Pengendalian Arus Lalu Lintas

Pengendalian arus lalu lintas merupakan kebutuhan kritis dalam sistem transportasi modern. Dengan volume kendaraan yang terus meningkat di jalan-jalan perkotaan dan antarkota, pengendalian lalu lintas menjadi esensial untuk mencegah kemacetan lalu lintas yang merugikan, yang dapat menyebabkan penundaan waktu yang signifikan, biaya bahan bakar yang lebih tinggi, dan dampak negatif terhadap lingkungan akibat emisi gas buang yang berlebihan. Pengendalian juga berperan dalam peningkatan keselamatan jalan, melalui pengaturan pergerakan kendaraan dan lintasan pejalan kaki serta memberikan prioritas pada kendaraan darurat dan transportasi umum.

Pengendalian arus lalu lintas juga penting dalam manajemen dan perencanaan transportasi jangka panjang. Data lalu lintas yang dikumpulkan dari berbagai sistem pengendalian dapat digunakan untuk mengidentifikasi tren perjalanan, mengukur efektivitas infrastruktur yang ada, dan merencanakan investasi masa depan untuk memenuhi kebutuhan mobilitas yang terus berkembang. Dengan demikian, pengendalian lalu lintas tidak hanya berfungsi sebagai alat praktis untuk menjaga kelancaran dan keselamatan lalu lintas harian, tetapi juga sebagai elemen kunci dalam pengelolaan transportasi yang efisien dan berkelanjutan di seluruh komunitas dan wilayah. Beberapa jenis pengendalian arus lalu lintas yang umum dilakukan antara lain:

1. Kanalisasi

Kanalisasi mungkin merupakan bentuk pengendalian pergerakan kendaraan yang paling sering digunakan. Prinsip dasarnya adalah memisahkan pergerakan kendaraan ke dalam berbagai kelompok di mana kendaraan dalam kelompok yang sama memiliki pergerakan yang serupa. Ide ini menjadi dasar dari pembagian jalan menjadi dua arah yang terpisah, masing-masing pada sisi jalan yang berbeda. Penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan lajur tengah di jalan raya telah mengurangi kecelakaan lalu lintas lebih banyak daripada penemuan lain dalam pengendalian lalu lintas. Kontribusi signifikan terhadap keselamatan dalam perjalanan di jalan raya telah terbukti oleh pendekatan ini.



Gambar 5.2. Persimpangan beraturan 4 (empat) dengan pengaturan kanalisasi
(Sumber: Tamin, 2008)

Upaya penanganan persimpangan sebidang melalui konsep kanalisasi bertujuan untuk memisahkan jalur lalu lintas yang melanjutkan perjalanan lurus dengan jalur yang berbelok (baik ke kiri maupun ke kanan) sehingga pergerakan lalu lintas dapat lebih tertata dan aman saat melewati persimpangan tersebut. Pemisahan ini dapat diterapkan melalui penggunaan marka jalan atau pulau-pulau lalu lintas.

2. Memberikan Batas-Batas Kecepatan

Transportasi darat dan air seringkali mengharuskan pengaturan kecepatan di lokasi tertentu. Hal ini khususnya berlaku pada sistem jalan raya dan jalur kereta api, dimana pengaturan kecepatan diperlukan karena adanya tikungan berbahaya, gradien yang tidak aman untuk kecepatan tinggi

(misalnya karena jarak pengereman yang lebih panjang diperlukan atau adanya kendaraan atau objek lain di jalur tersebut). Pertimbangan terakhir ini juga relevan untuk transportasi di perairan, terutama di sekitar pelabuhan dan area rekreasi air. Penentuan pengaturan kecepatan biasanya disampaikan melalui penggunaan rambu-rambu lalu lintas yang ditempatkan jauh sebelum titik dimana kendaraan harus melambat, sehingga kendaraan memiliki waktu yang cukup untuk mengurangi kecepatannya. Selain itu, tanda-tanda peringatan yang mengindikasikan potensi bahaya juga sering ditempatkan di sepanjang jalur, baik itu di jalan raya, rel kereta api, atau jalur air. Dalam kasus transportasi air, dimana operatornya terbatas, tanda peringatan ini dapat berupa kode-kode khusus yang mungkin kurang dimengerti oleh masyarakat umum. Contoh-contoh rambu peringatan dan rambu lalu lintas lainnya di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Larangan Berhenti



Larangan



Memutar

Peringatan Jurang



(Rambu) (Piktogram Rambu Elektronik)
Larangan Menjalankan Kendaraan dengan
Kecepatan Lebih dari 40 km/jam



Kecepatan Minimum Kendaraan
yang diperintahkan adalah
50km/jam

Petunjuk Jurusan Arah Menuju
Kawasan Wisata Tangkuban Parahu
yang Berjarak 10km dari Lokasi Rambu

Gambar 5.3. Contoh Rambu-Rambu Lalu Lintas di Indonesia
(Sumber: Permenhub No. PM 13 Tahun 2014)

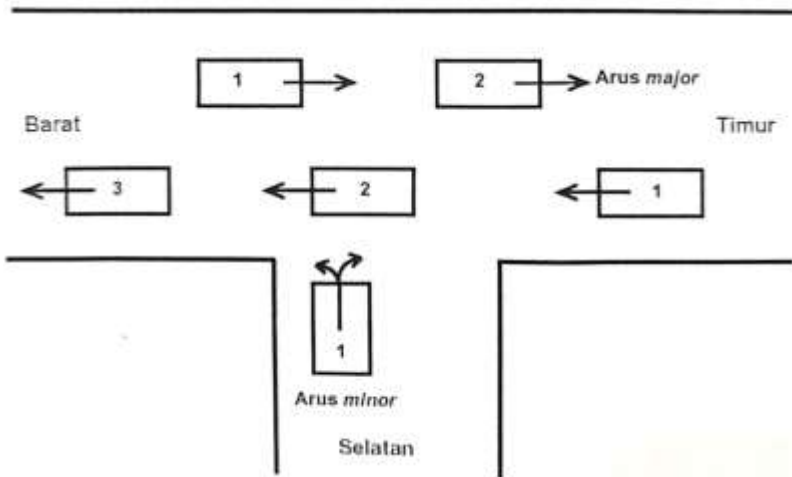
3. Kontrol Kendaraan pada Ruas Jalan (*Way Links*)

Selain dari pengendalian melalui kanalisasi dan pengaturan kecepatan, *way links* merupakan perlengkapan tambahan yang bertujuan untuk mencegah kendaraan menabrak kendaraan lain yang berada di jalur yang sama. *Way links* adalah bagian-bagian dari jaringan jalan yang menghubungkan persimpangan-persimpangan atau simpul-simpul penting dalam sistem transportasi. Ini adalah jalur-jalur yang digunakan oleh kendaraan untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain dalam sistem transportasi, seperti jalan raya atau jaringan jalan kota. *Way links* dapat berupa jalan raya utama, jalan setapak, atau jalan lingkungan, tergantung pada konteksnya. Di antara persimpangan jalan, fokus utama *way links* adalah memastikan bahwa kendaraan yang mengikuti kendaraan lainnya tidak saling bertabrakan. Kendaraan kedua harus menjaga jarak dan kecepatan yang aman sesuai dengan kendaraan yang di depan, sehingga jika diperlukan, kendaraan kedua dapat melambat atau berhenti untuk menghindari tabrakan jika kendaraan di depannya melakukan belokan atau mengurangi kecepatannya untuk menghindari suatu objek di jalurnya. Pada dasarnya setiap pengemudi bertanggung

jawab untuk mencegah tabrakan dengan kendaraan lain, dan oleh karena itu, mereka harus memperhatikan posisi dan kecepatan kendaraan di depannya, serta kemungkinan kemunculan kendaraan lain yang tiba-tiba masuk ke jalur mereka dari jalur atau jalan lain. Namun meskipun ada peraturan yang mengatur perpindahan kendaraan ke jalur lain, peraturan tersebut tidak selalu diikuti dengan baik.

4. Pengaturan dengan Prioritas (*Priority Junction*)

Pengaturan persimpangan dengan prioritas mengacu pada suatu desain persimpangan di mana kendaraan yang datang dari salah satu arah jalan mempunyai hak utama untuk melanjutkan perjalanan tanpa harus berhenti, sementara kendaraan dari arah lain harus memberi jalan kepada kendaraan yang mempunyai prioritas. Kendaraan yang memiliki prioritas biasanya merupakan kendaraan yang berada di jalan utama atau jalan yang lebih besar, sementara kendaraan dari jalan yang lebih kecil harus memberi jalan dan berhenti jika perlu untuk memungkinkan kendaraan dari jalan utama atau prioritas untuk melintas tanpa gangguan. Prinsip *priority junction* adalah memberikan prioritas dan kelancaran kepada lalu lintas yang lebih banyak atau lebih penting, sehingga mengurangi potensi terjadinya kemacetan dan meningkatkan efisiensi pergerakan kendaraan di persimpangan.



Gambar 5.4. Persimpangan berlengan tiga dengan pengaturan prioritas (*priority junction*)
(Sumber: Tamin, 2008)

Gambar 5.4 menunjukkan bahwa kendaraan yang berasal dari lengan persimpangan arah Selatan baru dapat memotong arus kendaraan pada lengan persimpangan Barat - Timur jika terdapat *headway* atau *spacing* yang memungkinkan kendaraan memotong arus tanpa terjadinya kecelakaan.

5. Pengaturan dengan Bundaran (*Roundabout*)

Pengaturan simpang dengan *roundabout* merupakan desain persimpangan di mana kendaraan mengelilingi sebuah pulau pusat (*roundabout*) yang menjadi titik pertemuan beberapa jalan. Bundaran ini biasanya berbentuk lingkaran atau bulat, dimana lalu lintas dari setiap jalan yang masuk diatur untuk mengitari bundaran dalam arah searah jarum jam pada negara yang berlalu lintas di sisi kanan atau berlawanan arah jarum jam pada negara yang berlalu lintas di sisi kiri. *Roundabout* memungkinkan lalu lintas dari semua arah untuk terus

bergerak tanpa harus menunggu lampu merah atau izin dari sinyal lalu lintas, sehingga efisien karena mengurangi waktu tunggu. *Roundabout* juga dapat mengurangi risiko tabrakan serius karena kendaraan akan bergerak dengan kecepatan yang lebih rendah dan berkelanjutan. Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., & Sørensen, (2009) melakukan tinjauan terhadap penelitian yang dilakukan di Eropa Utara, Australia, dan Amerika Serikat untuk mengevaluasi dampak perubahan suatu persimpangan menjadi *roundabout* terhadap kecelakaan. Hasil tinjauan tersebut menunjukkan bahwa terdapat penurunan rata-rata antara 10 hingga 40% dalam kecelakaan yang mengakibatkan cedera.

5.4 Penutup

Dalam bab ini, kita telah menggali lebih dalam tentang pergerakan kendaraan dan arus lalu lintas, mengungkap keterkaitan yang kompleks antara karakteristik jalur pergerakan dan konsep arus lalu lintas. Dalam prosesnya, kita telah memahami bahwa volume, kepadatan, dan kecepatan merupakan tiga variabel utama dalam lalu lintas yang saling memengaruhi dan membentuk pola pergerakan yang beragam. Selain itu, juga telah dibahas berbagai pengendalian arus lalu lintas, baik pada persimpangan maupun di ruas jalan, yang merupakan langkah penting dalam menjaga kelancaran, efisiensi, dan keamanan perjalanan. Dengan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik ini, diharap diperoleh landasan yang kuat untuk merancang dan mengelola sistem transportasi yang lebih efisien dan berkelanjutan, yang akan memainkan peran penting dalam meningkatkan mobilitas masyarakat dan mengurangi dampak negatif lalu lintas terhadap lingkungan dan kualitas hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*.
- Drake, J.S., Schofer, J.L. and Adolf D. May, J. 1967. 'A statistical analysis of speed-density hypotheses', *Highway Research Record*, (154), pp. 112–117.
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., & Sørensen, M. 2009. *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing Limited.
- Highway Capacity Manual. 2000. Transportation Research Board of The National Academies.
- Knoop, V., Hoogendoorn, S.P. and Zuylen, H. Van. 2009. 'Empirical differences between time mean speed and space mean speed', in *Traffic and Granular Flow'07*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 351–356.
- Morlok, E.K. 1978. *Introduction to transportation engineering and planning*. New York: McGraw-Hill.
- Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.
- Republik Indonesia. 2014. 'Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. Pm 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas',
- Tamin, O.Z. 2008. *Perencanaan, Pemodelan & Rekayasa Transportasi: Teori, Contoh Soal, dan Aplikasi*. Penerbit ITB.

BAB 6

Pengenalan Terminal

Oleh Akbar Indrawan Saudi

6.1 Pengertian Terminal

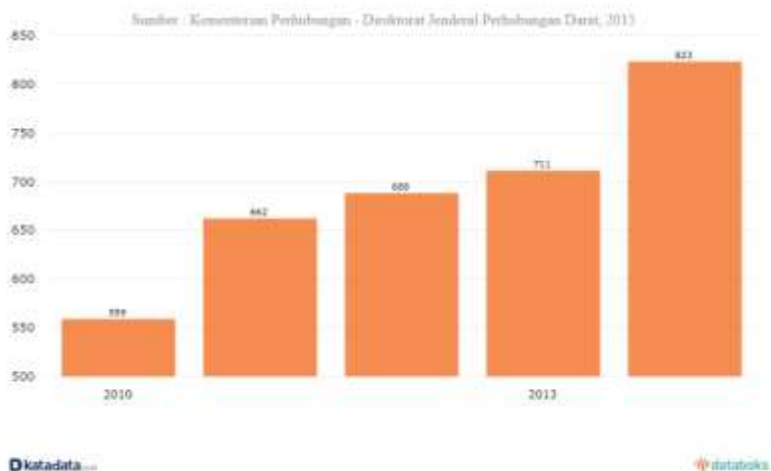
Dalam sistem jaringan pelayanan transportasi terdiri dari dua bagian penyusun yang dikenal dengan istilah ruas (*link*) dan simpul (*node*). Ruas pada sistem jaringan transportasi dapat direferensikan dengan jaringan jalan raya, trayek atau rute pada angkutan umum baik darat, laut maupun udara sedangkan simpul dapat direferensikan dengan simpang (sebidang maupun tidak sebidang) pada ruas jalan, ataupun terminal angkutan umum seperti, terminal bus penumpang, stasiun kereta api, pelabuhan laut, pelabuhan sungai/danau dan bandar udara.

Sebagai titik simpul (*node*) pada sistem jaringan transportasi, Terminal diperuntukkan pada kegiatan yang melayani pergerakan penumpang untuk berpindah dari satu moda ke moda yang lainnya, baik moda yang sejenis (intramoda) atau yang berbeda jenis (antarmoda), dan merupakan lokasi atau titik awal memulai suatu pergerakan serta menjadi titik akhir tujuan pergerakan orang maupun barang. Sebagai contoh perpindahan dengan moda yang sama yakni, penumpang yang berpergian dari Bandung ke Surabaya menggunakan kereta api dapat transit di Yogyakarta dan berganti kereta api. Selanjutnya contoh lainnya jika penumpang ingin berangkat dari Jakarta ke Palu dapat menggunakan angkutan umum bus untuk tiba di bandara kemudian berganti moda pesawat hingga tiba ditujuan, ini merupakan proses perpindahan antar moda yang dilakukan pada terminal.

Istilah terminal yang termuat dalam peraturan perundang-undangan nomor 20 tahun 2009 menjelaskan pengertian terminal adalah pangkalan Kendaraan Bermotor Umum yang digunakan untuk mengatur kedatangan dan keberangkatan, menaikkan dan menurunkan orang dan/atau barang, serta perpindahan moda angkutan (UU Nomor 22, 2009). Pengertian lain yang memuat tentang definisi terminal menurut aturan yang berlaku tertuang pada Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 24 Tahun 2021 dijelaskan bahwa terminal merupakan pangkalan kendaraan bermotor umum yang digunakan untuk mengatur kedatangan dan keberangkatan, menaikkan dan menurunkan orang dan atau barang, serta perpindahan moda angkutan (Menteri Perhubungan, 2021).

Sebuah terminal merupakan suatu fasilitas dimana penumpang dan barang terkumpul atau tersebar selama dalam proses transportasi (Rodrigue, 2020). Pergerakan penumpang dan barang tidak dapat dilakukan secara individual, sehingga perlu menuju terminal untuk berkumpul atau disatukan dalam rangka menuju tujuan akhir perjalanan. Penumpang dapat menuju terminal bus atau bandar udara kemudian berkumpul dan masuk kedalam moda yang terdapat pada terminal tersebut. Barang harus dikonsolidasikan di lokasi pusat distribusi, pelabuhan atau stasiun kereta barang sebelum diberangkatkan menuju titik akhir dimana barang tersebut dibutuhkan oleh konsumen.

Jumlah terminal penumpang di Indonesia terus meningkat seiring dengan upaya pengembangan transportasi publik. Hingga tahun 2014, jumlah terminal sudah mencapai 823 terminal. Dalam 4 tahun sejak 2010, jumlah terminal bertambah 264 lokasi seiring dengan pengembangan transportasi kota dan provinsi di Tanah Air. Berdasarkan data Ditjen Perhubungan Darat Kementerian Perhubungan, sebanyak 823 terminal pada tahun 2014 tersebut terdiri dari jenis Terminal Tipe A sejumlah 143, Terminal Tipe B ada 325 dan Terminal Tipe C mencapai 355 (Katadata, 2016).



Gambar 6.1. Jumlah Terminal Penumpang 2010-2014
(Sumber : Katadata, 2016)

Di sisi lain terminal memiliki pengertian sebagai prasarana angkutan jalan serta sebagai lokasi yang menghasilkan bangkitan dan tarikan pergerakan lalu lintas. Dapat diartikan terminal dapat menjadi lokasi yang penting dalam proses perpindahan orang maupun barang dikarenakan aktifitas yang terjadi didalam terminal sangat kompleks sehingga cenderung menjadi salah satu sumber permasalahan dalam sistem transportasi. Sehingga, sebuah terminal menjadi bagian sistem jaringan lalu lintas dan angkutan jalan atau dikenal dengan simpul sebagai bentuk implementasi rencana induk Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dalam suatu wilayah.

6.2 Fungsi Dasar Terminal

Terminal angkutan umum merupakan fasilitas umum yang menjadi bagian prasarana lalu lintas dan angkutan jalan. Seperti pada fasilitas umum lainnya, terminal menghasilkan produk-

produk layanan yang disajikan kepada objek-objek yang dilayani (*Masihkan Kita Perlu Terminal – Dinas Perhubungan Aceh, 2021*). Produk yang dihasilkan oleh terminal dalam hal ini bukanlah dalam bentuk barang namun berupa produk jasa dalam berupa layanan fasilitas yang disediakan dalam terminal.

Fasilitas yang disediakan oleh terminal telah diatur dan ditetapkan dalam Standar Pelayanan Penyelenggaraan Terminal Penumpang dan Angkutan Jalan menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 40 Tahun 2015. Peraturan tersebut memberikan petunjuk standar minimum yang wajib disediakan pada setiap fasilitas yang terdapat pada terminal sehingga menjadi penunjang dalam melayani unsur obyek layanan jasa terminal (penumpang, operator dan pemerintah). Jika ditinjau dari sisi unsur yang terlibat dalam proses dan pengelolaan terminal, terdapat tiga fungsi yang bisa dijabarkan yaitu:

1. Pada sisi penumpang yaitu sebagai tempat untuk menunggu kendaraan, membeli tiket, berpindah dari satu jenis moda ke moda lain, tempat memperoleh informasi keberangkatan dan kedatangan angkutan, dan tempat memulai serta mengakhiri perjalanan.
2. Pada sisi operator angkutan yaitu tempat melakukan operasional angkutan, tempat beristirahat awak angkutan, tempat memarkirkan kendaraan, tempat reparasi ringan dan pengecekan awal angkutan, tempat penjualan tiket.
3. Pada sisi pemerintah yaitu sebagai tempat sumber pungutan retribusi daerah, penataan dan pengelolaan angkutan dalam rangka menurunkan angka kemacetan, dan sebagai tempat pengaturan jadwal dan rute pergerakan angkutan umum.

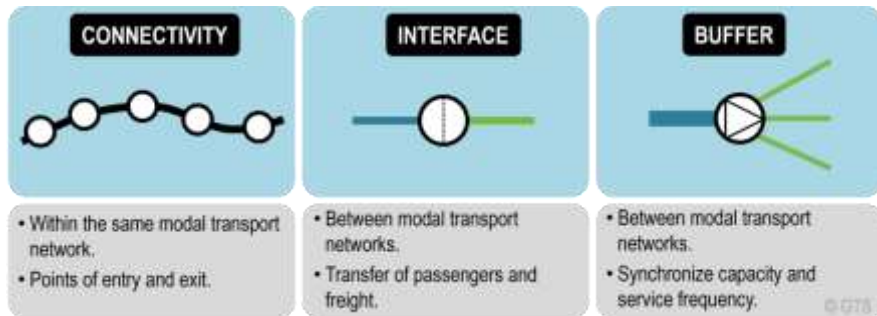
Melihat fungsi terminal secara umum memberikan gambaran dalam melakukan proses evaluasi dan peningkatan dalam menjadikan terminal sebagai pendukung dalam sebuah

sistem transportasi. Dengan memahami hal tersebut menjadikan pengelolaan terminal menjadi lebih efisien dan berkelanjutan. Proses yang terjadi didalam terminal secara umum dapat menjadi fungsi dari terminal itu sendiri. Bagian dari proses dalam terminal dan merupakan fungsi dari sebuah terminal transportasi adalah sebagai berikut (Morlok, 1978):

1. Pengelompokkan penumpang dan atau barang berdasarkan tujuan perjalanan, panjang perjalanan, waktu perjalanan, dll.
2. Memuat calon penumpang dan atau barang ke dalam kendaraan angkutan serta menurunkannya.
3. Berpindah dari satu angkutan ke angkutan lain
4. Tempat menunggu penumpang atau menyimpan barang dari waktu kedatangan sampai dengan waktu keberangkatan
5. Perpindahan dokumen (penjualan dan pengecekan tiket penumpang, pengumpulan biaya angkutan, persiapan daftar penumpang dan penimbangan barang dan pemilihan rute)
6. Penanganan penyimpanan, perawatan dan penugasan kendaraan angkutan
7. Proses keamanan, pengecekan dokumen dan pengecekan barang

Peranan terminal dalam komponen sistem transportasi sangat penting, melihat prasarana tersebut menjadi titik terjadinya perpindahan dan sumber pergerakan orang maupun barang dalam suatu sistem. Pengaturan sistem yang terjadi didalam terminal diharapkan dalam memperlancar proses tersebut serta menjadi efisien dalam kehidupan transportasi pada kawasan perkotaan. Sebagai komponen dalam sistem transportasi terminal memiliki seperangkat fasilitas infrastruktur antarmoda (*intermodal*) yang mempertimbangkan manfaat lokasi strategis sehingga

memberikan aksesibilitas yang lebih tinggi ke tingkat lokal, regional dan global.



Gambar 6.2. Fungsi dari terminal transportasi
(Sumber : *The Geography of Transport Systems*, 2020)

Jika ditinjau dari aspek secara sistem, terminal memenuhi tiga fungsi umum dalam sistem transportasi (Rodrigue, 2020):

1. Terminal sebagai konektivitas (*connectivity*). Terminal berfungsi menyediakan konektivitas dalam jaringan transportasi angkutan yang menjadi titik awal dan titik akhir pergerakan angkutan. Sebagai contoh stasiun-stasiun kereta api menghubungkan simpul-simpul yang ada didalam jaringan angkutan kereta api.
2. Terminal sebagai antarmuka (*interface*). Terminal berfungsi menyediakan fasilitas untuk terciptanya perpindahan penumpang maupun barang dalam proses perjalanan awal dan akhir. Sebagai contoh bandar udara dan pelabuhan menjadi titik perpindahan moda antara transportasi udara atau laut dan sistem transportasi darat.
3. Terminal sebagai penyangga (*buffer*). Terminal berfungsi menjadi penyangga yang menghubungkan antara moda transportasi yang saling terkoneksi dalam kaitan kapasitas dan frekusensi. Sebagai contoh sebuah kapal kontainer mengangkut ribuan kontainer menuju pelabuhan sekali

setiap dua hari, sementara mobil truk membawa satu kontainer dan keluar masuk terminal setiap beberapa menit.

6.3 Jenis-Jenis Terminal

Untuk menjamin keterpaduan antarmoda dan intramoda serta memudahkan perpindahan orang dan barang, maka diperlukan pembangunan sebuah terminal. Pada dasarnya jika dilihat dari aspek unsur yang dilayani oleh suatu terminal, maka dapat dikategorikan menjadi dua jenis yaitu terminal penumpang (*passenger terminal*) dan terminal barang (*goods terminal*). Terminal penumpang melayani pergerakan penumpang dimana fasilitas yang diperlukan didalam terminal ini lebih berfokus pada penanganan kenyamanan, keamanan, keselamatan, dan efisiensi dalam mengelola pergerakan manusia sedangkan pada terminal barang fasilitas yang disediakan mendukung proses penanganan barang, penyimpanan, pengemasan dan distribusi.

6.3.1 Terminal Angkutan Darat

Jenis terminal angkutan darat dibedakan menjadi dua bagian berdasarkan jenis infrastruktur yang dilewati oleh sarana angkutannya (moda) yaitu :

1. Terminal Bus

Terminal bus penumpang merupakan salah satu contoh terminal angkutan darat. Pemerintah mengatur pembagian tipe terminal berdasarkan fungsi pelayanan, fasilitas pelayanan, dan kewenangannya (Peraturan Pemerintah Indonesia, 2013). Maka terminal penumpang dibagi menjadi tiga kategori yaitu:

- a. Terminal penumpang Tipe A, yaitu yang berfungsi melayani kendaraan penumpang umum untuk Angkutan Antar Kota Antar Provinsi (AKAP), dan angkutan lintas batas antar negara, Angkutan Antar Kota Dalam Provinsi (AKDP), Angkutan Kota (AK/Angkot) dan juga Angkutan

Pedesaan (ADES). Terminal ini dikelola langsung dibawah Menteri Perhubungan melalui delegasi ke Dirjen dan Kepala Badan terkait.

- b. Terminal penumpang Tipe B, yaitu terminal yang difungsikan untuk melayani kendaraan penumpang umum bagi angkutan Antar Kota Dalam Provinsi (AKDP), Angkutan Kota (AK/Angkot) serta Angkutan Pedesaan (ADES). Terminal ini dioperasikan dan dikelola oleh Gubernur wilayah tersebut.
- c. Terminal penumpang Tipe C, yaitu terminal yang difungsikan untuk melayani kendaraan penumpang umum untuk angkutan pedesaan (ADES). Terminal ini menjadi wewenang dari Walikota/Bupati yang ditempati oleh terminal tersebut.

Klasifikasi jenis terminal dan penanggungjawab pengelolaannya akan menjadi dasar pertimbangan untuk keperluan perencanaan kebutuhan berbagai fasilitas penunjang dari masing-masing tipe terminal. Tipe yang berbeda akan menuntut jumlah dan dimensi fasilitas pendukung yang berbeda pula.



Gambar 6.3. Layout terminal penumpang bus
(Sumber : Dinas Perhubungan Aceh, 2018)

2. Terminal Kereta Api

Terminal kereta api merupakan bagian dari simpul pada sistem jaringan kereta api serta difungsikan untuk memindahkan penumpang dan barang antar moda transportasi. Contoh tata letak terminal kereta api penumpang dan fasilitas-fasilitasnya (*Nottingham Station-National Rail*, 2023).



Gambar 6.4. Layout terminal stasiun kereta api
(sumber: Nottingham Station, 2023)

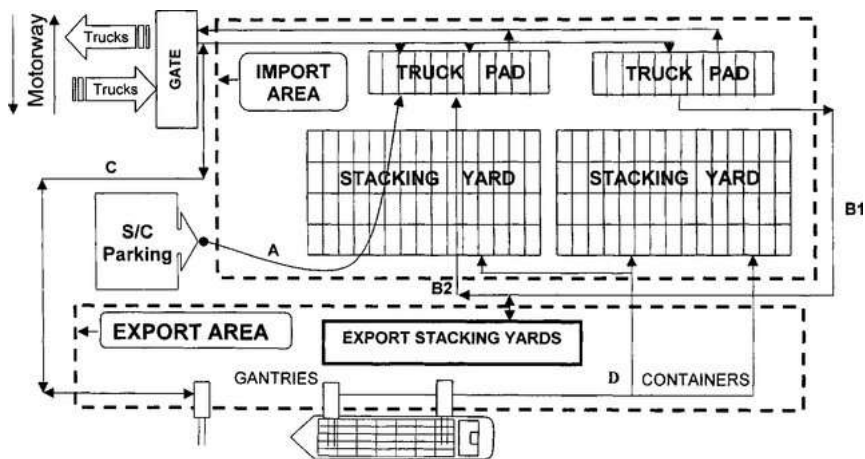
Terminal penumpang kereta api cenderung menggunakan fasilitas-fasilitas yang sederhana. Beberapa fasilitas yang paling dasar secara fungsi termasuk peron bagi penumpang untuk naik-turun dan lokasi umum untuk penjualan tiket, ruang tunggu dan area perbelanjaan (toko dan ritel). Ukuran terminal kereta api dan kompleksitasnya berhubungan langsung dengan jumlah penumpang yang akan dilayaninya.

Apabila diperhatikan lebih jauh perkembangan wilayah terjadi disepanjang jalur jalan rel, hal ini dapat mengindikasikan bahwa simpul angkutan berupa stasiun kereta api selalu tumbuh dan berkembang sesuai dengan skala wilayahnya. Pola ini dilakukan dalam sistem perangkutan dan pengembangan wilayah sekitar London dengan memadukan sebaran pengembangan wilayah dengan sistem angkutan jalan rel sehingga menjadikan stasiun kereta api menjadi simpul layanan jasa angkutan jalan rel (Warpani, 2002).

6.3.2 Terminal Angkutan Laut

Terminal pelabuhan merupakan bagian dari fasilitas kawasan pelabuhan yang terdapat pada sisi darat dan memiliki fungsi sebagai tempat pertukaran penumpang maupun barang pada moda kapal dan moda angkutan darat (mobil, bus, truk atau kereta api) bahkan sebaliknya (*transshipment point*). Pelabuhan menjadi titik utama yang menjadi bagian penting dalam sirkulasi penumpang dan barang khususnya pada pelayanan wilayah darat dan laut serta menjadi pintu gerbang arus pergerakan pada suatu wilayah.

Faktor yang perlu diperhatikan pula dalam usaha penyelenggaraan pelayanan terminal pelabuhan laut yakni, faktor pertama adalah kenyamanan, keamanan dan kemudahan dari tempat pemberhentian menuju ke terminal penumpang. Faktor kedua adalah kenyamanan dan keamanan dari lokasi terminal penumpang menuju ke pintu masuk kapal. Aspek keselamatan khususnya tempat pemberhentian dalam pelabuhan perlu diperhatikan dalam rangka mewujudkan kualitas pelayanan di terminal penumpang di pelabuhan yang lebih baik (Prasetya *et al.*, 2014). Berikut contoh tata letak terminal pelabuhan barang yang memperlihatkan alur dan posisi letak fasilitas pada area terminal barang (Sgouridis, Makris and Angelides, 2003).



- A : S/C transports a container from the Stacking Yard to empty Truck
- B1 : S/C transports a container from the Truck Pad to the Export Area
- B2 : S/C returns from the Export Area and receives a container from the Stacking Yard
- C : Loaded trucks directly unloaded by a gantry and loaded with another container
- D : Imported Containers from Ship

Gambar 6.5. Layout terminal pelabuhan barang
(sumber: Researchgate, 2023)

6.3.3 Terminal Angkutan Udara

Terminal bandar udara merupakan adalah bagian dari pelayanan jasa angkutan penerbangan serta memiliki fungsi melayani arus lalu lintas pergerakan pesawat yang membawa baik penumpang maupun barang. Terminal ini juga memiliki fungsi sebagai penghubung antara transportasi udara dengan transportasi darat atau sebaliknya. Dalam menjalankan fungsi peran terminal pada bandar udara, diperlukan perencanaan yang matang dan mengantisipasi kebutuhan pergerakan dimasa mendatang. Semakin bertambah banyak jumlah penumpang maupun barang akan berpengaruh terhadap kapasitas dan kuantitas dari pesawat yang dilayani oleh bandara tersebut. Hal ini juga berdampak pada kebutuhan luasan gedung terminal yang semakin besar serta fasilitas penunjang seperti parkir kendaraan

yang lebih luas. Berikut merupakan contoh terminal pada angkutan udara (*Sentani Airport-Jayapura, 2023*).



Gambar 6.6. Layout Bandar Udara Sentani
(sumber: Angkasa Pura I, 2020)

Bandara pada era masa kini lebih banyak dikembangkan pada jarak yang cukup jauh dari pusat kota mengingat kebutuhan lahan serta pengembangan wilayah bandara kedepan sangat besar. Sehingga dengan terbentuknya bandara di wilayah tersebut akan menciptakan pusat kegiatan masyarakat baru ditunjang dengan segala kelengkapan fasilitas yang mengarah kepada bentuk semacam kota satelit (*airport satellite city*).

6.4 Pengoperasian Terminal

Operasional terminal merupakan suatu proses yang dilakukan dalam rangka untuk menjalankan kegiatan-kegiatan operasi yang berhubungan dengan penyelenggaraan terminal.

Kegiatan ini menjadi sangat penting mengingat terminal menjadi sebuah bagian proses dalam pengaturan pergerakan orang maupun barang dalam sistem transportasi. Pada proses ini memerlukan waktu dalam mengelola pergerakan penumpang, waktu dalam memproses barang sehingga dari kedua waktu tersebut akan menghasilkan pengaruh yang besar terhadap biaya terminal. Dalam mendukung aktivitas kelancaran arus pergerakan orang maupun barang maka diperlukan fasilitas-fasilitas penunjang pada terminal angkutan, di antaranya:

Tabel 6.1. Istilah umum pada fasilitas-fasilitas yang digunakan sebagai terminal untuk beragam moda transportasi

Moda Angkutan Utama	Fasilitas	Fungsi Utama
Udara	• Bandar Udara • Terminal Udara • Lapangan (Field) • Hanggar • Helipad (Helikopter) • Pangkalan Pesawat Amfibi	• Akses darat dan hubungan di udara • Bandar udara dengan fasilitas terbatas • Reparasi dan perawatan • Sama seperti bandar udara • Sama seperti bandar udara
Mobil (kendaraan darat lain)	• Garasi Parkir • Stasiun Pengisian Bahan Bakar	• Penyimpanan kendaraan, akses pejalan kaki • Reparasi dan perawatan kendaraan
Bus	• Loket Bus	• Pengumpulan

Moda Angkutan Utama	Fasilitas	Fungsi Utama
	• Stasiun Bus • Terminal Bus • Pemberhentian Bus	karcis/biaya • Bus antarkota dan akses moda • Hubungan akses berjalan kaki
Kereta api penumpang	• Stasiun Kereta Api • Stasiun Transit	• Akses lokal dan hubungan rel; kadang-kadang termasuk moda untuk antarkota (misalnya bus)
Kereta api barang	• Gudang (Freight House) • Team tracks • Tempat pemberhentian kereta api khusus (<i>Private Siding</i>) • Petak klasifikasi bengkel, repair track	• Akses lokal (truk) • Akses lokal (truk) • Dimuat atau dibongkar oleh pengirim atau penerima muatan • Hubungan kereta api angkutan • Reparasi dan perawatan kendaraan
Air (Barang)	• Pelabuhan laut • Dermaga	• Akses moda darat (biasanya kereta api, truk dan jaringan pipa) dan kadang-kadang fasilitas bongkar muat kapal • Fasilitas bongkar muat satu kapal

Moda Angkutan Utama	Fasilitas	Fungsi Utama
Air (Penumpang)	• Terminal feri	• Akses darat ke kapal penumpang (pejalan kaki, mobil, bus dan kereta api)

(Sumber : Morlok, E., 1978)

Pengoperasian terminal dilakukan oleh pihak pengelola yang telah ditetapkan dalam Peraturan terkait dalam rangka memberikan efektifitas tata kelola sebuah terminal. Pada dasarnya terdapat beberapa kegiatan yang menunjukkan aktifitas dalam pengoperasian terminal (Menteri Perhubungan, 2021) yaitu meliputi:

1. Perencanaan

Kegiatan yang menjadi bagian dari aktivitas perencanaan dalam penyelenggaraan terminal meliputi, Pengaturan fasilitas utama dan pendukung terminal, Pengaturan kedatangan dan keberangkatan angkutan maupun penumpang, Konsolidasi petugas terminal, Penataan ruang parkir kendaraan, Pembuatan daftar rute trayek serta biaya angkutan dan Penyusunan waktu (jadwal) perjalanan angkutan

2. Pelaksanaan

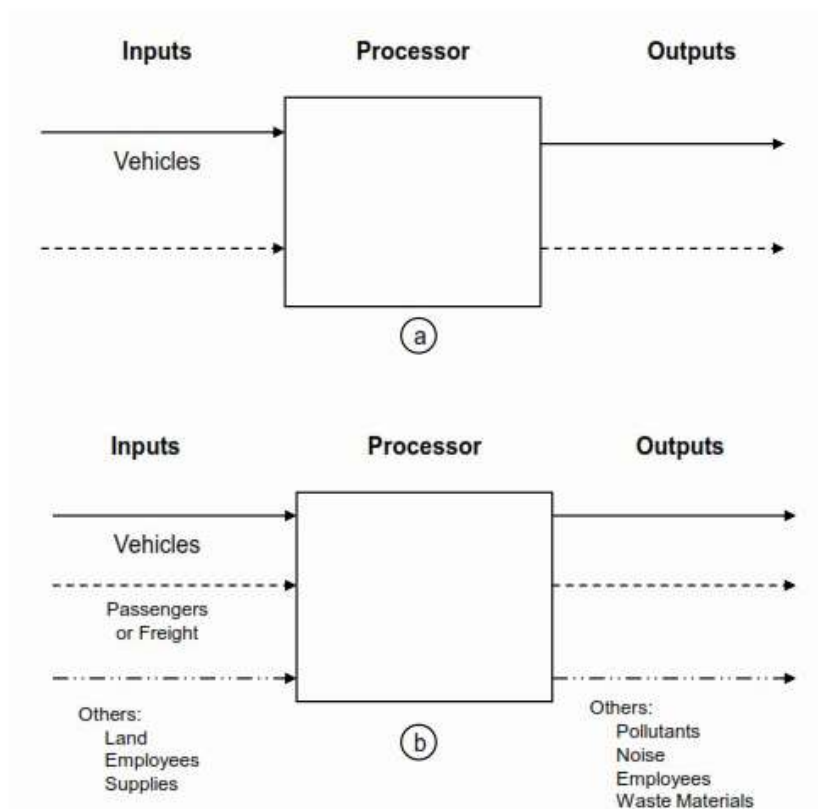
Kegiatan pelaksanaan pada pengoperasian terminal meliputi, Pelaksanaan kegiatan perencanaan, Pendataan kinerja terminal, Pungutan retribusi jasa layanan terminal, Pengumuman informasi waktu keberangkatan kepada penumpang serta informasi lainnya, dan Pengendalian arus lalu lintas di wilayah lingkungan kerja dan wilayah pengawasan terminal

3. Pengawasan Operasional Terminal

Kegiatan pengawasan dalam penyelenggaraan kegiatan di terminal meliputi, Pengecekan terhadap kelengkapan surat-surat administrasi kendaraan, Pemeriksaan kondisi fisik kendaraan angkutan, Pemeriksanaan kondisi awak kendaraan angkutan (supir dan kondektur) serta Pengawasan ketertiban terminal.

6.5 Perencanaan dan Evaluasi Terminal

Terminal dapat dipandang sebagai fasilitas alat yang didedikasikan untuk menangani penumpang dan barang, peti kemas, kendaraan dan bagian lain dari sistem transportasi. Terdapat suatu cara yang bisa digunakan untuk menerangkan dan mengerti berkaitan dengan aktifitas di dalam terminal yaitu dengan cara menggunakan bagan alir proses. Bagian ini menjelaskan proses yang dilewati oleh penumpang atau barang, kendaraan atau satuan lalu lintas pada waktu diproses dengan menggunakan fasilitas terminal. Bagian ini memperlihatkan urutan kegiatan maupun alternatif kegiatan jika memungkinkan dan dapat menentukan waktu yang dibutuhkan dalam proses tersebut.



Gambar 6.7. Bagan alir proses aktifitas umum di terminal
(Sumber : Morlok, E., 1978)

Merupakan hal penting untuk mengetahui bagaimana penumpang dan barang bergerak melalui area terminal. Untuk menentukan bagaimana mendapatkan fungsi terminal yang diinginkan dan merencanakan atau mengevaluasi fisik dan sistem operasional untuk alternatif tertentu. Terminal pada faktanya dipandang sebagai tempat memproses barang dan penumpang. Waktu dapat diasosiasikan dengan perbedaan fungsi proses yang penting dalam perencanaan dan evaluasi terminal. Faktor waktu

bagi operator terminal dan penumpang menjadi biaya utama dalam rangka menentukan kelayakan finansial dari fasilitas-fasilitas atau sistem yang ada.

6.5.1 Perencanaan Terminal

Dalam melakukan perencanaan suatu terminal sepatutnya perlu memperhatikan sejumlah hal penting untuk dilakukan kajian secara rinci terkait fungsi terminal, dan ditinjau dari sistem jaringan rute secara keseluruhan maupun dari aktifitas atau mekanisme proses yang ada di terminal. Bagian lainnya yang harus diperhatikan adalah jumlah dari pergerakan yang harus diantisipasi, karena terminal diselenggarakan bertujuan untuk mengantisipasi aktifitas maupun mekanisme pergerakan lalu lintas yang timbul dengan tingkat intensitas tertentu. Terdapat beberapa kriteria umum yang dapat dipertimbangkan dalam merencanakan suatu terminal (Adisasmita, 2011) yaitu :

1. Terminal diharapkan dapat memperhitungkan aktifitas para pejalan kaki (pedestrian)
2. Terminal diharapkan mampu memprediksi sirkulasi arus bus secara efisien dan efektif
3. Terminal diharapkan mampu melayani peningkatan kebutuhan transfer penumpang/barang secara cepat, mudah dan efisien
4. Terminal diharapkan dapat menyelesaikan pergerakan penumpang/barang secara mudah dan cepat
5. Terminal diharapkan mampu memberikan rasa nyaman dan aman kepada penumpang, dalam aktifitas naik turun dari bus maupun perpindahan (*transfer*) antar lintasan bus
6. Terminal diharapkan mengharuskan bus dapat memuat serta menurunkan penumpang dengan gampang dan cepat
7. Terminal diharapkan seminimal mungkin memberikan dampak pada kondisi arus lalu lintas pada jaringan jalan disekitarnya.

Perencanaan penentuan lokasi terminal barang harus bersesuaian pada perencanaan pengembangan pusat kegiatan, sistem logistik nasional, dan memenuhi permintaan angkutan barang, pola distribusi barang, kelayakan secara teknis, finansial, ekonomi, sosial serta lingkungan. Selain itu, lokasinya juga harus memenuhi unsur keselamatan dan keamanan lalu lintas serta angkutan jalan, maupun tidak merusak kelestarian dan mengganggu aktifitas lingkungan hidup.

6.5.2 Evaluasi Terminal

Indikator kinerja dapat dilihat pengertiannya merupakan ukuran kuantitatif maupun kualitatif yang dapat memberikan gambaran tingkat ketercapaian suatu sasaran atau tujuan yang telah ditetapkan atau disepakati. Indikator kinerja harus dapat dihitung dan diukur serta digunakan untuk menilai tingkat kinerja dengan parameter-parameter yang menjadi acuan. Terdapat beberapa bagian kegiatan dalam melakukan evaluasi kinerja terminal, seperti :

1. Pencatatan jumlah kendaraan dan penumpang yang datang dan berangkat dalam terminal
2. Pencatatan waktu kedatangan dan keberangkatan setiap kendaraan bermotor umum (penumpang)
3. Pencatatan jumlah pelanggan, dan
4. Pencatatan faktor muat kendaraan (khususnya penumpang)

Evaluasi standar pelayanan terminal penumpang dalam rangka mengoptimalkan penyelenggaraan terminal (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2015). Beberapa aspek pelayanan yang dapat diukur dalam terminal mencakup:

1. Pelayanan keselamatan
Kegiatan pelayanan ini meliputi tersedianya lajur pedestrian, fasilitas keselamatan jalan, rute evakuasi, alat pemadam kebakaran, informasi fasilitas keselamatan,

informasi fasilitas pemeriksaan dan perbaikan ringan kendaraan bermotor, dan terdapat pos petugas kesehatan serta petugas pemeriksa kelaikan kendaraan.

2. Pelayanan keamanan

Kegiatan pelayanan ini meliputi tersedianya fasilitas keamanan, tempat laporan gangguan keamanan dan petugas keamanan terminal

3. Pelayanan kehandalan/keteraturan

Kegiatan pelayanan ini seperti penyediaan informasi waktu operasional angkutan, tarif angkutan, jadwal aktual secara tertulis (*on screen*), tempat penjualan tiket angkutan, kantor pengelola terminal, area kendali (*control room*) dan pengaturan sistem informasi terminal serta tersedia petugas operasional terminal

4. Pelayanan kenyamanan

Aktifitas pelayanan ini meliputi tersedianya fasilitas penunjang kenyamanan penumpang pada area terminal, seperti ruang tunggu, toilet, musholla, ruang terbuka hijau, rumah makan, fasilitas kebersihan, tempat istirahat awak kendaraan, area merokok, drainase, area akses jaringan internet, ruang baca, dan lampu penerangan ruangan

5. Pelayanan kemudahan/keterjangkauan

Kegiatan ini meliputi tersedianya letak jalur pemberangkatan, jalur kedatangan, informasi pelayanan, informasi angkutan lanjutan, informasi gangguan perjalanan, tempat penitipan barang, fasilitas pengisian baterai (*charger corner*), tempat naik-turun penumpang dan area parkir kendaraan umum serta kendaraan pribadi

6. Pelayanan kesetaraan

Kegiatan pelayanan ini meliputi fasilitas penyandang cacat (disabilitas) dan ruang bagi ibu menyusui.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, S. A. 2011. *Perencanaan pembangunan transportasi*. Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu. Available at: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=pMx1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=STRATEGI+DAN+PERENCANAAN+PEMBANGUNAN+UNTUK+PENGEMBANGAN+EKONOMI+DI+NEGARA+INDONESIA&ots=mtR6m0LNgX&sig=xY6QmHHKzz1QJeHrh0rKLfcRUj0>.
- Katadata. 2016. *Jumlah Terminal Penumpang 2010-2014*, Katadata Media Network. Available at: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2016/08/08/jumlah-terminal-penumpang-2010-2014> (Accessed: 19 July 2023).
- Masihkan Kita Perlu Terminal – Dinas Perhubungan Aceh. 2021. *Dinas Perhubungan Aceh*. Available at: <https://dishub.acehprov.go.id/aceh-transit/masihkan-kita-perlu-terminal/> (Accessed: 2 July 2023).
- Menteri Perhubungan. 2021. 'Peraturan Menteri Perhubungan No. 24 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Terminal Penumpang Angkutan Jalan'. Indonesia: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Morlok, E. K. 1978. *Introduction to Transportation Engineering and Planning*. 1st edn. New York: McGraw-Hill. Available at: https://books.google.co.id/books/about/Introduction_to_Transportation_Engineeri.html?id=pelRAAAAMAAJ&redir_esc=y (Accessed: 2 July 2023).
- Nottingham Station-National Rail. 2023. Available at: <https://www.nationalrail.co.uk/stations/nottingham/> (Accessed: 3 July 2023).
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2015. 'Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 40 Tahun 2015 SPM Terminal Penumpang', *Menteri Perhubungan Republik Indonesia*, pp. 1–21.

- Peraturan Pemerintah Indonesia. 2013. 'PP No 79 Tahun 2013 JARINGAN LALU LINTAS DAN ANGKUTAN JALAN'. Indonesia.
- Prasetya, W. *et al.* 2014. 'Faktor-Faktor Utama Pelayanan Terminal Penumpang Di Pelabuhan', *Warta Penelitian Perhubungan*, 26(10), pp. 555–570. doi: 10.25104/WARLIT.V26I10.931.
- Rodrigue, J.-P. (2020) 'The Geography of Transport Systems', *The Geography of Transport Systems*. doi: 10.4324/9780429346323.
- Sentani Airport-Jayapura. 2023. *Angkasa Pura*. Available at: <https://sentani-airport.co.id/id/terminal-domestik/index> (Accessed: 11 July 2023).
- Sgouridis, S. P., Makris, D. and Angelides, D. C. 2003. 'Simulation Analysis for Midterm Yard Planning in Container Terminal', *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 129(4), pp. 178–187. doi: 10.1061/(ASCE)0733-950X(2003)129:4(178).
- UU Nomor 22. 2009. 'UU No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan'.
- Warpani, S. P. 2002. *Pengelolaan lalu lintas dan angkutan jalan*. B: ITB. Available at: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=311895#> (Accessed: 18 July 2023).

BAB 7

ANGKUTAN UMUM PENUMPANG DAN BARANG

Oleh Rizky Hadijah Fahmi

7.1 Pendahuluan

Angkutan umum ialah segala jenis alat kendaraan bermotor bukan milik pribadi yang digunakan untuk mengantarkan penumpang maupun barang ke tempat tujuan. Kemajuan suatu sistem tata kota sangat bergantung pada sistem transportasi yang ada di dalamnya. Perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya merupakan kebutuhan pokok masyarakat dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Karena itu, pengelolaan sistem transportasi yang baik secara tidak langsung akan berdampak pada sistem tata kelola kotanya.

Permasalahan umum yang timbul dalam sistem transportasi angkutan umum ialah ketersediaan dan keandalan yang belum mampu memuaskan pengguna jasa. Angkutan umum konvensional saat ini berada di ambang kritis (Sulwanta and Kasnawi, 2019). Eksistensi angkutan umum konvensional mulai tergerus dengan munculnya beragam pilihan transportasi saingan yang lebih diminati oleh pengguna jasa.

7.2 Angkutan Umum Penumpang

Angkutan umum disediakan oleh pemerintah untuk masyarakat kota maupun daerah dengan tujuan agar memudahkan pergerakan aktivitas masyarakat sehari-hari (Mahapsari, 2013). Angkutan umum dapat menjadi pilihan bagi masyarakat yang tidak memiliki kendaraan pribadi. Berbeda dengan yang terjadi di negara

maju. Di negara maju, masyarakat dipaksa oleh sistem agar lebih memilih untuk menggunakan angkutan umum dibanding angkutan pribadi. Secara tidak langsung pemerintah negara maju mengarahkan masyarakatnya untuk menggunakan angkutan umum dengan berbagai cara seperti meninggikan harga beli kendaraan bermotor, meninggikan pajak kendaraan bermotor dan meninggikan tarif parkir kendaraan bermotor. Logika pengguna jasa tentu saja akan memilih angkutan umum yang disediakan oleh pemerintah dibanding mengeluarkan banyak biaya transportasi jika tetap memilih menggunakan kendaraan pribadi. Hal ini tentu saja harus dibarengi dengan tersedianya fasilitas-fasilitas pendukung angkutan umum sehingga masyarakat tetap merasa aman dan nyaman.

Tidak belajar dari sistem transportasi di negara maju, pada Januari 2023, Bank Indonesia memberikan relaksasi untuk kredit kendaraan bermotor. Per tanggal 1 Maret 2023 secara resmi diberlakukan penurunan batas uang muka kendaraan bermotor hingga nol persen. Hal tersebut tentu saja disambut antusias oleh banyak masyarakat yang berbondong-bondong mengajukan pendanaan kredit kendaraan bermotor, baik motor maupun mobil. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tercatat bahwa jumlah kendaraan (mobil penumpang, mobil bis, mobil barang dan motor) di Indonesia per tahun 2021 sebesar 141.992.573 kendaraan. Jumlah tersebut meningkat sebesar 4,12% dibanding tahun sebelumnya. Nilai tersebut naik tiga kali lipat dibanding peningkatan kendaraan tahun 2019 ke tahun 2020 yakni di angka 1,85% (BPS, 2021).

Pertumbuhan jumlah kendaraan dari tahun ke tahun inilah yang merupakan alasan terbesar penyebab kemacetan lalu lintas. Dengan lebar ruas jalan yang begitu-begitu saja, penambahan jumlah kendaraan bermotor membuat jalan raya menjadi semakin sesak.

7.2.1 Angkutan Umum *Online*

Angkutan umum konvensional semakin hari semakin tergerus oleh munculnya angkutan *online*. Angkutan *online* yang mulai hadir di tahun 2015. Angkutan ini dirasa mampu memenuhi seluruh ekspektasi pengguna angkutan. Mulai dari harga yang murah hingga hampir setengah harga dari ongkos angkutan konvensional (Muslih, 2018), titik jemput dan titik antar yang tepat di tujuan serta dapat memberikan rasa aman sebab sistem yang dibangun memungkinkan untuk melacak keberadaan tiap angkutan *online*. Selain itu generasi baru juga ditarik minatnya dengan sistem pembayaran ongkos angkutan yang dapat dilakukan secara digital/ *cashless*.

Kemunculan internet tidak dapat dipungkiri memberikan dampak yang sangat besar terhadap kemajuan teknologi. Termasuk pula dalam sistem transportasi. Perkembangan digital di segala lini kehidupan membuat perilaku manusia berubah dalam beraktivitas. Jika angkutan umum konvensional dapat dijangkau di jalur trayeknya masing-masing, angkutan umum *online* kini tersedia tepat di depan rumah para penumpang. Kemudahan tersebut membuat para pengguna angkutan umum konvensional perlahan-lahan beralih dan berpindah menjadi pengguna angkutan umum *online*.

Angkutan *online*, yang kini mengambil alih kejayaan angkutan konvensional tidak dapat memberikan solusi dalam mengatasi kemacetan lalu lintas. Sebab sistem angkut angkutan *online* merujuk pada sistem angkut moda taxi, yakni mengantarkan satu atau satu kelompok penumpang ke tempat tujuan. Berbeda dengan angkutan umum konvensional yang mengumpulkan banyak penumpang sekaligus. Karenanya sistem angkutan online per-orangan belum dapat dikatakan sebagai generasi baru angkutan umum.

7.2.2 Teman Bus

Di tahun 2020, Pemerintah Indonesia menelurkan program baru dalam rangka meregenerasi angkutan umum konvensional, yakni dengan mencanangkan angkutan massal “Teman Bus (Transportasi Ekonomis Mudah Aman dan Nyaman)”. Teman Bus merupakan armada bus sedang yang berkapasitas 20 orang penumpang. Di bawah naungan Departemen Perhubungan, Teman Bus hadir di kota-kota besar seperti di Kota Medan, Palembang, Yogyakarta, Solo, Denpasar dan Makassar (Dephub.go.id). Teman Bus memiliki trayek yang berbeda dengan angkutan umum konvensional. Hal ini dirancang agar tidak mengganggu trayek angkutan umum konvensional. Teman Bus tidak seperti angkutan umum konvensional yang dapat berhenti di sepanjang jalan trayeknya untuk menaikkan ataupun menurunkan penumpangnya. Teman Bus didesain lebih tinggi sehingga penumpang perlu naik ke terminal terlebih dahulu sebelum melangkahkan kaki masuk ke dalam bus. Teman Bus sendiri dirancang mengikuti perkembangan zaman, yakni telah memiliki sistem yang telah didigitalisasi. Pelacakan posisi armada bus dapat dilakukan melalui handphone calon penumpang. Hal ini didesain agar calon penumpang dapat memperkirakan waktu kedatangan armada bus yang akan dinaikinya.

Uji coba Teman Bus dilakukan di Tahun 2021 dengan menggratiskan ongkos angkutan selama satu bulan penuh. Dengan penawaran tersebut, masyarakat mulai tertarik untuk mencoba angkutan massal baru ini. Pemerintah juga memberikan perlakuan spesial untuk pelajar, mahasiswa dan lansia dengan menggratiskan mereka menggunakan Teman Bus secara terus-menerus bahkan setelah masa uji coba berakhir.

Program Teman Bus memiliki website tersendiri yakni temanbus.com. Website ini berisi informasi terkait rute trayek di tiap Kota. Hingga tahun 2023, Teman Bus telah hadir di 11 kota

dengan penambahan Teman Bus di Kota Bandung, Banyumas, Bogor, Surabaya dan Banjarmasin.



Gambar 7.1. Pemeriksaan Kelaikan Angkutan Umum (Dephub, 2021)

Di Kota Makassar sendiri, tersedia 22 armada Teman Bus dengan rute layanan di 4 koridor. Tarif yang diberikan sebesar Rp4.600,-. Tarif ini lebih murah dibanding angkutan umum konvensional yang memasang tarif Rp7.000,-. Didalam Bus dilengkapi dengan pendingin ruangan dan CCTV serta gantungan pengangan tangan bagi penumpang yang berdiri. Dengan mematok harga yang terjangkau serta berbagai fasilitas yang disediakan oleh Teman Bus, Pemerintah berharap agar masyarakat dapat beralih dari penggunaan kendaraan pribadi maupun

angkutan *online* menjadi menggunakan angkutan umum Teman Bus.

Harapan tersebut seperti jauh panggang dari api. Berbagai faktor rupanya membuat Teman Bus tidak seramai yang diharapkan.

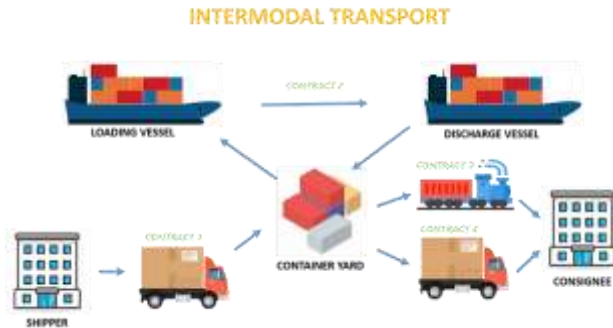
1. Kemunculan Teman Bus yang bertepatan dengan hadirnya Covid-19. Pandemi memaksa seluruh masyarakat berdiam diri di rumah. Penyebaran virus Covid-19 dari manusia ke manusia membuat kebijakan sosial distancing diberlakukan. Seluruh aktivitas di luar rumah dihentikan. Hal ini secara langsung berdampak pada penggunaan transportasi yang meredup. Kemunculan Teman Bus berada di waktu yang salah.
2. Persaingan antara angkutan Teman Bus dan angkutan *online* seperti berat sebelah. Berbagai fasilitas yang ditawarkan oleh Teman Bus belum mampu menggeser keberadaan angkutan *online*. Salah satu hal mendasar yang menjadi penyebabnya ialah faktor keandalan dan keefektifan angkutan. Dengan jumlah armada yang terbatas, waktu tunggu Teman Bus di terminal menjadi cukup lama, yakni di kisaran 30 menit. Sedangkan angkutan *online* selalu menyediakan armada transportasi terdekat dari titik asal penumpang, sehingga waktu tunggu menjadi lebih cepat, yakni berkisar antara 5-10 menit saja.
3. Penjemputan penumpang Teman Bus melalui terminal-terminal kecil di beberapa titik jalan. Hal ini menjadikan proses angkut dan turun penumpang menjadi lebih teratur, tidak seperti angkutan umum konvensional. Namun, bagi beberapa penumpang keberadaan terminal menjadikan jarak tempuh berjalan kaki dari rumah ke tempat angkutan umum menjadi lebih jauh. Sehingga pilihan penumpang kembali lagi pada angkutan umum *online* yang langsung menjemput ke rumah penumpang.

4. Penetapan koridor pelayanan Teman Bus dianggap kurang tepat sasaran, sebab rute pengangkutan disiapkan dari mall ke area pendidikan (seperti kampus). Tidak seperti trayek angkutan umum konvensional, yang memiliki rute yang hampir menyisir seluruh area perkotaan. Masih banyak area perkotaan yang belum dijangkau oleh rute Teman Bus. Sehingga banyak penumpang yang masih menggunakan angkutan umum konvensional maupun angkutan *online* yang menjangkau area tempat tinggalnya.

7.3 Angkutan Umum Barang

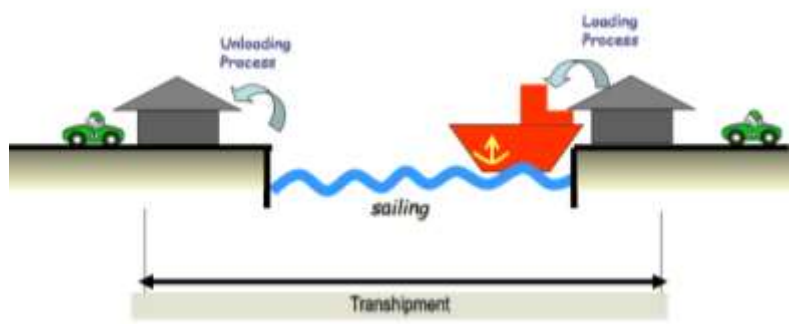
Proses distribusi merupakan bentuk sokongan terhadap produksi barang. Barang dari produsen/ sumber (origin) didistribusikan kepada konsumen/ tujuan (destination) menggunakan moda transportasi. Permasalahan yang dihadapi dalam pendistribusian barang ialah bagaima penentuan pola distribusi barang dalam jumlah besar dengan sasaran untuk memperoleh ongkos yang paling minimal.

Angkutan umum barang berkembang jauh lebih pesat dibandingkan dengan angkutan umum penumpang. Hal ini sebab barang memiliki berbagai macam jenis dan tipe. Bahkan dalam satu pengiriman bisa saja terdiri dari dua atau tiga jenis barang yang berbeda dan harus dicatat lebih mendetail. Beda halnya dengan angkutan umum penumpang yang mewadahi perpindahan manusia. Yang mana informasi terkait penumpang ialah manusia itu sendiri. Karakteristik barang ialah ia tidak dapat bergerak dengan sendirinya, sehingga sangat tergantung pada pengiriman/ *shipment*.



Gambar 7.2. Transportasi Intermoda pada Angkutan Umum Barang. (Ilmu kapal dan logistik, 2022)

Proses pengangkutan barang dapat dilakukan pada semua moda baik itu moda transportasi darat, moda transportasi laut maupun udara. Pemilihan jenis moda angkutan barang dipilih berdasarkan jenis barang yang akan dipindahkan, jarak tempuh lokasi asal dan tujuan pendistribusian barang, jumlah barang dan karakteristik barang. Karena integrasi antarmoda inilah maka proses pengangkutan barang memerlukan banyak jenis kendaraan.



Gambar 7.3. Konsep Pemodelan *Transshipment Point Management* di Pelabuhan. (Ilmu kapal dan logistik, 2022)

Dari Gambar 7.3 terlihat pemodelan proses perpindahan moda angkutan umum barang. Dimulai dari proses pengangkutan barang menggunakan moda angkutan darat, kemudian perpindahan moda dari angkutan darat ke angkutan laut. Setelah itu barang dibawa dengan kapal barang menuju pulau tujuan. Sampai di pelabuhan dilakukan proses *unloading* dari kapal dipindahkan ke angkutan darat. Kemudian barang dibawa menuju gudang masing-masing melalui jalur darat.

Permasalahan transportasi lain yang timbul dari proses pengangkutan barang ialah muatan truk yang melebihi kapasitas. Hal tersebut berakibat pada kerusakan jalan dan berkurangnya umur layan jalan (Irawan, 2012). Terjadi penyimpangan beban kendaraan lebih dari 10% dari yang seharusnya. Penyimpangan tersebut mengakibatkan berkurangnya umur layan jalan sebesar 17,4% dari umur yang direncanakan. Tindakan tegas diperlukan agar para armada pengangkut barang tidak mengangkut beban yang lebih dari kapasitas yang disyaratkan. Pembagian kelas jalan diatur dalam UU No. 22 Tahun 2009 Pasal 19 (Mian, 2009).

Tabel 7.1. Kapasitas beban yang disyaratkan

Kelas Jalan	JBI (Jumlah Beban Diizinkan)	Dimensi Max (m)		
		P	L	T
I	10 ton	18	2,5	4,2
II	8 ton	12	2,5	4,2
III	8 ton	9	2,1	3,5
Khusus	>10 ton	18	2,5	4,2

Sumber: UU No. 22 Tahun 2019 Pasal 19

Truk pengangkut barang yang muatannya melebihi kapasitas akan berjalan lebih lambat, yang berujung pada

kemacetan di ruas jalan. Selain itu, melaju dengan *overcapacity* juga dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas jika pengemudi lengah.

7.3.1 Moda Darat

Angkutan umum barang di darat terdiri dari angkutan via mobil barang dan kereta api. Rail Express merupakan program pengiriman barang yang dibawah oleh PT. Kereta Api Indonesia. Sedangkan pengangkutan barang via mobil maupun bus ditawarkan oleh berbagai perusahaan jasa pengiriman barang. Jenis-jenis mobil barang dapat dibagi menjadi beberapa jenis sebagai berikut:

1. Truk Barang Umum. Merupakan truk yang digunakan untuk mengangkut seluruh jenis barang umum, baik yang telah dikemas maupun yang belum dikemas.
2. Truk Tangki. Truk tanki didesain untuk membawa barang dalam bentuk cair dan gas. Truk tangki memiliki beberapa sekat di dalamnya.
3. Mobil Box. Merupakan mobil pengangkut barang dengan box besar di belakangnya yang terbuat dari aluminium maupun baja. Beberapa jenis mobil box dilengkapi dengan pendingin yang digunakan untuk mengatur suhu di dalam box mobil. Mobil box dengan pengatur suhu biasanya digunakan untuk mengangkut barang yang mudah rusak akibat suhu seperti mengangkut sayur, buah, es krim, dan lain sebagainya.
4. Mobil Peti Kemas. Merupakan mobil pengangkut kontainer/ peti kemas. Kendaraan ini terdiri dari bagian penarik yang terletak di depan dan kereta tempelan yang merupakan tempat kontainer diletakkan.



Gambar 7.4. Jenis-jenis Mobil Angkutan Barang (a) mobil barang umum, (b) mobil tanki, (c) mobil box, (d) mobil kontainer (Totoya.co.id, 2022)

7.3.2 Moda Laut

Lebih dari 88% barang impor masuk ke Indonesia melalui moda transportasi laut (BPS, 2021). Hal ini menjadikan angkutan laut menjadi bagian penting dalam pendistribusian barang, mengingat wilayah Indonesia terdiri dari banyak pulau dengan laut berukuran tiga kali lipat lebih besar dibanding wilayah daratnya. Dominasi moda laut dalam angkutan barang salah satunya juga dikarenakan harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan angkutan barang via udara. Moda laut juga menjadi pilihan utama dalam pendistribusian barang dengan bobot yang berat. Berikut beberapa jenis kapal yang digunakan dalam angkutan umum moda laut.

1. Kapal barang/ *cargo ship*. Merupakan kapal yang membawa barang dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan.
2. Kapal barang dan penumpang/ *cargo passenger ship*. Salah satu contohnya ialah kapal ferry. Kapal ferry biasanya digunakan dalam penyeberangan antarpulau dengan jarak yang cukup dekat. Kapal ferry dilengkapi dengan fasilitas untuk mengangkut penumpang dan juga berbagai kendaraan seperti mobil, motor, bus, bahkan gerbong kereta api.
3. Kapal pengangkut kayu/ *timber carrier/ log carrier*. Kapal yang dilengkapi dengan geladak yang ditempati untuk mengangkut kayu.
4. Kapal pengangkut muatan cair/ kapal tanker. Di lambung kapal tanker di desain sebagai wadah untuk menampung cairan yang akan diangkut ke pelabuhan tujuan. Karena sifat dari cairan yang selalu berada di posisi yang sejajar, maka di lambung kapal tanker dibuat sekat-sekat.
5. Kapal pengangkut peti kemas/ *container ship*. Merupakan kapal dengan geladak yang dibuat sebagai tempat menyusun angkutan kontainer/ peti kemas.
6. Kapal pengangkut muatan curah/ *bulk carrier*. Merupakan kapal yang mengangkut barang tanpa pembungkusan terlebih dahulu. Barang yang diangkut seperti biji-bijian tumbuhan dan biji tambang. Proses muat dan angkut dilakukan melalui pipa.
7. Kapal pendingin/ *refrigated cargo vessels*. Kapal yang dilengkapi dengan sistem pendingin. Digunakan untuk mengangkut barang yang membutuhkan pengaturan suhu agar tidak cepat rusak/ busuk. Barang yang diangkut berupa ikan dan sayuran.
8. Kapal pengangkut ternak. Kapal ini memberikan fasilitas seperti tempat makan hewan ternak dan tempat kotoran yang mudah untuk dibersihkan.



Kapal Barang



Kapal Barang
Penumpang



Pengangkut Kayu



Tanker



Kapal Kontainer



Bulk Carrier



Kapal Pendingin



Kapal Ternak

Gambar 7.5. Jenis-jenis Kapal Khusus Berdasarkan Fungsinya
(amancarecrewindo.com, 2022)

7.3.3 Moda Udara

Angkutan barang moda udara pada awalnya dijadikan satu dengan angkutan penumpang. Namun seiring dengan permintaan pengangkutan barang yang semakin tinggi dan menuntut waktu yang lebih cepat, maka lambat laun angkutan barang dan penumpang kemudian dipisahkan (Jenderal, Udara and Perhubungan, 2005). Pesawat yang berfungsi dalam pengangkutan barang disebut pesawat kargo. Berdasarkan fungsinya, pesawat kargo dibedakan menjadi:

1. Pesawat angkut ringan
2. Pesawat angkut menengah
3. Pesawat angkut berat
4. Pesawat angkut sangat berat (*heavy lift*)

Penggunaan pesawat kargo sebagai moda angkut barang memiliki beberapa kelebihan. Diantaranya ialah waktu tempuh yang lebih cepat dibanding dengan moda angkut laut, hal ini membuat moda udara menjadi pilihan utama bagi pengiriman barang yang menginginkan waktu singkat. Meskipun dari segi biaya, moda laut menawarkan harga yang lebih murah.



Gambar 7.6. Pesawat Angkut Militer
(Airspace-review.com, 2022)

Selain pesawat angkut komersil, terdapat pula pesawat angkut barang milik militer. Pesawat angkut militer digunakan dalam mengangkut barang keperluan militer, senjata, kendaraan perang maupun personil militer.

DAFTAR PUSTAKA

- Airspace-review.com. 2022. *Pesawat Angkut Militer, 2022*. Available at: airspacea-review.com.
- amancarecrewindo.com. 2022. *Jenis dan Fungsi Kapal Cargo, 2022*. Available at: <https://amancarecrewindo.com/>.
- BPS. 2021. *Kendaraan Dalam Angka, 2021*. Available at: <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>.
- Dephub.go.id (no date) *Angkutan umum barang, 2021*. Available at: <https://dephub.go.id/>.
- Ilmu kapal dan logistik. 2022. *Perbedaan Intermodal dan multimodal transport, 2022*. Available at: <https://www.kapaldanlogistik.com/2022/10/perbedaan-intermodal-dan-multimodal-transport.html>.
- Irawan, T. A. B. 2012. 'Pengaruh Kendaraan Angkutan Barang Muatan Lebih (overload) pada Perkerasan dan Umur Jalan', *Studi Kasus di Jembatan Timbang Salam, Magelang*.
- Jenderal, D., Udara, P. and Perhubungan, D. 2005. 'Cetak Biru Transportasi Udara 2005 - 2024 (Konsep Akhir)', 2024.
- Mahapsari. 2013. 'PM. No. 98 Tahun 2013', 66(1997), pp. 37–39.
- Mian, S. 2009. 'UU 2019 No. 22', 2(5), p. 255.
- Sulwanta, A. A. and Kasnawi, T. (2019) 'HASANUDDIN JOURNAL OF SOCIOLOGY (hjs)', 1(1), pp. 1–14.
- Totoya.co.id. 2022. *Jenis-jenis Truk, 2022*. Available at: toyota.co.id.

BAB 8

OPERASI TRANSPORTASI

Oleh Syahlendra Syahrul

8.1 Pendahuluan

8.1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia untuk melakukan pergerakan dan perpindahan dari suatu tempat asal ke tempat tujuan merupakan salah satu kebutuhan dasar yang pasti dilakukan, begitu juga kebutuhan manusia untuk memperoleh kebutuhan primer maupun kebutuhan skunder secara mudah dan cepat juga merupakan salah satu kebutuhan dasar yang tidak kalah pentingnya.

Transportasi merupakan suatu kegiatan untuk memindahkan orang dari tempat asal ke tempat tujuan ataupun memindahkan barang dari produsen ke konsumen (Khisty & Lall, 2008). System transportasi yang baik adalah system transportasi yang mampu memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut secara maksimal. System transportasi yang baik harus di dukung oleh sarana dan prasarana transportasi, disamping itu, harus dilengkapi juga dengan system dan pengaturan terkait penggunaan sarana dan prasarana tersebut. Untuk itu system transportasi harus dilengkapi oleh system operasi transportasi.

8.1.2 Ruang Lingkup Operasi Transportasi

Operasi transportasi merupakan aspek-aspek yang mempengaruhi penggunaan dan pemanfaatan sarana dan prasarana transportasi dalam pemenuhan fungsi dan manfaatnya. Definisi lain dari operasi transportasi adalah segala hal yang berkaitan bagaimana metode atau cara yang dilakukan untuk

memanfaatkan system transportasi dalam memaksimalkan fungsi pelayanannya.

Sistem operasi transportasi didefinisikan sebagai suatu sistem pengoperasian yang diterapkan pada masing - masing moda transportasi untuk memperoleh manfaat yang maksimal dengan tidak meninggalkan faktor keselamatan bagi pemakainya (Arif, 2017). Ruang lingkup operasi transportasi yang akan dibahas pada bab ini lebih difokuskan pada bagaimana perencanaan system operasi angkutan umum dengan pokok pembahasan antara lain :

1. Pelayanan Transportasi
2. Jaringan transportasi
3. Penentuan moda dan rute transportasi
4. Penentuan Jadwal dan Frekwensi Transportasi
5. Penentuan Kapasitas Transportasi
6. Penentuan Biaya Transportasi

8.2 Pelayanan Transportasi

Peran sektor transportasi yang sangat vital dalam pertumbuhan ekonomi menuntut pelayanan sistem transportasi yang efektif dan efisien. Sistem transportasi yang efektif dan efisien akan memberikan pelayanan yang maksimal baik untuk perpindahan orang maupun barang sesuai dengan fungsi dari transportasi itu sendiri.

Sistem transportasi yang efektif dan efisien untuk perpindahan barang harus memenuhi beberapa kriteria berikut (Adisasmita, 2010):

1. Lancar (*speed*)
2. Aman (*safety*)
3. Cukup (*Adequacy*)
4. Frekuensi (*Frequency*)
5. Teratur (*regularity*)
6. Bertanggungjawab (*responsibility*)
7. Murah (*acceptble cost*)

Untuk perpindahan orang/manusia, ke tujuh kriteria diatas harus di tambahkan dengan satu kriteria layanan yaitu kenyamanan (*comfort*).

Untuk memenuhi pelayanan transportasi yang maksimum, dibutuhkan suatu system operasi yang baik. Perencanaan system operasi harus betul-betul dimaksimalkan, baik itu perencanaan system prasarana secara keseluruhan maupun system pengoprasian setiap moda yang akan digunakan. Untuk membuat suatu perencanaan system oprasi yang terarah, target operasi harus di tetapkan, contoh misalnya, untuk perencanaan sistem pengoprasian moda, target pengopereasian dari setiap moda dapat ditetapkan, yakni (Arif, 2017) :

1. Keselamatan maksimum
2. Kenyamanan maksimum
3. Efisiensi yang tinggi

Untuk target efisiensi yang tinggi baru bisa diperoleh jika pada pengoperasian sarana transportasi dapat diperoleh kondisi (Arif, 2017):

1. Kendaraan bergerak dengan secepat mungkin.
2. Terjadi kelambatan kendaraan sekecil mungkin.
3. Tiba di tempat tujuan tepat pada waktunya.

Masalah kemudian timbul karena terjadi kontradiksi antara dua target tersebut. Apabila kendaraan bergerak secepat mungkin atau dioperasikan pada tingkat kecepatan yang optimum, maka tingkat keselamatan menjadi menurun. Sebaliknya apabila faktor keselamatan menjadi target utama, maka tartget kecepatan akan menurun (Arif, 2017).

Sistem operasi yang ideal adalah system operasi yang dapat mengakomodir dua target yang kontradiktif tadi, yaitu bagaimana agar dapat tercapai efisiensi yang baik tapi tetap mengedepankan faktor keselamatan pengguna jasa transportasi.

8.3 Jaringan Transportasi

Jaringan transportasi merupakan kumpulan titik-titik yang membentuk ruang dan dilengkapi oleh infrastruktur serta prasarana transportasi untuk mendukung pergerakan sarana transportasi dalam pemenuhan fungsi transportasi. Jaringan jalan raya yang terdiri atas jalan arteri, jalan kolektor dan jalan lokal, membentuk suatu sistem jaringan jalan secara keseluruhan. Jaringan jalan memiliki peran yang vital dalam meningkatkan pelayanan transportasi dari daerah asal menuju ke daerah tujuan yang tersebar di berbagai pelosok wilayah (Adisasmita, 2011). Gambar 8.1 memperlihatkan contoh jaringan jalan di Semarang yang sudah terintegrasi antar moda angkutan umumnya.



Gambar 8.1. Contoh peta jaringan jalan
(Syahda & Fadhillah, 2022)

Terkait perencanaan operasi transportasi, pemanfaatan jaringan transportasi eksisting sangat penting dilakukan. Hal ini

diperlukan untuk menekan biaya yang timbul akibat adanya perubahan jaringan transportasi jika yang menyesuaikan adalah jaringan transportasinya, berbeda halnya jika yang menyesuaikan adalah system operasi transportasinya, maka biaya yang dikeluarkan untuk mengubah jaringan eksisting bisa di tekan. Hal ini tentunya dikecualikan untuk kondisi yang sangat urgent, misalnya pada suatu kawasan dengan tingkat kejenuhan transportasi yang begitu padat.

Penyusunan jaringan transportasi yang baik harus memperhatikan dan memperhitungkan banyak aspek, misalnya (Adisasmita, 2011)

1. Distribusi penduduk dan kegiatan pembangunan sektoral yang tersebar di berbagai daerah,
2. Rencana pemanfaatan tata ruang wilayah yang telah ditetapkan,
3. Kebutuhan jasa transportasi antar wilayah dan pusat kegiatan (kota),
4. Penyediaan jumlah dan kapasitas sarana transportasi
5. Karakteristik dan klasifikasi jaringan jalan menurut fungsinya (jalan arteri, kolektor dan lokal), dan
6. Strategi kebijakan dan perencanaan pembangunan nasional dan regional.

Peranan dan fungsi jaringan transportasi yang begitu penting dalam menunjang fungsi dari system transportasi secara khusus dan pertumbuhan ekonomi serta pembangunan infrastruktur untuk ranah yang lebih luas, maka perencanaan dan analisis konseptual teoritis secara reliable dan implementable penting untuk dilakukan (Adisasmita, 2011)

8.4 Penentuan moda dan rute transportasi

8.4.1 Penentuan Moda

Penentuan moda yang akan digunakan dalam perencanaan operasi transportasi juga sangat penting untuk dilakukan. Penentuan moda terkait dengan kapasitas dan ukuran moda tersebut, sehingga tentunya harus memperhatikan kelas jalan dan studi kelayakan terkait kebutuhan dan permintaan masyarakat. Untuk mengetahui demand dan kebutuhan masyarakat, biasanya dilakukan riset terkait pemilihan moda masyarakat.

Pemilihan moda dimaksudkan untuk menganalisa bagaimana orang yang akan menggunakan setiap moda. Proses ini dilakukan dengan maksud untuk menyesuaikan model pemilihan moda pada tahun awal dengan mengetahui variabel bebas (atribut) yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut (Tamin, 2008).

Dalam konteks pemilihan moda-moda tersebut, tentunya harus dianalisa besaran kebutuhan setiap moda melalui pembangunan model utilitas pemilihan moda pada suatu wilayah. Dengan mengetahui bagaimana kebutuhan masyarakat terhadap setiap moda yang sudah ada ataupun yang baru direncanakan, maka diharapkan dapat menjadi bahan masukan dalam perencanaan jumlah dan kapasitas armada angkutan umum/massal, agar nantinya dapat dicapai keseimbangan antara kebutuhan masyarakat dengan jumlah armada angkutan umum/massal yang beroperasi (Syahlendra, 2014).

Penentuan moda juga harus memperhatikan karakteristik pengguna moda, serta karakteristik bangkitan dan tarikan pada wilayah tersebut. Hal itu dikarenakan setiap karakteristik pengguna moda transportasi memiliki pertimbangan yang berbeda mengenai pilihan moda masing-masing, contoh untuk mahasiswa dan pelajar misalnya, berdasarkan hasil riset yang dilakukan, diketahui bahwa faktor yang dapat mempengaruhi mahasiswa/pelajar untuk memilih moda adalah faktor daya jangkauan moda yang tersedia, artinya semakin mudah moda

tersebut untuk dijangkau, maka makin besar kemungkinan mahasiswa/pelajar untuk memilih moda tersebut. (Syahlendra, 2017). Hal ini sejalan dengan fakta lapangan yang terlihat sekarang ini, dimana angkutan online yang sangat diminati oleh masyarakat karena daya jangkau dan kemudahan aksesnya.

8.4.2 Penentuan Rute

Pemilihan rute transportasi mempengaruhi keseimbangan yang terjadi pada system jaringan jalan. Setiap pengguna jalan akan melakukan pemilihan terhadap beberapa rute alternatif yang tersedia, pemilihan rute yang dilakukan biasanya mempertimbangkan beberapa hal, misalnya rute yang memangkas waktu tempuh ataupun rute yang meminimalkan biaya perjalanan (Tamin O Z, 2008).

Penentuan rute dalam operasi transportasi sangat bergantung dari jaringan dan prasarana yang sudah ada, pemanfaatan jaringan dan prasarana eksisting tentunya sangat direkomendasikan terutama untuk penghematan biaya. Penentuan rute merupakan salah satu output utama dalam perencanaan operasi transportasi.

Penentuan rute dilakukan terhadap 2 aspek, aspek yang pertama adalah rute untuk transportasi umum. Untuk transportasi umum disini, yang harus ditentukan adalah bagaimana proses pengumpulannya, kemudian bagaimana arah distribusinya. Kemudian aspek yang kedua adalah penentuan rute untuk jaringan transit. Dalam penentuan jaringan transit, tentunya harus melihat bagaimana pola kebutuhan yang ada (Universitas Pembangunan Jaya, 2015). Beberapa hal ini tentunya harus dilakukan pendalaman-pendalaman dan analisa khusus agar tidak terjadi kesalahan dalam penentuan rute. Output dalam penentuan rute adalah menghasilkan rute yang paling dekat, meminimalkan waktu tempuh dan tentu saja meminimalkan biaya perjalanan.

8.5 Penentuan Jadwal dan Frekwensi Transportasi

Pembahasan terkait jadwal dan frekwensi transportasi tentunya tidak lepas dari bagaimana system angkutan umum massal yang digunakan. Ada beberapa hal yang dipertimbangkan dalam Penentuan jadwal dan frekwensi transportasi, beberapa hal tersebut antara lain (Universitas Pembangunan Jaya, 2015):

1. Kebutuhan berdasarkan permintaan
2. Sifat dan waktu pelayanan
3. Sistem Pengendalian Operasi
4. Faktor Ekonomi

Perencanaan dan penentuan jadwal serta frekwensi transportasi yang akan di terapkan tentunya akan berdampak terhadap jenis angkutan umum apa yang akan dioperasikan. Menurut jadwal dan rutanya, angkutan umum dibedakan menjadi :

1. Mass Transit yang merupakan angkutan umum dengan jadwal dan rute yang tetap serta memiliki kapasitas yang besar. Gambar mass transit dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 8.2. Angkutan Mass Transit
(Yglesias, 2020)

2. Para Transit merupakan angkutan umum dengan jadwal dan rute yang tidak tetap, sesuai dengan permintaan pengguna serta memiliki kapasitas angkut yang relatif lebih kecil. Angkutan umum jenis ini contohnya seperti taxi, Bemo, Becak, angkutan online dan angkutan-angkutan antar daerah. Gambar 3 memperlihatkan salah satu contoh angkutan para transit yang ada di Indonesia.



Gambar 8.3. Angkutan Para Transit
(Max, 2013)

Dalam perencanaan operasi transportasi, penentuan jadwal dan frekwensi transportasi merupakan output lanjutan setelah penentuan moda dan rute transportasi telah ditetapkan. Penentuan jadwal dan frekwensi transportasi disini harus betul-betul direncanakan dengan baik demi memaksimalkan tingkat pelayanan transportasi dalam suatu wilayah. Jadwal sendiri dapat diklasifikasikan menjadi (Universitas Pembangunan Jaya, 2015):

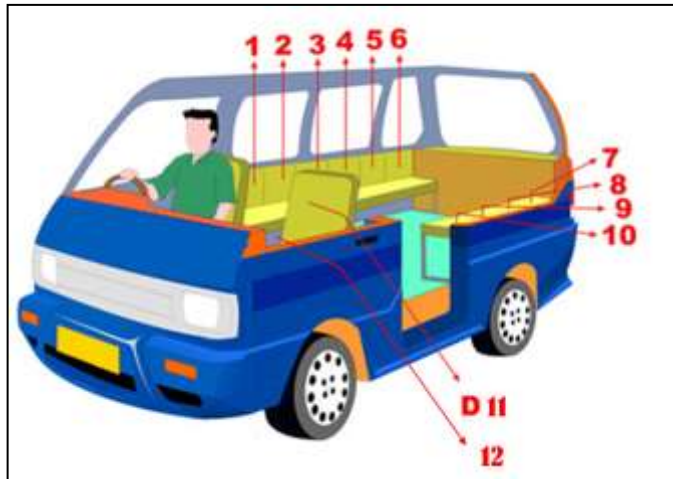
1. Bisa sama sepanjang waktu operasi
2. Dibedakan antara jam sibuk dan tidak jam sibuk
3. Antara hari kerja dan libur dan sebagainya

Penentuan jadwal angkutan umum mempertimbangkan waktu antara, jumlah armada, jam perjalanan asal tujuan serta waktu singgah pada tempat-tempat perhentian.

8.6 Penentuan Kapasitas Transportasi

Kapasitas transportasi dapat dilihat dari 2 sudut pandang yang berbeda, sudut pandang yang pertama mendefinisikan kapasitas transportasi dari sudut pandang prasarana transportasi yang secara umum didefinisikan sebagai kemampuan prasarana transportasi untuk menampung sarana transportasi yang dilayaninya. Contoh pada kapasitas jalan raya, diartikan sebagai kemampuan ruas jalan tersebut untuk menampung kendaraan baik kendaraan berat, kendaraan ringan, sepeda motor, maupun kendaraan tak bermotor persatuan waktu.

Sudut pandang kapasitas transportasi yang kedua mendefinisikan kapasitas transportasi dari sisi sarana transportasi yang digunakan, dimana kapasitas transportasi didefinisikan sebagai kemampuan suatu sarana transportasi dalam memindahkan orang atau barang dalam satu kali perjalanan atau dalam satu satuan waktu tertentu. Gambar 8.4 memperlihatkan kapasitas angkut angkutan Kota di Kota Makassar.



Gambar 8.4. Gambaran kapasitas angkutan kota
(Syahlendra, 2014)

Mempertimbangkan kapasitas transportasi dalam perencanaan operasi transportasi tentunya sangat penting untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan jumlah kapasitas transportasi akan mempengaruhi bagaimana moda yang digunakan, baik ukuran, jumlah armada, maupun jadwal dan frekwensi yang akan di tentukan. Perencanaan operasi transportasi yang kurang matang dan tidak memperhatikan kapasitas transportasi, dapat mengakibatkan pemborosan secara ekonomi atau bahkan dapat memperparah tingkat kemacetan.

8.6 Penentuan Biaya Transportasi

Penentuan biaya merupakan tahap akhir dalam perencanaan operasi transportasi. Penentuan biaya tentunya sangat sensitif dan harus direncanakan secara detail, karena menyangkut keuntungan dan kerugian dari sistem operasi transportasi yang diterapkan.

Secara umum, biaya transportasi dipengaruhi oleh 2 hal, yang pertama adalah ciri fisik dan nilai bahan material akan berubah setelah pengolahan. perubahan secara fisik mungkin dalam berat atau volumenya setelah proses produksi, hal ini berarti bahwa berat atau volume bahan baku yang diangkut ke fasilitas pengolahan akan menjadi lebih besar atau lebih kecil dibandingkan produk akhir yang diangkut ke pasar. Untuk produk akhir yang mengalami pengurangan berat atau volumenya dibandingkan dengan bahan baku, akan cenderung memilih lokasi pabriknya mendekati sumber bahan baku, dan sebaliknya untuk produk akhir yang mengalami penambahan berat atau volume dibandingkan dengan bahan baku, akan menempatkan pabriknya mendekati pasar (Adisasmita, 2010).

Penentuan biaya transportasi selanjutnya akan menentukan tarif/pembayaran yang ditetapkan kepada pengguna layanan transportasi. Struktur tarif angkutan berbeda-beda menurut nilai dan bentuk fisik barang, jarak yang ditempuh dan besar kecilnya volume pengiriman. beberapa keistimewaan dalam struktur tarif angkutan ialah (Adisasmita, 2010)

1. Tarif angkutan ton km mempunyai ciri tapering terhadap jarak yaitu gejala menurunnya tingkat tarif angkutan untuk kesatuan jarak yang semakin jauh.
2. Tarif angkutan bahan mentah per ton km biasanya lebih rendah daripada untuk produk akhir.
3. Tarif angkutan untuk pengiriman dalam jumlah besar per unit lalu lintas lebih rendah dibandingkan pengiriman dalam jumlah kecil.

Dalam penentuan pembayaran transportasi, terdapat 2 hal yang perlu diperhatikan, yang pertama adalah dasar pembayaran, dimana jenis dasar pembayaran bisa dibagi sebagai berikut (Universitas Pembangunan Jaya, 2015) :

1. Seragam

2. Berdasarkan Jarak
3. Berdasarkan Golongan Penumpang

Hal yang ke 2 adalah metode/cara pembayaran, yang dapat dilakukan dengan 3 alternatif, yaitu:

1. Langganan
2. Bayar sebelum naik
3. Bayar setelah naik

Dalam penentuan tarif/pembayaran ada 2 hal yang harus diperhatikan, yang pertama adalah besarnya tarif harus mempertimbangkan tujuan penyediaan angkutan, apakah berupa pemberian pelayanan, kewajiban ataupun berupa pencarian keuntungan, besar pendapatan para pengguna serta adanya kompetisi dari sistem yang lain. Yang kedua adalah pada sistem yang membedakan biaya, besarnya biasanya ditetapkan berdasarkan prinsip jarak yang lebih jauh maka biayanya lebih mahal, di lain pihak makin jarang orang memanfaatkan angkutan pada waktu tertentu, makin murah biayanya atau dengan kata lain penerapan subsidi silang (Universitas Pembangunan Jaya, 2015).

Penentuan moda, rute, jadwal, frekwensi dan biaya transportasi yang sudah dibahas sebelumnya tentunya harus dilakukan dengan perencanaan yang matang, sehingga system operasi transportasi dapat berjalan maksimal. Beberapa upaya lain yang bisa dilakukan untuk mencapai system oprasi yang ideal antara lain membuat suatu bentuk pengendalian dan kontrol dari setiap moda transportasi, yang sesuai dengan ciri/karakteristik yang melekat pada setiap moda, hal tersebut dikarenakan setiap moda memiliki karakteristik yang berlainan, maka bentuk pengendalian dan kontrol dari setiap moda juga akan berbeda (Arif, 2017).

DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, R., 2010. *Dasar-dasar Ekonomi Transportasi*. 1 ed. Makassar: Graha Ilmu.
- Adisasmita, S. A., 2011. *Jaringan Transportasi Teori dan Analisis*. 1 ed. Makassar: Graha Ilmu.
- Arif, M. Z., 2017. <https://id.scribd.com/>. [Online] Available at: <https://id.scribd.com/document/367647515/Sistem-Operasi-Transportasi>. [Accessed 22 July 2023].
- Khisty, C. J. & Lall, B. K., 2008. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. 3 ed. Jakarta: Erlangga.
- Max, T., 2013. <http://kampus-sipil.blogspot.com/2013/04/penggolongan-angkutan-umum.html>. [Online] Available at: <http://2.bp.blogspot.com/-l4lvvD116v0/UWGBGKF9UkI/AAAAAAAAAB60/Y4k8M0RzbdY/s1600/Transportasi+23.jpg>. [Accessed 22 July 2023].
- Morlock, E. K., 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. 3 ed. Jakarta: Erlangga.
- Syahda, A. & Fadhillah, F. S., 2022. https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas:Peta_Jaringan_Transportasi_Semarang.svg. [Online] Available at: https://web.archive.org/web/20220826155030/https://17ce2274-f747-4a1f-a553-faa91b0b6807.usrfiles.com/ugd/17ce22_e58725b32ff043f1b4445753994c0f74.pdf. [Accessed 22 July 2023].
- Syahlendra, 2014. *Studi Pemilihan Moda Angkutan Umum Untuk Pengguna Angkutan*, makassar: Universitas Hasanuddin.
- Syahlendra, 2017. *Studi Pemilihan Moda Angkutan Umum untuk Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang*. Makassar, Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M).
- Tamin, O. Z., 2008. *Perencanaan, Pemodelan, & Rekayasa Transportsi*. Bandung: ITB.

- Universitas Pembangunan Jaya, 2015. <http://www.ocw.upj.ac.id>.
[Online] Available at: <http://www.ocw.upj.ac.id/files/Slide-CIV210-CIV210-Slide-04.pdf>
[Accessed 22 July 2023].
- Yglesias, M., 2020. <https://www.vox.com/2020/3/19/21186910/mass-transit-bailout-needed>. [Online] Available at:
[https://cdn.vox-cdn.com/thumbor/o_BA4B2tnQC5PqVjAFe8OP-Ho80=/0x0:5472x3648/1220x813/filters:focal\(1852x1398:2726x2272\):format\(webp\)/cdn.voxcdn.com/uploads/chorus_image/image/66527317/GettyImages_1182093837.0.jpg](https://cdn.vox-cdn.com/thumbor/o_BA4B2tnQC5PqVjAFe8OP-Ho80=/0x0:5472x3648/1220x813/filters:focal(1852x1398:2726x2272):format(webp)/cdn.voxcdn.com/uploads/chorus_image/image/66527317/GettyImages_1182093837.0.jpg)
[Accessed 22 July 2023].

BAB 9

SISTEM PENGENDALIAN TRANSPORTASI

Oleh Farhan Sholahudin

9.1 Pendahuluan

Definisi sistem pengendalian transportasi merupakan gabungan dari tiga definisi yaitu sistem, pengendalian, dan transportasi. Sistem merupakan bentuk keterkaitan dan keterikatan antara satu variabel dengan variabel lain dalam tatanan yang terstruktur (Sitinjak dan Sitindaon, 2019). Sedangkan pengendalian merupakan proses pengaturan dari berbagai faktor dalam suatu kegiatan agar pelaksanaannya sesuai dengan apa yang sudah direncanakan sebelumnya (Dodi Alamsyah, Lippi Fiqriya Pangestu and Prof. Dr.H. Yus Darusman, 2022). Adapun pengertian transportasi merupakan suatu kegiatan menggerakkan, memindahkan, mengalihkan, dan mengangkut orang dan/atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain (Tumewu, Mantiri and Lopian, 2021).

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systema*) dan bahasa Yunani (*sustema*) yang berarti suatu kesatuan yang terdiri dari beberapa elemen dan komponen yang saling berhubungan sehingga memudahkan dalam aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan. (Susianto and Guntoro, 2017).

Transportasi merupakan suatu kegiatan perpindahan orang atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh mesin atau manusia. Menurut (Tumewu, Mantiri and Lopian, 2021),

transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan orang (penumpang) dari suatu tempat ke tempat lain.

Adapun beberapa unsur yang terlibat pada sistem pengendalian transportasi yaitu sarana, prasarana dan manusia. Sistem pengendalian transportasi bertujuan untuk mengatur pergerakan transportasi yang terjadi dapat diatur dan berjalan dengan aman, selamat, tertib dan lancar sehingga mendapat kinerja yang efektif dan efisien. Prinsip dasar dalam pengendalian transportasi ada 3 (tiga), antara lain :

1. Melihat dan dilihat, bisa dengan bantuan alat visual seperti tanda suar ataupun bisa dibantu dengan bunyi tertentu;
2. Pemisahan dalam ruang, misalnya seperti *interchange*, *subway*, dan lain-lain);
3. Pemisahan dalam waktu, misalnya pemasangan *traffic light* pada persimpangan jalan, penjadwalan kereta api, penjadwalan penerbangan, dan lain-lain).

9.2 Sistem Pengendalian Transportasi Darat

Dalam transportasi darat terdapat unsur pergerakan (*movement*) sehingga terjadi perpindahan tempat atas orang atau barang dengan/atau tanpa kendaraan dari tempat asal ke tempat tujuan (Utami, Karjono and Haryani, 2020). Perencanaan transportasi darat perlu mengintegrasikan kebutuhan infrastruktur transportasi seperti jalan, simpul, lokasi, tata guna lahan, perlengkapan jalan dan fasilitas untuk mendukung sistem transportasi yang efisien, aman, transparan, dan ramah lingkungan.

Transportasi dan tata guna lahan selalu berkaitan, jika terjadi perubahan tata guna lahan maka akan berdampak pula pada transportasi, namun sebaliknya setiap pergerakan transportasi akan berpengaruh pada tata guna lahan (Tamin and Frazila, 1997). (Adris. A. Putra, 2013) menambahkan bahwa keberlanjutan transportasi perkotaan dipengaruhi oleh beberapa

faktor antara lain kebijakan mengenai tata guna lahan, harga, dan faktor teknologi.

Dalam perencanaan pembangunan kawasan perkotaan, peranan transportasi darat memiliki posisi strategis dan penting, sehingga perlu adanya perpaduan kebijakan mengenai manajemen transportasi darat dan dampaknya terhadap perekonomian masyarakat. Untuk meminimalisasi berbagai permasalahan transportasi darat, diperlukan perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi terhadap kebijakan manajemen transportasi darat melalui sistem pengendalian transportasi darat (Kadarisman, 2016).

Badan Pusat Statistik (BPS) menghimpun data kejadian hingga korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia selama 2019-2021. Data yang dihimpun dari Mabes Polri itu menunjukkan, tren kecelakaan dan korbannya lebih tinggi pada 2019. Umlah kecelakaan mencapai 100.028 kejadian pada 2020. Sementara itu, korban meninggal mencapai 23.529 orang, luka berat 10.751 orang, dan luka ringan 10.553 orang. Menginjak 2021, jumlah kejadian dan korban mayoritas meningkat. Rinciannya, terdapat 103.645 kejadian, 25.266 orang meninggal, 10.553 orang luka berat, dan 117.913 luka ringan.

Oleh karena itu, diperlukan pengendalian sistem transportasi darat untuk menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Selain itu, pengendalian sistem transportasi darat ini adalah untuk meminimalisir terjadinya kemacetan lalu lintas dan mengurangi potensi kejadian kecelakaan lalu lintas.

9.2.1 Pengendalian Angkutan Jalan Raya

Alat transportasi yang digunakan pada transportasi jalan raya berupa kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Kendaraan bermotor yaitu kendaraan yang digerakkan dengan bantuan peralatan teknik dan/atau mesin, misalnya sepeda motor, mobil, truk, bus dan lain sebagainya. Adapun untuk akses dan mobilitasnya, sarana transportasi tersebut memerlukan prasarana

transportasi berupa jalan raya sebagai lintasannya. Kendaraan tidak bermotor yaitu kendaraan yang digerakkan dengan bantuan tenaga manusia dan/atau hewan, misalnya sepeda becak, delman dan lain sebagainya.

Dalam pengendalian angkutan jalan raya, diperlukan strategi manajemen dan rekayasa lalu lintas untuk meningkatkan keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Adapun tujuan dari manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan (ruas jalan dan persimpangan) dan gerakan lalu lintas dalam rangka menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan. Adapun kegiatan pengendalian angkutan jalan raya, antara lain :

1. Perbaikan desain geometrik jalan dan/atau persimpangan serta perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan; dan
2. Pengadaan, pemasangan, perbaikan, dan pemeliharaan perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan, antara lain:
 - a. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL);

Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) atau yang biasanya disebut Lampu lalu lintas merupakan lampu yang ditempatkan pada persimpangan jalan untuk mengatur arus lalu lintas serta sebagai tempat penyeberangan pejalan kaki.

Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Lampu hijau artinya jalan, lampu kuning artinya peringatan hati-hati, dan lampu merah artinya berhenti.

- b. Rambu Lalu Lintas;

Rambu Lalu Lintas merupakan perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau

perpaduannya yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi pengguna jalan. Rambu lalu lintas punya banyak jenis dan warna yang punya kegunaan atau fungsi masing-masing (Dirjen Perhubungan Darat, 2014).

Spesifikasi dari bentuk dan warna rambu lalu lintas digunakan untuk membedakan beberapa kategori yang berbeda, dimana hal itu dapat meningkatkan kemudahan pemahaman bagi pengguna jalan, membuat pengguna jalan lebih waspada dan lebih cepat untuk bereaksi terhadap bahaya atau hambatan samping, menciptakan reaksi-reaksi standar terhadap situasi atau bahaya yang dihadapi. Secara umum ada 4 jenis rambu lalu lintas, yaitu :

- 1) Rambu Peringatan, merupakan rambu lalu lintas yang memberikan informasi peringatan bagi pengguna jalan dari potensi bahaya dan sifat dari bahaya tersebut. Rambu peringatan memiliki dasar palang rambu berwarna kuning, sedangkan tulisan atau simbol pada rambu berwarna hitam. Berikut ini merupakan contoh rambu peringatan :



Gambar 9.1. Contoh Rambu Peringatan
(Sumber : PM 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas)

- 2) Rambu Larangan, merupakan rambu lalu lintas yang memberikan informasi kepada pengguna jalan bahwa terdapat suatu larangan. Rambu larangan memiliki dasar palang rambu berwarna putih, garis tepi berwarna merah, dan lambang huruf atau angka berwarna hitam. Berikut ini merupakan contoh rambu larangan:



Gambar 9.2. Contoh Rambu Larangan
(Sumber : PM 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas)

- 3) Rambu Perintah, merupakan rambu lalu lintas yang menyatakan perintah bagi pengguna jalan dan wajib ditaati oleh pengguna jalan. Rambu perintah memiliki dasar palang rambu berwarna biru, sedangkan tulisan, angka, atau simbol pada rambu berwarna putih. Berikut ini merupakan contoh rambu perintah :



Gambar 9.3. Contoh Rambu Perintah
(Sumber : PM 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas)

- 4) Rambu Petunjuk merupakan rambu lalu lintas untuk memandu dan memberikan informasi berupa petunjuk bagi pengguna jalan saat dalam perjalanan sehingga bisa dan mudah dipahami oleh pengguna jalan dalam berlalu lintas. Rambu yang jadi petunjuk arah dan letak kota biasanya punya dasar palang berwarna hijau dengan tulisan berwarna putih. Sedangkan rambu yang jadi petunjuk arah obyek wisata memiliki dasar palang berwarna cokelat dengan tulisan berwarna putih. Berikut ini merupakan contoh rambu petunjuk :



Gambar 9.4. Contoh Rambu Petunjuk
(Sumber : PM 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas)

c. Marka Jalan;

Marka atau tanda jalan adalah suatu tanda yang terletak pada permukaan jalan raya yang berfungsi untuk memberikan informasi mengenai arah arus lalu lintas serta membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Adapun fungsi dari marka jalan yaitu untuk pengaturan arus lalu lintas, memberikan peringatan bagi pengguna jalan, serta untuk menuntun pengguna jalan ketika berlalu lintas (Dirjen Perhubungan Darat, 2014).

Marka jalan dapat berupa tanda dan/atau peralatan. Tanda pada marka jalan biasanya terdiri dari beberapa warna yaitu warna putih, warna merah, warna kuning maupun warna lainnya. Marka jalan berwarna putih dan beberapa bentuk berwarna kuning menyatakan peringatan bagi pengguna jalan untuk mengikuti perintah atau larangan sesuai dengan bentuknya.

Untuk marka jalan berwarna kuning menyatakan larangan untuk berhenti bagi pengguna jalan pada area atau kawasan tertentu yang berbentuk segitiga di sisi kiri jalan serta marka kotak kuning.

Marka jalan berwarna merah menyatakan suatu keperluan atau tanda khusus yang biasanya digunakan pada zona selamat sekolah, ruang stop khusus motor dan lajur khusus bus. Berikut ini merupakan visualisasi dari jenis marka jalan :



Gambar 9.5. Jenis Marka Jalan

(Sumber : PM 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan)

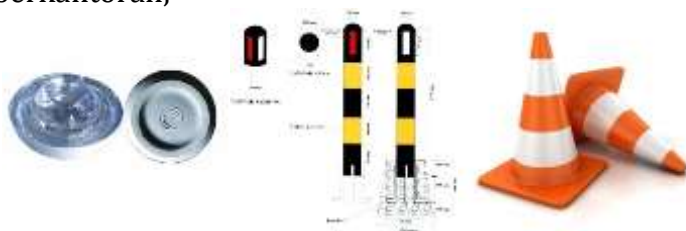
Keterangan :

- 1) Marka Garis Melintang, merupakan marka jalan yang tegak lurus dengan sumbu jalan;
- 2) Marka Garis Membujur, merupakan marka jalan yang sejajar dengan sumbu jalan;
- 3) Marka Serong, merupakan marka jalan yang membentuk serong yang berguna untuk menyatakan suatu daerah permukaan jalan yang merupakan jalur lalu lintas;
- 4) Marka Lambang, merupakan marka jalan yang berupa panah, gambar, segitiga, atau tulisan yang digunakan untuk mengulangi maksud rambu lalu lintas;
- 5) Marka Lainnya, adalah marka jalan yang tidak masuk kategori jenis marka lainnya antara lain marka *zebra*

cross, yellow box junction, marka dilarang parkir dan lain-lain;

Selain itu, terdapat juga fasilitas pendukung marka jalan antara lain :

- 1) *Paku Jalan*, merupakan perlengkapan jalan yang berfungsi sebagai reflektor marka jalan khususnya pada cuaca gelap dan malam hari yang dilengkapi dengan pemantul cahaya reflektor berwarna kuning, merah atau putih;
- 2) *Delineator*, merupakan perlengkapan jalan yang berfungsi sebagai peringatan bagi pengguna jalan pada waktu malam hari yang diberi tanda sehingga dapat memantulkan cahaya (reflektif). Jika terdapat *delineator*, artinya di sisi kiri atau kanan dari *delineator* tersebut adalah daerah berbahaya;
- 3) *Traffic Cone*, merupakan kerucut lalu lintas yang digunakan untuk pengaturan lalu lintas yang memiliki sifat sementara. Biasanya perangkat tersebut dipakai untuk mengatur lalu lintas karena sedang ada proyek perbaikan jalan, kecelakaan di jalan raya ataupun di kawasan sekolah dan perkantoran;



Gambar 9.6. Paku Jalan, *Deliniator* dan *Traffic Cone*
(Sumber : Jurnal Teknis Panduan Penempatan
Fasilitas Perlengkapan Jalan)

d. Alat Penerangan Jalan;

Alat penerangan jalan merupakan lampu yang berfungsi untuk memberi penerangan pada ruang lalu lintas terutama pada saat kondisi malam hari.

e. Alat Pengendali Pengguna Jalan, terdiri atas :

- 1) Alat pembatas kecepatan, merupakan perlengkapan jalan tambahan yang berfungsi untuk membuat pengguna jalan khususnya yang menggunakan kendaraan bermotor mengurangi kecepatan kendaraannya. Alat pembatas kecepatan meliputi *speed bump*, *cushion*, *chicane*, dan *speed table*. Alat pembatas kecepatan ini biasanya dipasang pada area parkir, jalan khusus, atau jalan lingkungan terbatas sesuai dengan status jalan yang memiliki kecepatan operasional kurang dari 30 km/jam;
- 2) Alat pembatas tinggi dan lebar kendaraan, merupakan perlengkapan jalan yang berfungsi untuk membatasi tinggi dan lebar kendaraan beserta muatannya di ruas jalan tertentu seperti dikawasan perumahan dan perkantoran;

f. Alat Pengaman Pengguna Jalan, terdiri atas :

- 3) Pagar pengaman jalan, atau yang biasanya disebut *guardrail* merupakan sistem pengaman pengguna jalan atau kendaraan yang terbuat dari baja panjang atau rail besi sebagai pagar pengaman pada ruas jalan yang berbahaya seperti jalan tol, bukit, pegunungan, sungai, jurang, dan lain-lain;
- 4) Cermin tikung, merupakan perlengkapan jalan yang di tempatkan di sudut tikungan tajam sebagai alat untuk menambah sudut pandang dan jarak pandang pengguna jalan;
- 5) Tanda patok tikungan (*deliniator*), merupakan sebuah konstruksi yang dapat memantulkan cahaya atau refleksi yang terletak di pinggir jalan baik sisi kiri maupun kanan.

Fungsi utama dari unit konstruksi ini adalah sebagai pengarah atau peringatan bahwa di sisi jalan tersebut merupakan area yang berbahaya;

- 6) Pulau-pulau lalu lintas, merupakan bagian jalan yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan, dapat berupa marka jalan atau bagian jalan yang ditinggikan untuk mengamankan pengguna jalan terhadap konflik lalu lintas;
- 7) Pita penggaduh, merupakan perlengkapan jalan berupa marka kejut untuk membuat pengguna jalan lebih meningkatkan kewaspadaan menjelang suatu bahaya;
- g. Fasilitas pendukung penyelenggaraan lalu lintas dan angkutan jalan, terdiri atas:
 - 8) Trotoar, merupakan jalur atau fasilitas pejalan kaki untuk menyusuri sehingga menjamin keamanan, kenyamanan dan keselamatan pejalan kaki;
 - 9) Lajur sepeda, merupakan jalur yang khusus untuk pengguna sepeda dan kendaraan yang tidak bermesin, dipisahkan dari lalu lintas kendaraan bermotor untuk mengurangi konflik lalu lintas;
 - 10) Tempat penyeberangan pejalan kaki, merupakan fasilitas kebutuhan pejalan kaki yang digunakan untuk menyeberang jalan, seperti *zebracross*, *pelican crossing*, jembatan penyeberangan orang;
 - 11) Halte, merupakan fasilitas bagi pengguna jalan sebagai tempat pemberhentian kendaraan angkutan umum untuk menaikkan dan menurunkan penumpang;
 - 12) Fasilitas khusus bagi penyandang cacat dan manusia usia lanjut, merupakan fasilitas pendukung penyelenggaraan lalu lintas untuk kaum *difabel*; (Ditjen Perhubungan Darat, 2013)

9.2.2 Pengendalian Angkutan Jalan Rel

Angkutan yang digunakan dalam transportasi jalan rel adalah alat angkut berupa kereta api yang beroperasi pada lintasan atau jalan yang dipergunakan yaitu jalan rel baja. Sedangkan untuk tenaga penggerak dari angkutan jalan rel berupa tenaga uap, diesel, dan tenaga listrik (Adityadharma *et al.*, 2004).

Sistem pengendalian pada angkutan jalan rel merupakan sistem yang paling ekstensif, dimana setiap kereta api ini selalu berada dalam kontrol dengan cara membatasi derajat kebebasan dan menghindari konflik lalu lintas dengan kendaraan lain, yang terdiri atas :

1. Berdasarkan manual/visual dari masinis/pegawai stasiun;
2. Berdasarkan manual/signal dan sistem block (kontrol pada masinis dan sinyal yang disebut *Automatic Train Protocol* (ATP);
3. Berdasarkan otomatis (semi atau penuh) disebut *Automatic Train Operation* (ATO) atau *Automatic Train Supervision* (ATS) atau *Central Train Control* (CTC).

Peralatan persinyalan pada operasional kereta api berfungsi untuk memberikan informasi petunjuk atau isyarat yang berupa warna atau cahaya dengan arti tertentu yang dipasang pada tempat tertentu (Wibawanto *et al.*, 2022). Peralatan persinyalan tersebut antara lain:

1. Sinyal, merupakan alat atau perangkat elektrik dan mekanik yang digunakan untuk menyampaikan perintah bagi pengaturan perjalanan kereta api dengan peragaan atau warna yang di tempatkan dalam ruangan (*interlocking electric*, panel pelayanan, peralatan blok, data logger, catudaya) maupun yang ditempatkan diluar ruangan (peraga sinyal elektrik, penggerak wesel elektrik, pendeteksi sarana perkeretaapian, penghalang sarana, media transmisi, proteksi).

2. Tanda/Semboyan, merupakan isyarat yang berfungsi untuk memberikan peringatan atau petunjuk kepada petugas yang mengendalikan pergerakan kereta api, dapat berupa suara, cahaya, bendera, dan papan berwarna;
3. Marka, merupakan tanda berupa tulisan atau gambar yang berfungsi sebagai petunjuk atau peringatan tentang kondisi tertentu pada suatu tempat yang terkait dengan perjalanan kereta api;
4. Peralatan pendukung, merupakan peralatan pengendali, pengawasan dan pengamanan perjalanan kereta api yang berupa pengaman perlintasan sebidang, pengendalian/pengawasan perjalanan kereta api terpusat, sistem/peralatan pendukung pengamanan perjalanan kereta api secara otomatis;

9.3 Sistem Pengendalian Transportasi Laut

Sistem pengendalian pada angkutan laut sangat diperlukan untuk pemberian informasi dan penentuan posisi jika terdapat potensi bahaya (Kadarisman, Yuliantini and Majid, 2017). Sistem pengendalian ini juga dilengkapi dengan bunyi/isyarat/suara yang terdiri atas:

1. Sistem interval waktu (*headway*), pembuatan jadwal untuk pergerakan kapal dan mengatur waktu pergerakan kapal;
2. Sistem interval ruang, merupakan sistem pengendalian pergerakan kapal laut melalui pengaturan dan pemisahan ruang maupun jalur pelayaran;
3. Sistem visual, merupakan sistem pengendalian pergerakan kapal laut berdasarkan kemampuan visual yang bertujuan untuk mengidentifikasi cuaca, gejala alam, dan potensi bencana yang dapat membahayakan pergerakan kapal. Instrumen pengendalian visual, antara lain:
 - a. *BOUYS* (Instrumen pengendalian yang terapung di air);

- b. *Lighthouse* (Mercusuar untuk memberikan tanda untuk tempat-tempat berbahaya);
- c. *Beacon*;
- d. Signal/Bel (lampu berupa alat bunyi), merupakan signal (nyala lampu) pada pengendalian lalu lintas air yang berupa lampu merah berarti tanda pelabuhan sudah penuh, kapal yang ingin berlabuh harus menunggu agak jauh diluar supaya tidak mengganggu kapal yang mau keluar, lampu hijau berarti tanda pelabuhan dapat dimasuki kapal yang ingin berlabuh, kemudian lampu kuning berarti tanda kapal bersiap-siap untuk masuk ke pelabuhan dengan pergerakan yang hati-hati;

9.4 Sistem Pengendalian Transportasi Udara

Dalam sistem pengendalian transportasi udara terdapat 2 (dua) kategori pengendalian, antara lain pengendalian pada jalur pergerakan dan pengendalian di terminal pada saat naik dan turun pesawat (lepas landas dan mendarat) (Gunawan and Medianto, 2017). Untuk pengendalian tersebut membutuhkan alat bantu navigasi untuk pengendalian arus lalu lintas penerbangan, (Imam Haryanto, 2018) yang terdiri atas :

1. Alat bantu navigasi eksternal, yang biasanya terletak di darat, antara lain :
 - a. *ILS (Intrumen Landing System)*, merupakan sistem pendaratan dengan menggunakan alat yang digunakan untuk membantu penerbang mendaratkan pesawatnya secara tepat pada landing area, terutama dalam kondisi cuaca buruk. Adapun peralatan ILS terdiri atas 3 (tiga) subsistem yaitu :
 - 1) *Localizer*, merupakan peralatan navigasi yang memberikan informasi mengenai kelurusan pesawat dengan garis tengah landasan;

- 2) *Glide Slope*, merupakan alat untuk memancarkan frekuensi *carrier* dan *loop* sebagai pemandu sudut luncur pendaratan.
 - 3) *Marker Beacon*, merupakan peralatan untuk memberikan informasi mengenai jarak pesawat terhadap titik pendaratan.
- b. Radar Pendekatan Presisi (RPP), merupakan sebuah jenis sistem panduan radar dirancang untuk memberikan bimbingan lateral dan vertikal kepada seorang pilot pesawat untuk mendarat, sampai ambang pendaratan tercapai;
 - c. Radar Pengawas Bandar Udara, merupakan sistem radar yang digunakan di bandara untuk mendeteksi dan menampilkan posisi pesawat di terminal area.
 - d. Sistem Penerangan Pendaratan, merupakan salah satu peralatan bantu pendaratan visual yang berfungsi memberikan informasi/panduan secara visual kepada penerbang mengenai arah menuju landas pacu pada saat terakhir akan mendarat (*final approach*).
 - e. Pendeteksi Permukaan Bandar Udara, merupakan sistem pengawasan yang menggunakan teknologi radar, multilaterasi, dan satelit yang memungkinkan pengontrol lalu lintas udara untuk melacak pergerakan permukaan pesawat dan kendaraan. Ini dikembangkan untuk membantu mengurangi serangan landasan pacu.
 - f. Indikator Kemiringan Visual, sistem lampu di sisi ambang landasan pacu bandara yang memberikan informasi panduan penurunan visual selama pendekatan akhir. Lampu ini dapat terlihat hingga 8 kilometer (5,0 mil) pada siang hari dan hingga 32 kilometer (20 mil) atau lebih pada malam hari.
 - g. Loran, merupakan navigasi areal jarak jauh;

2. Alat bantu navigasi internal, yang biasanya terletak di dalam kokpit pesawat. Pesawat terbang pada era saat ini dikenal dengan penggunaan *Glass Cockpit* atau *Electronic Cockpit*, yaitu tren kokpit berupa layar monitor yang instrumen-instrumennya menampilkan berbagai macam informasi secara terkomputerisasi, antara lain:
- a. MCP (*Mode Control Panel*), merupakan desain mode penerbangan otomatis (*autoflight*) yang dibuat Boeing.
 - b. PFD (*Primary Flight Display*), merupakan gabungan dari fungsi *altimeter*, *attitude indicator*, *airspeed indicator*, *heading indicator*, dan *VSI*;
 - c. ND (*Navigation Display*), yaitu tampilan informasi rute pesawat dan *waypoint* selanjutnya yang telah direncanakan dan didaftarkan pada *flightplan*;
 - d. EICAS (*Engine Indication and Crew Alerting System*) /EICAM (*Electronic Centralized Aircraft Monitor*), yaitu tampilan informasi tentang kondisi mesin, jumlah dan temperatur bahan bakar, sistem electric, suhu dan tekanan *cockpit* dan kabin, serta menampilkan informasi *control surfaces*. ECAM digunakan pada pesawat Airbus sedangkan EICAS digunakan pada pesawat Boeing;
 - e. FMS (*Flight Management System*)/FMC (*Flight Management Computer*), merupakan instrumen untuk mengatur *flightplan* yang digunakan pilot sehingga MCP (terutama LNAV dan VNAV) dapat diaktifkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityadharma, C. *et al.* 2004. 'Kajian Sistem Manajemen Pemeliharaan Jalan Rel Daerah Operasi 2 Bandung: Studi Kasus Distrik 23C Kiaracondong', *Jurnal Transportasi*, 4(1), pp. 37–46.
- Adris. A. Putra. 2013. 'MODEL BANGKITAN PERGERAKAN PENDUDUK PADA KAWASAN PEMUKIMAN', *TEKNO SIPIL*, 11(5), pp. 19–26.
- Darat, D. P. 2013. 'P a n d u a n Penempatan Fasilitas Perlengkapan Jalan Panduan Penempatan Fasilitas'.
- Dirjen Perhubungan Darat. 2014a. 'Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. Pm 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas', *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 115 Tahun 2018*, pp. 1–8.
- Dirjen Perhubungan Darat. 2014b. 'Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. Pm 34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan'.
- Dodi Alamsyah, Lippi Fiqriya Pangestu and Prof.Dr.H. Yus Darusman. 2022. 'Manajemen Program Pendidikan Kesetaraan Paket C', *Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan*, 1(1), pp. 39–46. doi: 10.55606/inovasi.v1i1.164.
- Gunawan, G. and Medianto, R. 2017. 'Analisis Konektivitas Jaringan Transportasi Udara Nasional', *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 8(2), p. 99. doi: 10.28989/angkasa.v8i2.123.
- Imam Haryanto, W. 2018. *Studi Kasus Perencanaan Sistem dan Teknik Transportasi Udara di Indonesia*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- Kadarisman, M. 2016. 'Kebijakan Manajemen Transportasi Darat dan Dampaknya Terhadap Perekonomian Masyarakat di Kota Depok', *JURNAL MANAJEMEN TRANSPORTASI &*

LOGISTIK (JMTRANSLOG), 03(1).

- Kadarisman, M., Yuliantini, Y. and Majid, S. A. 2017. 'Formulasi Kebijakan Sistem Transportasi Laut', *Jurnal Manajemen Transportasi Dan Logistik*, 3(2), p. 161. doi: 10.25292/j.mtl.v3i2.101.
- Sitinjak, L. L. and Sitindaon, C. 2019. 'Pemilihan Moda Transportasi Pematangsiantar menuju Bandara Silangit Dengan Metode Stated Preference', *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 2(1), pp. 43–57. doi: 10.54367/jrkms.v2i1.435.
- Susianto, D. and Guntoro, R. A. 2017. 'Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Daerah Titik Rawan Kecelakaan Di Provinsi Lampung', *Jurnal Cendikia*, 14(1), pp. 19–25.
- Tamin, D. I. O. Z. and Frazila, I. R. B. 1997. 'PENERAPAN KONSEP INTERAKSI TATA GUNA LAHAN-SISTEM TRANSPORTASI DALAM PERENCANAAN SISTEM JARINGAN TRANSPORTASI', *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 8(3), pp. 34–52.
- Tumewu, D., Mantiri, M. S. and Lopian, M. T. 2021. 'Efektivitas Pengelolaan Terminal Angkutan Umum Tipe B Amurang Kabupaten Minahasa Selatan', *Jurnal Governance*, 1(2), pp. 1–11.
- Utami, T., Karjono and Haryani. 2020. 'Pengembangan transportasi darat dalam mengurangi kepadatan lalu lintas pada wilayah kampus semarang selatan', *Proceeding of National Seminar on Maritime and Interdisciplinary Studies*, 2(1), pp. 56–66.
- Wibawanto, B. S. et al. 2022. 'Analisis Peralatan Persinyalan Kereta Api dengan Persinyalan Elektrik Silsafe4000 Di Stasiun Lempuyangan Yogyakarta', *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 6(2), pp. 42–48. doi: 10.37367/jpi.v6i2.219.

BAB 10

PENGANTAR EKONOMI TRANSPORTASI

Oleh Sarif

10.1 Pendahuluan

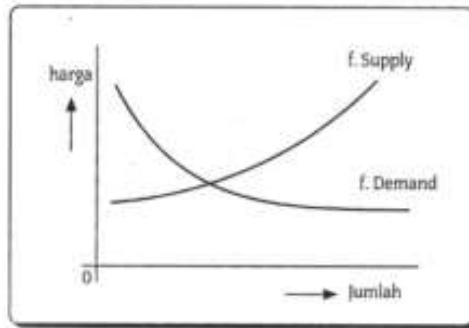
Ekonomi transportasi dibentuk oleh dua suku kata yaitu Ekonomi dan Transportasi . istilah ekonomi itu sendiri berasal dari bahasa Yunani Kuno , yaitu "Oiko" yang berarti keluarga atau rumah tangga, dan kata "Nomos" yang artinya peraturan atau hukum. Sedangkan kata transportasi berarti proses pemindahan orang dan atau barang dari daerah asal (origin) menuju daerah tujuan (destination) (MKJI 1997(Departemen Pekerjaan Umum, 1997), perbaharui Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 oleh Direktorat Jenderal Bina Marga(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018). Dengan demikian istilah Ekonomi Transportasi dapat diartikan sebagai proses perpindahan orang dan atau barang dari daerah asal (origin) ke daerah tujuan (*destination*). Proses pemindahan barang dan atau orang itu membutuhkan biaya, waktu dan tenaga. Dalam hal ini kita akan fokus pada aspek penggunaan biaya, apakah itu biaya investasi (*cost investman*) atau biaya perjalanan (*travel cost*). Konsep Ekonomi, Efisiensi, efektifitas, dan optimasi. Investasi transportasi (jalan toll, dermaga, bandara, terminal darat) merupakan salah satu bagian penting dalam proses menumbuhkan semangat dalam aktifitas ekonomi transportasi. Case Studi : Pembangunan beberapa Koridor Busway Kota Makassar untuk mengurangi kemacetan kota dan daerah penyangga. Sebelum kita berdiskusi lebih jauh tentang Ekonomi Transportasi maka kami mencoba memberikan pengantar

ekonomi secara umum seperti ekonomi makro dan atau ekonomi teknik. Beberapa bahan kajian diskusi sebagai pengantar chapter ini seperti Konsep Ekonomi Makro, Konsep Ekonomi Teknik, Konsep Ekonomi Transportasi, Efisiensi, Efektifitas, dan Optimalisasi, Cash Flow, Biaya Ekonomi Transportasi, Alternatif Investasi Transportasi, Transportasi sebagai kebutuhan, Studi kasus I (Investasi Infrastruktur Transportasi seperti Jalan Toll), Biaya Perjalanan (*Travel Cost*), Evaluasi Investasi Transportasi, Pemilihan Moda Transportasi, Pemilihan Rute. Transportasi sebagai Kebutuhan (menedukasi pengguna transportasi (*transport user*) untuk berpindah menggunakan kendaraan pribadi (*private car*) ke penggunaan kendaraan umum (*mass transport*).

10.2 Konsep Ekonomi

10.2.1 Konsep Ekonomi Makro

Didalam sejarah peradaban umat manusia dalam catatan kuno, mereka hidup berpindah dari satu tempat ke tempat lain, dari suatu wilayah ke wilayah lain (hidup nomaden). Hal ini terjadi karena adanya kebutuhan antara satu kelompok manusia dengan manusia yang lain, dari kehidupan ini terjadilah transaksi antar barang (belum ada uang) yang disebut barter. Narasi ini yang berkembang terus sampai saat ini didalam teori ekonomi makro, ada hukum kebutuhan, ada ketersediaan barang (supply and demand)(Giatman, 2018). Harga barang dan jasa akan ditentukan oleh produsen, bagi konsumen, harga dilihat sebagai bagian dari biaya, dan ini akan menentukan apakah dia mau membeli atau tidak(Hibbs, 2003).



Gambar 10.1. Garafik Fungsi Supply-Demand



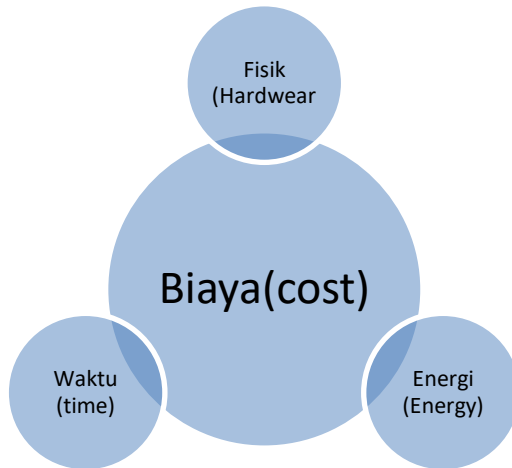
Gambar 10.2. Kegiatan Ekonomi Dari Pandangan Sistem Produksi

10.2.2 Konsep Ekonomi Teknik

Rancangan-rancangan keteknikan selalu berorientasi pada suatu ide untuk mengatasi keterbatasan-keterbatasan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan umat manusia. Seiring berjalannya waktu sumber daya alam pun semakin terbatas yang mengakibatkan mahalnnya biaya yang dibayar untuk memperoleh sumber daya alam yang tersedia. Oleh karena itu seorang engineer dituntut untuk mampu menghasilkan desain-desain yang lebih efektifdan efisien serta aplikatif(Eugene L Grant, W Grant Ireson, 1995).

10.2.3 Konsep dan Definisi Ekonomi Transportasi

Konsep ekonomi transportasi dibangun dari konsep ekonomi makro dan konsep ekonomi teknik, termasuk pengimplementasian konsep-konsep analisis dalam ekonomi makro dan ekonomi teknik. Berbicara tentang ekonomi transportasi maka kita akan berdiskusi tentang alternatif. Berpindahnya orang dan atau barang dari daerah asal (*origin*) menuju daerah tujuan (*destination*) sebagai suatu definisi transportasi memerlukan berbagai sumber daya seperti waktu (*time*), fisik (*hardware*) dan energi (*energy*). Ketiga sumber daya ini memerlukan biaya (*cost*).



Ekonomi transportasi adalah salah satu cabang ilmu ekonomi tentang kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan transportasi untuk kebutuhan produksi, distribusi dan konsumsi masyarakat (wikipedia, Ekonomi transportasi - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas).

Sektor ekonomi transportasi merupakan salah satu bagian vital dalam perencanaan ekonomi nasional. Ia ibarat aliran darah

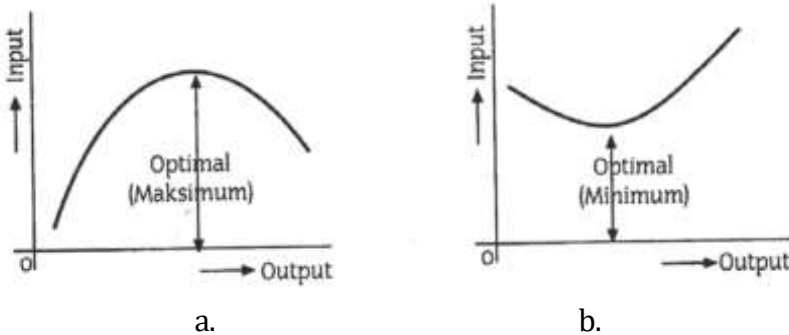
didalam nadi tubuh manusia, memengaruhi semua sektor kehidupan dan pergerakan nasional. Kajian ekonomi transportasi merupakan suatu keniscayaan bagi para insinyur transportasi untuk mengembangkan disiplin keilmuannnya dan berkolaborasi dengan disiplin ilmu lainnya sehingga dapat bersinergi dalam memanfaatkan peluang masa depan. Pemerintah republik Indonesia dalam kurun waktu 1 dekade terakhir menggenjot pembangunan infrastruktur transportasi seperti pembangunan jalan (jalan Toll), pelabuhan, bandar udara, yang mana sangat membutuhkan tenaga-tenaga insinyur yang profesional. Untuk menghasilkan produk-produk insinyur yang efektif dan efisien maka perencanaan dan rangannya harus dilakukan secara profesional, terukur dan sistematis. Dokumen-dokumen dari berbagai alternatif desain yang akan diimplementasikan pada suatu proyek industri kontruksi transportasi perlu dievaluasi oleh para insinyur teknik transportasi. Oleh karena itu, ekonomi transportasi dapat didefinisikan sebagai suatu bagian ilmu pengetahuan ekonomi dalam pengambilan keputusan dari berbagai alternatif yang didasarkan pada analisis-analisis ekonomi yang dikaitkan dengan keperluan pembiayaan dan investasi.

10.2.4 Efisiensi, Efektifitas, dan Optimalisasi

Didalam banyak referensi buku ekonomi, konsep efisien, efektif dan optimal dibutuhkan dalam menganalisis suatu rancangan teknik. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan hasil yang tajam dan bermanfaat. Ketiga istilah tersebut sebagai berikut : Efisiensi adalah ukuran tingkat penghematan pemakaian sumber daya (input) dalam suatu proses, sehingga semakin hemat menggunakan sumber daya maka semakin efisien proses tersebut dilakukan.

Efektivitas adalah ukuran tingkat keberhasilan dalam mencapai suatu tujuan. Semakin sempurna atau baik pencapaian tujuan, maka semakin efektif proses tersebut dilakukan.

Optimal adalah suatu nilai terbesar atau terkecil akibat adanya hubungan yang tidak linear antara dua variable yang berpengaruh.



Gambar 10.3. Grafik A. Kondisi Optimal Maksimum, B. Kondisi Optimal Minimum

10.2.5 Cash Flow

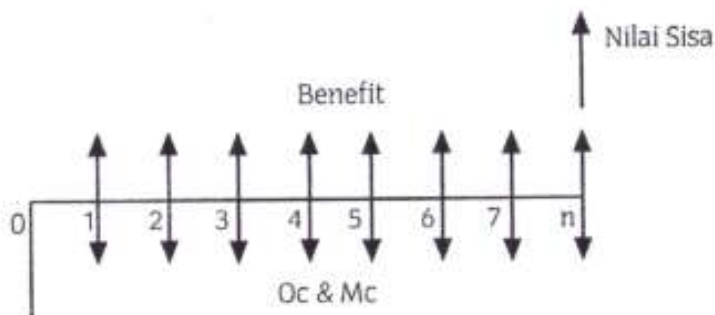
Istilah *cash flow* sering kita dengar dalam kaitannya dengan aliran uang masuk dan uang keluar. *Cash flow* dibagi menjadi dua yaitu *Cash-in* uang masuk dan *cash out* (uang keluar). *Cash - in* (uang masuk) berasal dari penjualan produk sementara *cash-out* (uang keluar) adalah jumlah biaya-biaya yang dikeluarkan pada masa tertentu.

Cash flow secara umum terdiri atas empat bagian yaitu ;

1. Biaya Investasi (*Investmen Cost*)
Adalah biaya yang ditanamkan dalam rangka menyiapkan kebutuhan usaha untuk siap beroperasi dengan baik
2. Biaya Operasional (*Operational cost*)
Adalah biaya yang dikeluarkan dalam rangka menjalankan aktifitas usaha sesuai dengan tujuan.
3. Biaya Pemeliharaan (*Maintenance cost*)
Adalah biaya yang diruntukan dalam arangka menjaga/menjamin performance kerja fasilitas atau peralatan agar selalu prima dan siap untuk dioperasikan.

4. Manfaat (*Benefit*)

Adalah manfaat yang diperoleh dari investasi



Gambar 10.4. Contoh Cash Flow Suatu Investasi

10.2.6 Analisis investasi Proyek Transportasi

Berbicara tentang investasi ekonomi transportasi maka kita akan berdiskusi tentang alternatif dari berbagai model investasi transportasi. Proyek adalah suatu runutan keseluruhan kegiatan yang dimaksudkan untuk mencapai suatu tujuan, memiliki titik awal dan titik akhir kegiatan dan menggunakan sumber-sumber daya seperti sumber daya manusia, sumber daya alam dan sumber pembiayaan. Tujuan dari analisis investasi proyek transportasi untuk menentukan atau memperbaiki alternatif pemilihan investasi pada suatu proyek pembangunan prasarana dan sarana transportasi serta pada sistem operasional dalam sistem transportasi.

Dalam kajian proyek-proyek investasi transportasi penulis tetap mengacu pada studi ekonomi teknik yang mana kajian ini dilaksanakan sebelum suatu kontrak fisik pembangunan prasarana transportasi dilakukan (sebelum penandatanganan kontrak fisik). Hal ini menjadi perhatian serius mengingat bahwa suatu pertimbangan teknis yang matang dan cermat dapat memberikan hasil (*output*) pemilihan alternatif yang baik.

Didalam menentukan pilihan investasi proyek transportasi ada beberapa metode atau kriteria yang dapat digunakan apakah usulan proyek transportasi diterima atau ditolak. Adapun metode-metode yang digunakan adalah (Yamin, 1997):

1. Analisis Benefit Cost Ratio (BCR).

Analisis ini biasa juga disebut analisis perbandingan manfaat biaya. Biaya yang dimaksud adalah biaya awal, biaya operasional dan biaya pemeliharaan sedangkan nilai manfaat adalah nilai total produksi dan nilai sisa investasi.

$$\frac{\Sigma(\text{Nilai sekarang})\text{manfaat}}{\Sigma(\text{Nilai sekarang})\text{biaya}} = BCR$$

2. Profitability Ratio (PR)

Untuk mengetahui nilai PR dihitung dengan mengurangi jumlah manfaat kotor dengan biaya operasional (O) dan pemeliharaan (M) kemudian dibagi terhadap biaya investasi.

$$\frac{\Sigma (NS)\text{manfaat kotor} - \text{Biaya } O \text{ \& } M}{\Sigma (NS)\text{biaya investasi}} = PR$$

3. Net Present Value (NPV)

NPV merupakan selisih antara present value (PV) atau nilai sekarang dari pada manfaat dan biaya

$$NPV = (PV)\text{benefit} - (PV) \text{biaya}$$

4. Internal Rate of Return (IRR)

IRR adalah discount rate yang dapat menghasilkan nilai NPV proyek sama dengan 0 atau dapat membuat BCR nilainya sama dengan satu.

$$IRR = (i)_1 + \frac{(NPV)_1}{\{(NPV)_1 - (NPV)_2\}} \{(i)_1 - (i)_2\}$$

5. Break Even Point (BEP)

BEP adalah suatu jumlah nominal dimana perusahaan mencapai jumlah penerimaan atau penjualan sama dengan jumlah pengeluaran dan biaya pada suatu tingkat penjualan produk tertentu.

$$BEP(unit) = \frac{Biaya\ Tetap}{(Harga\ jual\ per\ Unit - Biaya\ Variabel\ per\ Unit)}$$

6. Required Freight Rate (RFR)

RFR adalah biaya yang dikeluarkan pada suatu proyek transportasi untuk memindahkan suatu barang atau penumpang dari daerah asal ke daerah tujuan. Adapun persamaan RFR sebagai berikut ;

$$\frac{CRF).P + Y}{C} = RFR$$

Dimana CRF adalah Capital recovery factor, P adalah investasi dan Y adalah biaya operasional serta C adalah kapasitas produksi jasa transportasi.

Berbagai model investasi transportasi telah mengantar para insinyur untuk memberikan ide dan gagasan dalam pengambilan keputusan investasi transportasi. Nilai (value) dari invesasi akan memiliki apresiasi yang tinggi bila mempunyai manfaat dan nilai ekonomi yang baik, dan kecenderungan pengguna transportasi akan menggunakan moda transportasi yang harganya kompetitif(Robert and Brown, 2004). Biaya perjalanan (travel cost) akan berkurang

apabila pengguna transportasi berindah dari kendaraan pribadi (private car) ke angkutan umum (bus). Tarif suatu jasa transportasi mempengaruhi jumlah penggunanya(Diaz, 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. 'Manual Kapasitas Jalan Indonesia', *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, p. 564.
- Diaz, S. J. 2018. *Transport Economic Theory, Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. Santiago, Chile: Elsevier.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. 'Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia', *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), pp. 10–27. Available at: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.
- Eugene L Grant, W Grant Ireson, R. S. L. 1995. *Dasar-Dasar Ekonomi Teknik*, -.
- Giatman, T. 2018. *Ekonomi Teknik, Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. Available at: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.
- Hibbs, J. 2003. 'Transport Economics & Policy', p. 240.
- Robert, B. and Brown, E. B. 2004. *Applied Economic Transport*.
- Yamin, J. 1997. *Ekonomi Transportasi*. Makassar.

BAB 11

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM BIDANG TRANSPORTASI

Oleh Vita Fajriani Ridwan

11.1 Pendahuluan

Chapter ini membahas penerapan Sistem Informasi Geografis (GIS) dalam bidang transportasi yang dikenal sebagai GIS-T. Pembahasan di chapter ini diawali dengan mengelaborasi peranan GIS-T dan kelebihan penerapan GIS-T dalam bidang transportasi. Setelah itu, akan dipaparkan konsep dasar data, konsep analisis dan pemodelan hingga jenis-jenis output yang dapat digunakan dan dihasilkan dalam GIS-T.

11.2 GIS-T

Geographic Information Systems for transportation atau lebih dikenal dengan GIS-T merupakan kerangka yang digunakan untuk mengatur hingga menganalisis data spasial terkait transportasi (Kim and Choi, 1998). Menurut Lewis, GIS-T digunakan untuk membantu masalah administrasi, desain dan perencanaan serta untuk operasional bidang transportasi (Lewis, 1990). Penerapan GIS-T sudah sejak lama diterapkan di bidang transportasi. Hal ini karena sifat dan konsep dari GIS sendiri, baik dari karakter data input, metode analisis dan pemodelan yang dapat dihasilkan, hingga model visualisasi akhir (lihat gambar 14.1). Dari aspek manajemen data, GIS mampu dalam membangun dan mengorganisasikan berbagai format data: data survey (baik format gpx, kmz/kml, excel) dan kuesioner (data kualitatif ataupun kuantitatif); hasil remote sensing (Lidar, photogrammetry, hingga

imagery); dan data CAD hingga BIM, menjadi satu sistem database. Selain itu kemampuan GIS dalam mengintegrasikan data dengan format data yang berbeda dari sumber yang berbeda tanpa mengganggu data utama juga merupakan karakter yang sesuai dengan sifat data di bidang transportasi yang melibatkan banyak bidang ilmu dan metode pendekatan pengambilan data. Dari segi platform, konsep Sistem Informasi Geografis (SIG) bersifat *sustainable* karena pengembangannya yang mengintegrasikan tiga platform utama (desktop, web, dan *mobile device*) ditambah kemampuannya untuk memperbaharui data secara *real-time* dimanapun dan kapan pun oleh user (baik itu perorang, organisasi kecil hingga perusahaan besar). Dari segi kolaborasi dengan aplikasi lain, sistem GIS mampu bekerja dengan aplikasi berbasis bahasa program (seperti python dan bahasa R), juga aplikasi berbasis web (dari HTTP, HTML, URL hingga WebGL). Terkait hal ini, beberapa platform berbasis GIS yang mapan (ArcGIS) telah mengintegrasikannya dalam bentuk ekstensi bawaan. Dan, dalam hal penyimpanan data berskala besar, GIS dilengkapi dengan server yang mampu terkoneksi dengan beberapa cloud.

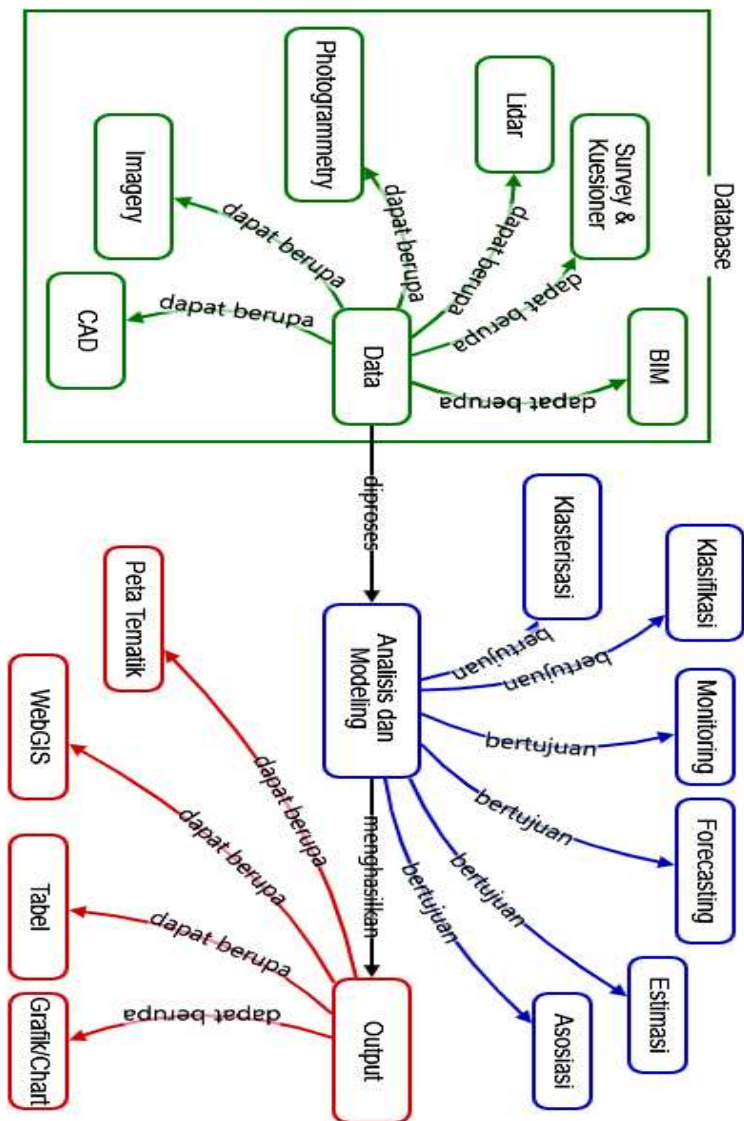
GIS Transportasi (GIS-T) membantu dalam perencanaan, pengelolaan, dan pengoperasian sistem transportasi. Hal ini karena teknologi GIS-T memungkinkan pemetaan dan visualisasi transportasi seperti manajemen aset infrastruktur transportasi, contohnya, manajemen aset struktur jembatan (Delgado *et al.*, 2017); analisis dan pemodelan transportasi, baik perencanaan rute dan jaringan ataupun pemodelan analisis mobilitas dan permintaan hingga pemodelan konsep transportasi yang terintegrasi dengan system kota yang berkelanjutan, seperti pemodelan TOD (Ridwan, 2014); dan evaluasi dan pengembangan proyek transportasi, seperti evaluasi area layanan shelter BRT (Ridwan, Hasanuddin and Sarif, 2023) ataupun evaluasi dan *forecasting* tingkat kebisingan pada jaringan transportasi (Adulaimi *et al.*, 2021)

Dengan perkembangan teknologi, GIS-T mengalami banyak perubahan di dekade ini. Menurut Miller and Shaw, perubahan itu adalah peningkatan kemampuan GIS-T dalam mengumpulkan data kemampuan pergerakan seseorang (Harvey J. Miller and Shaw, 2015) baik dalam fase berjalan kaki ataupun menggunakan kendaraan sebagai dampak integrasi GPS di berbagai perangkat pintar yang digunakan manusia. Perkembangan sensor networks dan *machine learning* yang terintegrasi dalam bidang GIS beberapa tahun belakang ini juga memberikan kontribusi positif dalam bidang GIS-T khususnya dalam hal *monitoring* hingga *forecasting*.

11.3 Konsep Dasar GIS-T

Pada gambar 11.1 memperlihatkan workflow GIS dalam bidang transportasi (tidak menutup kemungkinan bidang lainnya). Dari gambar tersebut dapat dilihat terdapat 3 konsep dasar dari kerangka kerja di lingkungan GIS-T, yaitu data, proses analisis dan pemodelan hingga output yang akan dihasilkan. Pemilihan jenis data, analisis, dan pemodelan hingga output dalam pemanfaatan GIS-T sangat bergantung pada tujuan penggunaannya. Oleh karena itu, dalam mengimplementasikan GIS-T, langkah awal yang harus diambil adalah memahami dengan baik permasalahan yang ingin diselesaikan dan hasil akhir yang diinginkan. Keselarasan yang tercipta antara data, analisis, dan output akan menjadi kunci penting dalam mengatasi tantangan tersebut. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang konsep data, analisis, dan output merupakan hal yang esensial

11.3.1 Data



Gambar 11.1. Workframe GIS dalam bidang transportasi

Berdasarkan jenis keruangannya, data yang digunakan di GIS-T secara umum terbagi atas 2 jenis: yaitu data spasial (data yang berafiliasi keruangan); dan data non spasial (data yang tidak berafiliasi keruangan). Berafiliasi keruangan berarti data tersebut memiliki atribut lokasi berupa informasi geografis yaitu data koordinat. Terdapat tiga bentuk data spasial dalam GIS-T, yaitu *point* (biasanya merepresentasikan titik lokasi halte, shelter, hingga rambu lalu lintas); *polyline* (biasanya merepresentasikan jaringan infrastruktur seperti jalan, jalur kereta api, pedestrian walk, hingga jalur koridor pada transportasi publik); dan *polygon* (biasanya merepresentasikan area/kawasan/zona, seperti zona kepadatan lalu lintas, zona area layanan, hingga zona tingkat kebisingan). Data spasial dapat bersumber dari survey dengan menggunakan GPS ataupun perangkat pintar yang menggunakan *geo-tagged*, *remote sensing* (Lidar, Photogrammetry dan imagery), hingga data BIM (*Building Information Modeling*). Sementara data non spasial merupakan data yang tidak memiliki atribut lokasi (koordinat geografis). Data non spasial bersifat deskriptif, kualitatif, atau kuantitatif. Dalam bidang transportasi, data ini biasanya berupa data demografi, data volume lalu lintas, data *travel behaviour*, *travel time*, hingga *travel cost*. Data ini dapat berasal dari survey dan kuesioner.

Sementara berdasarkan jenis imagenya, data di dibedakan atas data raster dan data vektor. Data raster adalah representasi data dalam bentuk grid/kisi piksel (Arctur and Zeiler, 2004). Setiap piksel merupakan representasi nilai/kelas/atribut pada lokasi yang spesifik dan mewakili suatu fenomena, seperti ketinggian hingga kepadatan lalu lintas, dan dapat memiliki resolusi spasial yang seragam atau berbeda-beda. Data raster umumnya merepresentasikan fenomena yang bersifat kontinu dan berubah secara bertahap di seluruh wilayah. Dalam bidang transportasi, data ini dapat berupa data kerusakan aset transportasi (jalan, jembatan, rambu, dll). Data ini dapat berasal dari remote sensing

(Lidar, photogrammetry dan imagery). Sementara data vektor adalah data dalam bentuk *point*, *polyline* dan *polygon* yang masing-masing merepresentasikan objek geografis yang berbeda (lihat penjelasan tentang data spasial). Baik data raster maupun data vector merupakan data yang berafiliasi keruangan.

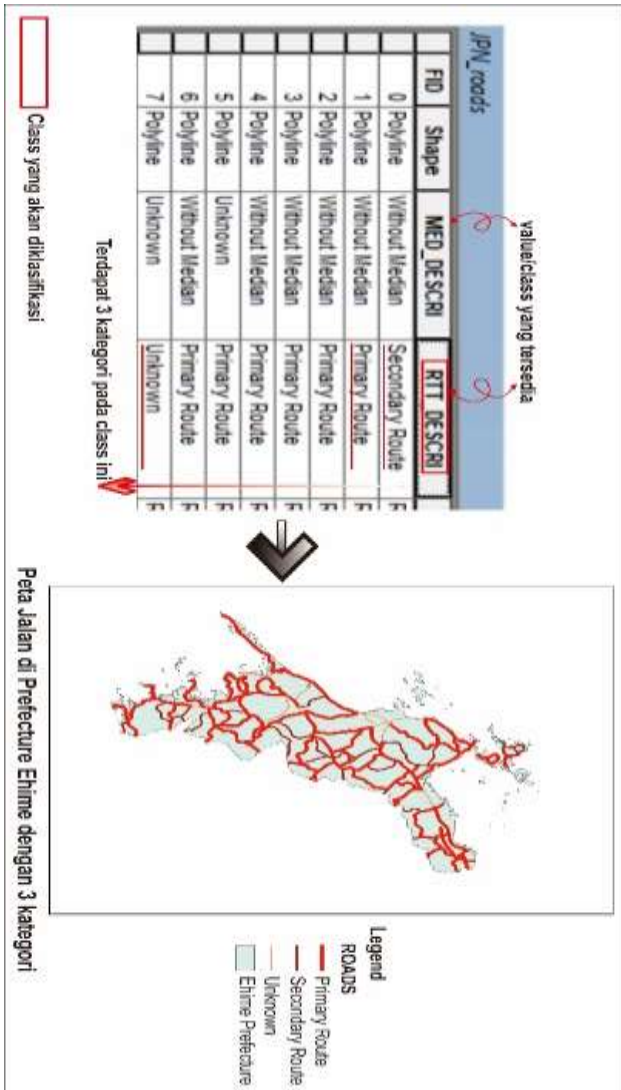
11.3.2 Analisis dan modeling

Analisis dan modeling adalah metode mengubah data menjadi informasi pengetahuan. Metode analisis dalam GIS berbasis statistik tradisional, *machine learning* hingga *deep learning*. Dalam memilih metode yang sesuai, ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Pertama, adalah memahami masalah yang akan diselesaikan. Umumnya, dalam menyelesaikan masalah, dilakukan penjabaran lewat beberapa pertanyaan. Misalnya seorang perencana transportasi akan merencanakan konsep TOD (*Transit Oriented Development*) pada satu kawasan sebagai bagian dari konsep transportasi dan kota berkelanjutan. Untuk memecahkan masalah ini, yang dilakukan adalah membuat pertanyaan-pertanyaan terkait masalah, misalnya: Dimana kawasan *hot spot urban sprawl*? Dimana potensi perletakan *feeder* (pengumpan transportasi massal)? Bagaimana clustering data terkait fasos fasum dan demografi? Bagaimana clustering data terkait demografi dan *origin destination*? Hingga dimana posisi transit stop yang paling optimal, yang mampu melayani penduduk terbanyak baik yang menggunakan sepeda ataupun pejalan kaki? Pertanyaan-pertanyaan inilah yang nantinya akan berusaha dijawab melalui pemilihan analisis. Sementara, yang kedua adalah memahami karakteristik analisis yang akan digunakan.

Dalam GIS, ada begitu banyak jenis analisis dan pemodelan. Dalam chapter ini akan dibagi analisis dan pemodelan berdasarkan kategori fungsi di GIS-T (dan bisa diaplikasikan ke bidang lainnya). Pada gambar 11.1 dijabarkan ada 6 jenis tujuan yang dapat dilakukan dalam analisis dan modeling di GIS-T, yaitu estimasi,

klasifikasi, klasterisasi, monitoring, asosiasi, dan forecasting ataupun prediksi. Estimasi, biasanya terkait dengan pengidentifikasian atau perencanaan. Asosiasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara berbagai variabel. Forecasting digunakan untuk melakukan prediksi terhadap fenomena tertentu berdasarkan *data series*. Monitoring terkait dengan operasional, pemeliharaan, dan administrasi (seperti pembaruan data pada waktu tertentu), terutama terkait data kondisi infrastruktur, volume lalu lintas, data kecelakaan di *black site* atau *black spot*.

Klasifikasi dan klasterisasi adalah pengelompokan dan pengkategorian data. Kedua fungsi ini dalam pengaplikasiannya sering mengalami pertukaran makna. Klasifikasi atau *classification* merupakan bagian dari konsep *supervised learning* (Agarwal, 2014; Allahyari *et al.*, 2017). Metode ini bertujuan untuk membuat kelompok ataupun grup berdasarkan data label/class/attribute yang sudah ada. Proses pengakategorian data berdasarkan kategori data yang sudah ada di data atribut. Dalam proses ini jumlah kategori yang dihasilkan sudah dapat diketahui dari data yang ada. Untuk memahami konsep ini dapat dilihat pada gambar 11.2. Pada gambar tersebut, terdapat 2 *class* atau *value* yang memiliki lebih dari satu label, yaitu class/value MED_DESCRI dan RTT_DESCRI. Dalam contoh ini, pengaklasifikasian akan dilakukan pada class/value RTT_DESCRI yang memiliki 3 label, dimana 3 label inilah yang merepresentasikan 3 kategori (primary route, secondary route dan unkwon) pada pengklasifikasian ROADS pada gambar tersebut. Dalam GIS, ini adalah contoh model pengklasifikasian yang sederhana.



Gambar 11.2. Contoh penggunaan klasifikasi sederhana di GIS dalam pembuatan kategori jalan

Di sisi lain, klasterisasi atau clustering merupakan bagian dari konsep *unsupervised learning* (Agarwal, 2014; Allahyari et al., 2017). Berbeda dengan klasifikasi, metode ini mencoba untuk mengelompokkan data berdasarkan kemiripan atau karakteristik tertentu. Tujuan utamanya adalah untuk menemukan struktur atau pola dalam data melalui bantuan algoritma tertentu. Karena kelompok/kategori yang dibentuk dalam klasterisasi tidak memiliki label dan hanya didasarkan pada kemiripan fitur dalam dataset, maka jumlah kelompok yang dihasilkan tidak dapat diketahui sebelumnya. Dalam GIS, bagian dari klasterisasi ini berupa analisis hotspot dan cluster analisis.

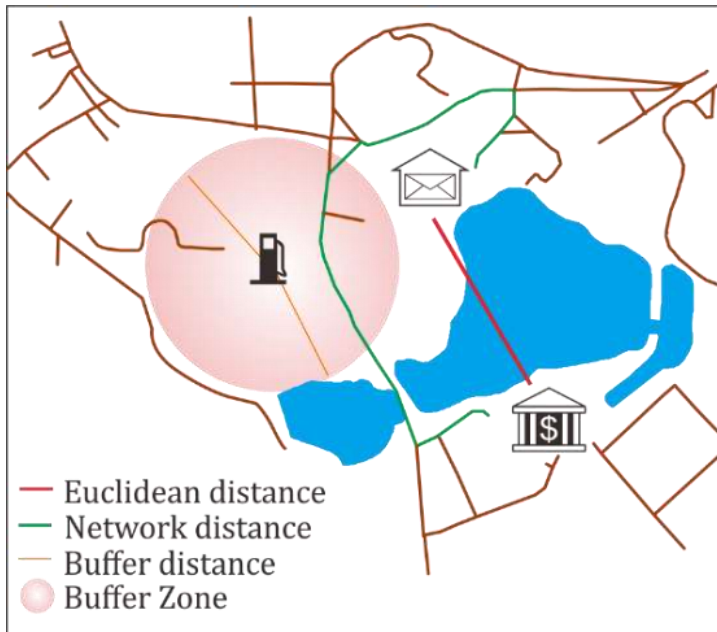
Seperti yang dipaparkan sebelumnya, bahwa dalam memilih jenis analisis dan pemodelan, pengguna harus memahami karakteristik masalah yang akan dipecahkan, juga karakter tiap analisis yang akan diterapkan. Dalam GIS, ada banyak analisis yang memiliki konsep fungsi utama yang sama, tapi secara prinsip penggunaannya berbeda. Salah satu contoh adalah pemecahan masalah terkait menyangkut masalah jarak, baik dalam pemecahan *location allocation* (penentuan lokasi suatu infrastruktur), pemilihan rute terbaik, hingga mengetahui fasos fasum terdekat di suatu tempat yang sangat umum di GIS-T. Dalam GIS ada 3 analisis yang sering digunakan terkait hal ini: *buffer analysis*, *Euclidean distance analysis* dan *network analysis*. Ketiga analisis ini memiliki fungsi yang sama yaitu estimasi dan prediksi terkait jarak, namun memiliki karakteristik yang berbeda.

Buffer analysis merupakan bagian dari *proximity analysis*. Analisis ini bersama dengan *multiple ring buffer analysis* digunakan untuk mengidentifikasi objek/area/zona yang berada dalam jarak tertentu dari objek atau lokasi tertentu. Untuk itu dalam prosesnya analisis ini akan membuat zona (area) sekitar objek atau lokasi yang ingin dianalisis dengan jarak tertentu. Zona yang terbentuk dapat berupa satu zona (*buffer analysis*) hingga lebih dari satu zona (*multiple ring buffer analysis*). Zona yang terbentuk tergantung

variabel yang digunakan. Dalam analisis ini, variabel yang dipertimbangkan hanya jarak, sementara jaringan jalan diabaikan (Ridwan, 2014). Jenis analisis ini dapat digunakan untuk menentukan area dampak (*impact area*) yang tidak membutuhkan pertimbangan jaringan utilitas seperti area dampak kebisingan ataupun polusi udara (Ridwan, 2021).

Network analysis adalah analisis berbasis jaringan (7.3. Lesson: Network Analysis, no date). Analisis ini digunakan untuk melakukan pemodelan untuk mendapatkan rute terbaik, lokasi terbaik dengan memperhatikan jaringan jalan yang ada serta variabel jarak dan waktu. Bersama dengan *buffer analysis*, *network analysis* adalah analisis yang dapat bekerja pada data vektor.

Sementara *Euclidean distance analysis* bekerja dengan mengukur langsung secara garis lurus jarak antara dua objek (ESRI, no date). Analisis ini hanya menjadikan variabel jarak sebagai pedoman, tanpa memperhatikan jaringan jalan. Berbeda dengan kedua analisis sebelumnya, *Euclidean distance analysis* digunakan untuk data berbasis raster. Sehingga untuk menjawab permasalahan dimana unsur jaringan jalan dipertimbangkan, maka *network analysis* adalah metode analisis yang tepat dalam menjawab masalah. Tetapi jika unsur jalan tidak diperhatikan, seperti menganalisa kawasan terdampak kebisingan lalu lintas di satu lokasi, maka pemilihan *buffer analysis* atau *Euclidean distance analysis* bisa menjadi pilihan namun disesuaikan dengan jenis datanya. Untuk memahami perbedaan prinsip dari ketiga analisis tersebut dapat dilihat ilustrasi penggunaannya pada Gambar 11.3.



Gambar 11.3. Ilustrasi perbedaan penerapan buffer analysis, Euclidean distance analysis dan network analysis

Selain memahami cara kerja dari metode analisis, memahami kesesuaian analisis dengan type data juga sangat penting dalam memilih analisis. Seperti pada ketiga analisis di atas, jika dalam proses penyelesaian masalah, data yang dimiliki adalah data raster, maka metode analisis yang dapat digunakan adalah *Euclidean distance analysis*.

Pada tabel 11.1 dijabarkan beberapa analisis yang sering digunakan dalam GIS-T. Analisis ini dapat digunakan sendiri ataupun diintegrasikan dengan analisis atau pemodelan lainnya, tergantung dari tujuan atau lingkup masalah yang ingin dicapai. Yang harus dipahami adalah, setiap metode analisis ataupun pemodelan memiliki karakteristik sendiri dan cara kerja tersendiri.

11.3.2 Output

Data ketika disajikan hanyalah bersifat fakta, tanpa sebuah informasi ataupun pengetahuan. Pengolahan data dengan pemodelan ataupun analisis adalah upaya mengolah data menjadi pengetahuan. Output dalam GIS merupakan bagian informasi pengetahuan. Dari output ini nantinya akan melahirkan kebijakan dan pemahaman yang menyeluruh akan suatu fenomena. Itulah sebabnya dalam bidang pengetahuan, GIS merupakan alat bantu *decision making* yang digunakan oleh semua bidang ilmu, baik bidang science dan engineering, bidang kesehatan, mitigasi bencana, hingga bidang sosial, hukum, ekonomi dan bahasa.

Pada gambar 11.1, dipaparkan ada 5 jenis output yang dihasilkan dalam proses GIS-T. Selain peta tematik, terdapat tabel, grafik dan chart, serta WebGIS. Output ini juga merupakan bentuk visualisasi informasi spasial. Peta tematik merupakan luaran dari GIS-T yang banyak digunakan, dari memetakan tema pemetaan tingkat kerusakan jalan, hingga pemetaan *hotspot* kawasan rawan kecelakaan.

Web GIS adalah salah satu bentuk visualisasi dan output yang berkembang sekarang ini dengan mengintegrasikan antara web dan GIS. Perkembangan system cloud (Fu, 2018) hingga integrasi antara aplikasi merupakan hal yang berkontribusi positif dalam perkembangan web GIS. Dari segi kemudahan dan aksesibilitas, web GIS menjadi *sustainable* dan bersifat global, karena system alur informasinya yang awalnya berbasis server (*one-way*) menjadi *two-way* dimana user dapat membagikan

informasi spasial dimanapun. Penerapan *Google Maps* hingga *Google Earth* adalah salah satu contohnya. Kelebihan lainnya adalah pengaplikasian web GIS ke konsep *mobile devices*, visualisasi yang bukan hanya 3D tapi juga VR (*virtual reality*), hingga system data yang dapat berkonsep *real time* (Fu, 2018). Ditambah lagi, pengembangan model turunan web GIS yang dapat dipilih, dari konsep web GIS (yang sederhana), *story maps*, *mobile GIS*, *real time application GIS*, hingga web GIS berbasis *real-time dashboard*. Salah satu pengaplikasian yang banyak digunakan adalah web GIS berbasis *real time dashboard* (contoh dapat di lihat pada gambar 11.5). Output ini banyak digunakan untuk fungsi monitoring, baik yang sifatnya manajemen aset hingga manajemen keselamatan bertansportasi.



Gambar 11.5. Contoh output monitoring real-time dengan menggunakan CCTV yang terintegrasi ArcGIS Dashboard.
 (Sumber: A. (*Activity Detection in Washington D.C.*, no date); B (*Traffic Flow Analysis*, no date))

Tabel 11.1. Jenis aplikasi pemodelan yang digunakan dalam GIS-T

<i>Tujuan</i>	<i>Jenis analysis</i>	<i>Contoh pengaplikasian pada bidang transportasi</i>
<i>Mengklasifikasikan pola hubungan antar data</i>	<i>Spatial analysis (overlay)</i>	• Pemetaan kerawanan kecelakaan lalu lintas • Pemetaan tingkat kerusakan jalan • Pemetaan tingkat kerusakan jembatan • Pemetaan kondisi rambu lalu lintas
<i>Monitoring manajemen aset</i>	<i>GeoAI (Geospatial Artificial Intelligence)</i>	<i>Deteksi dan identifikasi kerusakan (struktur) infrastruktur transportasi (jalan, jembatan, railway, jalur pedestrian hingga airport)</i>
<i>Monitoring manajemen lalu lintas</i>	<i>Web-GIS Dashboard yang terintegrasi dengan Geo-tagged Imagery, GIS server dan APIs (seperti</i>	<i>Monitoring traffic management (traffic flow/ arus lalu lintas, traffic behavior, volume lalu lintas, jumlah pejalan kaki)</i>

Tujuan	Jenis analisis	Contoh pengaplikasian pada bidang transportasi
	<i>Python API)</i>	<i>secara real time (intelligent transportation systems/ITS)</i>
<i>Monitoring manajemen keselamatan lalu lintas</i>	<i>Web-GIS Dashboard yang terintegrasi dengan GIS server dan APIs (seperti Python API)</i>	<i>Monitoring dan penginputan data black site dan black spot secara real time</i>
<i>Estimasi rute/jalur terbaik</i>	<i>Network analysis (Shortest path, Closest facility, dan Route analysis)</i>	<i>Penentuan rute terbaik terkait cost/biaya, time travel/waktu tempuh dan jarak</i>
<i>Estimasi service area dan location allocation (perencanaan penempatan) untuk infrastruktur transportasi</i>	• <i>Network analysis (service area)</i> • <i>Proximity analysis (buffer dan multiple ring buffer analysis)</i>	• <i>Penentuan area layanan halte, shelter, station, terminal, dermaga dan airport</i> • <i>Perencanaan halte, shelter station, intersection, pedestrian walk, rambu jalan, dermaga hingga airport.</i>

<i>Tujuan</i>	<i>Jenis analysis</i>	<i>Contoh pengaplikasian pada bidang transportasi</i>
<i>Mengasosiasikan variable-variable tertentu terhadap fenomena dalam bidang transportasi</i>	<i>Spatial statistic (Regression analysis, ordinary least squares /OLS, geographically weighted regression/GWR)</i>	• Variabel yang berhubungan dengan kecelakaan lalu lintas, kemacetan lalu lintas, penggunaan transportasi massal, kerusakan jalan atau jembatan • Variabel yang paling mempengaruhi pada kecelakaan lalu lintas, kemacetan lalu lintas, penggunaan transportasi massal, kerusakan jalan atau jembatan
<i>Klasterisasi data-data berdasarkan variable-variable tertentu untuk mengetahui pola atau patern data</i>	<i>Spatial statistic (Hot Spot Anlysis, Cluster dan Outlier Analysis)</i>	• Apakah kerusakan jalan memiliki pola atau patern terhadap beberapa variable (kondisi drainase, jumlah kendaraan

<i>Tujuan</i>	<i>Jenis analysis</i>	<i>Contoh pengaplikasian pada bidang transportasi</i>
		berat, dll) secara statistik • Bagaimana kecendrungan data (pola atau patern) kecelakaan lalu lintas setiap segemen jalan terhadap berbagai variable • Apakah penggunaan kendaraan pribadi memiliki pola atau patern terhadap beberapa variable (socio demografi, keberadaan angkutan massal, dll)
<i>Memprediksi kawasan mana yang ter(besar, buruk, parah)</i>	• Geostatistical analysis (Interpolation, EBK regression prediction) • Spatial statistic	• Pemodelan prediksi tingkat kerusakan jalan, jembatan, rambu lalu lintas • Pemodelan prediksi tingkat polusi udara dan

<i>Tujuan</i>	<i>Jenis analysis</i>	<i>Contoh pengaplikasian pada bidang transportasi</i>
	<i>(Forest based classification and regression)</i>	<i>suara</i> • <i>Pemodelan prediksi tingkat kemacetan</i> • <i>Pemodelan prediksi black spot dan black site</i> • <i>Pemodelan prediksi penggunaan transportasi massal</i> • <i>Forecasting terkait maintainance infrastruktur</i>

11.4 Penutup

GIS-T merupakan salah satu alat bantu *decision making* dalam bidang transportasi. Sistem ini telah terbukti menjadi alat yang sangat efisien dan terstruktur dalam mengatasi berbagai tantangan dalam perencanaan, pengelolaan, dan pengembangan bidang transportasi. Pendekatan pengelolaan datanya memungkinkan pembentukan database, sedangkan sistem analisis dan pemodelannya memungkinkan penyelesaian masalah dari aspek perencanaan hingga evaluasi, serta pemahaman yang lebih menyeluruh tentang fenomena dalam sektor transportasi masa lalu, saat ini, dan di masa depan. Dari aspek informasi yang

dihasilkan (output), tersedia beragam opsi visualisasi, termasuk tren pengembangan web GIS dengan konsep *dashboard real-time*, yang telah banyak digunakan dalam manajemen aset transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- 7.3. *Lesson: Network Analysis* (no date). Available at: https://docs.qgis.org/2.14/en/docs/training_manual/vector_analysis/network_analysis.html (Accessed: 8 April 2022).
- Activity Detection in Washington D.C* (no date). Available at: <https://esrifederal.maps.arcgis.com/apps/dashboards/d2fc32e1974540939e6a1bf9cac331c4> (Accessed: 20 July 2023).
- Adulaimi, A. A. *et al.* 2021. 'Traffic Noise Modelling Using Land Use Regression Model Based on Machine Learning, Statistical Regression and GIS', *Energies*, 14(16). doi: 10.3390/en14165095.
- Agarwal, S. 2014. 'Data mining: Data mining concepts and techniques', *Proceedings - 2013 International Conference on Machine Intelligence Research and Advancement, ICMIRA 2013*, pp. 203–207. doi: 10.1109/ICMIRA.2013.45.
- Allahyari, M. *et al.* 2017. 'A Brief Survey of Text Mining: Classification, Clustering and Extraction Techniques'. Available at: <http://arxiv.org/abs/1707.02919>.
- Arctur, D. and Zeiler, M. 2004. *Designing Geodatabases: case studies in GIS data modeling*. ESRI, Inc.
- Delgado, J. M. D. *et al.* 2017. 'Management of structural monitoring data of bridges using BIM', *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Bridge Engineering*, 170(3), pp. 204–218. doi: 10.1680/jbren.16.00013.
- ESRI (no date) *Understanding Euclidean distance analysis*. Available at: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-euclidean-distance-analysis.htm#:~:text=The Euclidean distance output raster contains the measured distance from,cell center to cell center.> (Accessed: 22 July 2023).

- Farooq, A. *et al.* 2018. 'Transportation Planning through GIS and Multicriteria Analysis: Case Study of Beijing and XiongAn', *Journal of Advanced Transportation*. Edited by E. Crisostomi. Hindawi, 2018, p. 2696037. doi: 10.1155/2018/2696037.
- Fu, P. 2018. *Getting to Know Web GIS*. 3rd edn. Esri Press,. doi: 10.1080/00087041.2017.1307041.
- Harvey J. Miller and Shaw, S.-L. 2015. 'Geographic Information Systems for Transportation in the 21st Century', *Geography Compass*, 9(4), pp. 180–189. doi: 10.1007/978-3-030-53125-6_26.
- Kim, T. J. and Choi, K. 1998. 'Handbook of Geographic Information', in *Springer Handbook of Geographic Information*, pp. 843–856. Available at: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-72680-7_26.
- Lewis, S. 1990. 'Use of geographical information systems in transportation modeling', *ITE journal*. Citeseer, 60(3), pp. 34–38.
- Ridwan, V. F. 2014. *Optimalisasi Konsep Penempatan Transit Oriented Development dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografi dan Genetika Algoritma di Jalan Perintis Kemerdekaan Kota Makassar*. Hasanuddin University.
- Ridwan, V. F. 2021. 'Penerapan Buffer Analysis dalam bidang Teknik Sipil dan Lingkungan', *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 1(2), pp. 61–66.
- Ridwan, V. F., Hasanuddin, H. A. and Sarif, S. 2023. 'Trans Mamminasata Bus Service Coverage Area in Corridors 2 and 3, Indonesia, using Network Analysis', *Civil Engineering Dimension*, 25(1), pp. 48–52. doi: 10.9744/ced.25.1.48-52.
- Traffic Flow Analysis* (no date). Available at: https://esriiismy.sharepoint.com/:p:/g/personal/omar9333_esri_com/EQww3igd2xAgXCM9qW_6gABGrRZ5rA6gRwaAlSz0mwQLg?e=rAlc5R (Accessed: 20 July 2023).

BIODATA PENULIS



Ita Suhermin Ingsih, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

Dosen yang bernama lengkap Ita Suhermin Ingsih, S.T., M.T., lahir dan besar di daerah dingin Kota Malang, mengenyam pendidikan di SMPN 1, SMAN 2 Kota Malang. Menempuh pendidikan sarjana, magister, dan sedang berjuang untuk menyelesaikan doktoralnya di Departemen Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Penulis berkesempatan berbagi pengetahuan mengenai manajemen proyek baik secara teori maupun aplikasi di lapangan. Pengalamannya bekerja di kontraktor dan konsultan akan memberi nuansa yang sedikit berbeda dalam tulisan *book chapter* ini dan berharap dapat menjadi *sharing of knowledge* bagi pembaca.

BIODATA PENULIS



George Winaktu, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

Penulis lahir di Malang Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Sipil, serta sedang menyelesaikan S3 Teknik Sipil. Menulis merupakan jejak aksara dan berbagi cerita pengalaman sehingga dapat bermanfaat, penulis akan selalu berkarya. Selain menulis, ia sangat suka dunia fotografi, videografi, bermusik dan membaca novel, cerpen, serta puisi.

Saat ini, penulis berdomisili di kota kecil Turen Kabupaten Malang. Pembaca bisa lebih dekat dengan penulis lewat akun sosial media Instagram, Twitter. @georgewinaktugogik.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. Melly Lukman, MS
Dosen Program Studi Teknik Sipil
UKI Paulus, Makassar

Lahir di Kota Manado pada tanggal 10 November 1957. Pada Tahun 1980 lulus sebagai sarjana muda Teknik sipil pada UKI Paulus Makassar, dan selanjutnya melanjutkan ke program pendidikan Insinyur (sarjana Lengkap Teknik Sipil) di Universitas Hasanuddin Makassar, lulus tahun 1984 dan mulai berkarier sebagai dosen. Dan pada tahun 1985 terangkat sebagai dosen dpk pada L2Dikti wilayah IX, yang ditempatkan di UKI Paulus Makassar, Menyelesaikan studi S2 pada Pascasarjana Universitas Hasanuddin pada tahun 1992 dan menyelesaikan studi S3 (Doktor) pada tahun 2017. Selama ini banyak menuliskan artikel ilmiah yang dipresentasi dalam forum seminar/ conference nasional dan internasional, serta menulis berbagai artikel ilmiah yang sudah terpublikasikan di berbagai jurnal nasional ataupun jurnal internasional yang bereputasi diantaranya : Experimental study of flow impact at sand pocket (Journal of engineering and Applied Science, Vol, 11 No 2.1, November 2016), Transport sediment Analysis using

bed-load. Case study Bilibili Reservoir (Journal of Civil engineering and Architecture 8(4); 456-165,2020, Sediments yields determination of existing Bilibili reservoir using echosounder data analysis. (International Journal of advance science and technology, vo;. 24 No.05 (2020), The Flatness levels of elextible road based on roadroid software in Perintis Kemerdekaan street, Makassar, 2020, IOP Confetrence Series : Earth and Environmental Science, Strength Characteristic of Compacted flu ash treated expeansive soil due to wetty-drying cycles repatition (journal of Civil Engineering and Architecture 9 (7): 2117-2128, 2021, Inflow analysis into Bilibili reservoir, IOP Conference series, Earth and Environmental Science, 1097-012052,2022

email: novi_wre@yahoo.co.id dan HP/wa: 0812-4276-145

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Mursalim, MT.

Dosen di Universitas Atma Jaya Makassar

Lahir di Kota Makassar pada tanggal 10 Desember 1962, Pada Tahun 1987 menyelesaikan Pendidikan Strata 1 (S1) di Universitas Hasanuddin, Pendidikan Pasca Sarjana (S2) Teknik Sipil di Universitas Katholik Parahyanan (2005), dan Pendidikan Doktor (S3) Teknik Sipil di Universitas Hasanuddin (2018).

Pada tahun 1994 terangkat menjadi PNS di Departemen Transmigrasi dan PPH sampai dengan tahun 2000. Menjadi PNS dalam lingkup Pemerintah Sulawesi Selatan (tahun 2000), ditempatkan di Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi (pada Bidang Ketransmigrasian). Pada tahun 2005 diterima menjadi Dosen Yayasan Universitas Atma Jaya Makassar. Pada tahun 2019 (September 2019) impassing dari Kementerian Dalam Negeri RI (Pemerintah Sulawesi Selatan) ke Kementerian Pendidikan Nasional dan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI Wilayah IX), dan dipekerjakan di Universitas Atma Jaya Makassar (sampai sekarang).

Selama mengabdikan di Universitas Atma Jaya Makassar, penulis mengampuh beberapa mata kuliah Rekayasa Lalu lintas

lanjut, Pelabuhan, Bandar Udara, Rekayasa Jalan Rel, Rekayasa Lingkungan dan Manajemen Lingkungan.

Organisasi profesi : Masyarakat Perkeretaapian Sul Sel (periode 2018-2023). Prestasi dan Penghargaan : Lulusan Terbaik Universitas Katholik Parahyangan (2005), Mahasiswa Berprestasi Universitas Katholik Parahyangan (2005), Satya Lencana Karya Satya 10 Tahun 2007 dan 2008).

E-mail: mursalimmuddin62@gmail.com

WA : 08124170575

BIODATA PENULIS



Erning Ertami Anton, S.T., M.T.

Dosen Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Erning Ertami Anton, lahir di kota Parepare, 11 September 1989. Menyelesaikan program sarjana di Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin pada tahun 2013 dan melanjutkan program pascasarjana di Institut Teknologi Bandung, konsentrasi Rekayasa Transportasi. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Selain mengajar, ia juga aktif dalam kegiatan tridharma lainnya diantaranya penelitian dan pengabdian.

BIODATA PENULIS



Akbar Indrawan Saudi, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Palu tanggal 23 Juni 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil pada salah satu universitas negeri di Kota Palu dan melanjutkan S2 pada Jurusan yang sama di Kota Bandung. Penulis menekuni bidang Menulis pada saat ini sembari menjalankan kewajiban utama sebagai seorang tenaga pengajar yaitu Tridharma Perguruan Tinggi (Pengajaran, Penelitian dan Pengabdian kepada masyarakat). Bidang keilmuan yang ditekuni oleh penulis saat ini berkaitan dengan rekayasa di bidang sistem transportasi.

BIODATA PENULIS



Rizky Hadijah Fahmi, S.T., M.T.

Dosen Program Studi D4 Jasa Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Penulis lahir di Kota Ujung Pandang, yang kini berganti nama menjadi Kota Makassar. Lahir pada tanggal 23 Desember 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D4 Jasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Sipil, Konsentrasi Transportasi di Universitas Hasanuddin.

BIODATA PENULIS



Ir. Syahlendra Syahrul, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Konstruksi Sipil
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 31 Mei 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Konstruksi Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Sipil Konsentrasi Teknik System Transportasi di Universitas Hasanuddin. Penulis menekuni bidang Teknik Sipil khususnya Bidang Teknik System Transportasi, dan aktif melakukan riset-riset dalam bidang perencanaan transportasi, rekayasa lalu lintas, Analisa kerusakan jalan dan material perkerasan jalan.

BIODATA PENULIS



Farhan Sholahudin, S.ST., M.T.

Dosen - Program Studi S1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Penulis lahir di Tegal, tanggal 22 Februari 1995. Penulis adalah Dosen PNS pada Program Studi S-1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Menyelesaikan pendidikan D4 di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal mengambil jurusan Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan pada Tahun 2016. Kemudian penulis melanjutkan studi S2 di Universitas Islam Sultan Agung Semarang pada Jurusan Magister Teknik Sipil (Rekayasa Transportasi) yang lulus pada Tahun 2019.

Penulis menekuni bidang Transportasi dan *Road Safety*. Penulis memiliki sertifikat kompetensi di bidang transportasi, salah satunya di bidang analisis dampak lalu lintas dan bergabung dengan organisasi profesi IKALINDO (Ikatan Andalalin Indonesia). Selain itu, penulis juga merupakan Dewan Pengurus Pusat IKATRANSJAYA (Ikatan Alumni Transportasi Jalan Raya) di bidang Pengabdian Kepada Masyarakat.

Mata Kuliah yang diampu adalah Rekayasa Lalu Lintas dan Desain Geometrik Jalan. Penulis telah memiliki beberapa publikasi artikel penelitian dan pengabdian pada jurnal nasional terakreditasi dan ber ISSN.

BIODATA PENULIS

Sarif, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Konstruksi Sipil
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Penulis lahir di Pinrang Sulawesi Selatan tanggal 17 Januari 1978. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Konstruksi Sipil. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil Transportasi dan menyelesaikan Program S2 pada Jurusan Teknik Transportasi. Saat ini masih menempuh sekolah doctoral menfokuskan diri pada Traffic and Transport Psychology. Penulis belajar menulis disiplin ilmu Teknik Transportasi.

BIODATA PENULIS



Vita Fajriani Ridwan

Dosen tetap Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Vita Fajriani Ridwan. Kelahiran Kota Parepare, 23 Maret 1982. Merupakan dosen tetap Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Selain mengajar, juga aktif di Research Group Pulitzer (Pusat Unggulan Ilmu Teknik Sipil Terapan) dan Unit Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Ujung Pandang. Fokus riset penulis terkait Sistem Informasi Geografi (GIS) dalam bidang Teknik Sipil. Penulis menjajaki studi Teknik Arsitektur pada tahun 2000, lalu belajar tentang infrastruktur di Magister Teknik Perencanaan Prasarana, Universitas Hasanuddin tahun 2012. Tahun 2021 meraih gelar Doctor Engineering setelah menyelesaikan studi doctoralnya di Civil and Environmental Engineering, Ehime University, Matsuyama, Jepang dengan fokus bidang Regional Development dan spatial statistic.