



Bahan Ajar:

REKAYASA

LALU LINTAS

Iphan Fitriani Radam

REKAYASA LALU LINTAS

(Edisi Kedua)

Iphan Fitriani Radam

Rekayasa Lalu Lintas

(Edisi Kedua)

Iphan Fitriani Radam

Fakultas Teknik – ULM



Data Katalog dalam Terbitan (KDT)

Radam, Iphan Fitriani.

Rekayasa Lalu Lintas / Iphan Fitriani Radam

Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press, 2008

REKAYASA LALU LINTAS

Penulis: Iphan Fitriani Radam

Desain Cover: Abizen Design

154 halaman, tinggi buku 24 cm

Hak Cipta © 2008 pada penulis

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Cetakan pertama, Desember 2008

Cetakan kedua, Maret 2010

Cetakan ketiga, Februari 2018

Cetakan keempat, Februari 2023

Penerbit:

Lambung Mangkurat University Press

Gedung Perpustakaan Pusat ULM Lantai 2

Jl. Hasan Basri Kayutangi, Banjarmasin 70123, INDONESIA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah,

Rekayasa Lalu Lintas, yang kini ada ke hadapan pembaca adalah berasal dari kumpulan beberapa bagian materi tentang Rekayasa Lalu Lintas yang penulis sajikan pada mata kuliah bersangkutan sejak tahun 2000 baik pada strata satu maupun strata dua di lingkup Program Studi Teknik Sipil. Materi tersebut kemudian disusun kembali dalam suatu tulisan yang lebih sistematis agar dapat dipahami dan dimengerti oleh para pembaca.

Buku ini merupakan edisi revisi dari buku dengan judul yang sama. Pemutahiran pedoman, peraturan, dan perundang-undangan yang terkait dengan rekayasa lalu lintas dilakukan dalam buku ini. Selain itu ada penambahan dan penajaman materi serta contoh penyelesaian kasus masalah.

Buku ini memuat sepuluh modul yang membahas ilmu rekayasa lalu lintas sebagai pengantar. Ditampilkan secara praktis serta dilengkapi dengan beberapa contoh kasus dengan penyelesaiannya sehingga diharapkan dapat membantu terutamamahasiswa maupun praktisi untuk memahami dan menerapkannya. Sepuluh modul pembelajaran tersebut meliputi pengenalan secara umum tentang sistem transportasi, jalan dan klasifikasinya di Indonesia, teori tentang karakteristik lalu lintas, cara menganalisis model dari karakteristik lalu lintas tersebut, mengenal terminal dan parkir, menganalisis model parkir, teori tentang pejalan kaki dan kasusdalam menganalisis kebutuhan fasilitas pejalan kaki, serta pengantar untuk lalu lintas tambang.

Penulisan buku ini sebagai implementasi dalam program pembuatan dan penyediaan bahan yang merupakan salah satu program peningkatan mutu perkuliahan yang dilaksanakan oleh Program Studi Teknik Sipil dan Non Reguler S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.

Meskipun buku ini adalah hasil karya penulis pribadi, namun sebenarnya banyak pihak yang sangat berjasa membantu penulis

dalam penyelesaiannya. Untuk itu, penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. H. Rusdi HA.,MSc. sebagai pimpinan penulis di Fakultas periode 2002 s.d. 2010, rekan-rekan di KBK Transportasi Fakultas Teknik ULM; Ir. H. Asrul Arifin, MT., Ir. H. Norman Ruslan, MT., Ir. H. Rosehan Anwar, MT., Ir. H. Yasruddin, MT., Dr. Muhammad Arsyad, MT., Dr.-ing Puguh B. Prakoso, M.Sc., Utami Sylvia Lestari, MT., dan Nova Widayanti, MT. untuk masukannya, serta kolega penulis yang berada di Program Non Reguler S1 Teknik Sipil maupun di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Fakultas Teknik ULM atas dukungannya.

Akhirnya, penghargaan yang besar penulis haturkan kepada seluruh keluarga dan semoga apa yang telah dihasilkan bermanfaat dan memberikan berkah untuk kita semua.

Aamiin Allahumma aamiin.

Banjarmasin, Desember 2022

Iphan Fitrian RADAM

PRAKATA

Rekayasa lalu lintas adalah bagian dari ilmu transportasi yang mempelajari tentang karakteristik lalu lintas termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas. Oleh karena itu dalam buku ini dibahas materi-materi yang berkaitan dengan lalu lintas seperti gambaran umum ilmu rekayasa lalu lintas itu sendiri, jalan sebagai prasarana, karakteristik lalu lintas, tempat parkir, terminal, pejalan kaki dan fasilitasnya.

Gambaran umum ilmu rekayasa lalu lintas dibahas pada modul awal untuk memberikan pengertian dan pemahaman hubungan rekayasa lalu lintas tersebut dalam ilmu transportasi secara luas. Harapan dengan mengetahui kedudukan dan peran ilmu rekayasa lalu lintas tersebut, pengguna buku dapat memilah manfaat dari keilmuan tersebut. Pada Modul Kedua, dibahas tentang jalan sebagai prasarana lalu lintas. Penulis mencoba memberikan gambaran tentang jalan lebih mendalam sesuai dengan klasifikasinya. Beberapa aturan dilakukan pembaruan disesuaikan aturan-aturan yang dikeluarkan pemerintah.

Karakteristik lalu lintas itu sendiri dibahas tersendiri dalam Modul Ketiga. Tiga karakteristik primer dari arus lalu lintas yaitu arus, kecepatan kendaraan, dan kepadatan dibahas dalam modul ini. Pendekatan model karakteristik lalu lintas yang digunakan adalah Model *Greenshields*, *Greenberg*, *Underwood*, dan *Bell*. Lebih lanjut contoh penggunaan keempat model tersebut dalam penyelesaian suatu kasus dibahas dalam Modul Keempat. Selain membahas karakteristik lalu lintas, dalam Modul Ketiga juga dibahas tentang teori untuk menentukan atau menilai tingkat pelayanan suatu ruas jalan, kapasitas jalan, dan cara pengumpulan data lalu lintas. selain itu juga diberikan tambahan materi tentang analisis regresi karena pada saat membuat model karakteristik sangat berkaitan sekali dengan koefisien korelasi untuk mendapatkan model yang baik.

Terminal sebagai salah satu prasarana transportasi dibahas lebih lanjut dalam Modul Kelima baik terminal penumpang maupun terminal barang sesuai dengan klasifikasinya. Teori tentang

perparkiran, baik dari pengertian parkir, jenis fasilitas, karakteristik, pola, dan syarat penempatan lokasi parkir dibahas dalam Modul Keenam. Diharapkan pengguna buku dapat mengerti baik teori maupun menganalisis model parkir yang baik dalam suatu kasus kebutuhan parkir. Analisis model parkir ini lebih lanjut dibahas dalam Modul Ketujuh dengan beberapa contoh kasus.

Pejalan kaki dalam rekayasa lalu lintas dibahas dalam Modul Kedelapan dan Modul Kesembilan. Pada kedua modul ini dijelaskan definisi dari pejalan kaki tersebut, jalur pejalan kaki, penyeberangan pejalan kaki, fasilitas, dan karakteristik arus pejalan kaki. Selain itu diberikan contoh menganalisis kebutuhan fasilitas pejalan kaki dan mengukur tingkat pelayanannya. Gambaran umum tentang lalu lintas tambang diberikan dalam modul terakhir.

PENGANTAR EDITOR

Buku berjudul *Rekayasa Lalu Lintas* ini merupakan salah satu kelompok buku referensi yang sangat penting dijadikan sebagai buku utama (primary book). Sasaran pengguna buku ini adalah kelompok mahasiswa S1-S2 yang berminat mendalami kajian lalu lintas dan permasalahan lalulintas yang ada di sekitar. Kelompok pengguna lainnya adalah masyarakat umum dan akademisi yang berminat dengan masalah transportasi dan lalu lintas.

Bagian isi buku ini menuliskan secara lengkap rekayasa lalu lintas. Pengantar mengenai rekayasa lalu lintas pada buku ini ditampilkan secara sederhana sehingga mudah difahami, disertai ilustrasi yang mendukung. Buku ini juga dilengkapi pembahasan mengenai jalan, lalu lintas, terminal, parkir, pejalan kaki dan lalu lintas tambang. Beberapa contoh kasus dengan penyelesaiannya dibahas dalam buku khususnya formulir survei lalu lintas dan survei kecepatan.

Pembahasan buku ini diawali dengan gambaran umum sistem transportasi, dilanjutkan dengan pembahasan mengenai jalan dan klasifikasinya. Pembahasan selanjutnya adalah karakteristik lalu lintas dan model karakteristik lalu lintas. Terminal dan parkir adalah pembahasan terkait dengan upaya untuk mengatur lalu lintas menjadi aman dan terkendali, termasuk pembahasan mengenai model parkir. Komponen lain yang tidak kalah penting dibahas adalah pejalan kaki dan studi kasus pejalan kaki. Pembahasan terakhir yang dibahas buku ini adalah mengenai lalu lintas tambang yang menjadi tren dunia pertambangan di Kalimantan.

Berdasarkan hasil penelaahan terhadap buku referensi ini, maka Editor mendorong dan menyarankan kepada para pihak yang berkecimpung dalam masalah lalu lintas serta yang berhubungan dengannya agar dapat menjadikan buku ini sebagai salah satu buku rujukan. Keberadaan buku rujukan ini akan menjadikan landasan yang kokoh dan kuat terkait aplikasi pengaturan / rekayasa lalu lintas di jalan raya.

Banjarbaru, Mei 2023

Editor

Anang Kadarsah

SINOPSIS

Buku ini memuat penjelasan tentang rekayasa lalu lintas, sesuai dengan perkembangan kota dewasa ini dan menyikapi pertumbuhan serta perkembangan kedepan, salah satu faktor yang sangat terkait dengan perkembangan tersebut adalah bidang transportasi. Pertumbuhan serta perkembangan dibidang transportasi bila ditinjau dengan pendekatan secara menyeluruh (sistem transportasi makro) maka penataan dan pengelolaan arus lalu lintas sangat dipengaruhi oleh tata guna lahan dan fasilitas prasarana jalan.

Sasaran umum dari perencanaan sistem transportasi adalah membuat interaksi menjadi seefektif dan seefisien mungkin. Oleh karena itu, untuk mencapai sasaran umum perlu perencanaan sistem transportasi dengan mempertimbangkan kebijakan.

Pada penjelasan buku ini, sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki. Karakteristik arus lalu lintas terbagi menjadi kecepatan, volume, dan kepadatan.

Terminal didefinisikan sebagai prasarana transportasi jalan untuk keperluan menaikkan dan menurunkan penumpang dan/atau barang, tempat mengatur, pengendalian, dan pengawasan kedatangan dan keberangkatan kendaraan umum, serta perpindahan moda angkutan yang merupakan salah satu wujud simpul jaringan transportasi. Buku ini menjelaskan selain terminal adapun yang namanya terminal angkutan barang berdasarkan pelayanannya berfungsi sebagai tempat untuk keperluan membongkar dan memuat barang, serta perpindahan intra dan/atau antar moda transportasi.

Kebutuhan tempat parkir kendaraan baik kendaraan pribadi, angkutan penumpang umum, sepeda motor, maupun truk adalah sangat penting. Setiap pengendara kendaraan bermotor memiliki kecenderungan untuk mencari tempat untuk memarkir kendaraan sedekat mungkin dengan tempat kegiatan atau aktifitasnya

Modul-modul pada buku ini menjelaskan rekayasa lalu lintas dari segi transportasi dalam sistem, definisi jalan, karakteristik arus lalu lintas, langkah penyelesaian data survei, pengertian terminal, pengertian parker, analisis model parkir, pejalan kaki dalam rekayasa lalu lintas, memberikan gambaran data pada jalan, jenis lalu lintas tambang.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
MODUL 1 GAMBARAN UMUM TENTANG SISTEM TRANSPORTASI.....	1
1.1 Transportasi dalam Sistem	1
1.2 Permasalahan Transportasi Jalan dan Faktor yang Mempengaruhinya	2
1.2.1 Sistem Kegiatan.....	3
1.2.2 Sistem Jaringan	3
1.2.3 Sistem Pergerakan	4
1.2.4 Sistem Kelembagaan.....	4
1.3 Strategi Pencapaian Sistem Kegiatan, Jaringan, dan Pergerakan	5
1.4 Konsep Dasar Rekayasa Lalu Lintas	6
MODUL 2 JALAN DAN KLASIFIKASINYA.....	12
2.1 Definisi Jalan.....	12
2.2 Peran Jalan.....	12
2.3 Klasifikasi Jalan	12
2.3.1 Sistem Jaringan Jalan	13
2.3.2 Fungsi Jalan.....	15
2.3.3 Status Jalan	18
2.3.4 Kelas Jalan	19
MODUL 3 KARAKTERISTIK LALU LINTAS.....	22

3.1	Karakteristik Arus Lalu Lintas	22
3.2	Model Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas	24
3.2.1	Model <i>Greenshields</i>	25
3.2.2	Model <i>Greenberg</i>	26
3.2.3	Model <i>Underwood</i>	27
3.2.3	Model <i>Bell</i>	28
3.3	Penilaian Ruas Jalan	29
3.4	Satuan Mobil Penumpang (SMP)	33
3.4.1	Ekivalen Mobil Penumpang (EMP) Jalan Perkotaan	35
3.4.2	Ekivalen Mobil Penumpang (EMP) Jalan Luar Kota ..	36
3.4.3	Ekivalen Mobil Penumpang (EMP) Jalan Bebas Hambatan	38
3.5	Kapasitas Jalan	39
3.5.1	Analisis Kapasitas Jalan Perkotaan	40
3.5.2	Analisis Kapasitas Jalan Luar Kota	46
3.5.3	Analisis Kapasitas Jalan Bebas Hambatan	51
3.6	Pengumpulan Data Lalu Lintas	54
3.7	Analisis Regresi	55
3.8	Tingkat Hubungan Koefisien Korelasi	57
3.9	Langkah Analisis Karakteristik Lalu Lintas	58
MODUL 4 ANALISIS MODEL KARAKTERISTIK LALU LINTAS		60
4.1	Langkah Penyelesaian dari Data Survei	60
4.1.1	Langkah 1: Diskripsi Data Survei	60
4.1.2	Langkah 2: Menentukan Nilai Kepadatan	62
4.1.3	Langkah 3: Membuat Persamaan Dasar	63
4.1.4	Langkah 4: Penyesuaian Model Persamaan	72
4.1.5	Langkah 5: Interpretasi Model	75
4.1.6	Langkah 6: Kinerja Ruas	76
4.2	Langkah Penyelesaian dari Data Sederhana	78
MODUL 5 TERMINAL		82
5.1	Pengertian Terminal	82
5.2	Terminal Penumpang	82
5.2.1	Fasilitas Terminal Penumpang	85
5.2.2	Kriteria Umum Terminal	86
5.3	Terminal Barang	88

5.4 Tipe dan Lokasi Terminal Angkutan Umum	88
5.4.1 Tipe Perhentian Bus Diujung Lintasan Rute	88
5.4.2 Tipe Terminal pada Jalan Bebas Hambatan	90
5.4.3 Tipe <i>Off-Street</i> Bus Terminal	90
5.4.4 Tipe <i>Bus-street</i> Terminal	91
 MODUL 6 PARKIR.....	 94
6.1 Pengertian Parkir	94
6.2 Jenis Fasilitas Parkir	95
6.2.1 Parkir di Badan Jalan (<i>On-Street Parking</i>)	96
6.2.2 Parkir di Luar Jalan (<i>Off-Street Parking</i>)	96
6.3 Satuan Ruang Parkir (SRP).....	98
6.4 Karakteristik Parkir	101
6.4.1 Volume Parkir	101
6.4.2 Akumulasi Parkir	102
6.4.3 Durasi Parkir	102
6.4.4 Pergantian Parkir	103
6.4.5 Kapasitas Parkir	103
6.4.6 Penyediaan Parkir	104
6.4.7 Indeks Parkir	104
6.5 Pola Parkir.....	104
6.6 Syarat Penempatan Lokasi Parkir	107
6.7 Langkah-langkah Analisis Parkir	109
 MODUL 7 ANALISIS MODEL PARKIR	 111
7.1 Langkah Penyelesaian <i>On-Street Parking</i>	111
7.2 Langkah Penyelesaian <i>Off-Street Parking</i>	115
 MODUL 8 PEJALAN KAKI.....	 120
8.1 Pejalan Kaki dalam Rekayasa Lalu Lintas	120
8.2 Fasilitas Pejalan Kaki.....	120
8.2.1 Jalur Pejalan Kaki	121
8.2.2 Penyeberangan Pejalan Kaki	124
8.2.3 Fasilitas Pendukung Pejalan Kaki	127
8.3 Karakteristik Arus Pejalan Kaki	129
 MODUL 9 STUDI KASUS PEJALAN KAKI	 134
9.1 Gambaran Data	134

9.2	Kebutuhan Fasilitas	136
9.2.1	Berdasarkan Klasifikasi Jalan.....	136
9.2.2	Berdasarkan Arus Pejalan Kaki dan Kendaraan.....	136
9.2.3	Matrik Kebutuhan.....	137
9.3	Tingkat Pelayanan	138
MODUL 10 LALU LINTAS TAMBANG		141
10.1	Iktisar Pertambangan Indonesia.....	141
10.2	Pengelolaan Pertambangan	142
10.3	Jenis Lalu Lintas Tambang.....	144
10.3.1	Jenis Lalu Lintas Tambang di Darat.....	144
10.3.2	Jenis Lalu Lintas Tambang di Air	146
10.4	Jenis Kendaraan Tambang	147
DAFTAR PUSTAKA.....		149
DAFTAR LAMPIRAN		153
Lampiran 1. Formulir Survei Lalu Lintas.....		153
Lampiran 2. Formulir Survei Kecepatan		154

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....	20
Tabel 2.2	Kecepatan Maksimum yang Diizinkan	20
Tabel 3.1	Jarak Tempuh yang Direkomendasikan untuk Studi <i>Spot Speed</i>	23
Tabel 3.2	Tingkat Pelayanan dan Karakteristik Jalan	30
Tabel 3.3	Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) pada Jalan Arteri dan Kolektor Sekunder	31
Tabel 3.4	Nilai EMP untuk Berbagai Jenis Kendaraan pada Ruas Jalan.....	33
Tabel 3.5	Faktor Pengaruh Nilai EMP pada MKJI 1997	35
Tabel 3.6	EMP untuk Jalan Perkotaan Tak-Terbagi	35
Tabel 3.7	EMP untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu-Arah	36
Tabel 3.8	Tipe Alinyemen Umum	36
Tabel 3.9	EMP untuk Jalan Luar Kota 2/2 UD.....	37
Tabel 3.10	EMP untuk Jalan Luar Kota 4/2 (Terbagi dan Tak Terbagi).....	37
Tabel 3.11	EMP untuk Jalan Bebas Hambatan MW 2/2 UD.....	38
Tabel 3.12	EMP untuk Jalan Bebas Hambatan MW 4/2 D	38
Tabel 3.13	Kapasitas dasar (C_0) Jalan Perkotaan	41
Tabel 3.14	Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu-Lintas Efektif (W_c) Jalan Perkotaan.....	42
Tabel 3.15	Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah untuk Jalan Dua-Lajur Dua-Arah (2/2) dan Empat-Lajur Dua- Arah (4/2) Tak Terbagi	42
Tabel 3.16	Faktor Penyesuaian Kapasitas Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu ($F_{c_{sf}}$) pada Jalan Perkotaan dengan Bahu.....	43

Tabel 3.17 Faktor Penyesuaian Kapasitas Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FC_{sf}) pada Jalan Perkotaan dengan Kereb.....	44
Tabel 3.18 Kelas Hambatan Samping untuk Jalan Perkotaan	45
Tabel 3.19 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS}) pada Jalan Perkotaan	46
Tabel 3.20 Kapasitas Dasar pada Jalan Luar Kota (4/2) & (2/2) dengan Alinyemen Umum	47
Tabel 3.21 Kapasitas Dasar Dua Arah pada Kelandaian Khusus pada Jalur Dua-Lajur Jalan Luar Kota	47
Tabel 3.22 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas (FC_w) Jalan Luar Kota	48
Tabel 3.23 Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah untuk Jalan (2/2) dan (4/2) yang Tak Terbagi dengan Alinyemen Umum Jalan Luar Kota.....	49
Tabel 3.24 Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah pada Kelandaian Khusus pada Jalur Dua-Lajur Jalan Luar Kota.....	49
Tabel 3.25 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{SF}) Jalan Luar Kota.....	50
Tabel 3.26 Kelas Hambatan Samping untuk Jalan Luar Kota	51
Tabel 3.27 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan dengan Alinyemen Umum	52
Tabel 3.28 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan Dua Arah pada Kelandaian Khusus	52
Tabel 3.29 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w) Jalan Bebas Hambatan.....	53
Tabel 3.30 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC_{SP}) Jalan Bebas Hambatan dengan Alinyemen Umum	53
Tabel 3.31 Pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi	58
Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Volume dan Kecepatan.....	61

Tabel 4.2	Contoh Rekapitulasi Data Kecepatan dan Kepadatan	62
Tabel 4.3	Perhitungan Nilai Komponen untuk Persamaan Linier	64
Tabel 4.4	Perhitungan Nilai Komponen untuk Persamaan Logaritma	66
Tabel 4.5	Perhitungan Nilai Komponen untuk Persamaan Eksponensial	68
Tabel 4.6	Perhitungan Nilai Komponen untuk Persamaan Eksponensial Kuadratis	70
Tabel 4.7	Model Persamaan Kecepatan - Kepadatan dan Korelasi	71
Tabel 4.8	Model Persamaan Hubungan Antar Karakteristik Lalu Lintas	74
Tabel 4.9	Perbandingan Nilai Karakteristik Lalu Lintas	76
Tabel 4.10	Batas Volume Berdasarkan Nilai ITP	77
Tabel 4.11	Batas Volume Lalu Lintas menurut Tingkat Pelayanannya	81
Tabel 5.1	Prasarana Bangunan Terminal	83
Tabel 5.2	Kebutuhan Luas Terminal (m^2)	87
Tabel 6.1	Lebar Bukaannya Pintu Kendaraan	99
Tabel 6.2	Penentuan Satuan Ruang Parkir (SRP)	101
Tabel 6.3	Durasi Parkir Sesuai berdasarkan Maksud Perjalanannya	103
Tabel 6.4	Nilai E untuk Jenis Kendaraan Mobil Penumpang	106
Tabel 6.5	Persamaan SRP MP golongan II	107
Tabel 6.6	Jarak Berjalan Berdasarkan Populasi Area	109
Tabel 7.1	Besaran Satuan Ruang Parkir (N) Kasus I	112
Tabel 7.2	Nilai Kapasitas Praktik atau Kapasitas Operasional (Cp) Kasus I	112
Tabel 7.3	Nilai Luas Areal Parkir (W) MP Gol. II Kasus I	113

Tabel 7.4	Panjang Areal Parkir (P) kasus II	114
Tabel 7.5	Nilai Luas Areal Parkir (W) MP Gol. II kasus II.....	115
Tabel 7.6	Kombinasi Pola Parkir	117
Tabel 7.7	Besaran Satuan Ruang Parkir (N).....	118
Tabel 7.8	Kombinasi Maksimum Pola Parkir.....	118
Tabel 8.1	Penambahan lebar jalur pejalan kaki akibat keadaan Setempat (Kemen PUPR, 2018)	122
Tabel 8.2	Penentuan Dimensi Trotoar Berdasarkan Lokasi dan Arus Pejalan Kaki Maksimum (Kemen PUPR, 2018).	123
Tabel 8.3	Kebutuhan Minimum Jalur Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (Kemen PUPR, 2018)	124
Tabel 8.4	Kriteria Penentuan Jenis Penyeberangan Pejalan Kaki (Kemen PUPR, 2018).....	125
Tabel 8.5	Tingkat Pelayanan di Jalur Pejalan Kaki dan Tangga	130
Tabel 8.6	Interpretasi Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki.....	130
Tabel 8.7	Interpretasi Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki pada Jalur Tangga.....	132
Tabel 8.8	Interpretasi Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki pada Ruang Antrian.....	133
Tabel 9.1	Kebutuhan Fasilitas Penyeberangan Pejalan Kaki Berdasarkan Klasifikasi Jalan	136
Tabel 9.2	Matrik Kebutuhan Penyeberangan Pejalan Kaki pada Jl. A. Yani KM. 34	138
Tabel 9.3	Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki pada Jl. A. Yani KM. 34.....	140
Tabel 10.1	Kendaraan Tambang di Darat	147
Tabel 10.2	Kendaraan Tambang di Air.....	148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Interaksi Sistem Transportasi secara Makro	2
Gambar 1.2	Konsep Dasar Terjadinya Lalu Lintas	6
Gambar 2.1	Sistem Jaringan Jalan Primer.....	17
Gambar 2.2	Sistem Jaringan Jalan Sekunder.....	17
Gambar 3.1	Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan.....	24
Gambar 3.2	Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan Berbagai Model	29
Gambar 3.3	Grafik Kualitas Tingkat Pelayanan Jalan (Arteri / Kolektor Sekunder)	32
Gambar 3.4	Variasi Bulanan pada Beberapa Negara.....	54
Gambar 3.5	Pengukuran dengan Interval 15 Menit	55
Gambar 3.6	Bagan Alir Penelitian Karakteristik Lalu Lintas.....	59
Gambar 4.1	Grafik Fluktuasi Volume Lalu Lintas.....	61
Gambar 4.2	Grafik Fluktuasi Kecepatan Kendaraan.....	62
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Karakteristik Lalu Lintas	75
Gambar 4.4	Fluaktuasi ITP Ruas Jalan.....	77
Gambar 4.5	Grafik Hubungan <i>Greenshield</i> Volume, Kecepatan, & Kerapatan dari Data Sederhana	80
Gambar 5.1	Mekanisme Pergerakan yang Terjadi di Terminal.....	83
Gambar 5.2	Tipe <i>Curb-Side</i>	89
Gambar 5.3	Tipe <i>Lay-by</i>	89
Gambar 5.4	Tipe <i>Bus-Bay</i>	90
Gambar 5.5	Tipe <i>Terminal Approach</i>	92
Gambar 5.6	Tipe <i>Bus Loop</i>	92
Gambar 5.7	Tipe <i>Short Connector Link</i>	93

Gambar 5.8	Tipe <i>Bus Mall</i>	93
Gambar 6.1	Kondisi Peranan Parkir	95
Gambar 6.2	Jenis Fasilitas Parkir	95
Gambar 6.3	Dimensi Kendaraan Standar untuk Mobil Penumpang	100
Gambar 6.4	Pola parkir Paralel Mobil Penumpang	105
Gambar 6.5	Pola parkir Bersudut Mobil Penumpang	105
Gambar 6.6	Diagram Alir Analisis Parkir	110
Gambar 7.1	Desain Awal Kombinasi Pola Parkir	116
Gambar 7.2	Sketsa Pengaturan Pola Parkir Kombinasi 60°- 45°	119
Gambar 9.1	Geometrik Jl. A. Yani KM. 34	134
Gambar 9.2	Fluktuasi Arus Lalu lintas Jl. A. Yani KM. 34	134
Gambar 9.3	Fluktuasi Pergerakan Pejalan Kaki Menyeberang pada Jl. A. Yani KM. 34	135
Gambar 9.4	Fluktuasi Nilai PV^2 untuk Tipe Penyeberangan pada Jl. A. Yani KM. 34	137
Gambar 9.5	Data Pejalan Kaki per 15 Menit	139
Gambar 9.6	Arus Rata-rata Pejalan Kaki dan Tingkat Pelayanan	139

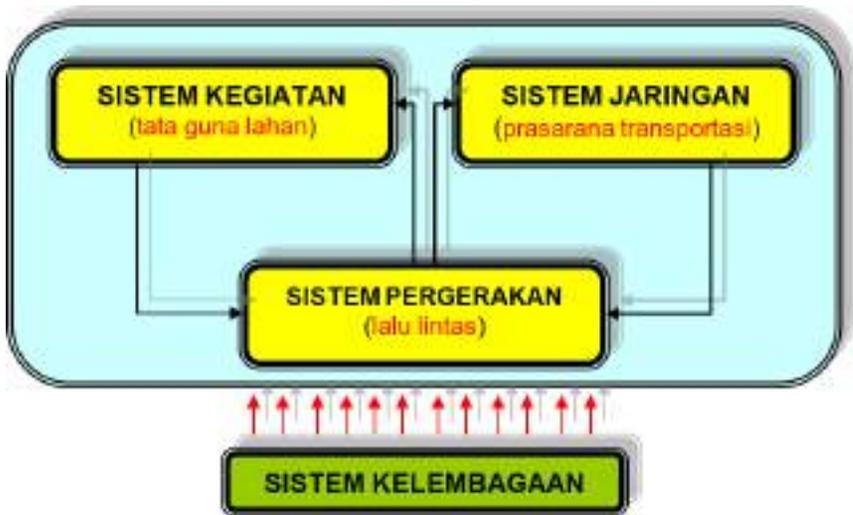
MODUL 1

GAMBARAN UMUM TENTANG SISTEM TRANSPORTASI

1.1 Transportasi dalam Sistem

Sesuai dengan perkembangan kota dewasa ini dan menyikapi pertumbuhan serta perkembangan kedepan, salah satu faktor yang sangat terkait dengan perkembangan tersebut adalah bidang transportasi. Selaras dengan maksud dan tujuan Sistem Transportasi Nasional (Sistranas) sebagai pedoman pengaturan dan pembangunan transportasi agar dicapai penyelenggaraan transportasi nasional yang efektif dan efisien (Dephub, 2005), maka penyelenggaraan transportasi harus dapat menjamin keselamatan, aksesibilitas tinggi, terpadu, kapasitas mencukupi, teratur, lancar dan cepat, mudah dicapai, tepat waktu, nyaman, tarif terjangkau, tertib, aman, kadar polusi yang rendah, beban publik rendah, dan memiliki utilitas yang tinggi dalam satu kesatuan jaringan transportasi nasional.

Pertumbuhan serta perkembangan dibidang transportasi bila ditinjau dengan pendekatan secara menyeluruh (sistem transportasi makro) maka penataan dan pengelolaan arus lalu lintas sangat dipengaruhi oleh tata guna lahan dan fasilitas prasarana jalan. Penataan dan pengelolaan arus lalu lintas ini sering disebut sebagai sistem pergerakan, tata guna lahan merupakan suatu sistem kegiatan, dan prasarana jalan sebagai sistem jaringan. Ketiga sistem ini saling berinteraksi dan supaya dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan maka perlu peran regulator (pemerintah) untuk mendukung dan menjamin terselenggaranya kegiatan transportasi tersebut (sistem kelembagaan). Bentuk peran aktif dari sistem kelembagaan ini adalah dengan mengeluarkan aturan-aturan atau regulasi yang bertujuan untuk menciptakan transportasi yang memenuhi kaidah-kaidah efisiensi dan efektivitas dari kriteria Sistranas. Interaksi keempat sistem dalam sistem transportasi makro ini seperti terlihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Interaksi Sistem Transportasi secara Makro

1.2 Permasalahan Transportasi Jalan dan Faktor yang Mempengaruhinya

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, sistem transportasi secara makro (menyeluruh) dapat dibagi menjadi beberapa sub sistem sebagai sistem mikro transportasi. Setiap sistem mikro tersebut saling terkait dan saling mempengaruhi. Sistem mikro tersebut adalah:

- 1) Sistem kegiatan (*transport demand*)
- 2) Sistem jaringan (*transport supply*)
- 3) Sistem pergerakan (*traffic*)
- 4) Kelembagaan

Keempat sistem mikro ini masing-masing berinteraksi dengan manusia sebagai pengguna maupun non pengguna sistem. Selain itu juga berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Interaksi dengan manusia sangat dipengaruhi oleh perilaku manusia itu sendiri. Bentuk perilaku yang berbeda dapat berupa preferensi yang tidak sama seperti untuk keamanan, kenyamanan, dan fleksibilitas (Johansson et al., 2006; Wei & Kao, 2010) yang juga dapat berpengaruh terhadap penentuan pilihan.

Perilaku sub sistem fisik, sub sistem manusia, dan sub sistem lingkungan sangatlah rumit, karena melibatkan interaksi manusia sebagai pengendara dan non pengendara yang menggunakan berbagai jenis kendaraan dengan karakter dan kinerja berbeda-beda. Karakteristik fisik yang berbeda dalam kondisi lingkungan yang sangat beragam serta tujuan pergerakan yang tidak sama juga menjadi faktor yang mempengaruhi.

1.2.1 Sistem Kegiatan

Sistem Kegiatan merupakan suatu sistem pola kegiatan tata guna lahan (*land use*) yang terdiri dari sistem pola kegiatan sosial, ekonomi, pendidikan, bekerja, dan rekreasi. Sistem kegiatan mempunyai tipe aktivitas tertentu yang akan membangkitkan pergerakan (*traffic generation*) dan akan menarik pergerakan (*traffic attraction*). Daerah yang membangkitkan dan menarik pergerakan ini biasanya disebut dengan zona.

Kegiatan yang timbul dalam sistem ini membutuhkan adanya pergerakan sebagai alat pemenuhan kebutuhan. Besar pergerakan yang ditimbulkan sangat berkaitan erat dengan jenis/tipe dan intensitas kegiatan yang dilakukan. Perubahan pada sistem kegiatan jelas akan mempengaruhi sistem jaringan, melalui suatu perubahan pada tingkat pelayanan (*level of service*) pada sistem pergerakan.

Zona-zona kegiatan yang tersebar tidak merata akan mengakibatkan pergerakan manusia akan menjadi panjang seperti zona pemukiman yang jauh dari zona pendidikan dan zona pembelanjaan/pertokoan. Selain itu, dapat mengakibatkan pembebanan lalu lintas akan terkonsentrasi pada satu ruas jalan saja. Oleh karena itu perencanaan sistem kegiatan yang baik dapat mengurangi besar pergerakan yang terjadi.

1.2.2 Sistem Jaringan

Sistem jaringan meliputi jaringan jalan raya, jalan rel kereta api (KA), terminal bus, stasiun KA, bandara, pelabuhan laut atau dermaga, dan fasilitas pendukungnya seperti rambu lalu lintas dan marka. Pada sistem ini yang jaringan menjadi media (prasarana) atau akses moda transportasi (sarana) melakukan pergerakan baik pergerakan manusia dan/atau barang.

Perubahan pada sistem jaringan akan dapat mempengaruhi sistem kegiatan melalui peningkatan mobilitas dan aksesibilitas dari sistem pergerakan tersebut. Penataan sistem jaringan yang baik akan mendukung pergerakan dan/atau barang manusia menjadi lebih efisien dan efektif, begitu pula sebaliknya.

1.2.3 Sistem Pergerakan

Sistem pergerakan yakni pergerakan manusia dan/atau barang dalam bentuk pergerakan kendaraan dan/atau orang (pejalan kaki). Sistem pergerakan ini dihasilkan oleh adanya interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan.

Suatu sistem pergerakan yang menjamin keselamatan, aksesibilitas tinggi, terpadu, kapasitas mencukupi, teratur, lancar dan cepat, mudah dicapai, tepat waktu, nyaman, tarif terjangkau, tertib, aman, kadar polusi yang rendah, beban publik rendah, dan memiliki utilitas (manfaat) yang tinggi dalam satu kesatuan jaringan akan tercipta, jika pergerakan tersebut diatur oleh suatu sistem rekayasa dan manajemen lalu lintas yang baik. Sebaliknya, permasalahan kemacetan yang sering terjadi di kota-kota besar di Indonesia timbul disebabkan karena kebutuhan akan transportasi lebih besar dibandingkan dengan prasarana transportasi yang tersedia atau prasarana tidak berfungsi sebagaimana-mestinya.

Sistem kegiatan, sistem jaringan, dan sistem pergerakan akan saling mempengaruhi satu dengan lainnya, karena adanya keterkaitan/ ketergantungan dalam suatu sistem makro.

1.2.4 Sistem Kelembagaan

Sesuai dengan tujuan transportasi dalam usaha untuk menjamin terwujudnya suatu sistem pergerakan yang yang memenuhi kaidah-kaidah efisiensi dan efektivitas transportasi, maka dalam sistem transportasi makro terdapat suatu sistem mikro tambahan lainnya yang disebut dengan sistem kelembagaan. Sistem kelembagaan dapat terdiri dari beberapa individu, kelompok, lembaga, instansi pemerintah, atau swasta yang terlibat dalam masing-masing sistem mikro tersebut. Di negara Republik Indonesia sistem kelembagaan (instansi) yang berkaitan dengan masalah transportasi adalah:

- 1) Sistem kegiatan: Bappenas, Bappeda, Bangda, Pemda.
- 2) Sistem jaringan: Kementerian Perhubungan (darat, laut, dan udara), Kementerian PUPR (Bina Marga), PT. Jasa Marga.
- 3) Sistem pergerakan: LLAJR, ASDP, Satpol PP, Satlantas, Organda, MTI.

Sistem kelembagaan ini memberikan kepastian untuk ketiga sistem yang ada dapat berjalan dan berinteraksi dengan baik, tidak terjadi tumpang tindih kepentingan, serta menjamin maksud dan tujuan transportasi tercapai.

1.3 Strategi Pencapaian Sistem Kegiatan, Jaringan, dan Pergerakan

Sasaran umum dari perencanaan sistem transportasi adalah membuat interaksi menjadi seefektif dan seefisien mungkin. Oleh karena itu, untuk mencapai sasaran umum perlu perencanaan sistem transportasi dengan mempertimbangkan kebijakan sebagai berikut:

- 1) **Sistem kegiatan:** perencanaan tata guna lahan seperti lokasi pembelanjaan, sekolah, pemukiman, parkir, dan perkantoran yang baik dan benar dapat mengurangi keperluan akan perjalanan yang panjang sehingga membuat interaksi lebih mudah. Solusi tentang tata guna lahan biasanya memerlukan waktu yang cukup lama dan tergantung dari badan pengelola yang mempunyai kuasa (wewenang dan kemampuan) untuk mengimplemen-tasikan perencanaan tata guna lahan.
- 2) **Sistem jaringan:** hal yang dapat dilakukan yaitu dengan meningkatkan kapasitas pelayanan prasarana yang ada seperti pelebaran jalan, menambah jaringan jalan baru, pengembalian hirarki jalan, dan penyesuaian tipe jalan.
- 3) **Sistem pergerakan:** hal yang dapat dilakukan dapat berupa teknik dan manajemen lalu lintas (jangka pendek), fasilitas angkutan umum yang lebih baik (jangka menengah), atau pembangunan/pembenahan kota yang terpadu (jangka panjang) dengan teknologi sarana/moda transportasi yang terpadu pula.

Ditinjau dari identifikasi masalah transportasi secara mikro, maka penyelesaian permasalahan dapat ditanggulangi dengan mengakomodir setiap masalah yang terjadi, tentunya setiap

penyelesaian harus diikuti dengan sosialisasi dan pengawasan (*law enforcement*) dalam menjalankan aturan tersebut sebagai salah satu tugas instansi terkait (sistem kelembagaan).

1.4 Konsep Dasar Rekayasa Lalu Lintas

Rekayasa lalu lintas (*traffic engineering*) adalah bagian dari ilmu transportasi yang mempelajari tentang karakteristik lalu lintas alat angkut/kendaraan, manusia, barang dan/atau hewan. Tujuan rekayasa dengan bantuan prinsip-prinsip ilmiah, diharapkan tercapai suatu pengaturan lalu lintas yang baik yang menjamin suatu pergerakan manusia, barang, dan/atau hewan dengan efektif dan efisien. Ditinjau dari sudut ekonomi akan diperoleh suatu biaya angkutan yang minimum. Secara umum terjadinya lalu lintas seperti terlihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Konsep Dasar Terjadinya Lalu Lintas

Berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, lalu lintas adalah gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor, sedangkan maksud dari gerak orang adalah pejalan kaki. Ruang lalu

lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

Secara umum, dasar tentang lalu lintas mengatur aspek prasarana, kendaraan, dan pengemudinya. Aspek prasarana meliputi:

- 1) *Jaringan transportasi jalan*. Penetapan jaringan transportasi jalan didasarkan pada kebutuhan transportasi, fungsi, peranan, kapasitas lalu lintas, dan kelas jalan.
- 2) *Kelas jalan dan penggunaan jalan*. Pembagian jalan dalam beberapa kelas untuk pengaturan penggunaan jalan dan pemenuhan kebutuhan angkutan.
- 3) *Terminal*. Terminal diselenggarakan untuk menunjang kelancaran mobilitas orang maupun arus barang dan untuk terlaksananya keterpaduan intra dan antar moda secara lancar dan tertib, dan;
- 4) *Fasilitas parkir untuk umum*.

Aspek kendaraan meliputi persyaratan teknis dan laik jalan kendaraan, pengujian, pendaftaran, serta pemeriksaan. Pemenuhan syarat teknis dan kelaikan ini diuji berkala berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 133 Tahun 2015 tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor. Aspek pengemudi meliputi persyaratan pengemudi dan pergantian pengemudi untuk menjamin keselamatan lalu lintas dan angkutan di jalan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No: KM 14 Tahun 2006 dan No: PM 96 Tahun 2015, Tujuan yang dicapai adalah untuk mengoptimalkan penggunaan seluruh jaringan jalan, guna peningkatan keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas di jalan baik untuk kendaraan, pengemudi, maupun pejalan kaki dalam suatu manajemen lalu lintas yang diindikasikan dalam tingkat pelayanan (*level of service*).

Keselamatan lalu lintas adalah keadaan terhindarnya pengguna jalan dan masyarakat dari kecelakaan lalu lintas. Ketertiban lalu lintas adalah keadaan perilaku pengguna jalan untuk mematuhi peraturan berlalu lintas. Kelancaran lalu lintas adalah keadaan tidak terganggunya arus lalu lintas. Tingkat pelayanan adalah kemampuan

ruas jalan dan/atau persimpangan untuk menampung lalu lintas pada keadaan tertentu. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: KM. 49 Tahun 2005 tentang Sistranas (Dephub, 2005), 15 kriteria Sistranas tersebut diuraikan sebagai berikut:

- 1) **Selamat**, dapat diartikan sebagai terhindarnya pengoperasian transportasi dari kecelakaan akibat faktor internal transportasi. Keadaan tersebut dapat diukur berdasarkan perbandingan antara jumlah kejadian kecelakaan terhadap jumlah pergerakan kendaraan dan jumlah penumpang dan atau barang.
- 2) **Aksesibilitas tinggi**, dapat diartikan sebagai luas jangkauan dari jaringan transportasi yang dapat dilayani. Dalam konteks wilayah nasional sebagai rangka perwujudan wawasan nusantara dan ketahanan nasional. Keadaan tersebut dapat diukur antara lain dengan perbandingan antara panjang dan kapasitas jaringan transportasi dengan luas wilayah yang dilayani.
- 3) **Terpadu**, dapat diartikan sebagai tingkat keterpaduan intramoda dan antarmoda dalam jaringan prasarana dan pelayanan, yang meliputi pembangunan, pembinaan, dan penyelenggaraannya sehingga lebih efektif dan efisien.
- 4) **Kapasitas mencukupi**, dapat diartikan sebagai tingkat kecukupan kapasitas sarana dan prasarana transportasi yang tersedia untuk memenuhi permintaan pengguna jasa. Kinerja kapasitas tersebut dapat diukur berdasarkan indikator sesuai dengan karakteristik masing-masing moda, antara lain perbandingan jumlah sarana transportasi dan jumlah penduduk pengguna transportasi, antara sarana dan prasarana, antara penumpang-kilometer atau ton-kilometer dan kapasitas yang tersedia.
- 5) **Teratur**, dapat diartikan sebagai pelayanan transportasi yang memiliki jadwal waktu keberangkatan dan waktu kedatangan. Keadaan ini dapat diukur dengan jumlah sarana transportasi yang berjadwal terhadap seluruh sarana transportasi yang beroperasi.
- 6) **Lancar dan cepat**, dapat diartikan sebagai waktu tempuh dari kendaraan yang singkat dengan tingkat keselamatan yang tinggi.

Keadaan tersebut dapat diukur berdasarkan indikator antara lain kecepatan kendaraan per satuan waktu.

- 7) **Mudah dicapai**, dapat diartikan sebagai kemudahan dari pelayanan menuju/dari kendaraan ke tempat tujuan mudah dicapai oleh pengguna jasa melalui informasi yang jelas, kemudahan mendapatkan tiket, dan kemudahan alih kendaraan. Keadaan tersebut dapat diukur antara lain melalui indikator waktu dan biaya yang dipergunakan dari tempat asal perjalanan ke sarana transportasi atau sebaliknya.
- 8) **Tepat waktu**, dapat diartikan sebagai ketepatan jadwal pelayanan transportasi yang dilakukan, baik saat keberangkatan maupun kedatangan, sehingga masyarakat dapat merencanakan perjalanan dengan pasti. Keadaan ini dapat diukur dengan jumlah pemberangkatan dan kedatangan yang tepat waktu terhadap jumlah sarana transportasi berangkat dan datang.
- 9) **Nyaman**, dapat diartikan sebagai ketenangan dan kenikmatan bagi penumpang selama berada dalam sarana transportasi. Keadaan ini dapat diukur dari ketersediaan dan kualitas fasilitas terhadap standarnya.
- 10) **Tarif terjangkau**, dapat diartikan sebagai terjangkaunya tarif penyediaan jasa transportasi yang sesuai dengan daya beli masyarakat menurut kelasnya, dengan tetap memperhatikan berkembangnya kemampuan penyedia jasa transportasi. Keadaan tersebut dapat diukur berdasarkan indikator perbandingan antara pengeluaran rata-rata masyarakat untuk pemenuhan kebutuhan transportasi terhadap pendapatan.
- 11) **Tertib**, dapat diartikan bahwa pengoperasian sarana transportasi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan norma atau nilai-nilai yang berlaku di masyarakat. Keadaan tersebut dapat diukur berdasarkan indikator antara lain perbandingan jumlah pelanggaran dengan jumlah perjalanan.
- 12) **Aman**, dapat diartikan sebagai rasa aman pengguna transportasi dari akibat faktor eksternal transportasi seperti gangguan alam, gangguan manusia, maupun gangguan lainnya. Keadaan tersebut dapat diukur antara lain berdasarkan perbandingan antara jumlah terjadinya gangguan dan jumlah perjalanan.

- 13) **Polusi rendah**, dapat diartikan sebagai tingkat polusi yang ditimbulkan sarana transportasi baik polusi gas buang, air, suara, maupun polusi getaran. Keadaan ini dapat diukur dengan perbandingan antara tingkat polusi yang terjadi terhadap ambang batas polusi yang telah ditetapkan.
- 14) **Beban publik**, dapat diartikan sebagai kemampuan dalam memberikan manfaat yang maksimal dengan konsekuensi tertentu yang harus ditanggung oleh pemerintah, operator, masyarakat, dan lingkungan, atau memberikan manfaat tertentu dengan kerugian minimum. Keadaan ini dapat diukur berdasarkan perbandingan manfaat dengan besarnya biaya yang dikeluarkan.
- 15) **Utilisasi**, dapat diartikan sebagai tingkat penggunaan kapasitas sistem transportasi yang dapat dinyatakan dengan indikator seperti faktor muat penumpang, faktor muat barang, dan tingkat penggunaan pengguna terhadap sarana dan prasarana.

Berdasarkan kriteria yang langsung berhubungan dengan alat transportasi tersebut maka didapat 4 (empat) kriteria dominan yang mempengaruhi keinginan pengguna, yaitu: 1) kriteria keselamatan (18,87%); 2) kriteria keamanan (16,45%); 3) kriteria utilisasi (12,49%); dan 4) kriteria kenyamanan (11,53%) (Radam et al., 2014).

Upaya untuk mendapatkan optimalisasi pemanfaatan jaringan jalan tersebut maka kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas di jalan harus dilaksanakan melalui tahapan:

- 1) perencanaan lalu lintas;
- 2) pengaturan lalu lintas;
- 3) rekayasa lalu lintas;
- 4) pengendalian lalu lintas; dan
- 5) pengawasan lalu lintas.

Kegiatan perencanaan lalu lintas meliputi:

- 1) inventarisasi tingkat pelayanan;
- 2) evaluasi tingkat pelayanan;
- 3) penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan;
- 4) penetapan pemecahan permasalahan lalu lintas; dan
- 5) penyusunan rencana dan program pelaksanaan perwujudannya.

Kegiatan pengaturan lalu lintas, meliputi kegiatan penetapan kebijakan lalu lintas pada jaringan atau ruas jalan dan/atau persimpangan tertentu. Penetapan kebijakan lalu lintas merupakan penetapan aturan perintah dan/atau larangan pada setiap ruas jalan dan/atau persimpangan yang bersifat mengikat yang ditetapkan dalam suatu peraturan.

Kegiatan rekayasa lalu lintas meliputi:

- 1) perencanaan, pembangunan, dan pemeliharaan jalan;
- 2) perencanaan, pengadaan, pemasangan, dan pemeliharaan perlengkapan jalan baik rambu-rambu, marka lalu lintas, maupun fasilitas pendukung lainnya seperti pedestrian, terminal, dan perparkiran.

Kegiatan pengendalian lalu lintas meliputi:

- 1) pemberian arahan dan petunjuk dalam penyelenggaraan manajemen dan rekayasa lalu lintas;
- 2) pemberian bimbingan dan penyuluhan kepada masyarakat mengenai hak dan kewajiban masyarakat dalam pelaksanaan kebijakan lalu lintas.

Kegiatan pengawasan lalu lintas meliputi:

- 1) pemantauan terhadap pelaksanaan kebijakan lalu lintas, untuk mengetahui tingkat pelayanan dan penerapan kebijakan lalu lintas.
- 2) penilaian terhadap pelaksanaan kebijakan lalu lintas untuk mengetahui efektifitas kebijakan lalu lintas, dilakukan sebagai tindak lanjut pemantauan.
- 3) tindakan korektif terhadap pelaksanaan kebijakan lalu lintas, untuk penyempurnaan terhadap kebijakan lalu lintas bersifat legal/hukum, teknis dan/atau penegakan hukum.

MODUL 2

JALAN DAN KLASIFIKASINYA

2.1 Definisi Jalan

Menurut Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel, jalan lori, dan jalan kabel. Sedangkan sistem jaringan jalan adalah satu kesatuan ruas jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat kegiatan/pusat pertumbuhan, dan simpul transportasi dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam satu hubungan hierarkis.

2.2 Peran Jalan

Menurut Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004, peran jalan adalah:

- 1) Jalan sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.
- 2) Jalan sebagai prasarana distribusi barang dan jasa merupakan urat nadi kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara.
- 3) Jalan yang merupakan satu kesatuan sistem jaringan jalan menghubungkan dan mengikat seluruh wilayah Republik Indonesia.

2.3 Klasifikasi Jalan

Menurut Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022, jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. Menurut PP No 34 Tahun 2006 yang merupakan penjabaran UU No. 38 Tahun 2004, Jalan umum sebagaimana dimaksud dikelompokkan

menurut *sistem jaringan jalan, fungsi jalan, status jalan, dan kelas jalan*.

2.3.1 Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki.

Berdasarkan Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-18-2004-B, sistem jaringan **jalan primer** disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:

- 1) Menghubungkan secara menerus Pusat Kegiatan Nasional, Pusat Kegiatan Wilayah, Pusat Kegiatan Lokal, dan Pusat Kegiatan (Lingkungan) di bawahnya sampai ke persil dalam satu satuan wilayah pengembangan; dan
- 2) Menghubungkan antarpusat kegiatan nasional.

Secara umum pengklasifikasian kota/kawasan sebagai pusat kegiatan tersebut adalah:

- 1) Pusat Kegiatan Nasional (PKN) adalah pusat kegiatan suatu kota dengan ciri:
 - (1) Kota/kawasan yang mempunyai potensi sebagai pintu gerbang ke kawasan-kawasan internasional dan mempunyai potensi untuk mendorong daerah sekitarnya.
 - (2) Kota yang berfungsi sebagai pusat jasa (pelayanan keuangan/pemerintahan/publik), pusat pengolahan/pengumpul barang, atau simpul transportasi melayani secara nasional atau beberapa provinsi.
- 2) Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) adalah pusat kegiatan suatu kota yang berfungsi sebagai pusat jasa (pelayanan keuangan/pemerintahan/publik), pusat pengolahan/pengumpul barang, atau simpul transportasi dengan cakupan layanan dalam satu provinsi atau beberapa kabupaten.

- 3) Pusat Kegiatan Lokal (PKL) adalah pusat kegiatan suatu kota yang berfungsi sebagai pusat jasa (pelayanan keuangan/pemerintahan/publik), pusat pengolahan/pengumpul barang, atau simpul transportasi dengan cakupan layanan dalam satu kabupaten atau beberapa kecamatan. Pelayanan jasa bersifat khusus dalam arti mendorong perkembangan sektor strategis.
- 4) Pusat Kegiatan (PK) atau Pusat Kegiatan Lingkungan (PKling) adalah kota yang berperan melayani sebagian dari satuan wilayah pengembangannya dengan kemampuan pelayanan jasa yang lebih rendah dari pusat kegiatan lokal dan terikat jangkauan serta orientasi yang mengikuti prinsip-prinsip di atas.

Sistem jaringan **jalan sekunder** disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil. Berdasarkan PP No 34 Tahun 2006, penjelasan kawasan berdasarkan fungsinya tersebut adalah:

- 1) Kawasan yang mempunyai fungsi primer adalah kawasan perkotaan yang mempunyai fungsi pelayanan baik untuk kawasan perkotaan maupun untuk wilayah di luarnya.
- 2) Kawasan yang mempunyai fungsi sekunder adalah kawasan perkotaan yang mempunyai fungsi pelayanan hanya dalam wilayah kawasan perkotaan yang bersangkutan.
 - (1) Kawasan fungsi sekunder kesatu adalah kawasan perkotaan yang mempunyai fungsi pelayanan seluruh wilayah kawasan perkotaan yang bersangkutan.
 - (2) Kawasan fungsi sekunder kedua adalah kawasan perkotaan yang mempunyai fungsi pelayanan yang merupakan bagian dari pelayanan kawasan fungsi sekunder kesatu.
 - (3) Kawasan fungsi sekunder ketiga adalah kawasan perkotaan yang mempunyai fungsi pelayanan yang merupakan bagian dari pelayanan kawasan fungsi sekunder kedua.
- 3) Persil adalah sebidang tanah dengan ukuran tertentu untuk keperluan perumahan atau kegiatan lainnya.

2.3.2 Fungsi Jalan

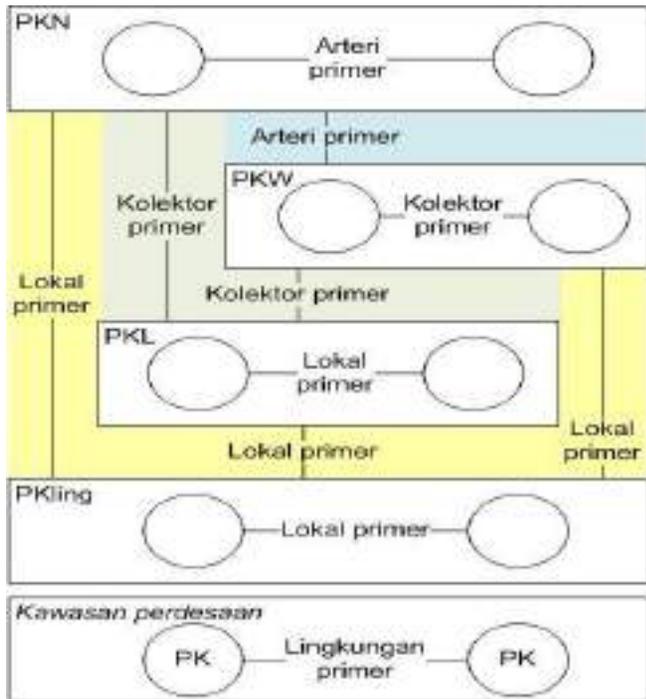
Berdasarkan sifat dan pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan, fungsi jalan dibedakan atas arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan. Fungsi jalan sebagaimana dimaksud diatas terdapat pada sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Fungsi jalan pada sistem jaringan primer dibedakan atas arteri primer, kolektor primer, lokal primer, dan lingkungan primer. Jalan dengan fungsi sebagaimana dimaksud dinyatakan sebagai jalan arteri primer, jalan kolektor primer, jalan lokal primer, dan jalan lingkungan primer. Sedangkan fungsi jalan pada sistem jaringan sekunder dibedakan atas arteri sekunder, kolektor sekunder, lokal sekunder, dan lingkungan sekunder. Jalan dengan fungsi sebagaimana dimaksud dinyatakan sebagai jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder, jalan lokal sekunder, dan jalan lingkungan sekunder. Penjabaran jalan berdasarkan fungsi menurut PP No 34 Tahun 2006 adalah:

- 1) **Jalan arteri primer:** menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 m dengan pembagian 2 (dua) meter bahu kiri jalan, 7 (tujuh) meter badan jalan, dan 2 (dua) meter bahu kanan jalan diinisialkan menjadi (2-7-2).
- 2) **Jalan kolektor primer:** menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter (1,5-6-1,5).
- 3) **Jalan lokal primer:** menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. Kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 m (1-5,5-1).
- 4) **Jalan lingkungan primer:** menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. kecepatan rencana paling rendah 15

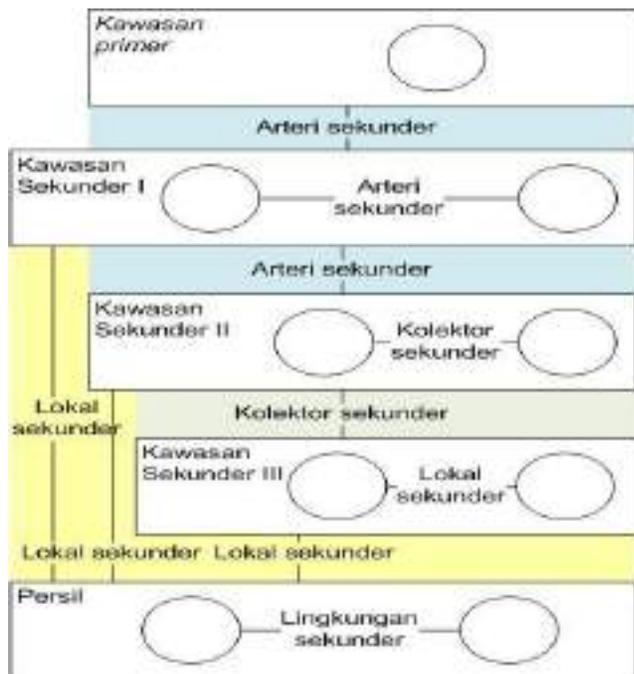
km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 m (1-4,5-1). Jalan lingkungan primer yang tidak diperuntukan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 m.

- 5) **Jalan arteri sekunder:** menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Kecepatan rencana paling rendah 30 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 m (2-7-2).
- 6) **Jalan kolektor sekunder:** menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter (1,5-6-1,5).
- 7) **Jalan lokal sekunder:** menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 m (1-5,5-1).
- 8) **Jalan lingkungan sekunder:** menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 m (1-4,5-1). Jalan lingkungan sekunder yang tidak diperuntukan bagi kendaraan bermotor beroda 3 (tiga) atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 m.

Selanjutnya pengklasifikasian berdasarkan fungsi dapat digambarkan dalam sistem jaringan seperti terlihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Sistem Jaringan Jalan Primer



Gambar 2.2 Sistem Jaringan Jalan Sekunder

2.3.3 Status Jalan

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan atas jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa.

- 1) **Jalan nasional**, terdiri atas:
 - (1) jalan arteri primer;
 - (2) jalan kolektor primer yang menghubungkan antar-ibukota provinsi;
 - (3) jalan tol; dan
 - (4) jalan strategis nasional.
- 2) **Jalan provinsi**, terdiri atas:
 - (1) jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota;
 - (2) jalan kolektor primer yang menghubungkan antaribukota kabupaten atau kota;
 - (3) jalan strategis provinsi; dan
 - (4) jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- 3) **Jalan kabupaten**, terdiri atas:
 - (1) jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi.
 - (2) jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antaribukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antardesa;
 - (3) jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota; dan
 - (4) jalan strategis kabupaten.

4) **Jalan kota**

Jalan kota adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota.

5) **Jalan desa**

Jalan desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten sebagaimana dimaksud dalam di dalam kawasan perdesaan, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa.

2.3.4 Kelas Jalan

Kelas jalan dikelompokkan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan, serta spesifikasi penyediaan prasarana jalan. Kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dikelompokkan atas jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil. Penjelasan kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) **Jalan bebas hambatan:** meliputi pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi pagar ruang milik jalan, dilengkapi dengan median, paling sedikit mempunyai 2 (dua) lajur setiap arah, dan lebar lajur paling sedikit 3,5 meter.
- 2) **Jalan raya:** jalan umum untuk lalu lintas secara menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas dan dilengkapi dengan median, paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur paling sedikit 3,5 meter.
- 3) **Jalan sedang:** jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 7 meter.
- 4) **Jalan kecil:** jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 meter.

Menurut Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, klasifikasi jalan menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Kelas jalan kelompokkan dalam kelas I, kelas II, kelas III, dan kelas khusus. Pengelompokan kelas jalan, ketentuan yang berlaku, dan kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan berdasarkan UU No. 22 tahun 2009 dan PP. No. 30 tahun 2021 diperlihatkan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Kelas	Fungsi	Dimensi Kendaraan Maksimum (m) (lebar-panjang-tinggi)	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
I	Arteri kolektor	2,55 x 18 x 4,2	10
II	Arteri Kolektor Lokal Lingkungan	2,55 x 12 x 4,2	8
III	Arteri Kolektor Lokal Lingkungan	2,2 x 9 x 3,5	8
Khusus	Arteri	2,55 x 18 x 4,2	> 10

Berkaitan dengan kecepatan kendaraan yang diizinkan untuk setiap jaringan jalan dan fungsi jalan diatur dalam Peraturan Kementerian Perhubungan No. PM 111 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan. Berdasarkan peraturan tersebut klasifikasi kecepatan yang diizinkan untuk setiap sistem jaringan jalan dan fungsi jalan adalah seperti terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kecepatan Maksimum yang Diizinkan

Jaringan Jalan	Fungsi	Jenis Kendaraan	Kecepatan Max. Izin (km/jam)	
Primer	Arteri bermedian	Jalur cepat roda empat	80	
		Jalur cepat roda dua	60	
	Arteri tidak bermedian	Jalur lambat kawasan padat	30	
		Jalur lambat kawasan tidak padat	50	
	Kolektor bermedian	Kawasan pusat kegiatan	Kawasan industri	40 – 80
			Kawasan pemukiman	40
		Kawasan sekolah	Kawasan sekolah	30 – 80
Kolektor bermedian	Jalur cepat roda empat	80		
	Jalur cepat roda dua	50		
Kolektor bermedian	Jalur lambat kawasan padat	30		
	Jalur lambat kawasan tidak padat	50		

Jaringan Jalan	Fungsi	Jenis Kendaraan	Kecepatan Max. Izin (km/jam)
	Kolektor tidak bermedian	Kawasan pusat kegiatan Kawasan industri Kawasan pemukiman Kawasan sekolah	40 40 – 80 40 30 – 80
	Lokal	Kawasan pusat kegiatan Kawasan industri Kawasan pemukiman Kawasan sekolah	30 25 – 60 25 20 – 60
Sekunder	Arteri / kolektor bermedian	Jalur cepat roda empat Jalur cepat roda dua	50 40
		Jalur lambat kawasan padat Jalur lambat kawasan tidak padat	30 50
	Arteri / kolektor tidak bermedian	Kawasan pusat kegiatan Kawasan industri Kawasan pemukiman Kawasan sekolah	40 40 – 50 40 30 – 50
		Lokal	Kawasan pusat kegiatan Kawasan industri Kawasan pemukiman Kawasan sekolah

MODUL 3

KARAKTERISTIK LALU LINTAS

3.1 Karakteristik Arus Lalu Lintas

Tiga karakteristik primer dari arus lalu lintas adalah volume atau arus, kecepatan kendaraan, dan kepadatan atau kerapatan.

Volume atau arus (*flow*) adalah jumlah kendaraan yang melalui satu titik yang tetap pada jalan dalam satuan waktu. Volume biasanya dihitung dalam kendaraan/hari atau kendaraan/jam. Volume juga dapat dinyatakan dalam periode waktu yang lain.

$$F = 1 / h \dots \dots \dots (3.1)$$

dimana:

- F = Arus lalu lintas
- h = waktu antara (*time headway*)

Kecepatan kendaraan (*speed*) adalah satuan yang menyatakan hubungan antara jarak yang ditempuh oleh kendaraan dibagi dengan waktu tempuhnya. Dikenal ada 3 (tiga) kecepatan dalam arus lalu lintas yaitu:

- 1) Kecepatan sesaat (*spot speed*)
Kecepatan sesaat (*spot speed*) adalah kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang ditentukan.
- 2) Kecepatan lari/bergerak (*running speed*)
Kecepatan bergerak (*running speed*) adalah kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak. Kecepatan ini didapat dengan membagi panjang jalur dibagi dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.
- 3) Kecepatan perjalanan (*journey speed*)
Kecepatan perjalanan (*journey speed*) adalah kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat. Kecepatan perjalanan merupakan jarak antara dua tempat dibagi dengan lama waktu bagi kendaraan untuk

menyelesaikan perjalanan antara dua tempat tersebut. Lama waktu pada kecepatan perjalanan mencakup setiap waktu berhenti yang ditimbulkan oleh hambatan (penundaan) lalu lintas.

Selanjutnya untuk memperlihatkan kecepatan sebagai karakteristik lalu lintas digunakan kecepatan sesaat (*spot speed*). Kecepatan kendaraan tersebut dapat dinyatakan seperti persamaan dibawah ini:

$$S = dx / dt.....(3.2)$$

Dimana:

S = kecepatan

dx = jarak tempuh

dt = waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak dx

Jarak dx digunakan sebagai pendekatan jarak yang memungkinkan diukur untuk mendapatkan kecepatan dilapangan secara manual. Jarak dx yang direkomendasikan menurut McShane & Roes (1990) adalah seperti terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jarak Tempuh yang Direkomendasikan untuk Studi *Spot Speed*

Rata-rata kecepatan (km/jam)	Jarak tempuh (m)
≤ .40	27
40 – 65	54
≥ 65	80

Kepadatan atau kerapatan lalu lintas (*density*) adalah rata-rata jumlah kendaraan persatuan panjang jalan. Persamaan kepadatan adalah sebagai berikut:

$$D = n / l \text{ atau } D = 1 / s \text{(3.3)}$$

Dimana:

D = kepadatan lalu lintas (kend/km)

n = jumlah kendaraan pada lintasan (kend)

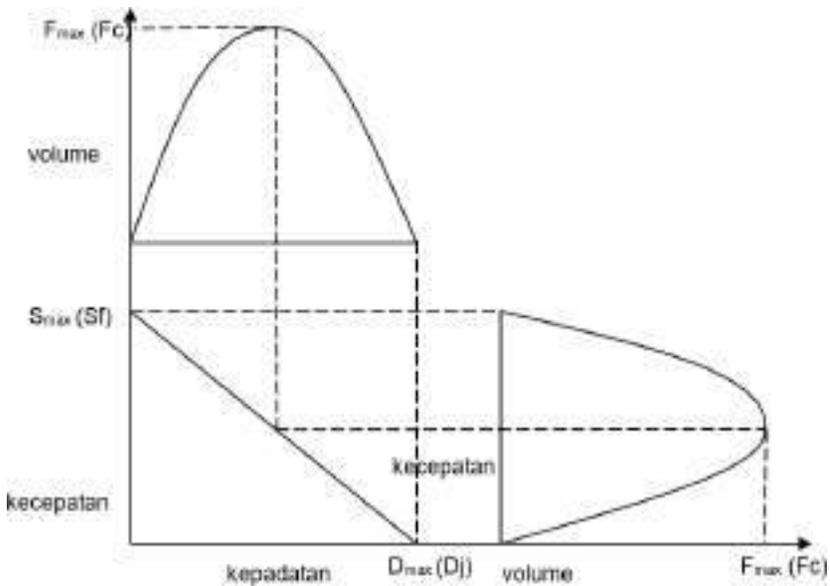
l = panjang lintasan (km)

s = Jarak antara (*space headway*)

Hubungan antara ketiga karakteristik lalu lintas tersebut adalah besar volume lalu lintas merupakan perkalian antara kecepatan dan kepadatan. Bentuk persamaan hubungan ketiga karakteristik tersebut seperti berikut:

$$F = S \cdot D \dots\dots\dots(3.4)$$

Bentuk hubungan antara ketiga karakteristik lalu lintas dapat diilustrasikan seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

3.2 Model Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas

Model yang umum digunakan untuk menggambarkan hubungan antar karakteristik arus lalu lintas yaitu volume, kecepatan, dan kepadatan adalah:

- 1) Model hubungan linier (*Greenshields*)
- 2) Model hubungan logaritmik (*Greenberg*)
- 3) Model hubungan eksponensial (*Underwood*)
- 4) Model hubungan eksponensial kuadratis (*Bell*)

3.2.1 Model Greenshields

Model hubungan antara karakteristik lalu lintas ini diperkenalkan oleh Bruce Greenshield pada tahun 1934 (TRB, 2011). Model hubungan ini menjadi model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku arus lalu lintas. Studi dilakukan pada jalur jalan di luar kota Ohio dengan kondisi lalu lintas tidak ada gangguan dan bergerak secara bebas (*steady state condition*). Greenshield mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan berbentuk kurva linier. Model *Greenshields* dapat dijabarkan sebagai berikut (McShane & Roes, 1990):

$$S = SSS - \frac{SSS}{DDD} \cdot D \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

- S = kecepatan rata-rata ruang (km/jam)
- Sf = kecepatan pada kondisi arus bebas (km/jam)
- Dj = kepadatan saat macet (smp/jam)

Dari persamaan (3.5) diatas bahwa model ini mempunyai dua konstanta yaitu Sf dan Dj. Konstanta Sf dinyatakan sebagai kecepatan bebas (*free flow speed*) yaitu kondisi pengendara dapat memacu kendaraannya sesuai dengan keinginannya (D = 0). Konstanta Dj dinyatakan sebagai kepadatan macet (*jam density*) yaitu kondisi kendaraan tidak dapat bergerak sama sekali (S = 0). Pada kondisi maksimum didapat nilai $S_m = \frac{1}{2} S_f$ dan $D_m = \frac{1}{2} D_j$.

Hubungan antara volume dan kepadatan didapat dengan mensubtitusikan persamaan (3.4) ke persamaan (3.5) sehingga didapat persamaan antara volume dan kepadatan sebagai berikut:

$$F = SSS \cdot D - \frac{SSS}{DDD} \cdot D^2 \dots\dots\dots (3.6)$$

Bila $D = F/S$, maka berdasarkan persamaan (3.5) didapat hubungan volume dan kecepatan sebagai berikut:

$$F = DDD \cdot S - \frac{DDD}{SSS} \cdot S^2 \dots\dots\dots (3.7)$$

Bila hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah linier, maka hubungan antara kecepatan dengan volume dan hubungan volume dengan kepadatan akan berfungsi parabolik.

Besaran kapasitas ruas jalan yang dinyatakan dengan nilai volume maksimum dihitung dengan mendeferensialkan kepadatan dan kecepatan masing-masing hubungan persamaan (3.6) dan (3.7) sehingga didapat persamaan volume maksimum sebagai berikut:

$$F_c = \frac{DDD^{SSS}}{4} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana F_c = volume maksimum (smp/jam)

3.2.2 Model Greenberg

Greenberg (1959) mengamati arus lalu lintas di Terowongan Lincoln Kota New York dan mendapatkan hubungan antara kecepatan dan kerapatan akan berbentuk kurva logaritma. Hubungan *Greenberg* mengasumsikan bahwa volume lalu lintas yang terjadi mempunyai kesamaan dengan arus fluida. Model *Greenberg* dapat dijabarkan sebagai berikut (McShane & Roes, 1990):

$$S = S_m \ln \frac{DDD}{D} \dots\dots\dots (3.9)$$

Dimana:

S_m = kecepatan pada saat volume maksimum (km/jam)

D_j = kepadatan saat macet (smp/jam)

Jika persamaan $F = S.D$, maka hubungan antara volume dan kepadatan sebagai berikut:

$$F = S_m . D . \ln \frac{DDD}{D} \dots\dots\dots (3.10)$$

Selanjutnya hubungan antara volume dan kecepatan dapat dibentuk dalam persamaan berikut:

$$F = DDD . S . \exp \frac{-S}{S_m} \dots\dots\dots (3.11)$$

Besaran kapasitas ruas jalan dinyatakan dengan nilai volume maksimum dihitung dengan mendeferensialkan kepadatan dan kecepatan masing-masing hubungan persamaan (3.10) dan (3.11). Kepadatan yang terjadi pada kondisi maksimum adalah sebesar D_j/e . Bentuk persamaan volume maksimum adalah:

$$F_c = \frac{DDD.S_m}{e} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana $e = \exp(1)$

Dalam model Greenberg, lalu lintas pada kondisi kepadatan yang rendah (kecil) tidak dapat direpresentasikan secara baik karena nilai kecepatan meningkat secara asimtotis (tak berhingga).

3.2.3 Model Underwood

Underwood (1961) mengemukakan hipotesis bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan lalu lintas membentuk suatu fungsi eksponensial dengan bentuk persamaan sebagai berikut (McShane & Roes, 1990):

$$S = SSS \cdot \exp \frac{-D}{D_m} \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana:

Sf = kecepatan pada kondisi arus bebas (km/jam)

Dm = kepadatan pada saat volume maksimum (smp/jam)

Dengan mensubstitusikan $F=S.D$ ke persamaan (3.13) maka didapat hubungan persamaan antara volume dan kepadatan sebagai berikut:

$$F = SSS \cdot D \cdot \exp \frac{-D}{D_m} \dots\dots\dots (3.14)$$

Dengan cara yang sama seperti model sebelumnya yaitu dengan mensubstitusikan persamaan $D = F/S$ ke persamaan (3.13), maka didapat hubungan persamaan antara volume dan kecepatan sebagai berikut:

$$F = D_m \cdot S \cdot \ln \frac{SSS}{S} \dots\dots\dots (3.15)$$

Besaran kapasitas ruas jalan dinyatakan dengan nilai volume maksimum dihitung dengan mendeferensialkan kepadatan dan kecepatan masing-masing hubungan persamaan (3.14) dan (3.15). Kecepatan yang terjadi pada kondisi maksimum adalah sebesar Sf/e. Bentuk persamaan volume maksimum adalah:

$$F_c = \frac{D_m \cdot SSS}{e} \dots \dots \dots (3.16)$$

Dimana $e = \exp(1)$

3.2.3 Model Bell

Drake dkk. (1965) mengusulkan penggunaan berbentuk *bell-shaped* atau kurva normal sebagai model konsentrasi kecepatan yang membentuk suatu fungsi eksponensial kuadratis dengan bentuk persamaan sebagai berikut (Gerlough & Huber, 1975):

$$S = SSS \cdot \exp\left(-0,5 \cdot \frac{D}{D_m}\right)^2 \dots \dots \dots (3.17)$$

Dimana:

Sf = kecepatan pada kondisi arus bebas (km/jam)

Dm = kepadatan pada saat volume maksimum (smp/jam)

Dengan mensubstitusikan $F=S \cdot D$ ke persamaan (3.17) maka didapat hubungan persamaan antara volume dan kepadatan sebagai berikut:

$$F = SSS \cdot D \cdot \exp\left(-0,5 \cdot \frac{D}{D_m}\right)^2 \dots \dots \dots (3.18)$$

Dengan cara yang sama seperti model sebelumnya yaitu dengan mensubstitusikan persamaan $D = F/S$ ke persamaan (3.17), maka didapat hubungan persamaan antara volume dan kecepatan sebagai berikut:

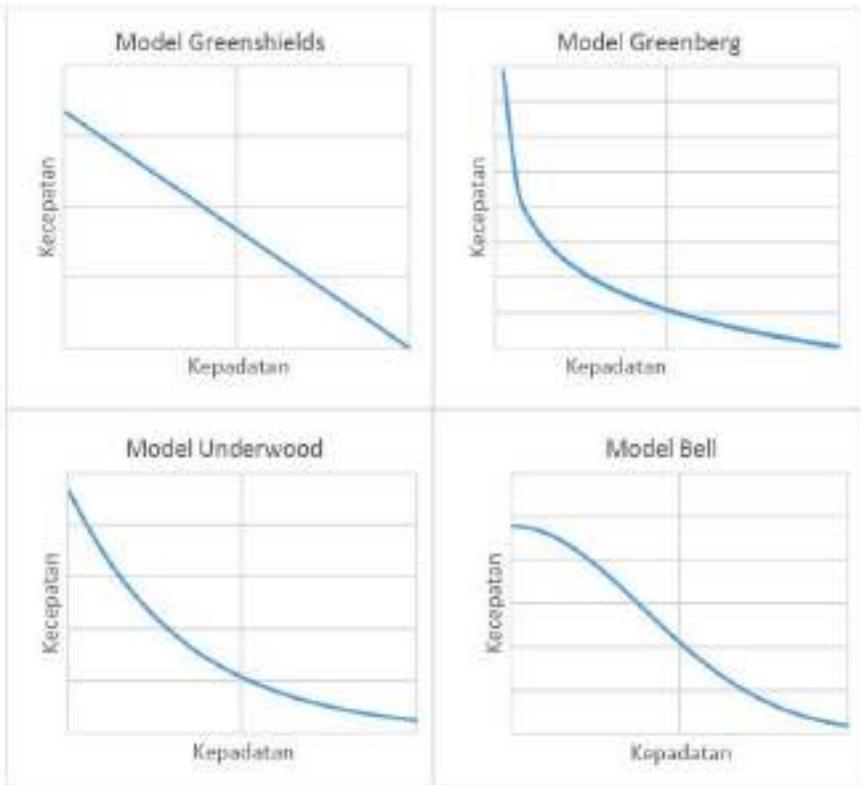
$$F = D_m \cdot S \cdot \ln \frac{SSS}{S}^{0,5} \dots \dots \dots (3.19)$$

Besaran kapasitas ruas jalan dinyatakan dengan nilai volume maksimum dihitung dengan mendeferensialkan kepadatan dan kecepatan masing-masing hubungan persamaan (3.18) dan (3.19). Kecepatan yang terjadi pada kondisi maksimum adalah sebesar $Sf/e^{0,5}$. Bentuk persamaan volume maksimum adalah:

$$F_c = \frac{D_m \cdot SSS}{e^{0,5}} \dots \dots \dots (3.20)$$

Dalam model Underwood dan Bell, lalu lintas pada kondisi kepadatan jenuh (tinggi) tidak dapat direpresentasikan secara baik karena nilai kecepatan menurun secara asimtotis (tak berhingga).

Bentuk perbedaan keempat model lalu lintas tersebut berdasarkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan yang terbentuk seperti terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan Berbagai Model

3.3 Penilaian Ruas Jalan

Untuk mengukur kualitas pelayanan atau kinerja dari ruas jalan dapat menggunakan tingkat pelayanan yang meliputi:

- 1) Kecepatan
- 2) Derajat kejenuhan (D_s)
- 3) Indek Tingkat Pelayanan (ITP)

Ketiga indikator tersebut saling berkaitan untuk memperlihatkan kinerja ruas jalan. Kecepatan pada suatu ruas jalan semakin memungkinkan untuk cepat maka semakin baik kinerja ruas jalannya. Nilai D_s merupakan nilai volume lalu lintas dibagikan dengan kapasitas ruas jalan (V/C ratio). Nilai D_s yang semakin kecil memperlihatkan kinerja ruas jalan yang semakin baik. Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) merupakan indikator kinerja ruas jalan yang mempunyai nilai dalam bentuk skala ordinal. Pengertian dari skala ordinal untuk ITP tersebut seperti terlihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tingkat Pelayanan dan Karakteristik Jalan

ITP	Karakteristik – karakteristik
A	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kondisi arus bebas dengan volume lalu lintas rendah. 2) Kepadatan lalu lintas sangat rendah. 3) Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkannya tanpa atau dengan sedikit tundaan.
B	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kondisi arus stabil dengan volume lalu lintas sedang. 2) Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan. 3) Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.
C	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kondisi arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi 2) Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat. 3) Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
D	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kondisi arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi, masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus. 2) Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar. 3) Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.

ITP	Karakteristik – karakteristik
E	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kondisi arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan. 2) Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi. 3) Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
F	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kondisi arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang. 2) kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama. 3) Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0 (nol).

Sumber: Abubakar dkk.(1996) & Permenhub. No. PM 96 Tahun 2015

Hubungan antara ketiga indikator dalam menilai kinerja ruas jalan berdasarkan fungsi jalan diperlihatkan pada Tabel 3.3.

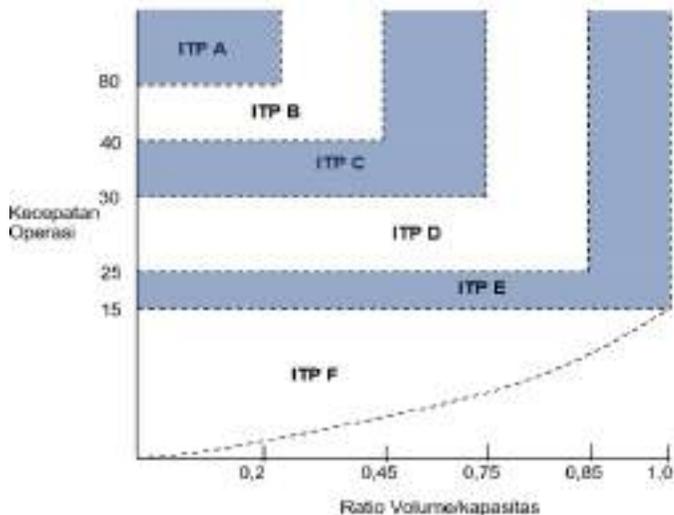
Tabel 3.3 Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) pada Jalan Arteri dan Kolektor Sekunder

ITP	Karakteristik Operasi Terkait		
	Arteri Primer	Kolektor Primer	Arteri / Kolektor Sekunder
A	<ul style="list-style-type: none"> o Arus bebas o Kecepatan lalu lintas > 100 km/jam o V/C ratio ≤ 0,2 	<ul style="list-style-type: none"> o Kecepatan lalu lintas > 100 km/jam o V/C ratio ≤ 0,3 	<ul style="list-style-type: none"> o Arus bebas o Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 80 km/jam o V/C ratio ≤ 0,6
B	<ul style="list-style-type: none"> o Awal dari kondisi arus stabil o Kecepatan lalu lintas > 80 km/jam o V/C ratio ≤ 0,45 	<ul style="list-style-type: none"> o Awal dari kondisi arus stabil o Kecepatan lalu lintas sekitar 90 km/jam o V/C ratio ≤ 0,5 	<ul style="list-style-type: none"> o Arus stabil o Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 40 km/jam o V/C ratio ≤ 0,7
C	<ul style="list-style-type: none"> o Arus masih stabil o Kecepatan lalu lintas > 65 km/jam o V/C ratio ≤ 0,7 	<ul style="list-style-type: none"> o Arus stabil o Kecepatan lalu lintas > 75 km/jam o V/C ratio ≤ 0,75 	<ul style="list-style-type: none"> o Arus stabil o Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 30 km/jam o V/C ratio ≤ 0,8

ITP	Karakteristik Operasi Terkait		
	Arteri Primer	Kolektor Primer	Arteri / Kolektor Sekunder
D	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mendekati arus tidak stabil ○ Kecepatan lalu lintas turun sampai 60 km/jam ○ V/C ratio $\leq 0,85$ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mendekati arus tidak stabil ○ Kecepatan lalu lintas sekitar 60 km/jam ○ V/C ratio $\leq 0,90$ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mendekati arus tidak stabil ○ Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 25 km/jam ○ V/C ratio $\leq 0,9$
E	<ul style="list-style-type: none"> ○ kondisi mencapai kapasitas ○ Kecepatan lalu lintas pada umumnya berkisar 50 km/jam 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Arus pada tingkat kapasitas ○ Kecepatan lalu lintas sekitar 50 km/jam 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Arus tidak stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata sekitar 25 km/jam ○ Volume pada kapasitas
F	<ul style="list-style-type: none"> ○ kondisi arus tertahan ○ kecepatan lalu lintas < 50 km/jam ○ volume dibawah 2000 smp/jam 	<ul style="list-style-type: none"> ○ arus tertahan, kondisi terhambat (<i>congested</i>) ○ Kecepatan lalu lintas < 50 km/jam 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Arus tertahan, macet ○ Kecepatan perjalanan rata-rata < 15 km/jam ○ V/C ratio permintaan > 1

Sumber: PerMenhub. No. KM 14 Tahun 2006

Bila digambarkan hubungan antara kecepatan, Ds atau V/C ratio, dan Indek Tingkat Pelayanan seperti Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Grafik Kualitas Tingkat Pelayanan Jalan (Arteri / Kolektor Sekunder)

3.4 Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Kendaraan yang ada di jalan raya terdiri dari berbagai jenis kendaraan yang berbeda dimensinya. Dikaitkan dengan kapasitas jalan, maka pengaruh dari setiap jenis kendaraan dihitung dengan membandingkan terhadap pengaruh mobil penumpang yang dipakai sebagai satuan. Satuan untuk menyamakan besaran semua kendaraan dikenal dengan Satuan Mobil Penumpang (SMP). Untuk mendapatkan nilai SMP, setiap kendaraan harus dikalikan dengan Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) masing-masing jenis kendaraan. Nilai EMP secara umum dipengaruhi oleh karakteristik pergerakan dari masing-masing jenis kendaraan yaitu dimensi, kecepatan, serta kemampuan gerakan dari masing-masing kendaraan.

Besarnya nilai ekivalensi untuk masing-masing jenis kendaraan seperti terlihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Nilai EMP untuk Berbagai Jenis Kendaraan pada Ruas Jalan

No.	Jenis kendaraan	Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)
1	Mobil penumpang	1,0
2	Mikrobus	1,8
3	Bus	2,0
4	Truk ringan	1,5
5	Truk sedang *)	2,0
6	Truk berat	2,5
7	Sepeda motor	0,33
8	Sepeda (<i>tergabung</i> *)	0,5
9	Kendaraan roda tiga	1,0

Sumber: Dephub (1999), *, TRB dalam Khisty (1990)

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, pada jalan perkotaan faktor SMP dikelompokkan dalam 4 (empat) jenis kendaraan yaitu:

- 1) KENDARAAN RINGAN (LV): Kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2,0 - 3,0 m (termasuk mobil penumpang, opelet, mikrobus, pick-up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

- 2) KENDARAAN BERAT (HV): Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- 3) SEPEDA MOTOR (MC): Kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- 4) KENDARAAN TAK BERMOTOR (UM): Kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (termasuk sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

Pada jalan luar kota faktor smp dikelompokkan dalam 6 (enam) jenis kendaraan yaitu:

- 1) KENDARAAN RINGAN (LV): kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2,0 - 3,0 m (termasuk mobil penumpang, opelet, mikrobus, pick-up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- 2) KENDARAAN BERAT MENENGAH (MHV): kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 - 5,0 m (termasuk bus kecil, truk 2 as dengan enam roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- 3) TRUK BESAR (LT): truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5 m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- 4) BUS BESAR (LB): bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 - 6,0 m.
- 5) SEPEDA MOTOR (MC): kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- 6) KENDARAAN TAK BERMOTOR (UM): kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (termasuk sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

Khusus untuk jalan bebas hambatan, jenis kendaraan yang digunakan hanya LV, MHV, LT, dan LB. Dalam MKJI 1997 kendaraan tak bermotor (UM) tidak dianggap sebagai unsur lalu lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.

Nilai dari faktor SMP dalam MKJI 1997 sangat tergantung terhadap tipe dari kendaraan, geometrik jalan, dan arus lalu lintas yang membebani jalan. Faktor yang mempengaruhi nilai EMP untuk setiap jalan seperti diperlihatkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Faktor Pengaruh Nilai EMP pada MKJI 1997

No.	Faktor	Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan
1.	Jenis kendaraan	●	●	●
2.	Tipe jalan	●	●	●
3.	Jumlah lajur	●	●	●
4.	Besar arus lalu lintas	●	●	●
5.	Lebar jalur lalu lintas	●	●	
6.	Tipe alinyemen		●	●

3.4.1 Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) Jalan Perkotaan

Ekuivalen mobil penumpang untuk jalan perkotaan dipengaruhi oleh jenis kendaraan, tipe jalan, jumlah lajur, besar arus lalu lintas, dan lebar jalur lalu lintas. EMP dikelompokkan dalam kondisi jalan perkotaan tak-terbagi dan jalan perkotaan terbagi/satu-arah seperti pada Tabel 3.6 dan Tabel 3.7.

Tabel 3.6 EMP untuk Jalan Perkotaan Tak-Terbagi

Tipe jalan: jalan tak terbagi	Arus lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	EMP		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu-lintas $W_c(m)$	
			≤ 6	> 6
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	0 – 1800	1,3	0,5	0,4
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	0 – 3700	1,3	0,4	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 3.7 EMP untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu-Arah

Tipe jalan: jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu-lintas per lajur (kend/jam)	EMP	
		HV	MC
Dua-lajur satu-arah (2/1) dan Empat-lajur terbagi (4/2D)	0 – 1050	1,3	0,4
	≥ 1050	1,2	0,25
Tiga-lajur satu-arah (3/1) dan Enam-lajur terbagi (6/2D)	0 – 1100	1,3	0,4
	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber: MKJI (1997)

3.4.2 Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) Jalan Luar Kota

Ekuivalen mobil penumpang untuk jalan luar kota dipengaruhi oleh jenis kendaraan, tipe alinyemen, tipe jalan, jumlah lajur, besar arus lalu lintas, dan lebar jalur lalu lintas. Tipe alinyemen pada jalan luar kota dibagi menjadi 3 (tiga) berdasarkan alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal seperti terlihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Tipe Alinyemen Umum

Tipe alinyemen	Naik + turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
Datar	< 10	< 1,0
Bukit	10 – 30	1,0 – 2,5
Gunung	> 30	> 2,5

Sumber: MKJI (1997)

EMP dikelompokkan dalam kondisi jalan luar kota dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD) dan jalan luar kota empat-lajur dua-arah (4/2) (terbagi dan tak terbagi) seperti terlihat pada Tabel 3.9 dan Tabel 3.10.

Tabel 3.9 EMP untuk Jalan Luar Kota 2/2 UD

Tipe alinyemen	Arus lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	EMP					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar jalur lalu-lintas W_c (m)		
					< 6	6-8	> 8
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 3.10 EMP untuk Jalan Luar Kota 4/2 (Terbagi dan Tak Terbagi)

Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam)		EMP			
	Jalan terbagi per arah	Jalan tak terbagi total	MHV	LB	LT	MC
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1000	1700	1,4	1,4	2,0	0,6
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 2150	≥ 3950	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	750	1350	2,0	2,0	4,6	0,5
	1100	2500	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥ 1750	≥ 3150	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	550	1000	2,9	2,6	5,1	0,4
	1100	2000	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 1500	≥ 2700	2,0	2,4	3,8	0,3

Sumber: MKJI (1997)

3.4.3 Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) Jalan Bebas Hambatan

Ekuivalen mobil penumpang untuk jalan bebas hambatan (*Motorway/MW*) dipengaruhi oleh jenis kendaraan, tipe alinyemen, tipe jalan, jumlah lajur, dan besar arus lalu lintas. EMP dikelompokkan dalam kondisi jalan bebas hambatan dua-arah dua-lajur tak-terbagi (MW 2/2 UD) dan jalan bebas hambatan dua-arah empat-lajur (MW 4/2 D) seperti terlihat pada Tabel 3.11 dan Tabel 3.12.

Tabel 3.11 EMP untuk Jalan Bebas Hambatan MW 2/2 UD

Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam)	EMP		
		MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,8
	900	1,8	1,8	2,7
	1450	1,5	1,6	2,5
	≥ 2100	1,3	1,5	2,5
Bukit	0	1,2	1,6	5,2
	700	1,8	2,5	5,0
	1200	1,5	2,0	4,0
	≥ 1800	1,3	1,7	3,2
Gunung	0	3,5	2,5	6,0
	500	3,0	3,2	5,5
	1000	2,5	2,5	5,0
	≥ 1450	1,9	2,2	4,0

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 3.12 EMP untuk Jalan Bebas Hambatan MW 4/2 D

Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam) MW terbagi per arah	EMP		
		MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,8
	1250	1,4	1,4	2,0
	2250	1,6	1,7	2,5
	≥ 2800	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,5	1,6	4,8
	900	2,0	2,0	4,6
	1700	2,2	2,3	4,3
	≥ 2250	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	700	2,9	2,6	5,1
	1450	2,6	2,9	4,8
	≥ 2000	2,0	2,4	3,8

Sumber: MKJI (1997)

3.5 Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum (C) kendaraan yang diharapkan dapat melalui suatu potongan jalan pada periode waktu tertentu untuk kondisi jalur/jalan, lalu lintas, pengendalian lalu lintas, dan kondisi cuaca yang berlaku (Dephub., 1999). Oleh karena itu, kapasitas tidak dapat dihitung dengan formula yang sederhana. Dalam penilaian kapasitas jalan yang harus diperhatikan adalah pemahaman akan berbagai kondisi yang berlaku.

1) Kondisi Ideal

Kondisi dapat dinyatakan sebagai kondisi yang mana peningkatan kondisi jalan lebih lanjut dan perubahan kondisi cuaca tidak akan menghasilkan pertambahan nilai kapasitas.

(1) Kondisi Jalan

Kondisi jalan yang mempengaruhi kapasitas meliputi:

- a) Tipe fasilitas atau kelas jalan
- b) Lingkungan sekitar (misal antar kota atau perkotaan)
- c) Lebar lajur/jalan
- d) Lebar bahu jalan
- e) Kebebasan lateral (dari fasilitas pelengkap lalu lintas)
- f) Kecepatan rencana
- g) Alinyemen horizontal dan vertikal
- h) Kondisi permukaan jalan dan cuaca

(2) Kondisi Medan

Tiga kategori dari kondisi medan umumnya dikenal antara lain:

- a) Medan datar semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertikal dan kelandaian yang tidak menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan dan dapat mempetahankan kecepatan yang sama seperti kecepatan mobil penumpang.
- b) Medan bukit semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertikal dan kelandaian yang menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan jauh dibawah kecepatan mobil

penumpang tetapi tidak menyebabkan mereka merayap untuk periode waktu yang panjang.

- c) Medan gunung semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertikal dan kelandaian yang menyebabkan kendaraan angkutan barang merayap untuk periode waktu yang cukup panjang dengan interval yang sering.

(3) Kondisi Lalu Lintas

Tiga kategori lalu lintas yang umumnya dikenal, yaitu:

- a) Mobil penumpang, kendaraan yang terdaftar sebagai mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya seperti van, pick up, jeep, dan mobil.
- b) Kendaraan barang, kendaraan yang mempunyai lebih dari empat roda, dan umumnya digunakan untuk transportasi barang.
- c) Bus, kendaraan yang mempunyai lebih empat roda, dan umumnya digunakan untuk transportasi penumpang, dan mobil karyawan.

(4) Kondisi Pengendalian Lalu Lintas

Kondisi pengendalian lalu lintas mempunyai pengaruh yang nyata pada kapasitas jalan, tingkat pelayanan, dan arus jenuh. Bentuk pengendalian lalu lintas termasuk:

- a) Lampu lalu lintas
- b) Rambu / marka henti
- c) Rambu / marka beri jalan

Secara grafis nilai dari kapasitas suatu jalan terlihat dari nilai puncak/maksimum volume (F_c) seperti tergambar pada hubungan karakteristik antara $F-D$ dan $S-F$. Secara analitis, menurut MKJI 1997 kapasitas jalan dapat ditentukan berdasarkan tipe jalan yaitu jalan perkotaan, jalan luar kota, dan jalan bebas hambatan.

3.5.1 Analisis Kapasitas Jalan Perkotaan

Untuk jalan tak terbagi, analisis dilakukan pada kedua arah lalu-lintas. Untuk jalan terbagi, analisis dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu-lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

Persamaan untuk menentukan kapasitas Jalan Perkotaan adalah sebagai berikut:

$$C = C_{00} \times FC_{WW} \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam) } \dots\dots\dots(3.21)$$

dimana:

- C = Kapasitas
- C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas
- FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan jalan
- FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
- FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

KAPASITAS DASAR JALAN PERKOTAAN

Kapasitas dasar (C₀) ditentukan berdasarkan tipe jalan seperti terlihat pada Tabel 3.13.

Kapasitas dasar jalan lebih dari empat-lajur (banyak lajur) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam Tabel 3.13, walaupun lajur tersebut mempunyai lebar yang tidak standar.

Tabel 3.13 Kapasitas dasar (C₀) Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

Sumber: MKJI (1997)

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK LEBAR JALUR LALU-LINTAS (FC_w) JALAN PERKOTAAN

Penyesuaian untuk lebar jalur lalu-lintas ditentukan berdasarkan lebar jalur lalu-lintas efektif (W) seperti terlihat pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu-Lintas Efektif (W_c)
Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_c) (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur tak- terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua-lajur tak- terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: MKJI (1997)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan lebih dari empat lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai per lajur yang diberikan untuk jalan empat-lajur dalam Tabel 3.14.

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK PEMISAHAN ARAH (FC_{WB}) JALAN PERKOTAAN

Khusus untuk jalan tak terbagi, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah ditentukan berdasarkan data masukan kondisi lalu-lintas seperti terlihat pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah untuk Jalan Dua-Lajur Dua-Arah (2/2) dan Empat-Lajur Dua-Arah (4/2) Tak Terbagi

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber: MKJI (1997)

Untuk jalan terbagi dan jalan satu-arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilai **1,0** sebaiknya digunakan untuk analisis.

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK HAMBATAN SAMPING (FC_{SF}) JALAN PERKOTAAN

1) *Jalan dengan bahu*

Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping ditentukan berdasarkan lebar bahu efektif W_s dan kelas hambatan samping (SFC) seperti Tabel 3.16.

2) *Jalan dengan kereb*

Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{SF}) ditentukan berdasarkan jarak antara kereb dan penghalang pada trotoar W_k dan kelas hambatan samping (SFC) seperti Tabel 3.17.

3) *Faktor penyesuaian FC_{sf} untuk jalan enam-lajur*

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{sf} untuk jalan empat-lajur yang diberikan pada Tabel 3.16 atau Tabel 3.17, sebagaimana ditunjukkan di bawah:

$$FC_{6,SF} = 1 - 0,8(1 - FC_{4,SF}) \dots\dots\dots (3.22)$$

dimana:

$FC_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam-lajur

$FC_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat-lajur

Tabel 3.16 Faktor Penyesuaian Kapasitas Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FC_{sf}) pada Jalan Perkotaan dengan Bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC_{SF}			
		Lebar bahu efektif W_s			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC_{SF}			
		Lebar bahu efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu-arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 3.17 Faktor Penyesuaian Kapasitas Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu ($F_{c_{sf}}$) pada Jalan Perkotaan dengan Kereb

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang FC_{SF}			
		Jarak: kereb-penghalang W_k			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu-arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI (1997)

4) Hambatan Samping Jalan Perkotaan

Penentuan hambatan samping pada jalan perkotaan didasarkan jumlah bobot kejadian hambatan yang terjadi. Bentuk kejadian yang dikategorikan sebagai hambatan adalah pejalan kaki (bobot=0,5) kendaraan umum/kendaraan lain berhenti (bobot=1,0), kendaraan masuk/keluar sisi jalan (bobot=0,7), dan kendaraan lambat (bobot=0,4) (MKJI, 1997). Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan tersebut seperti terlihat pada Tabel 3.18.

Tabel 3.18 Kelas Hambatan Samping untuk Jalan Perkotaan

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah permukiman, jalan dengan jalan samping.
Rendah	L	100 – 299	Daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan.
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat Tinggi	VH	> 900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan.

Sumber: MKJI (1997)

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK UKURAN KOTA (FC_{cs}) JALAN PERKOTAAN

Faktor penyesuaian untuk ukuran kota ditentukan berdasarkan fungsi jumlah penduduk (Juta) seperti Tabel 3.19.

Tabel 3.19 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS}) pada Jalan Perkotaan

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber: MKJI (1997)

3.5.2 Analisis Kapasitas Jalan Luar Kota

Untuk jalan tak-terbagi, semua analisis (kecuali analisis kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah. Untuk jalan terbagi, analisis dilakukan pada masing-masing arah dan seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

Persamaan untuk menentukan kapasitas Jalan Luar Kota adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (3.23)$$

dimana :

- C = Kapasitas
- C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas
- FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan jalan
- FC_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

KAPASITAS DASAR JALAN LUAR KOTA

Kapasitas dasar (C_0) ditentukan berdasarkan tipe alinyemen (Tabel 3.8) seperti terlihat pada Tabel 3.20.

Kapasitas dasar jalan dengan lebih dari empat lajur (banyak-lajur) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam Tabel 3.20, meskipun lajur yang bersangkutan tidak dengan lebar yang standar.

Tabel 3.20 Kapasitas Dasar pada Jalan Luar Kota (4/2) & (2/2) dengan Alinyemen Umum

Tipe jalan/ Tipe alinyemen	Kapasitas Dasar total kedua arah (smp/jam/jalur)
Empat-lajur terbagi (4/2 D)	
- Datar	1900
- Bukit	1850
- Gunung	1800
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	
- Datar	1700
- Bukit	1650
- Gunung	1600
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	(total kedua arah)
- Datar	3100
- Bukit	3000
- Gunung	2900

Sumber: MKJI (1997)

Untuk kelandaian khusus dengan lajur pendakian, kapasitas pada kelandaian khusus dihitung pada prinsipnya sama seperti pada segmen dengan alinyemen umum di atas. Perbedaan yang ada adalah kapasitas dasar dalam beberapa keadaan dengan faktor penyesuaian yang berbeda. Kapasitas dasar untuk kelandaian khusus seperti Tabel 3.21.

Tabel 3.21 Kapasitas Dasar Dua Arah pada Kelandaian Khusus pada Jalur Dua-Lajur Jalan Luar Kota

Panjang Kelandaian/ % kelandaian	Kapasitas dasar dua arah Smp/jam
Panjang < 0,5 km/ Semua kelandaian	3.000
Panjang < 0,8 km/ Kelandaian < 4,5%	2.900
Keadaan-keadaan lain	2.800

Sumber: MKJI (1997)

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT LEBAR JALUR LALU-LINTAS(FC_w) JALAN LUAR KOTA

Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas pada jalan luar kota ditentukan berdasarkan pada lebar efektif jalur lalu-lintas (W_c) seperti terlihat pada Tabel 3.22.

Tabel 3.22 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas (FC_w) Jalan Luar Kota

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu-lintas (W_c) (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi	Per lajur	
	3,0	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
Enam-lajur terbagi	3,75	1,03
	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
Empat-lajur tak terbagi	3,50	1,00
	3,75	1,03
	Total kedua arah	
	5	0,69
Dua-lajur tak-terbagi	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber: MKJI (1997)

Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari 6 (enam) lajur dapat ditentukan dengan menggunakan angka-angka per lajur yang diberikan untuk jalan empat dan enam-lajur dalam Tabel 3.22.

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT PEMISAHAN ARAH (FC_{SP}) JALAN LUAR KOTA

Hanya untuk jalan tak-terbagi, faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah pada jalan luar kota ditentukan berdasarkan pada data masukan untuk kondisi lalu-lintas dan dibedakan berdasarkan tipe alinyemen (Tabel 3.8) atau kelandaian khusus seperti Tabel 3.23 dan Tabel 3.24.

Tabel 3.23 Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah untuk Jalan (2/2) dan (4/2) yang Tak Terbagi dengan Alinyemen Umum Jalan Luar Kota

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{SPB}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 3.24 Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah pada Kelandaian Khusus pada Jalur Dua-Lajur Jalan Luar Kota

Persentase lalu-lintas mendaki (arah 1)	FC _{SP}
70	0,78
65	0,83
60	0,88
55	0,94
50	1,00
45	1,03
40	1,06
35	1,09
30	1,12

Sumber: MKJI (1997)

Untuk jalan terbagi, faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilai **1,0** yang harus digunakan.

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT HAMBATAN SAMPING (FC_{SF}) JALAN LUAR KOTA

Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping pada jalan luar kota ditentukan berdasarkan pada lebar efektif bahu W_s dan kelas hambatan samping (SFC) seperti Tabel 3.25.

Tabel 3.25 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{SF}) Jalan Luar Kota

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC_{SF})			
		Lebar bahu efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 UD 4/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber: MKJI (1997)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{SF} untuk jalan 4-lajur yang diberikan pada Tabel 3.25, disesuaikan seperti persamaan berikut:

$$FC_{6,SF} = 1 - 0,8(1 - FC_{4,SF}) \dots\dots\dots (3.24)$$

dimana:

$FC_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan 6-lajur

$FC_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan 4-lajur

Hambatan samping jalan luar kota didasarkan jumlah bobot kejadian hambatan yang terjadi. Bentuk kejadian yang dikategorikan sebagai hambatan adalah pejalan kaki (bobot=0,6), kendaraan umum/kendaraan lain berhenti (bobot=0,8) kendaraan masuk/keluar sisi jalan (bobot=1,0), dan kendaraan lambat (bobot=0,4) (MKJI, 1997). Kelas hambatan samping untuk jalan luar kota yang digunakan adalah nilai kondisi hambatan samping seperti terlihat pada Tabel 3.26.

Tabel 3.26 Kelas Hambatan Samping untuk Jalan Luar Kota

Kelas hambatan samping (SFc)	Kode	Frekwensi berbobot dari kejadian (ke dua sisi jalan)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	< 50	Pedalaman, pertanian atau tidak berkembang tanpa kegiatan.
Rendah	L	50 – 149	Pedalaman, beberapa bangunan dan kegiatan disamping jalan.
Sedang	M	150 – 249	Desa, kegiatan dan angkutan lokal.
Tinggi	H	250 – 350	Desa, beberapa kegiatan pasar.
Sangat Tinggi	VH	> 350	Hampir perkotaan, pasar/kegiatan perdagangan.

Sumber: MKJI (1997)

3.5.3 Analisis Kapasitas Jalan Bebas Hambatan

Untuk jalan tak-terbagi, semua analisis (kecuali analisis - kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah. Untuk jalan terbagi, analisis dilakukan pada masing-masing arah dan seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

Persamaan untuk menentukan kapasitas jalan bebas hambatan adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (3.25)$$

dimana:

- C = Kapasitas
- C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas
- FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah (jalan bebas hambatan tak terbagi)

KAPASITAS DASAR JALAN BEBAS HAMBATAN

Kapasitas dasar (C_0) jalan bebas hambatan ditentukan berdasarkan tipe alinyemen (Tabel 3.8) atau kelandaian khusus seperti Tabel 3.27 dan Tabel 3.28.

Tabel 3.27 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan dengan Alinyemen Umum

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
Empat dan enam-lajur terbagi	
– Datar	2300
– Bukit	2250
– Gunung	2150
Empat- dan enam-lajur terbagi	(total kedua arah)
– Datar	3400
– Bukit	3350
– Gunung	3200

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 3.28 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan Dua Arah pada Kelandaian Khusus

Panjang kelandaian/ % kelandaian	Kapasitas dasar (dua arah) smp/jam
Panjang $\leq 0,5$ km/ Seluruh kelandaian	3300
Panjang $< 0,8$ km/ Kelandaian $< 4,5\%$	3250
Keadaan-keadaan lain	3000

Sumber: MKJI (1997)

Kapasitas dasar untuk jalan bebas hambatan dengan lebih dari 6 (enam) lajur (berlajur banyak) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam Tabel 3.27, meskipun lajur yang bersangkutan tidak dengan lebar yang standar.

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT LEBAR JALUR LALU-LINTAS (FC_w) JALAN BEBAS HAMBATAN

Faktor penyesuaian untuk lebar jalur lalu lintas jalan bebas hambatan ditentukan berdasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas (W_c). Untuk jalan bebas hambatan yang umumnya mempunyai bahu diperkeras yang dapat digunakan untuk lalu lintas, lebar bahu tidak ditambahkan pada lebar efektif jalur lalu lintas.

Tabel 3.29 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w) Jalan Bebas Hambatan

Tipe jalan bebas hambatan	Lebar efektif jalur lalu-lintas W_c (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur	
	3,25	0,96
	3,50	1,00
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah	
	6,5	0,96
	7,0	1,00
	7,5	1,04

Sumber: MKJI (1997)

Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari 6 (enam) lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai per lajur yang diberikan untuk jalan bebas hambatan 4-lajur dan 6-lajur pada Tabel 3.29.

FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT PEMISAHAN ARAH (FC_{SP}) JALAN BEBAS HAMBATAN

Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah jalan bebas hambatan ditentukan berdasarkan data masukan untuk kondisi lalu lintas dan *hanya untuk jalan bebas hambatan tak-terbagi MW 2/2 UD* seperti terlihat pada Tabel 3.30.

Tabel 3.30 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC_{SP}) Jalan Bebas Hambatan dengan Alinyemen Umum

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Jalan bebas hambatan tak terbagi	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber: MKJI (1997)

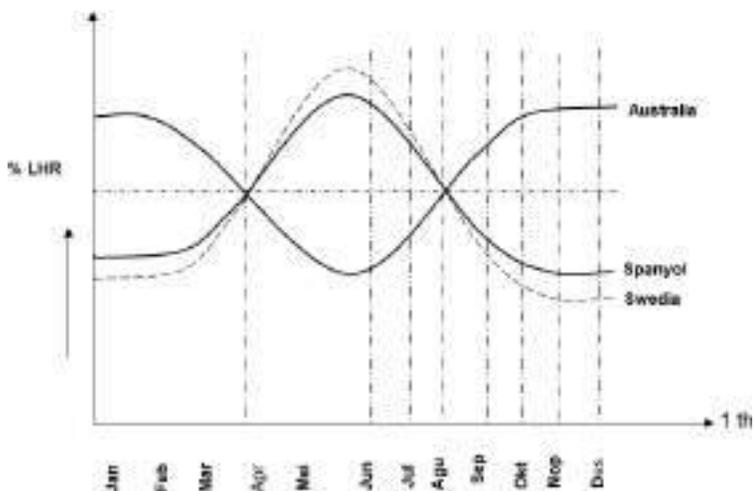
Untuk Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{SP}) jalan bebas hambatan pada kelandaian khusus dengan lajur pendakian ditentukan dengan cara yang sama seperti jalan luar kota (Tabel 3.24).

3.6 Pengumpulan Data Lalu Lintas

Pergerakan manusia bersifat periodik atau cenderung berulang, oleh karena itu maka variasi lalu lintas pun periodik. Aktivitas manusia biasanya beraturan dalam kurun waktu sehari, seminggu atau dalam setahun. Berdasarkan waktu aktivitas manusia tersebut maka arus lalu lintas dibedakan dalam variasi bulanan, harian, atau menurut jam.

Variasi Bulanan

Variasi bulanan terjadi dalam jangka waktu satu tahun dan juga sering disebut dengan variasi akibat musim seperti terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Variasi Bulanan pada Beberapa Negara

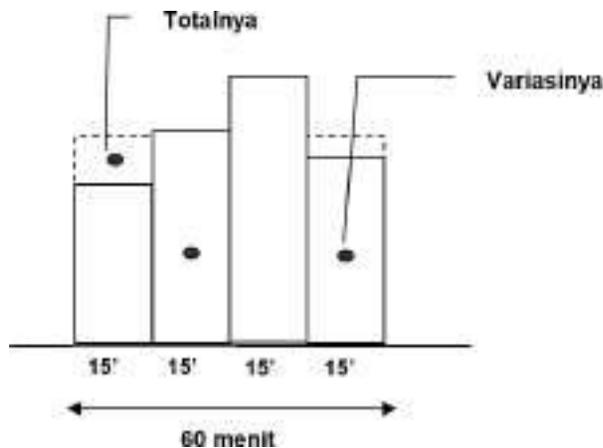
Dari Gambar 3.4 terlihat adanya pengaruh musim/cuaca pada negara/benua Australia dan negara-negara Eropa terhadap fluktuasi arus lalu lintas. Di Indonesia fluktuasi arus lalu lintas hampir tidak terjadi perubahan yang drastis karena variasi antar musim panas/kemarau dengan musim dingin/hujan tidak terlalu besar/beda.

Variasi Harian

Variasi harian terjadi dalam seminggu dipengaruhi kegiatan manusia yang biasanya mempunyai jadwal yang tetap dalam seminggu. Di Indonesia, lalu Lintas konstan terutama pada jalan-jalan urban biasanya terjadi dari hari senin sampai dengan kamis.

Variasi Menurut Jam

Variasi menurut jam terjadi dalam jangka waktu Sehari. Variasi ini juga erat hubungannya dengan jadwal aktivitas manusia dan pada hari normal tertentu variasi menurut jam juga konstan. Variasi volume diperoleh dengan pengamatan dalam interval waktu pengamatan 5 sampai dengan 15 menit. Makin singkat interval, makin tepat/halus hasil pengamatannya seperti diilustrasikan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Pengukuran dengan Interval 15 Menit

3.7 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah studi yang mempelajari hubungan fungsional antara variabel-variabel yang dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik. Persamaan matematik tersebut dinamakan persamaan regresi. Analisis regresi dibedakan oleh dua jenis variabel yaitu variabel bebas yang disebut juga variabel X dan variabel tak bebas yang disebut juga variabel Y. Variabel tak bebas merupakan variabel yang terjadi akibat variabel bebas.

Persamaan linier dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = a + b \cdot x \quad \dots\dots\dots (3.26)$$

koefisien a dan b dapat ditentukan dengan:

$$b = \frac{n \cdot \sum_{ii} x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum_{ii} x_{ii} \cdot \sum_{ii} y_{ii}}{n \cdot \sum_{ii} x_{ii}^2 - (\sum_{ii} x_{ii})^2}$$

$$a = \frac{\sum_{ii} y_{ii} \cdot \sum_{ii} x_{ii}^2 - \sum_{ii} x_{ii} \cdot \sum_{ii} x_{ii} \cdot y_{ii}}{n \cdot \sum_{ii} x_{ii}^2 - (\sum_{ii} x_{ii})^2}$$

atau

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} \dots\dots\dots (3.27)$$

Persamaan logaritma sebagai berikut :

$$Y = a + b \cdot \ln x \quad \dots\dots\dots (3.28)$$

Untuk menentukan koefisien a dan b dicari dengan persamaan linear, yaitu:

$$b = \frac{n \cdot \sum_{ii} (\ln x_{ii}) \cdot y_{ii} - \sum_{ii} \ln x_{ii} \cdot \sum_{ii} y_{ii}}{n \cdot \sum_{ii} \ln x_{ii}^2 - (\sum_{ii} \ln x_{ii})^2}$$

$$a = \frac{\sum_{ii} y_{ii} \cdot \sum_{ii} \ln x_{ii}^2 - \sum_{ii} \ln x_{ii} \cdot \sum_{ii} (\ln x_{ii}) \cdot y_{ii}}{n \cdot \sum_{ii} \ln x_{ii}^2 - (\sum_{ii} \ln x_{ii})^2}$$

atau

$$a = \frac{\sum_{ii} y_{ii}}{n} - b \cdot \frac{\sum_{ii} \ln x_{ii}}{n} \quad \dots\dots\dots (3.29)$$

Persamaan eksponensial dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = a \cdot e^{bx} \quad \dots\dots\dots (3.30)$$

Dengan e = bilangan pokok logaritma asli atau logaritma Napir, harganya hingga empat desimal adalah e = 2,7183. Persamaan di atas menjadi : $\ln Y = \ln a + b \cdot x$.

Persamaan ini dapat diubah menjadi persamaan logaritma, yaitu :

$$\log Y = \log a + 0,4343 \cdot b \cdot x \quad \dots\dots\dots (3.31)$$

Dan persamaan ini adalah linier dalam x dan $\log y$, sehingga koefisien a dan b dapat ditentukan dengan rumus:

$$y = a \cdot e^{b \cdot x}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot \log y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum \log y_{ii}}{0,4343 \cdot (n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2)}$$

$$\log a = \frac{\sum \log y_{ii} \cdot \sum x_{ii}^2 - \sum x_{ii} \cdot \sum \log y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2}$$

atau

$$\log a = \frac{\sum \log y_{ii}}{n} - (0,4343 \cdot b) \cdot \frac{\sum x_{ii}}{n} \dots \dots \dots (3.32)$$

$$a = 10^{\log a}$$

Persamaan eksponensial kuadratis sebagai berikut :

$$y = a \cdot e^{b \cdot x^2} \dots \dots \dots (3.33)$$

Untuk menentukan koefisien a dan b dicari dengan persamaan linear, yaitu:

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i^2 \cdot \ln y_i - \sum x_i^2 \cdot \sum \ln y_i}{n \cdot \sum x_i^4 - (\sum x_i^2)^2}$$

$$a = \exp \frac{\sum \ln y_i - b \cdot \sum x_i^2}{n} \dots \dots \dots (3.34)$$

3.8 Tingkat Hubungan Koefisien Korelasi

Analisis korelasi sukar untuk dipisahkan daripada analisis regresi. Nilai koefisien korelasi dirumuskan sebagai nilai mutlak dari persamaan berikut:

Persamaan linier:

$$r = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{\sqrt{(n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2) \cdot (n \cdot \sum y_{ii}^2 - (\sum y_{ii})^2)}} \dots \dots \dots (3.35)$$

Persamaan logaritma:

$$r = \frac{n \cdot \sum \ln x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum \ln x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{\sqrt{(n \cdot \sum \ln x_{ii}^2 - (\sum \ln x_{ii})^2) \cdot (n \cdot \sum y_{ii}^2 - (\sum y_{ii})^2)}} \dots \dots \dots (3.36)$$

Persamaan eksponensial:

$$r = \frac{n \sum x_{ii} \ln y_{ii} - \sum x_{ii} \sum \ln y_{ii}}{n \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2} \cdot \frac{n \sum \ln y_{ii}^2 - (\sum \ln y_{ii})^2}{n \sum \ln y_{ii}^2 - (\sum \ln y_{ii})^2} \dots \dots \dots (3.37)$$

Persamaan eksponensial kuadratis:

$$r = \frac{n \sum x_{ii}^2 \ln y_{ii} - \sum x_{ii}^2 \sum \ln y_{ii}}{n \sum x_{ii}^4 - (\sum x_{ii}^2)^2} \cdot \frac{n \sum \ln y_{ii}^2 - (\sum \ln y_{ii})^2}{n \sum \ln y_{ii}^2 - (\sum \ln y_{ii})^2} \dots \dots \dots (3.38)$$

Untuk melihat tingkat hubungan korelasi antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas digunakan pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi sebagaimana terlihat pada Tabel 3.31.

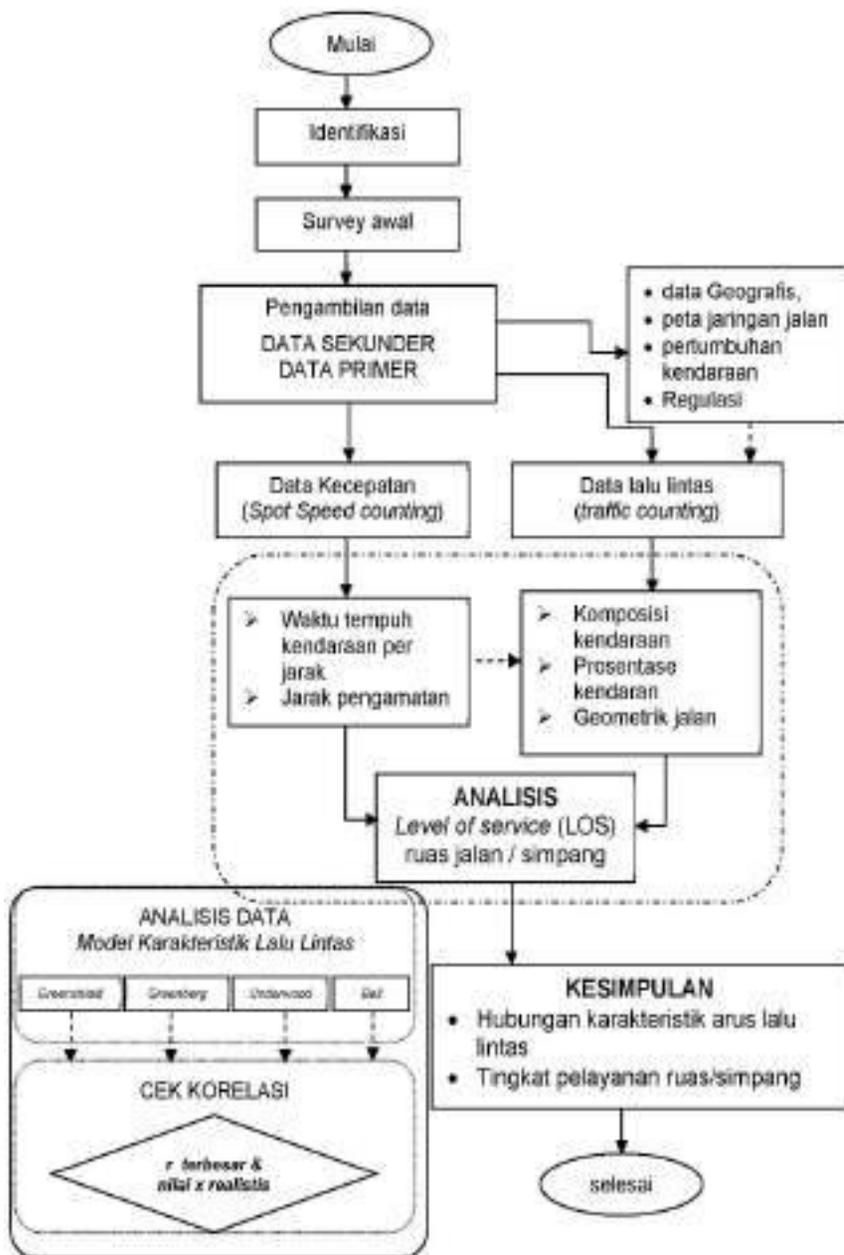
Tabel 3.31 Pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi

Interval koefisien	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,699	Sedang
0,70 – 0,899	Kuat
0,90 – 1,000	Sangat kuat

Sumber: Radam et. al. (2015)

3.9 Langkah Analisis Karakteristik Lalu Lintas

Langkah analisis untuk mendapatkan model karakteristik lalu lintas yang ditinjau (*Greenshields, Greenberg, Underwood, atau/dan Bell*) adalah seperti terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Bagan Alir Penelitian Karakteristik Lalu Lintas

MODUL 4

ANALISIS MODEL KARAKTERISTIK LALU LINTAS

4.1 Langkah Penyelesaian dari Data Survei

Model yang umum digunakan untuk menggambarkan hubungan karakteristik arus lalu lintas adalah Model hubungan linier (*Greenshields*), Model hubungan logaritmik (*Greenberg*), Model hubungan eksponensial (*Underwood*), dan hubungan eksponensial kuadratis (*Bell*). Sebagai contoh kasus dari hasil survei volume lalu lintas dan kecepatan sebagai berikut:

"Dari hasil pengukuran pada ruas jalan (tipe 1/1D) dengan interval waktu pengukuran 10 menit dari pukul 06.00 sampai dengan 12.00 didapat data kecepatan dan volume lalu lintas, bagaimana model hubungan dan kinerja dari ruas tersebut?"

Dari kasus diatas maka untuk mendapatkan model hubungan karakteristik dan kinerja ruas dapat dianalisis dengan langkah sebagai berikut:

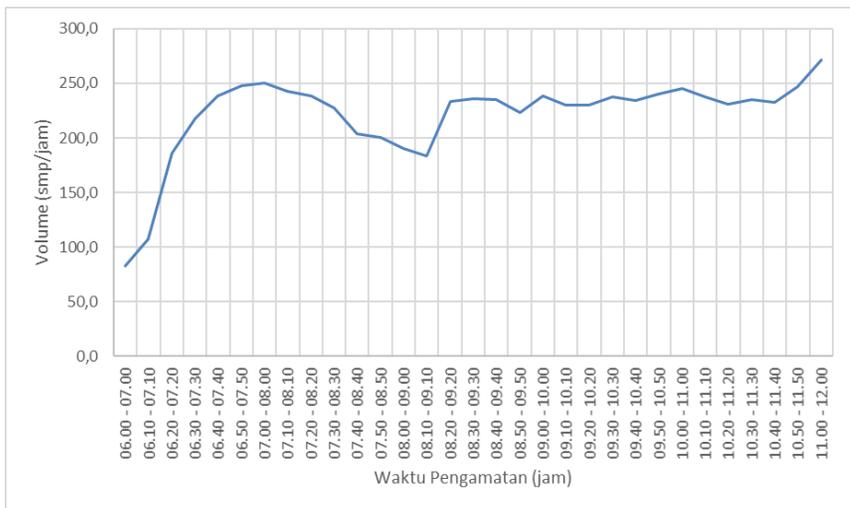
4.1.1 Langkah 1: Diskripsi Data Survei

Data volume lalu lintas per 10 menit dikumulatikan dalam satuan jam (60 menit). Sedangkan data kecepatan adalah data rata-rata kecepatan kendaraan pada rentang waktu yang diinginkan. Bentuk data volume dan kecepatan dalam satuan jam seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Selanjutnya dari Tabel 4.1 dibuat perubahan besaran volume dan kecepatan dalam satuan jam yang digambarkan dalam bentuk grafik fluktuasi volume dan kecepatan kendaraan. Bentuk grafik fluktuasi tersebut seperti ditampilkan dalam Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Volume dan Kecepatan

No.	WAKTU	volume	kecepatan	No.	WAKTU	volume	kecepatan
		(smp/jam)	(km/jam)			(smp/jam)	(km/jam)
		(F)	(S)			(F)	(S)
1	06.00 - 07.00	82,9	45	16	08.30 - 09.30	236,0	34
2	06.10 - 07.10	107,3	44	17	08.40 - 09.40	235,5	34
3	06.20 - 07.20	185,7	40	18	08.50 - 09.50	223,2	36
4	06.30 - 07.30	217,2	38	19	09.00 - 10.00	238,6	34
5	06.40 - 07.40	238,3	35	20	09.10 - 10.10	229,7	36
6	06.50 - 07.50	247,5	35	21	09.20 - 10.20	230,4	35
7	07.00 - 08.00	250,5	34	22	09.30 - 10.30	237,6	34
8	07.10 - 08.10	242,9	35	23	09.40 - 10.40	234,0	36
9	07.20 - 08.20	238,3	35	24	09.50 - 10.50	240,6	33
10	07.30 - 08.30	227,4	38	25	10.00 - 11.00	245,5	27
11	07.40 - 08.40	203,6	45	26	10.10 - 11.10	237,3	34
12	07.50 - 08.50	200,5	43	27	10.20 - 11.20	230,7	35
13	08.00 - 09.00	190,3	38	28	10.30 - 11.30	235,3	34
14	08.10 - 09.10	183,5	40	29	10.40 - 11.40	232,2	36
15	08.20 - 09.20	233,0	34	30	10.50 - 11.50	246,7	30
				31	11.00 - 12.00	271,5	25



Gambar 4.1 Grafik Fluktuasi Volume Lalu Lintas



Gambar 4.2 Grafik Fluktuasi Kecepatan Kendaraan

4.1.2 Langkah 2: Menentukan Nilai Kepadatan

Menentukan nilai data kepadatan (D) dari hasil pembagian data volume (F) dan data kecepatan (S) pada waktu pengamatan yang sama ($D=F/S$).

Contoh pada interval 06.00 – 07.00 didapat;

$$S = 45 \text{ km/jam}$$

$$F = 82,9 \text{ smp/jam}$$

$$D = F/S = 82,9 / 45 = 1,842 \text{ smp/km}$$

Nilai kecepatan dan kepadatan yang didapat kemudian ditabulasikan dengan mengelompokkan pada kondisi arus dan kecepatan pada waktu yang sama seperti contoh pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Contoh Rekapitulasi Data Kecepatan dan Kepadatan

No.	WAKTU	<u>volume</u> (F)	<u>kecepatan</u> (S)	<u>kepadatan</u> (D) = (F)/(S)
1	06.00 - 07.00	82,9	45	1,842
2	06.10 - 07.10	107,3	44	2,439
3	06.20 - 07.20	185,7	40	4,643
4	06.30 - 07.30	217,2	38	5,716
5	06.40 - 07.40	238,3	35	6,809
6	06.50 - 07.50	247,5	35	7,071
7	07.00 - 08.00	250,5	34	7,368

No.	WAKTU	<i>volume</i>	<i>kecepatan</i>	<i>kepadatan</i>
		(F)	(S)	(D) = (F)/(S)
8	07.10 - 08.10	242,9	35	6,940
9	07.20 - 08.20	238,3	35	6,809
10	07.30 - 08.30	227,4	38	5,984
11	07.40 - 08.40	203,6	45	4,524
12	07.50 - 08.50	200,5	43	4,663
13	08.00 - 09.00	190,3	38	5,008
14	08.10 - 09.10	183,5	40	4,587
15	08.20 - 09.20	233,0	34	6,853
16	08.30 - 09.30	236,0	34	6,941
17	08.40 - 09.40	235,5	34	6,927
18	08.50 - 09.50	223,2	36	6,200
19	09.00 - 10.00	238,6	34	7,018
20	09.10 - 10.10	229,7	36	6,381
21	09.20 - 10.20	230,4	35	6,583
22	09.30 - 10.30	237,6	34	6,988
23	09.40 - 10.40	234,0	36	6,499
24	09.50 - 10.50	240,6	33	7,290
25	10.00 - 11.00	245,5	27	9,093
26	10.10 - 11.10	237,3	34	6,979
27	10.20 - 11.20	230,7	35	6,591
28	10.30 - 11.30	235,3	34	6,920
29	10.40 - 11.40	232,2	36	6,450
30	10.50 - 11.50	246,7	30	8,224
31	11.00 - 12.00	271,5	25	10,860

4.1.3 Langkah 3: Membuat Persamaan Dasar

Membuat persamaan dasar hubungan antara kepadatan (D) dan kecepatan (S) serta korelasinya. Pendekatan persamaan setiap model berdasarkan persamaan hubungan dasar masing-masing model seperti yang telah dijabarkan dalam Subbab 3.2.

1) Hubungan persamaan linier

Persamaan dasar linier adalah $y = a + b.x$ dimana;

$$b = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2}$$

$$a = \frac{\sum y_{ii} \cdot \sum x_{ii}^2 - \sum x_{ii} \cdot \sum x_{ii} \cdot y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2}$$

$$r = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{\sqrt{(n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2) \cdot (n \cdot \sum y_{ii}^2 - (\sum y_{ii})^2)}}$$

dari persamaan diatas maka nilai yang harus ditentukan terlebih dahulu adalah y_i^2 , x_i^2 , dan $y_i \cdot x_i$. Proses untuk mendapatkan nilai komponen tersebut adalah seperti terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perhitungan Nilai Komponen untuk Persamaan Linier

No.	WAKTU	y = (S)	x = (D)	y ²	x ²	y.x
1	06.00 - 07.00	45	1,842	2025	3,39	82,88
2	06.10 - 07.10	44	2,439	1936	5,95	107,31
3	06.20 - 07.20	40	4,643	1600	21,55	185,70
4	06.30 - 07.30	38	5,716	1444	32,67	217,20
5	06.40 - 07.40	35	6,809	1225	46,36	238,30
6	06.50 - 07.50	35	7,071	1225	50,01	247,50
7	07.00 - 08.00	34	7,368	1156	54,28	250,50
8	07.10 - 08.10	35	6,940	1225	48,16	242,90
9	07.20 - 08.20	35	6,809	1225	46,36	238,30
10	07.30 - 08.30	38	5,984	1444	35,81	227,40
11	07.40 - 08.40	45	4,524	2025	20,47	203,60
12	07.50 - 08.50	43	4,663	1849	21,74	200,50
13	08.00 - 09.00	38	5,008	1444	25,08	190,30
14	08.10 - 09.10	40	4,587	1600	21,04	183,47
15	08.20 - 09.20	34	6,853	1156	46,97	233,01
16	08.30 - 09.30	34	6,941	1156	48,18	236,00
17	08.40 - 09.40	34	6,927	1156	47,98	235,52
18	08.50 - 09.50	36	6,200	1296	38,44	223,20
19	09.00 - 10.00	34	7,018	1156	49,25	238,60
20	09.10 - 10.10	36	6,381	1296	40,71	229,70
21	09.20 - 10.20	35	6,583	1225	43,33	230,40
22	09.30 - 10.30	34	6,988	1156	48,84	237,60
23	09.40 - 10.40	36	6,499	1296	42,24	233,97
24	09.50 - 10.50	33	7,290	1089	53,14	240,57
25	10.00 - 11.00	27	9,093	729	82,68	245,51
26	10.10 - 11.10	34	6,979	1156	48,70	237,27
27	10.20 - 11.20	35	6,591	1225	43,44	230,67
28	10.30 - 11.30	34	6,920	1156	47,89	235,29
29	10.40 - 11.40	36	6,450	1296	41,61	232,21
30	10.50 - 11.50	30	8,224	900	67,64	246,73
31	11.00 - 12.00	25	10,860	625	117,93	271,49
	Σ	1112	197,198	40492	1341,83	6853,60

$$b = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2}$$

$$b = \frac{31 \cdot 6853,6 - 197,198 \cdot 1112}{31 \cdot 1341,83 - 197,298^2}$$

$$b = -2,5175$$

$$a = \frac{\sum y_{ii} \cdot \sum x_{ii}^2 - \sum x_{ii} \cdot \sum y_{ii} \cdot n}{\sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2}$$

$$a = \frac{1112 \cdot 1341,83 - 197,198 \cdot 6853,6}{31 \cdot 1341,83 - 197,198^2}$$

$$a = 51,8854$$

Dari nilai koefisien yang didapat maka persamaan linier dapat dibentuk sebagai berikut:

$$y = a + b \cdot x$$

$$y = 51,8854 - 2,5175 \cdot x$$

koefisien korelasi (r) persamaan linier:

$$r = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2 \cdot (n \cdot \sum y_{ii}^2 - (\sum y_{ii})^2)}$$

$$r = \frac{31 \cdot 6853,6 - 197,198 \cdot 1112}{31 \cdot 1341,83 - 197,198^2 \cdot (31 \cdot 40492 - 1112^2)}$$

$$r = 0,9582$$

2) Hubungan persamaan logaritma

Persamaan dasar logaritma adalah $y = a + b \cdot \ln x$ dimana;

$$b = \frac{n \cdot \sum (\ln x_{ii}) \cdot y_{ii} - \sum \ln x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{n \cdot \sum \ln x_{ii}^2 - (\sum \ln x_{ii})^2}$$

$$a = \frac{\sum y_{ii} \cdot \sum \ln x_{ii}^2 - \sum \ln x_{ii} \cdot \sum y_{ii} \cdot n}{\sum \ln x_{ii}^2 - (\sum \ln x_{ii})^2}$$

$$r = \frac{n \cdot \sum \ln x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum \ln x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{n \cdot \sum \ln x_{ii}^2 - (\sum \ln x_{ii})^2 \cdot (n \cdot \sum y_{ii}^2 - (\sum y_{ii})^2)}$$

dari persamaan diatas maka nilai yang harus ditentukan terlebih dahulu adalah y_i^2 , $\ln x_i$, $(\ln x_i)^2$, dan $y_i \ln x_i$. Proses untuk mendapatkan nilai komponen tersebut adalah seperti terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai Komponen untuk Persamaan Logaritma

No.	WAKTU	y = (S)	x = (D)	Ln x	(Ln x) ²	y ²	(Ln x).y
1	06.00 - 07.00	45	1,842	0,61	0,37	2025	27,48
2	06.10 - 07.10	44	2,439	0,89	0,79	1936	39,23
3	06.20 - 07.20	40	4,643	1,54	2,36	1600	61,41
4	06.30 - 07.30	38	5,716	1,74	3,04	1444	66,24
5	06.40 - 07.40	35	6,809	1,92	3,68	1225	67,14
6	06.50 - 07.50	35	7,071	1,96	3,83	1225	68,46
7	07.00 - 08.00	34	7,368	2,00	3,99	1156	67,90
8	07.10 - 08.10	35	6,940	1,94	3,75	1225	67,81
9	07.20 - 08.20	35	6,809	1,92	3,68	1225	67,14
10	07.30 - 08.30	38	5,984	1,79	3,20	1444	67,99
11	07.40 - 08.40	45	4,524	1,51	2,28	2025	67,93
12	07.50 - 08.50	43	4,663	1,54	2,37	1849	66,20
13	08.00 - 09.00	38	5,008	1,61	2,60	1444	61,22
14	08.10 - 09.10	40	4,587	1,52	2,32	1600	60,93
15	08.20 - 09.20	34	6,853	1,92	3,70	1156	65,44
16	08.30 - 09.30	34	6,941	1,94	3,75	1156	65,87
17	08.40 - 09.40	34	6,927	1,94	3,75	1156	65,80
18	08.50 - 09.50	36	6,200	1,82	3,33	1296	65,68
19	09.00 - 10.00	34	7,018	1,95	3,80	1156	66,25
20	09.10 - 10.10	36	6,381	1,85	3,43	1296	66,72
21	09.20 - 10.20	35	6,583	1,88	3,55	1225	65,96
22	09.30 - 10.30	34	6,988	1,94	3,78	1156	66,10
23	09.40 - 10.40	36	6,499	1,87	3,50	1296	67,38
24	09.50 - 10.50	33	7,290	1,99	3,95	1089	65,55
25	10.00 - 11.00	27	9,093	2,21	4,87	729	59,60
26	10.10 - 11.10	34	6,979	1,94	3,77	1156	66,06
27	10.20 - 11.20	35	6,591	1,89	3,56	1225	66,00
28	10.30 - 11.30	34	6,920	1,93	3,74	1156	65,77
29	10.40 - 11.40	36	6,450	1,86	3,47	1296	67,11
30	10.50 - 11.50	30	8,224	2,11	4,44	900	63,21
31	11.00 - 12.00	25	10,860	2,39	5,69	625	59,63
	Σ	1112	197,198	55,92	104,35	40492	1965,21

$$b = \frac{n \cdot \sum (\ln x_{ii}) \cdot y_{ii} - Z \ln x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{n \cdot \sum \ln x_{ii}^2 - (Z \ln x_{ii})^2}$$

$$b = \frac{31 \cdot 1965,21 - 55,92 \cdot 1112}{31 \cdot 104,35 - 55,92^2}$$

$$b = -11,649$$

$$a = \frac{Z y_{ii} \cdot Z \ln x_{ii}^2 - Z \ln x_{ii} \cdot \sum (\ln x_{ii}) \cdot y_{ii}}{n \cdot \sum \ln x_{ii}^2 - (Z \ln x_{ii})^2}$$

$$a = \frac{1112 \cdot 104,35 - 55,92 \cdot 1965,21}{31 \cdot 104,35 - 55,92^2}$$

$$a = 56,883$$

Dari nilai koefisien yang didapat maka persamaan logaritma dapat dibentuk sebagai berikut:

$$y = a + b \cdot \ln x$$

$$y = 56,883 - 11,649 \cdot \ln x$$

koefisien korelasi (r) persamaan logaritma:

$$r = \frac{n \cdot \sum \ln x_{ii} \cdot y_{ii} - \sum \ln x_{ii} \cdot \sum y_{ii}}{n \cdot \sum \ln x_{ii}^2 - (\sum \ln x_{ii})^2} \cdot \frac{(n \cdot \sum y_{ii}^2 - (\sum y_{ii})^2)}{}$$

$$r = \frac{31 \cdot 1965,21 - 55,92 \cdot 1112}{31 \cdot 104,35 - 55,92^2} \cdot \frac{(31 \cdot 40492 - 1112^2)}{}$$

$$r = 0,8853$$

3) Hubungan persamaan eksponensial

Persamaan dasar eksponensial adalah $y = a \cdot e^{b \cdot x}$ dimana;

$$b = \frac{n \cdot Z x_{ii} \cdot \log y_{ii} - Z x_{ii} \cdot Z \log y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (Z x_{ii})^2}$$

$$\log a = \frac{Z \log y_{ii} \cdot Z x_{ii}^2 - Z x_{ii} \cdot Z x_{ii} \cdot \log y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (Z x_{ii})^2}$$

$$r = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot \log y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum \log y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2} \cdot \frac{(n \cdot \sum \log y_{ii}^2 - (\sum \log y_{ii})^2)}{}$$

dari persamaan diatas maka nilai yang harus ditentukan terlebih dahulu adalah $\log y_i$, $\log y_i^2$, x_i^2 , dan $\log y_i \cdot x_i$. Proses untuk

mendapatkan nilai komponen tersebut adalah seperti terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perhitungan Nilai Komponen untuk Persamaan Eksponensial

No.	WAKTU	y = (S)	x = (D)	Log y	Log y ²	x ²	x. Log y
1	06.00 - 07.00	45	1,84	1,65	2,73	3,39	3,04
2	06.10 - 07.10	44	2,44	1,64	2,70	5,95	4,01
3	06.20 - 07.20	40	4,64	1,60	2,57	21,55	7,44
4	06.30 - 07.30	38	5,72	1,58	2,50	32,67	9,03
5	06.40 - 07.40	35	6,81	1,54	2,38	46,36	10,51
6	06.50 - 07.50	35	7,07	1,54	2,38	50,01	10,92
7	07.00 - 08.00	34	7,37	1,53	2,35	54,28	11,28
8	07.10 - 08.10	35	6,94	1,54	2,38	48,16	10,72
9	07.20 - 08.20	35	6,81	1,54	2,38	46,36	10,51
10	07.30 - 08.30	38	5,98	1,58	2,50	35,81	9,45
11	07.40 - 08.40	45	4,52	1,65	2,73	20,47	7,48
12	07.50 - 08.50	43	4,66	1,63	2,67	21,74	7,62
13	08.00 - 09.00	38	5,01	1,58	2,50	25,08	7,91
14	08.10 - 09.10	40	4,59	1,60	2,57	21,04	7,35
15	08.20 - 09.20	34	6,85	1,53	2,35	46,97	10,50
16	08.30 - 09.30	34	6,94	1,53	2,35	48,18	10,63
17	08.40 - 09.40	34	6,93	1,53	2,35	47,98	10,61
18	08.50 - 09.50	36	6,20	1,56	2,42	38,44	9,65
19	09.00 - 10.00	34	7,02	1,53	2,35	49,25	10,75
20	09.10 - 10.10	36	6,38	1,56	2,42	40,71	9,93
21	09.20 - 10.20	35	6,58	1,54	2,38	43,33	10,16
22	09.30 - 10.30	34	6,99	1,53	2,35	48,84	10,70
23	09.40 - 10.40	36	6,50	1,56	2,42	42,24	10,11
24	09.50 - 10.50	33	7,29	1,52	2,31	53,14	11,07
25	10.00 - 11.00	27	9,09	1,43	2,05	82,68	13,02
26	10.10 - 11.10	34	6,98	1,53	2,35	48,70	10,69
27	10.20 - 11.20	35	6,59	1,54	2,38	43,44	10,18
28	10.30 - 11.30	34	6,92	1,53	2,35	47,89	10,60
29	10.40 - 11.40	36	6,45	1,56	2,42	41,61	10,04
30	10.50 - 11.50	30	8,22	1,48	2,18	67,64	12,15
31	11.00 - 12.00	25	10,86	1,40	1,95	117,93	15,18
	Σ	1112	197,198	48,09	74,70	1341,83	303,23

$$b = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot \log y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum \log y_{ii}}{0,4343 \cdot (n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2)}$$

$$b = \frac{31 \cdot 303,23 - 197,198 \cdot 48,09}{0,4343 \cdot (31 \cdot 1341,83 - 197,198^2)}$$

$$b = -0,071$$

$$\log a = \frac{\sum \log y_{ii} \cdot \sum x_{ii}^2 - \sum x_{ii} \cdot \sum \log y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2}$$

$$\log a = \frac{48,09 \cdot 1341,83 - 197,198 \cdot 303,23}{31 \cdot 1341,83 - 197,198^2}$$

$$\log a = 1,7478$$

$$a = 10^{\log a}$$

$$a = 10^{1,7478}$$

$$a = 55,956$$

Dari nilai koefisien yang didapat maka persamaan eksponensial dapat dibentuk sebagai berikut:

$$y = a \cdot e^{b \cdot x}$$

$$y = 55,956 \cdot e^{-0,071 \cdot x}$$

koefisien korelasi (r) persamaan eksponensial:

$$r = \frac{n \cdot \sum x_{ii} \cdot \log y_{ii} - \sum x_{ii} \cdot \sum \log y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^2 - (\sum x_{ii})^2 \cdot (n \cdot \sum \log y_{ii}^2 - (\sum \log y_{ii})^2)}$$

$$r = \frac{31 \cdot 303,23 - 197,198 \cdot 48,09}{31 \cdot 1341,83 - 197,198^2 \cdot (31 \cdot 74,7 - 48,09^2)}$$

$$r = 0,9538$$

4) Hubungan persamaan eksponensial kuadratis

Persamaan dasar eksponensial kuadratis adalah

$$y = a \cdot e^{b \cdot x^2} \text{ dimana;}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i^2 \cdot \ln y_i - \sum x_{ii}^2 \cdot \sum \ln y_i}{n \cdot \sum x_{ii}^4 - (\sum x_{ii}^2)^2}$$

$$a = \exp \frac{\sum \ln y_{ii} - b \cdot \sum x_{ii}^2}{n}$$

$$r = \frac{n \cdot \sum x_{ii}^2 \cdot \ln y_{ii} - \sum x_{ii}^2 \cdot \sum \ln y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^4 - (\sum x_{ii}^2)^2 \cdot (n \cdot \sum \ln y_{ii}^2 - (\sum \ln y_{ii})^2)}$$

dari persamaan diatas maka nilai yang harus ditentukan terlebih dahulu adalah $\ln y_i$, $\ln y_i^2$, x_i^2 , x_i^4 , dan $\ln y_i \cdot x_i^2$. Proses untuk mendapatkan nilai komponen tersebut adalah seperti terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Nilai Komponen untuk Persamaan Eksponensial Kuadratis

No.	WAKTU	y = (S)	x = (D)	x^2	$\ln y$	x^4	$\ln y^2$	$x^2 \ln y$
1	06.00 - 07.00	45	1,84	3,39	3,81	11,51	14,49	12,91
2	06.10 - 07.10	44	2,44	5,95	3,78	35,38	14,32	22,51
3	06.20 - 07.20	40	4,64	21,55	3,69	464,52	13,61	79,51
4	06.30 - 07.30	38	5,72	32,67	3,64	1067,35	13,23	118,84
5	06.40 - 07.40	35	6,81	46,36	3,56	2148,94	12,64	164,81
6	06.50 - 07.50	35	7,07	50,01	3,56	2500,51	12,64	177,79
7	07.00 - 08.00	34	7,37	54,28	3,53	2946,56	12,44	191,42
8	07.10 - 08.10	35	6,94	48,16	3,56	2319,73	12,64	171,24
9	07.20 - 08.20	35	6,81	46,36	3,56	2148,94	12,64	164,81
10	07.30 - 08.30	38	5,98	35,81	3,64	1282,41	13,23	130,26
11	07.40 - 08.40	45	4,52	20,47	3,81	419,05	14,49	77,92
12	07.50 - 08.50	43	4,66	21,74	3,76	472,70	14,15	81,77
13	08.00 - 09.00	38	5,01	25,08	3,64	628,96	13,23	91,23
14	08.10 - 09.10	40	4,59	21,04	3,69	442,61	13,61	77,61
15	08.20 - 09.20	34	6,85	46,97	3,53	2205,88	12,44	165,62
16	08.30 - 09.30	34	6,94	48,18	3,53	2321,31	12,44	169,90
17	08.40 - 09.40	34	6,93	47,98	3,53	2302,48	12,44	169,21
18	08.50 - 09.50	36	6,20	38,44	3,58	1477,63	12,84	137,75
19	09.00 - 10.00	34	7,02	49,25	3,53	2425,30	12,44	173,66
20	09.10 - 10.10	36	6,38	40,71	3,58	1657,43	12,84	145,89
21	09.20 - 10.20	35	6,58	43,33	3,56	1877,84	12,64	154,07
22	09.30 - 10.30	34	6,99	48,84	3,53	2384,90	12,44	172,21
23	09.40 - 10.40	36	6,50	42,24	3,58	1784,15	12,84	151,36
24	09.50 - 10.50	33	7,29	53,14	3,50	2824,30	12,23	185,82
25	10.00 - 11.00	27	9,09	82,68	3,30	6836,31	10,86	272,51
26	10.10 - 11.10	34	6,98	48,70	3,53	2371,68	12,44	171,73
27	10.20 - 11.20	35	6,59	43,44	3,56	1886,65	12,64	154,43
28	10.30 - 11.30	34	6,92	47,89	3,53	2293,50	12,44	168,88
29	10.40 - 11.40	36	6,45	41,61	3,58	1731,07	12,84	149,10
30	10.50 - 11.50	30	8,22	67,64	3,40	4575,12	11,57	230,06
31	11.00 - 12.00	25	10,86	117,93	3,22	13907,70	10,36	379,60
	Σ	1112	197,198	1341,83	110,74	71752,39	396,07	4714,44

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i^2 \cdot \ln y_i - \sum x_{ii}^2 \cdot \sum \ln y_i}{n \cdot \sum x_i^4 - (\sum x_{ii}^2)^2}$$

$$b = \frac{31 \cdot 4714,44 - 1341,83 \cdot 110,74}{31 \cdot 71752,39 - 1341,83^2}$$

$$b = -0,0058$$

$$a = \exp \frac{\sum \ln y_{ii} - b \cdot \sum x_{ii}^2}{n}$$

$$a = \exp \frac{110,74 - (-0,0058 \cdot 1341,83)}{31}$$

$$a = 45,694$$

Dari nilai koefisien yang didapat maka persamaan eksponensial kuadratis dapat dibentuk sebagai berikut:

$$y = a \cdot e^{b \cdot x^2}$$

$$y = 45,694 \cdot e^{-0,0058 \cdot x^2}$$

koefisien korelasi (r) persamaan eksponensial kuadratis:

$$r = \frac{n \cdot \sum x_{ii}^2 \cdot \ln y_{ii} - \sum x_{ii}^2 \cdot \sum \ln y_{ii}}{n \cdot \sum x_{ii}^4 - (\sum x_{ii}^2)^2 \cdot (n \cdot \sum \ln y_{ii}^2 - (\sum \ln y_{ii})^2)}$$

$$r = \frac{31 \cdot 4714,44 - 1341,83 \cdot 110,74}{(31 \cdot 71752,39 - 1341,83^2) \cdot (31 \cdot 396,07 - 110,74^2)}$$

$$r = 0,9679$$

Dari keempat persamaan yang terbentuk dapat direkapitulasi bentuk persamaan dan interpretasi korelasinya seperti terlihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Model Persamaan Kecepatan - Kepadatan dan Korelasi

	Persamaan	r	x	Keterangan
Linier	$y = 51,885 - 2,518 \cdot x$	0,9582	21	sangat kuat
Logaritma	$y = 56,883 - 11,649 \cdot \ln x$	0,8853	132	kuat
Eksponensial	$y = 55,956 \cdot e^{-0,071 \cdot x}$	0,9538	245	sangat kuat
<u>Eksponensial Kuadratis</u>	$y = 45,694 \cdot e^{-0,0058 \cdot x^2}$	0,9679	50	sangat kuat

Dari Tabel 4.7 terlihat persamaan linier, eksponensial, dan eksponensial kuadratis memperlihatkan hubungan yang sangat kuat (koefisien korelasi > 0,9) antara kecepatan dan kepadatan dalam satu model. Bila ditinjau terhadap kerealistisan nilai kepadatan yang terjadi pada saat kondisi kecepatan (≈ 0), maka persamaan eksponensial lebih baik untuk menggambarkan kondisi sebenarnya (tipe jalan 1/1D).

4.1.4 Langkah 4: Penyesuaian Model Persamaan

Penyesuaian model persamaan dimaksud adalah untuk mendapatkan model hubungan karakteristik lalu lintas berdasarkan model dasar yang didapat sebelumnya.

1) Model Greenshields

Model Greenshields terbentuk berdasarkan model hubungan linier.

$$y = a + bx \text{ diubah menjadi bentuk persamaan } S = S_{SS} - \frac{SSS}{DDD} \cdot D$$

dimana:

$$y = 51,885 - 2,518 \cdot x$$

$$y = S \text{ dan } x = D$$

$$a = S_f = 51,885 \text{ km/jam}$$

$$b = - (S_f/D_j) = 2,518 \text{ maka } D_j = 51,885/2,518 = 20,61$$

$$\text{bentuk persamaan menjadi } S = 51,885 - \frac{51,885}{20,61} \cdot D$$

2) Model Greenberg

Model Greenberg terbentuk berdasarkan model hubungan logaritma.

$$y = a + b \cdot \ln x \text{ diubah menjadi bentuk persamaan } S = S_m \cdot \ln \frac{DDD}{D}$$

dimana:

$$y = 56,883 - 11,649 \cdot \ln x$$

$$y = S \text{ dan } x = D$$

$$b = - S_m = 11,649$$

$$a = S_m \cdot \ln(D_j) = 56,883 \text{ maka } D_j = \exp(56,883/11,649) \\ = 132,04$$

$$\text{bentuk persamaan menjadi } S = 11,649 \cdot \ln \frac{132,04}{D}$$

3) Model Underwood

Model Underwood terbentuk berdasarkan model hubungan eksponensial.

$$y = a \cdot e^{b \cdot x} \text{ diubah menjadi bentuk persamaan } S = SSS \cdot \exp \frac{-D}{D_m}$$

dimana:

$$y = 55,956 \cdot e^{-0,071 \cdot x}$$

$$y = S \text{ dan } x = D$$

$$a = S_f = 55,956$$

$$b = -1/D_m = -0,071 \text{ maka } D_m = 1/0,071 = 14,063$$

$$\text{bentuk persamaan menjadi } S = 55,956 \cdot \exp \frac{-D}{14,063}$$

4) Model Bell

Model Bell terbentuk berdasarkan model hubungan eksponensial kuadratis.

$$y = a \cdot e^{b \cdot x^2} \text{ diubah menjadi bentuk persamaan}$$

$$S = SSS \cdot \exp \left(-0,5 \frac{D}{D_m} \right)^2$$

dimana:

$$y = 45,694 \cdot e^{-0,0058 \cdot x^2}$$

$$y = S \text{ dan } x = D$$

$$a = S_f = 45,694$$

$$b = -0,5/D_m^2 = -0,0058 \text{ maka } D_m = \frac{0,5}{0,0058} = 9,309$$

$$\text{bentuk persamaan menjadi } S = 45,694 \cdot \exp \left(-0,5 \frac{D}{9,309} \right)^2$$

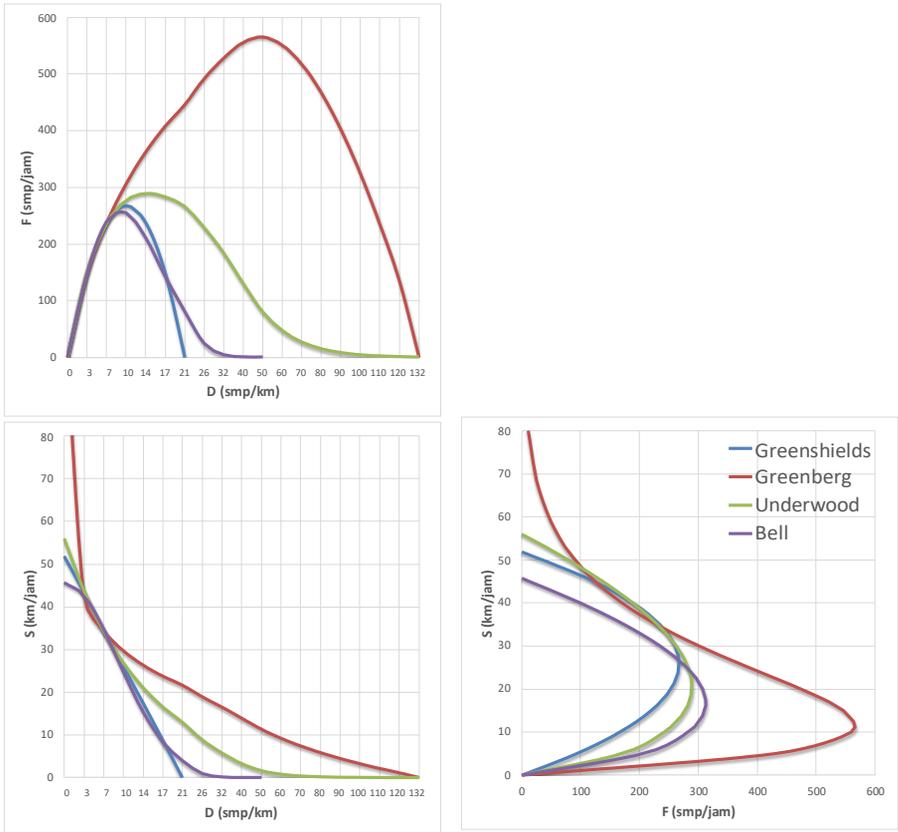
Dengan menggunakan persamaan 3.5 s.d. 3.19, maka dapat dibentuk persamaan hubungan Kecepatan (S) – Kepadatan (D), Volume (F) – Kepadatan (D), dan Volume (F) – Kecepatan (S) masing-masing model seperti terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Model Persamaan Hubungan Antar Karakteristik Lalu Lintas

Model	Hubungan	Persamaan
Greenshields	S – D	$S = 51,885 - \frac{51,885}{20,61} \cdot D$
	F – D	$F = 51,885 \cdot D - \frac{51,885}{20,61} \cdot D^2$
	F – S	$F = 20,61 \cdot S - \frac{20,61}{51,885} \cdot S^2$
Greenberg	S – D	$S = 11,649 \cdot \ln \frac{132,04}{D}$
	F – D	$F = 11,649 \cdot D \cdot \ln \frac{132,04}{D}$
	F – S	$F = 132,04 \cdot S \cdot \exp \frac{-S}{11,649}$
Underwood	S – D	$S = 55,956 \cdot \exp \frac{-D}{14,063}$
	F – D	$F = 55,956 \cdot D \cdot \exp \frac{-D}{14,063}$
	F – S	$F = 14,063 \cdot S \cdot \ln \frac{55,956}{S}$
Bell	S – D	$S = 45,694 \cdot \exp \left(-0,5 \cdot \frac{D}{9,309} \right)^2$
	F – D	$F = 45,694 \cdot D \cdot \exp \left(-0,5 \cdot \frac{D}{9,309} \right)^2$
	F – S	$F = 9,309 \cdot S \cdot \ln \frac{45,694}{S}^{0,5}$

4.1.5 Langkah 5: Interpretasi Model

Model dapat dijelaskan dengan memberikan perbandingan setiap nilai karakteristik lalu lintasnya. Persamaan yang terbentuk pada Tabel 4.8 perlu digambarkan dalam grafik hubungan untuk mempermudah perbandingan seperti terlihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Karakteristik Lalu Lintas

Dari Gambar 4.3 terlihat model Greenshields, Underwood, dan Bell membentuk grafik yang cenderung sama terutama pada kondisi nilai volume maksimum (F_c) yang terjadi. Nilai volume maksimum (F_c) yang didapat juga menggambarkan terhadap nilai **kapasitas jalan** (C) tersebut.

Perbandingan nilai karakteristik lalu lintas setiap model selanjutnya secara keseluruhan ditampilkan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan Nilai Karakteristik Lalu Lintas

Karakteristik	Model			
	Greenshields	Greenberg	Underwood	Bell
Sf (km/jam)	51,885	~110	55,956	45,694
Sm (km/jam)	25,493	11,469	20,585	27,715
Dj (smp/km)	20,610	132,040	~245	~50
Dm (smp/km)	10,305	48,575	14,063	9,309
Fc (smp/jam)	267,337	565,849	289,241	257,993
Koef. korelasi	0,9582	0,8853	0,9538	0,9679

Berdasarkan nilai karakteristik dan korelasi pada Tabel 4.9, maka dapat dipilih model yang tepat untuk menggambarkan hubungan karakteristik lalu lintas pada ruas jalan yang ditinjau. Korelasi yang memperlihatkan hubungan yang sangat kuat menjadi pertimbangan awal dalam memilih model. Selanjutnya perlu mempertimbangkan nilai karakteristik lalu lintas hasil model terhadap kondisi eksisting.

Dengan mempertimbangkan tipe jalan adalah 1/1D dengan lebar 3,5 m, kecepatan rata-rata tercepat 45 km/jam, dan volume rata-rata terbesar 271,5 smp/jam, maka model yang relevan adalah model Underwood.

4.1.6 Langkah 6: Kinerja Ruas

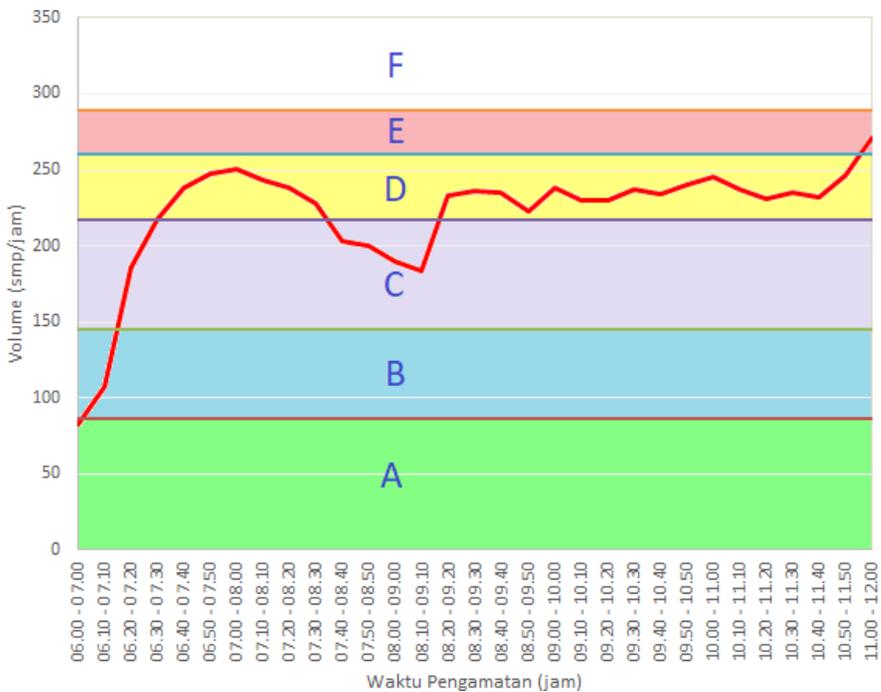
Kinerja ruas jalan dapat dinilai dengan melihat Indeks Tingkat Pelayanan (ITP)-nya. ITP didapat dari pembagian volume (V) yang terjadi terhadap kapasitas jalan (C). Nilai kapasitas jalan dimaksud sama dengan nilai volume maksimum (Fc) Model terpilih yaitu sebesar 289,241 smp/jam.

Diketahui ruas jalan yang ditinjau adalah jalan kolektor primer, maka dengan menggunakan penilaian ITP (Tabel 3.3) dapat ditentukan batas volume sepanjang waktu pengamatan untuk menggambarkan ITP ruas jalan seperti terlihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Batas Volume Berdasarkan Nilai ITP

ITP	V/C Ratio Kolektor primer	Kapasitas jalan (C) = Fc (smp/jam)	Batas Volume (V) = (V/C Ratio) x (C) (smp/jam)
A	0,3	289,241	86,84
B	0,5	289,241	144,74
C	0,75	289,241	217,11
D	0,9	289,241	260,53
E	1,0	289,241	289,48

Dari Tabel 4.10 dapat digambarkan kondisi ITP yang terjadi sepanjang waktu pengamatan (06.00 s.d. 12.00 Wita) pada ruas yang ditinjau seperti terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Fluktuasi ITP Ruas Jalan

Dari Gambar 4.4 terlihat kinerja ruas jalan sepanjang waktu pengamatan dominan memperlihatkan ITP D (74%). Arus masih stabil

pada rentang waktu pagi hari antara jam 06.00 s.d. 07.20 dan 07.40 s.d. 09.10 wita.

Berdasarkan Peraturan Menhub. No. KM 14 tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas pada pasal 9 bahwa "tingkat pelayanan yang diinginkan pada ruas jalan pada sistem jaringan jalan primer sesuai dengan fungsinya untuk jalan arteri dan kolektor primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B (Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, dan pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan)", maka ruas jalan yang ditinjau masih perlu peningkatan layanan.

4.2 Langkah Penyelesaian dari Data Sederhana

"Permisalan diketahui pada kecepatan 10 km/jam didapat volume lalu lintas sebesar 4000 smp/jam, bila direncanakan kecepatan maksimum adalah 90 km/jam maka berapa batas volume untuk ITP A, B, & C dengan model hubungan Greenshield ?"

Langkah 1:

Inventarisasi data dan masalah yang diketahui:

Jenis model hubungan adalah model hubungan *Greenshield*

$$S_f = 90 \text{ km/jam}$$

$$S_1 = 10 \text{ km/jam}$$

$$F_1 = 4000 \text{ smp/jam}$$

Batas V untuk ITP A,B, dan C ?

Langkah 2:

Menentukan hubungan persamaan antara kecepatan dan kerapatan (S-D).

I. $S_f = 90 \text{ km/jam}$

$$D = 0$$

II. $S_1 = 10 \text{ km/jam}$

$$F_1 = 4000 \text{ smp/jam, maka;}$$

$$D = \frac{F_1}{S_1} = \frac{4000}{10} = 400 \text{ smp/km}$$

Dengan substitusi didapat;

$$y = a + b.x$$

$$\text{I. } 90 = a + b.0 \longrightarrow a = 90$$

$$\text{II. } \underline{10 = a + b.400} \quad -$$

$$80 = -400.b$$

$$b = -\frac{80}{400} = -0,2$$

Jadi persamaan liniernya adalah $y = 90 - 0,2.x$

Langkah 3:

Penyesuaian model persamaan dalam bentuk model terpilih. (dalam contoh ini penyesuaian model dilakukan terhadap model hubungan Greenshields).

$$y = a + b.x \text{ diubah menjadi bentuk persamaan } S = SSS - \frac{SSS}{DDD} . D$$

$$\text{dimana : } y = 90 - 0,2.x$$

$$y = S \text{ dan } x = D$$

$$a = S_f = 90 \text{ km/jam}$$

$$b = - (S_f/D_j) = 0,2 \text{ maka } D_j = 90/0,2 = 450$$

$$\text{bentuk persamaan menjadi } S = 90 - \frac{90}{450} D$$

untuk mendapatkan hubungan Volume (F) – Kepadatan (D), dan Volume (F) – Kecepatan (S) digunakan persamaan 3.6 dan persamaan 3.7 sehingga didapat:

$$F = 90.D - \frac{90}{450}.D^2 \text{ untuk hubungan F-D}$$

$$F = 450.S - \frac{450}{90}.S^2 \text{ untuk hubungan F-S}$$

Langkah 4:

Interpretasi Model

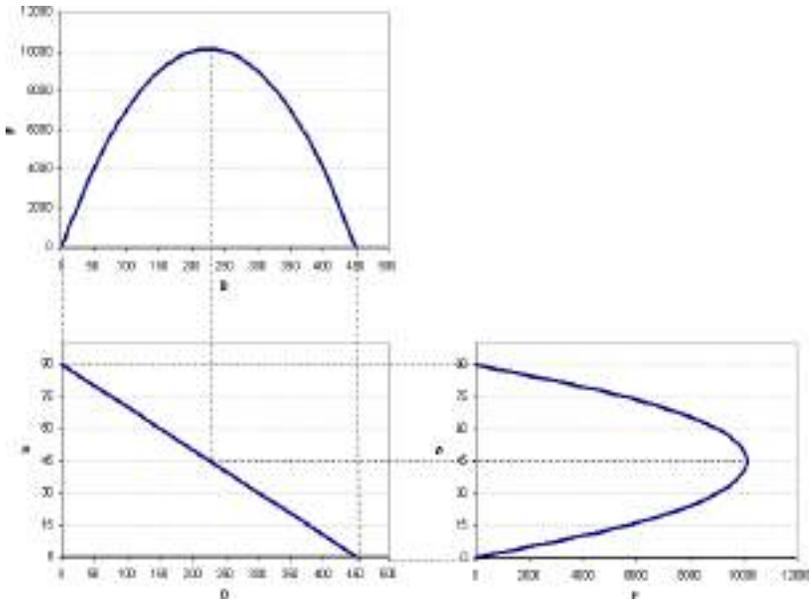
Dari hubungan diatas diketahui kecepatan maksimum (S_f) = 90 km/jam dan kerapatan maksimum (D_j) = 450 smp/km, maka ;

$$\text{Volume maksimum : } F_c = \frac{D_j^3 S_f^3}{4} = \frac{450^3 \cdot 90}{4} = 10125 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} C &= F_c \\ &= 10125 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Jadi nilai volume maksimum = kapasitas jalan = 10125 smp/jam

Dari model persamaan diatas, dapat dibuat grafik hubungan antar karakteristik arus lalu lintas seperti terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan *Greenshield* Volume, Kecepatan, & Kerapatan dari Data Sederhana

Langkah 5:

Indek Tingkat Pelayanan Eksisting

$ITP = \frac{V}{C}$, Berdasarkan Tabel 3.3 Tingkat Pelayanan dan Karakteristik Jalan arteri primer dengan nilai $C = 10125$ smp/jam

didapat batas volume lalu lintas menurut tingkat pelayanannya seperti terlihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Batas Volume Lalu Lintas menurut Tingkat Pelayanannya

ITP	Karakteristik	Batas bawah V/C Ratio Arteri Primer	Batas lingkup $V = V/C \text{ Ratio} * C$
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	$\leq 0,20$	$\leq 2025 \text{ smp/jam}$
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	$\leq 0,45$	$\leq 4556 \text{ smp/jam}$
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	$\leq 0,70$	$\leq 7088 \text{ smp/jam}$

MODUL 5

TERMINAL

5.1 Pengertian Terminal

Terminal didefinisikan sebagai prasarana transportasi jalan untuk keperluan menaikkan dan menurunkan penumpang dan/atau barang, tempat mengatur, pengendalian, dan pengawasan kedatangan dan keberangkatan kendaraan umum, serta perpindahan moda angkutan yang merupakan salah satu wujud simpul jaringan transportasi.

Menurut UU No. 22 Tahun 2009 Pasal 33 ayat (1) tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan: "*Untuk menunjang kelancaran perpindahan orang dan/atau barang serta keterpaduan intramoda dan antarmoda di tempat tertentu, dapat dibangun dan diselenggarakan Terminal*".

Secara umum terminal ditempat-tempat tertentu berfungsi pokok sebagai pelayanan umum antara lain berupa:

- 1) Tempat untuk naik dan turun penumpang dan/atau muat bongkar barang.
- 2) Pengendalian lalu lintas dan angkutan kendaraan umum.
- 3) Tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi.

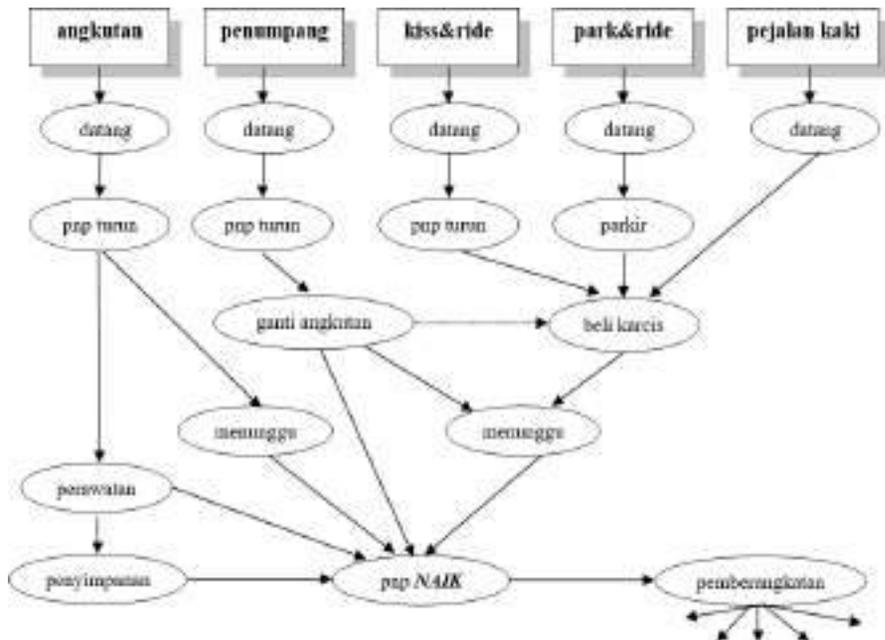
Berdasarkan jenis angkutannya, maka terminal dibedakan menjadi *terminal penumpang* dan *terminal barang*.

5.2 Terminal Penumpang

Jika ditinjau dari sistem terminal angkutan umum maka komponen yang saling berinteraksi pada terminal tersebut meliputi:

- 1) Moda angkutan umum
- 2) Penumpang
- 3) Calon penumpang yang diantar (*kiss & ride*)
- 4) Calon penumpang yang membawa kendaraan sendiri dan memarkir kendaraannya (*park & ride*)
- 5) Pejalan kaki

Mekanisme pergerakan yang terjadi di terminal penumpang adalah seperti terlihat pada Gambar 5.1(KBKRT-ITB, 1997).



Gambar 5.1 Mekanisme Pergerakan yang Terjadi di Terminal

Untuk mendukung fungsi dan mekanisme pergerakan yang terjadi di terminal lebih efektif dan efisien maka perlu didukung fasilitas/prasarana bangunan terminal. Mengacu kepada komponen-komponen yang berinteraksi, maka prasarana bangunan terminal yang dibutuhkan adalah seperti terlihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Prasarana Bangunan Terminal

No.	Komponen	Aktivitas	Prasarana yang dibutuhkan
1.	Moda angkutan umum	Datang, masuk, & menunggu antrian Menurunkan penumpang Parkir Pembersihan Perbaikan kecil Pengisian BBM Menaikkan penumpang Pergi dari terminal	Lajur, <i>track</i> <i>Platform, bay</i> Areal parkir Areal parkir Areal parkir / bengkel / depo Pompa BBM <i>Platform, bay</i> Lajur, <i>track</i>

No.	Komponen	Aktivitas	Prasarana yang dibutuhkan
2.	Penumpang (<i>transfer</i> atau pindah Moda)	Turun dari angkutan umum	<i>Platform, bay</i>
		Membeli tiket	Loket tiket
		Menunggu, makan, minum, istirahat	Ruang tunggu / toko / restaurant / toilet
		Naik ke angkutan umum	<i>Platform, bay</i>
3.	<i>Kiss & Ride</i> Calon penumpang/ Pengantar	Kendaraan datang	Jalan akses masuk
		Menurunkan calon penumpang	<i>Platform mobil</i>
		Kendaraan meninggalkan terminal	Jalan akses keluar
		Membeli tiket	Loket tiket
		Menunggu, makan, minum, istirahat	Ruang tunggu / toko / restaurant / toilet
		Naik ke angkutan umum	<i>Platform, bay</i>
4.	<i>Park & Ride</i> Calon penumpang	datang parkir	Jalan akses masuk <i>Platform mobil</i>
		Berjalan dari/ke tempat parkir	<i>Pedestrian lane</i>
		Membeli tiket	Loket tiket
		Menunggu, makan, minum, istirahat	Ruang tunggu / toko / restaurant / toilet
		Naik/turun angkutan umum	<i>Platform, bay</i>
		Pergi meninggalkan terminal	Jalan akses keluar
5.	Pejalan kaki Calon penumpang	datang	<i>Pedestrian</i> masuk
		Membeli tiket	Loket tiket
		Menunggu, makan, minum, istirahat	Ruang tunggu / toko / restaurant / toilet
		Naik/turun angkutan umum	<i>Platform, bay</i>
		Pergi meninggalkan terminal	<i>Pedestrian</i> keluar

Sumber: KBKRT-ITB, 1997

Di Indonesia, terminal penumpang didasarkan pada fungsi pelayanannya dan dibagi menjadi 3 (tiga) tipe (Permenhub. No. PM 132 Tahun 2015), yaitu:

- 1) **Terminal Penumpang Tipe A**, berfungsi melayani kendaraan umum untuk angkutan Antar Kota Antar Provinsi (AKAP),

dan/atau angkutan lintas batas negara, angkutan Antar Kota Dalam Provinsi (AKDP), Angkutan Kota (AK), dan Angkutan Pedesaan (ADES).

- 2) **Terminal Penumpang Tipe B**, berfungsi melayani kendaraan umum untuk angkutan AKDP, AK, dan/atau ADES.
- 3) **Terminal Penumpang Tipe C**, berfungsi melayani kendaraan umum untuk ADES.

5.2.1 Fasilitas Terminal Penumpang

Terminal penumpang disyaratkan untuk dilengkapi dengan fasilitas / prasarana bangunan terminal yang terdiri dari fasilitas utama dan fasilitas penunjang.

Fasilitas utama terminal penumpang yaitu fasilitas yang harus ada tersedia dalam terminal penumpang, meliputi:

- 1) Jalur pemberangkatan kendaraan umum
- 2) Jalur kedatangan kendaraan umum
- 3) Jalur tunggu kendaraan umum
- 4) Tempat tunggu penumpang
- 5) Jalur lintasan
- 6) Bangunan kantor terminal
- 7) Tempat istirahat sementara kendaraan umum
- 8) Menara pengawas
- 9) Loker penjualan tiket
- 10) Rambu-rambu dan papan informasi yang memuat petunjuk jurusan, tarif, dan jadwal perjalanan
- 11) Pelataran parkir kendaraan pengantar dan taksi

Fasilitas penunjang terminal penumpang yaitu fasilitas pelengkap dalam pengopeasian terminal penumpang, meliputi:

- 1) Kamar kecil / toilet
- 2) Musholla
- 3) Kios / kantin
- 4) Ruang pengobatan
- 5) Ruang informasi dan pengaduan
- 6) Telepon umum
- 7) Taman

Pada terminal penumpang harus pula dilengkapi dengan *fasilitas bagi orang cacat* terutama pada tempat tunggu penumpang/pengantar, loket penjualan tiket, toilet, dan telpon umum.

5.2.2 Kriteria Umum Terminal

Kriteria Umum Terminal terdiri atas:

1) Pada Bangunan

- (1) Adanya pembatasan yang jelas antara lingkungan kerja terminal dengan lokasi peruntukan lainnya.
- (2) Pemisahan antara lalu lintas kendaraan dan pergerakan orang di dalam terminal.
- (3) Pemisahan yang jelas antara jalur AKAP, AKDP, AK, dan ADES.

2) Pada Sirkulasi lalu lintas

- (1) Jalan masuk dan keluar kendaraan harus lancar, dan dapat bergerak dengan mudah.
- (2) Jalan masuk dan keluar calon penumpang angkutan umum harus terpisah dengan Jalan masuk dan keluar kendaraan.
- (3) Kendaraan di dalam terminal harus dapat bergerak tanpa halangan yang tidak perlu.

3) Turun naik penumpang dan parkir angkutan harus tidak mengganggu sirkulasi angkutan umum.

4) Luas bangunan berdasarkan kebutuhan pada jam puncak dengan mempertimbangkan kegiatan sirkulasi penumpang, pengelolaan (fasilitas utama), dan fasilitas penunjang.

5) Luas pelataran terminal berdasarkan kebutuhan pada jam puncak dengan mempertimbangkan frekuensi keluar masuk kendaraan, waktu yang dibutuhkan naik/turun penumpang, banyaknya jurusan, serta kebutuhan *Park & Ride* dan *Kiss & Ride*.

6) Ukuran minimal luas terminal penumpang untuk terminal tipe A seluas 3 Ha dan 5 Ha (khusus Jawa & Sumatera), terminal tipe B seluas 2 Ha dan 3 Ha (khusus Jawa & Sumatera), dan luas terminal tipe C tergantung kebutuhan.

- 7) Akses jalan masuk dari jalan umum ke terminal berjarak minimal terminal tipe A adalah 50 m dan 100 m (khusus Jawa), terminal tipe B adalah 30 m dan 50 m (khusus Jawa), dan jarak terminal tipe C sesuai dengan kebutuhan.
- 8) Kebutuhan luas terminal penumpang berdasarkan tipe dan fungsinya secara rinci dijabarkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Kebutuhan Luas Terminal (m²)

		Tipe A	Tipe B	Tipe C
A. Kendaraan				
Ruang parkir	AKAP	1.120	-	-
	AKDP	540	540	-
	AK	800	800	800
	ADES	900	900	900
	Pribadi	600	500	200
Ruang service		500	500	-
Pompa BBM		500	-	-
Sirkulasi kendaraan		3.960	2.740	1.100
Bengkel		150	100	-
Ruang istirahat		50	40	30
Gudang		25	20	-
Ruang parkir cadangan		1.980	1.370	550
B. Pemakai Jasa				
Ruang tunggu		2.625	2.250	480
Sirkulasi orang		1.050	900	192
Kamar mandi		72	60	40
Kios		1.575	1.350	288
Musholla		72	60	40
C. Operasional				
Ruang administrasi		78	59	39
Ruang pengawas		23	23	16
Loket		3	3	3
Peron		4	4	3
Retribusi		6	6	6
Ruang informasi		12	10	8
Ruang P3K		45	30	15
Ruang perkantoran		150	100	-
D. Ruang Luar (tidak efektif)		6.653	4.890	1.554
Luas total		23.494	17.255	5.463
Cad. pengembangan		23.494	17.255	5.463
Kebutuhan lahan		46.988	34.510	10.926
Keb. Lahan untuk desain (Ha)		4,7	3,5	1,1

Sumber: Abubakar dkk. (1996)

5.3 Terminal Barang

Terminal angkutan barang berdasarkan pelayanannya berfungsi sebagai tempat untuk keperluan membongkar dan memuat barang, serta perpindahan intra dan/atau antar moda transportasi.

Ditinjau dari jenis barang yang diangkut terminal barang dapat dikelompokkan dalam 2 (dua) yaitu:

- 1) Terminal barang umum, yaitu terminal yang melayani angkutan barang-barang yang bersifat umum.
- 2) Terminal barang khusus, yaitu terminal yang melayani angkutan barang-barang yang penanganannya harus bersifat khusus.

Menurut Dirjen Perhub. Darat dalam “Menuju Lalu lintas dan Angkutan Jalan yang Tertib”, terminal barang berdasarkan tingkat pelayanan terhadap jumlah arus minimum kendaraan dan tonase persatuan waktu terbagi atas:

- 1) Terminal utama, yaitu terminal barang yang melayani tonase sebesar antara 6.900 s.d. 12.000 ton/hari.
- 2) Terminal cabang, yaitu terminal barang yang melayani tonase sebesar antara 4.250 s.d. 6.900 ton/hari.
- 3) Terminal ranting, yaitu terminal barang yang melayani tonase sebesar antara 830 s.d. 4.250 ton/hari.

5.4 Tipe dan Lokasi Terminal Angkutan Umum

Berdasarkan lokasinya, terminal angkutan umum dapat dikelompokkan menjadi beberapa tipe berikut (KBKRT-ITB, 1997):

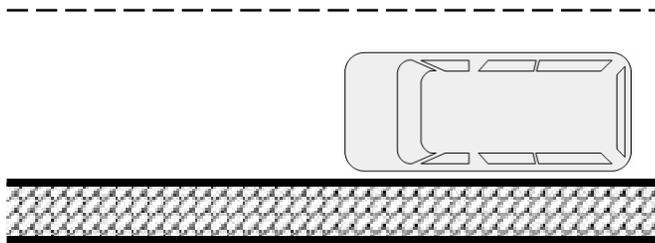
- 1) Perhentian bus diujung lintasan rute
- 2) Terminal pada jalan bebas hambatan
- 3) *Off-street* bus terminal
- 4) *Bus-street* terminal

5.4.1 Tipe Perhentian Bus Diujung Lintasan Rute

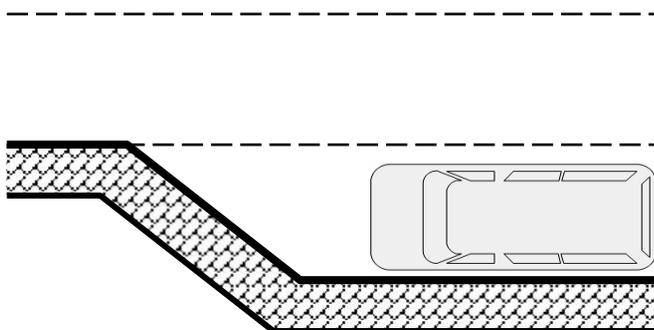
Tipe perhentian bus diujung lintasan rute adalah tipe terminal yang menggunakan fasilitas badan jalan sebagai tempat asal/tujuan angkutannya. Biasanya tipe terminal ini terletak pada daerah

pemukiman yang merupakan akhir dari suatu rute. Tipe perhentian bus diujung lintasan rute dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu:

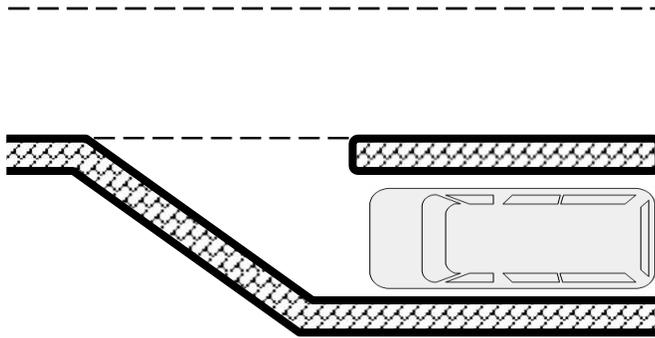
- 1) **Pada *curb-side***, yaitu perhentian yang terletak tepat pada pinggir perkerasan jalan tanpa melakukan perubahan pada perkerasan jalan yang bersangkutan ataupun perubahan pada daerah pedestrian.
- 2) **Pada *lay-by***, yaitu perhentian yang terletak pada pinggir perkerasan dengan sedikit menjorok ke daerah luar perkerasan. Dalam hal ini ada beberapa bagian luar perkerasan yang dirubah bentuknya agar bus dimungkinkan untuk berhenti. Perubahan yang dimaksud adalah berupa pembuatan jalur perkerasan ke arah luar.
- 3) **Pada *bus-bay***, yaitu perhentian yang dibuat khusus dan secara terpisah dari perkerasan jalan yang ada (dibatasi oleh pulau pemisah).



Gambar 5.2 Tipe *Curb-Side*



Gambar 5.3 Tipe *Lay-by*



Gambar 5.4 Tipe *Bus-Bay*

5.4.2 Tipe Terminal pada Jalan Bebas Hambatan

Tipe Terminal pada jalan bebas hambatan adalah tipe terminal yang terletak ruas jalan bebas hambatan terkadang membutuhkan perhentian untuk menaikkan atau menurunkan penumpang. Biasanya lokasi terminal jenis ini terletak di daerah *interchange* karena dimungkinkan terjadinya interaksi antara lalu lintas pada jalan bebas hambatan dengan lalu lintas pada jalan biasa.

5.4.3 Tipe *Off-Street* Bus Terminal

Tipe *Off-street* bus terminal adalah jenis terminal bus yang ditempatkan khusus di daerah tertentu di luar daerah jalan atau dalam artian terminal tersebut menggunakan lahan tersendiri tanpa mengganggu peruntukan lain. Hal ini dilakukan terutama jika terminal dimaksud melayani semua komponen pergerakan mulai dari bus, penumpang sampai dengan *park & ride*.

Ditinjau terhadap hirarkinya, tipe *off-street* bus terminal terbagi atas terminal bus primer, terminal bus sekunder, dan terminal bus tersier.

- 1) Terminal bus primer:
 - (1) Melayani 15 lintasan rute
 - (2) Terletak di pusat kota atau sub pusat kegiatan

- (3) Untuk letak di pinggir kota melayani lintasan dalam dan antar kota. Terminal yang terletak di pusat kota, lintasan yang dilayaninya adalah lintasan rute utama (*trunk route / principal route*), penempatan biasanya disatukan dengan peruntukan lain.
- 2) Terminal bus sekunder:
 - (1) Melayani 5 – 15 lintasan rute
 - (2) Melayani lintasan utama
 - (3) Terletak di daerah sub kegiatan yang mengelilingi *Central Business District* (CBD)
- 3) Terminal bus tersier:
 - (1) Melayani < 5 lintasan rute
 - (2) Melayani lintasan utama dan lokal
 - (3) Terletak di simpul ujung daerah pinggir kota

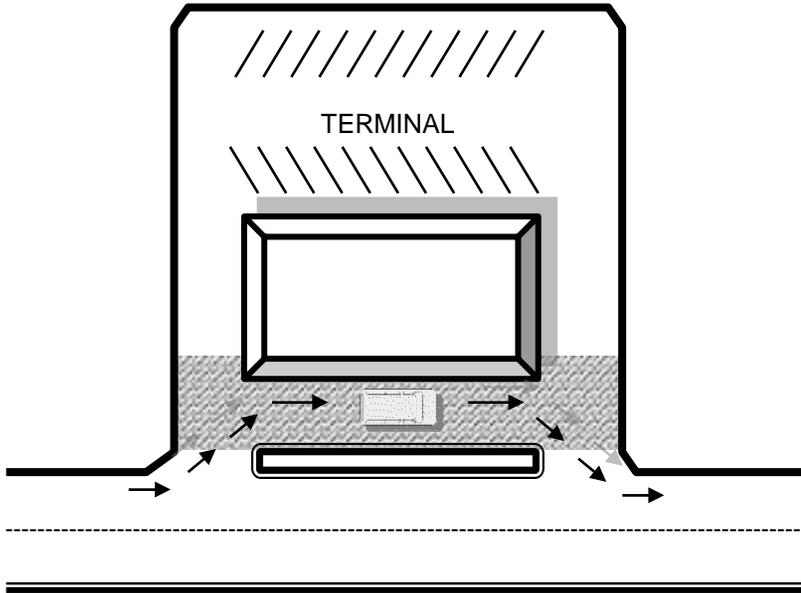
5.4.4 Tipe **Bus-street** Terminal

Tipe *Bus-street* terminal adalah konsep terminal tanpa prasarana khusus seperti layaknya terminal biasa. Konsepsi dasar dari *bus-street* adalah dengan lahan terbatasnya mekanisme interaksi antara angkutan umum dan penumpang dapat terjadi.

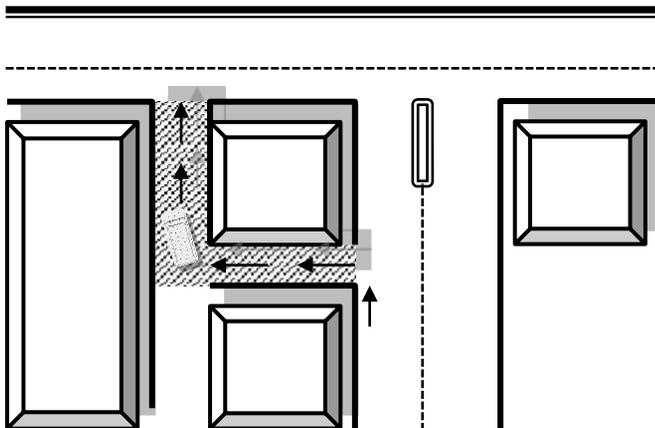
Ditinjau dari bentuknya, *bus-street* dibedakan dalam 4 (empat) kelompok, yaitu:

- 1) **Terminal approach**, yaitu daerah khusus yang disediakan pada ruas jalan dekat terminal untuk bus berjalan lambat dan penumpang dapat naik dan turun dengan cepat tanpa harus masuk ke terminal.
- 2) **Bus loop**, yaitu daerah khusus yang disediakan pada ruas jalan tertentu untuk bus dapat berjalan dan berputar perlahan sehingga dimungkinkan penumpang naik dan turun atau menukar lintasan bus (*transfer*) secara cepat.
- 3) **Short connector link**, yaitu suatu daerah khusus pada ruas jalan yang cukup pendek untuk bus berjalan secara perlahan sehingga penumpang dapat turun dan naik serta melakukan transfer. Pada ruas jalan ini terdapat lebih dari satu lintasan rute bus untuk memudahkan penumpang dalam melakukan transfer.

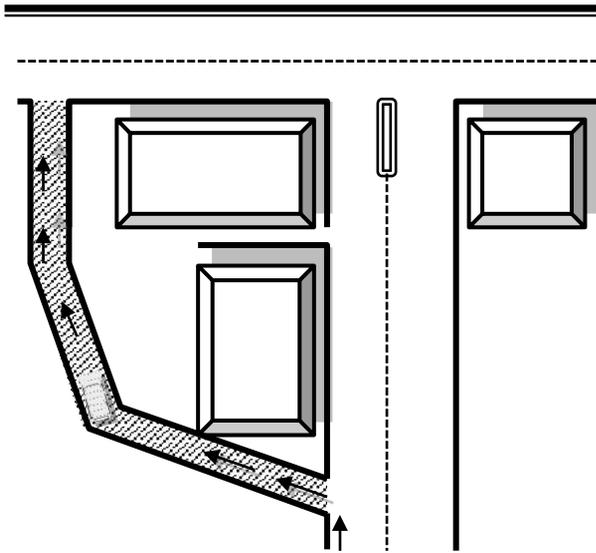
- 4) **Bus mall**, yaitu daerah khusus yang disediakan pada ruas jalan di daerah mall untuk bus berjalan lambat sehingga penumpang dapat turun dan naik serta melakukan transfer.



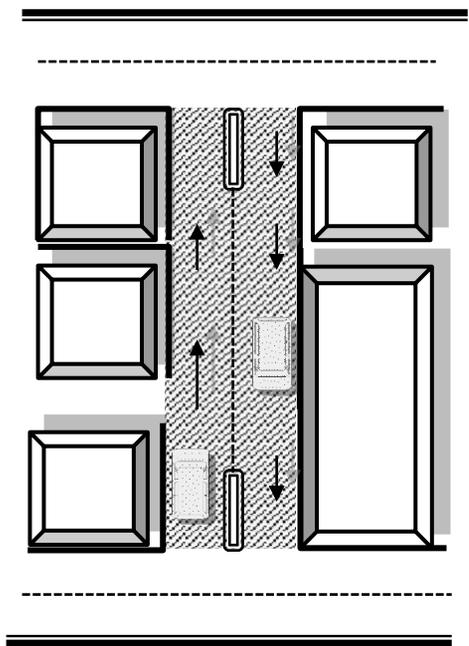
Gambar 5.5 Tipe *Terminal Approach*



Gambar 5.6 Tipe *Bus Loop*



Gambar 5.7 Tipe *Short Connector Link*



Gambar 5.8 Tipe *Bus Mall*

MODUL 6

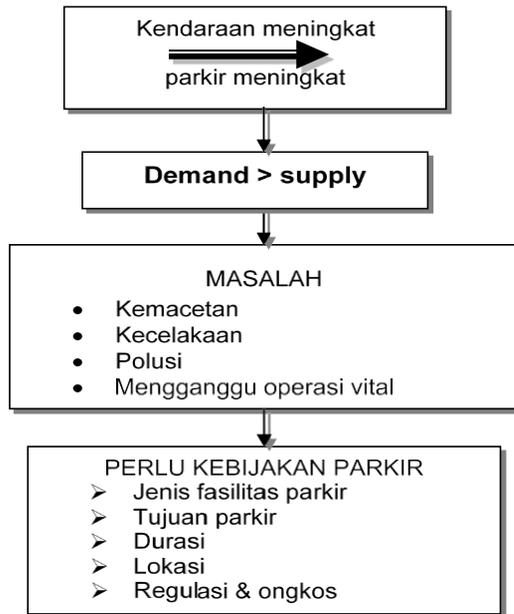
PARKIR

6.1 Pengertian Parkir

Parkir adalah kondisi kendaraan tidak bergerak yang tidak bersifat sementara atau tidak berhenti. Berhenti yang dimaksud adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan untuk sementara dan pengemudi tidak meninggalkan kendaraannya. Berdasarkan PP No. 30 tahun 2021 menjelaskan definisi parkir adalah keadaan kendaraan berhenti atau tidak bergerak untuk beberapa saat dan ditinggalkan pengemudinya.

Kebutuhan tempat parkir kendaraan baik kendaraan pribadi, angkutan penumpang umum, sepeda motor, maupun truk adalah sangat penting. Setiap pengendara kendaraan bermotor memiliki kecenderungan untuk mencari tempat untuk memarkir kendaraan sedekat mungkin dengan tempat kegiatan atau aktifitasnya. Sehingga tempat terjadinya suatu kegiatan misalnya seperti tempat kawasan pariwisata diperlukan areal parkir. Pembangunan sejumlah gedung atau tempat kegiatan umum sering kali tidak menyediakan areal parkir yang cukup sehingga berakibat penggunaan sebagian lebar badan jalan untuk parkir kendaraan (Warpani, 1990).

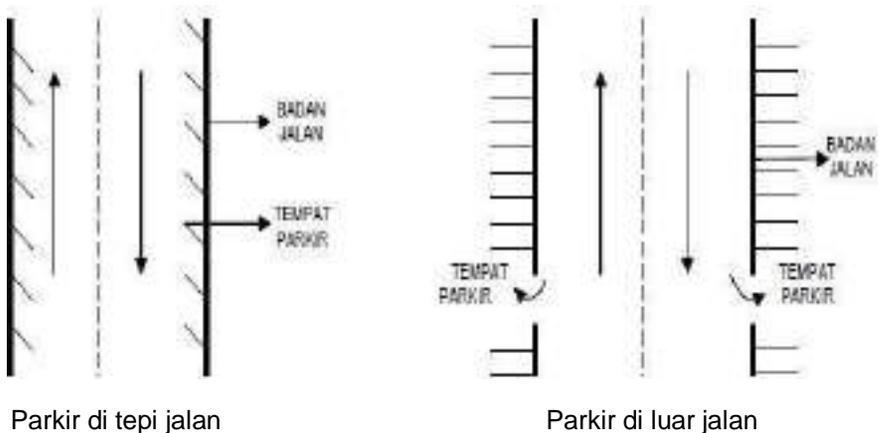
Kebutuhan tempat parkir sangat berbeda dan bervariasi tergantung dari bentuk dan karakteristik masing-masing kendaraan disain dan lokasi parkir. Penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa dari 8760 jam/tahun pemakaian kendaraan 95% adalah untuk parkir, oleh karena itu kendaraan "PERLU" tempat untuk parkir. Peranan tempat parkir sangat penting dalam rekayasa lalu lintas terutama untuk menghindari permasalahan lalu lintas seperti terlihat pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Kondisi Peranan Parkir

6.2 Jenis Fasilitas Parkir

Berdasarkan penempatan terhadap badan jalan, parkir dapat dibedakan atas dua jenis fasilitas parkir yaitu parkir yang menggunakan badan jalan (*On-Street Parking*) dan parkir di luar badan jalan (*Off-Street Parking*) seperti terlihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Jenis Fasilitas Parkir

6.2.1 Parkir di Badan Jalan (*On-Street Parking*)

Disebut juga sebagai *Curb Parking*, yaitu parkir yang dilakukan di tepi jalan dan merapat pada kerb jalan (bahu jalan/trotoar). *On-Street Parking* ini dapat ditemui di kawasan perumahan dan pusat kegiatan serta kawasan lama yang umumnya tidak siap menampung jumlah kendaraan yang cukup banyak.

Ditinjau terhadap penempatan dan pengoperasian fasilitas parkir biasanya berupa:

- 1) Pada tepi jalan tanpa pengendalian parkir.
- 2) Kawasan parkir, dengan pengendalian parkir.

6.2.2 Parkir di Luar Jalan (*Off-Street Parking*)

Parkir jenis ini sesuai dengan namanya merupakan jenis parkir yang mengambil areal khusus. Areal ini didesain sedemikian rupa sehingga menjadi suatu lokasi yang ideal sebagai tempat parkir baik berupa taman parkir dan/atau gedung parkir. Areal ini tidak memiliki akses langsung ke jalan raya atau diluar tepi jalan umum yang memiliki pintu masuk dan pintu keluar.

Ada beberapa keuntungan dengan menggunakan *Off-Street Parking* ini, antara lain:

- 1) Mampu menampung parkir dalam jumlah besar.
- 2) Meminimalisasi ketidaknyamanan pada saat sedang melakukan parkir, saat mengeluarkan kendaraan, dan berkendara selama di dalam areal parkir.
- 3) Meminimalisasi gangguan pada saat masuk hingga keluar, yang biasanya diakibatkan oleh pejalan kaki dan kendaraan yang lalu-lalang di luar areal parkir.

Tempat parkir di luar jalan secara umum dapat digolongkan ke dalam lima tipe, yaitu: 1) pelataran parkir di permukaan tanah; 2) garasi bertingkat; 3) pada atap; 4) garasi mekanis; 5) garasi bawah tanah; dan 6) *drive-in*.

- 1) Pelataran parkir di permukaan tanah (*surface car parks*)

Tipe parkir ini menggunakan areal di atas permukaan tanah biasanya. Biaya pembangunan tempat parkir semacam ini sangat

kecil tetapi bila dibandingkan dengan jumlah kendaraan parkir yang dapat ditampung sangat kurang efisien dengan tipe lain.

2) Garasi bertingkat (*multi-storey car parks*)

Parkir gedung bertingkat terdiri dari beberapa lantai yang didukung oleh kolom-kolom yang diberi jarak tertentu untuk memungkinkan suatu susunan tempat parkir yang efisien dan gang-gang untuk para pejalan kaki. Bangunan-bangunan parkir dapat dirancang dari segi tampak luarnya berdasarkan estetika atau untuk memungkinkan perubahan penggunaan di masa depan. Bangunan yang diperuntukan hanya untuk parkir, pagar pengaman dapat mengurangi biaya konstruksi. Desain yang baik memungkinkan kendaraan dapat diparkir secara efisien dengan luas lantai minimum per kendaraan. Selain itu, dapat mempercepat keluar dan masuknya kendaraan dan memudahkan gerakan parkir sehingga mengurangi keterlambatan dengan cara yang aman dan menyenangkan.

Sistem jalan tangga (*ramp*) sebagai jalan masuk yang menghubungkan lantai-lantai dapat dibangun dengan maksimum kemiringan 12 %. kemiringan umumnya tidak lebih dari 10% jika jalannya lurus, dan 8% jika melengkung dengan radius putaran dalam minimum 5,5 m. Salah satu alternatif untuk macam jalan tangga tanjakan yang normal ialah lantai-lantai miring, dalam bentuk spiral penuh, dari tingkat bawah sampai keatas, atau lantai-lantai yang terbagi.

Tinggi ruang harus dibatasi hingga 2,25 m agar memperoleh panjang jalan tangga minimum. Lantai bawah sebaiknya tinggi 3,75 m untuk mengantisipasi kendaraan yang tinggi (Hobbs, 1995).

3) Parkir pada atap (*roof parks*)

Tipe parkir pada atap adalah tipe parkir yang menggunakan fasilitas ruang kosong pada atap bangunan sebagai tempat parkir dengan pencapaian lewat jalan tangga tanjakan. Biasanya tipe parkir ini terdapat pada kawasan padat yang tidak memungkinkan tersedia lahan khusus parkir. Sangat efisien untuk frekuensi atau durasi parkir yang lama.

4) Garasi mekanis (*mechanical car parks*)

Garasi mekanis biasanya berbentuk gedung bertingkat banyak. Variasi garasi ini sangat kompleks, mulai dari penggunaan lift, untuk pergerakan vertikal antar lantai, sampai dengan kombinasi gerakan vertikal dan horizontal dengan alat mekanis. Kerugian-kerugian dari garasi mekanis ini adalah adanya bahaya keruntuhan, aliran listrik putus, dan biaya perawatan yang tinggi (Hobbs, 1995).

5) Garasi bawah tanah (*underground car parks*)

Parkir bawah tanah mempunyai keuntungan bahwa bagian permukaan tanah dapat dibuat tetap atau diperbaiki setelah pembangunan. Tempat parkir ini cocok terletak di bawah lapangan (alun-alun), taman-taman umum, atau dibawah gedung fasilitas-fasilitas umum maupun perkantoran.

6) *Drive-in*

Fasilitas dapat disediakan sedemikian rupa sehingga memungkinkan pengendara dapat melakukan transaksi bisnis singkat tanpa meninggalkan mobilnya. Fasilitas *drive-in* dapat mengurangi waktu yang hilang dan fasilitas ini dibangun untuk kantor-kantor pos, kios koran, kios rokok, dan bank-bank untuk mengurangi kemacetan pada beberapa kawasan.

6.3 Satuan Ruang Parkir (SRP)

Satuan Ruang Parkir (SRP) adalah ukuran luas efektif untuk meletakkan kendaraan (mobil penumpang, bus/mobil barang (truk), atau sepeda motor), termasuk ruang bebas dan buka pintu. SRP digunakan untuk mengukur kebutuhan ruang parkir. Penentuan SRP tidak terlepas dari pertimbangan-pertimbangan seperti halnya satuan-satuan lain, yaitu:

1) Dimensi kendaraan standar untuk mobil penumpang.

2) Ruang bebas kendaraan parkir

Ruang bebas kendaraan parkir diberikan pada arah lateral dan longitudinal kendaraan. Ruang bebas arah lateral ditetapkan pada saat posisi pintu kendaraan dibuka, yang diukur dari ujung terluar pintu ke badan kendaraan parkir yang ada disampingnya. Ruang

bebas diberikan agar tidak terjadi benturan antara pintu kendaraan dengan kendaraan yang parkir disampingnya pada saat penumpang turun dari kendaraan. Sedangkan ruang bebas arah memanjang diberikan di depan kendaraan untuk menghindari benturan dengan dinding atau kendaraan yang lewat jalur gang (*aisle*).

3) Lebar bukaan pintu kendaraan

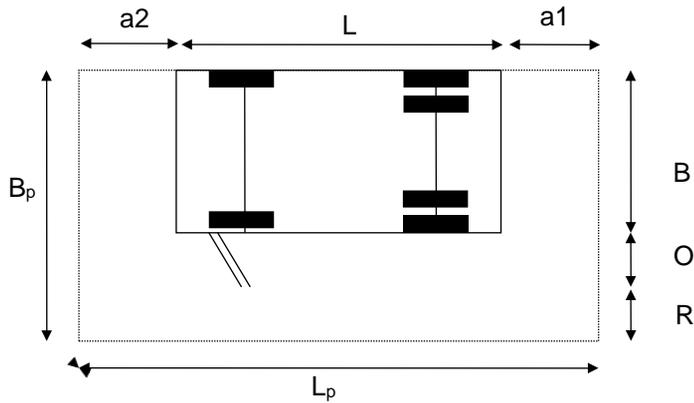
Ukuran lebar bukaan pintu merupakan fungsi karakteristik pemakai kendaraan yang memanfaatkan fasilitas parkir sesuai peruntukannya seperti perkantoran atau swalayan. Dalam hal ini, karakteristik pengguna kendaraan yang memanfaatkan fasilitas parkir dipilih seperti terlihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Lebar Bukaan Pintu Kendaraan

Jenis bukaan pintu	Pengguna/ dan peruntukan fasilitas parkir	Gol
Pintu depan/belakang terbuka tahap awal 55 cm.	<ul style="list-style-type: none"> - Karyawan/pekerja kantor - Tamu/pengunjung dari pusat kegiatan perkantoran, perdagangan, pemerintahan, Universitas. 	I
Pintu depan/belakang terbuka penuh 75 cm	Pengunjung dari fasilitas olah raga, pusat hiburan / rekreasi, hotel, pusat perdagangan eceran/swalayan, rumah sakit, bioskop.	II
Pintu depan terbuka penuh ditambah untuk pergerakan kursi roda	Orang cacat	III

Sumber: Abubakar dkk. (1996)

Besar SRP untuk tiap jenis kendaraan ditentukan berdasarkan kebutuhan ruang seperti terlihat pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3 Dimensi Kendaraan Standar untuk Mobil Penumpang

SRP dirumuskan sebagai berikut:

$$SRP = L_p \times B_p \dots \dots \dots (6.1)$$

$$SRP = (L + a_1 + a_2) \times (B + O + R) \dots \dots \dots (6.2)$$

Dimana:

- B = lebar total kendaraan
- L = panjang total kendaraan
- O = lebar bukaan pintu
- a₁, a₂ = jarak bebas arah panjang
- R = jarak bebas arah lebar

Untuk bus/minibus dan truk ditentukan R = 10 cm, a₁ = 30 cm dan a₂ = 20 cm. Sedangkan untuk jenis kendaraan lainnya R = 5 cm, a₁ = 10 cm dan a₂ = 20 cm.

Ukuran lebar bukaan pintu merupakan fungsi karakteristik pemakai kendaraan yang memanfaatkan fasilitas parkir. Nilai O berkisar dari 55 cm sampai 80 cm.

Penentuan SRP dibagi atas 3 (tiga) jenis kendaraan yaitu mobil penumpang, bus/truk, dan sepeda motor. SRP untuk mobil penumpang diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) golongan, selengkapnya seperti terlihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Penentuan Satuan Ruang Parkir (SRP)

Jenis kendaraan	SRP (m ²)
1. a. Mobil Penumpang Golongan I	2,30 x 5,00
b. Mobil Penumpang Golongan II	2,50 x 5,00
c. Mobil Penumpang Golongan III	3,00 x 5,00
2. Bus/Truk	3,40 x 12,50
3. Sepeda Motor	0,75 x 2,00

"Untuk hal-hal tertentu bila dalam perencanaan parkir tanpa ada penjelasan tentang jenis kendaraan yang digunakan, maka SRP yang digunakan adalah SRP untuk mobil penumpang golongan II".

6.4 Karakteristik Parkir

Karakteristik parkir dimaksudkan sebagai sifat-sifat dasar yang memberikan penilaian terhadap pelayanan parkir dan permasalahan parkir yang terjadi. Karakteristik parkir mencakup volume parkir, akumulasi parkir, durasi parkir, pergantian parkir, kapasitas parkir, penyediaan parkir, dan indeks parkir.

6.4.1 Volume Parkir

Volume parkir adalah jumlah kendaraan yang telah menggunakan ruang parkir pada suatu lahan parkir tertentu dalam suatu waktu tertentu (biasanya per hari). Perhitungan volume parkir dapat digunakan sebagai petunjuk apakah ruang parkir yang tersedia dapat memenuhi kebutuhan parkir kendaraan atau tidak (Hobbs, 1995). Berdasarkan volume tersebut maka dapat direncanakan besarnya ruang parkir yang diperlukan apabila akan dibuat pembangunan ruang parkir baru. Persamaan yang digunakan adalah:

$$VP = E_i + X \dots \dots \dots (6.3)$$

dimana:

VP = volume parkir

E_i = *entry* (kendaraan yang masuk kelokasi)

X = kendaraan yang sudah parkir sebelum waktu survei

6.4.2 Akumulasi Parkir

Akumulasi parkir adalah jumlah kendaraan yang sedang berada pada suatu lahan parkir pada selang waktu tertentu dan dibagi sesuai dengan kategori jenis maksud perjalanan. Integrasi dari akumulasi parkir selama periode tertentu menunjukkan beban parkir (jumlah kendaraan parkir) dalam satuan jam kendaraan per periode waktu tertentu (Hobbs, 1995). Informasi ini dapat diperoleh dengan cara menjumlahkan kendaraan yang telah menggunakan lahan parkir ditambah dengan kendaraan yang masuk serta dikurangi dengan kendaraan yang keluar. Perhitungan akumulasi parkir dapat menggunakan persamaan seperti di bawah ini.

$$AP = X + E_i - E_x \dots\dots\dots (6.4)$$

dimana :

AP = akumulasi parkir

E_i = *entry* (jumlah kendaraan yang masuk pada lokasi parkir)

E_x = *exit* (kendaraan yang keluar pada lokasi parkir)

X = jumlah kendaraan yang ada sebelumnya

6.4.3 Durasi Parkir

Durasi parkir (d) adalah waktu rata-rata yang digunakan oleh setiap kendaraan pada ruang parkir (*parking space*). Menurut waktu yang digunakan untuk parkir diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Parkir waktu singkat (*short-term parking*), yaitu pemarkir yang menggunakan ruang parkir kurang dari 1 jam dan untuk keperluan berdagang (*business trip*).
- 2) Parkir waktu sedang (*mid-term parking*), yaitu pemarkir yang menggunakan antara 1 – 4 jam dan untuk keperluan berbelanja.
- 3) Parkir waktu Lama (*long-term parking*), yaitu pemarkir yang menggunakan ruang parkir lebih dari 4 jam, biasanya untuk keperluan bekerja.

Durasi parkir sangat tergantung dengan jenis maksud perjalanan dan kebiasaan masyarakat setempatnya. Lama waktu parkir yang biasa dilakukan tersebut seperti terlihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Durasi Parkir Sesuai berdasarkan Maksud Perjalanan

Jumlah penduduk (ribuan jiwa)	Lama waktu parkir (dalam jam)			
	Belanja dan Bisnis	Bekerja	Lain-lain	Perjalanan
$50 < x < 250$	0,9	3,8	1,1	1,5
$250 \geq x \leq 500$	1,2	4,8	1,4	1,9
$X > 500$	1,5	5,2	1,6	2,6

Sumber: Hobbs (1995)

6.4.4 Pergantian Parkir

Tingkat pergantian parkir (*turnover parking*) menunjukkan total waktu rata-rata dari ruang parkir yang digunakan oleh suatu jenis kenderaan selama waktu yang telah ditentukan. Tingkat pergantian parkir dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\text{Tingkat turnover} = \frac{\text{Volume Parkir}}{\text{Ruangl Parkir Tersedi}} \dots\dots\dots (6.5)$$

6.4.5 Kapasitas Parkir

Kapasitas ruang parkir merupakan kemampuan maksimum ruang tersebut dalam menampung kenderaan. Kenderaan pemakai ruang parkir ditinjau dari prosesnya yaitu datang, berdiam diri (parkir), dan pergi meninggalkan ruang parkir. Tinjauan dari kejadian-kejadian diatas akan memberikan besaran kapasitas dari ruang parkir. Volume di ruang parkir akan sangat tergantung dari volume kenderaan yang datang dan pergi.

Kapasitas parkir dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu kapasitas lapangan dan kapasitas tersedia. Kapasitas lapangan (*practical capacity*) adalah jumlah kenderaan parkir yang dapat terlayani dalam waktu tertentu. Kapasitas tersedia (*available capacity*) adalah total petak parkir yang disediakan untuk digunakan dalam waktu tertentu. Kapasitas lapangan biasanya berkurang dari kapasitas tersedia sebesar antara 5% - 15%.

6.4.6 Penyediaan Parkir

Penyediaan ruang parkir (*parking supply*) merupakan batas ukuran yang memberikan gambaran mengenai banyaknya kendaraan yang dapat di parkir pada suatu daerah selama periode tertentu. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar daya tampung/kebutuhan ruang parkir yang harus disediakan atau seberapa banyak kendaraan yang dapat parkir di daerah tersebut selama waktu operasinya.

Pendekatan persamaan untuk menghitung jumlah kebutuhan ruang parkir tersebut adalah:

$$Ca = \frac{Cp}{(0,85 \text{ s.d. } 0,95)} \dots\dots\dots (6.6)$$

$$S = \frac{Ca*d}{T} \dots\dots\dots (6.7)$$

Dimana:

- Ca = jumlah total ruang/petak parkir yang disediakan dalam waktu tertentu atau kapasitas tersedia
- Cp = jumlah kendaraan parkir yang terlayani dalam waktu tertentu atau kapasitas lapangan (kend./hari)
- S = ruang parkir yang dibutuhkan oleh kendaraan (SRP)
- d = durasi rata-rata kendaraan parkir (jam/kend.)
- T = lama pengamatan / waktu operasi perparkiran (jam/hari)

6.4.7 Indeks Parkir

Indeks Parkir yaitu perbandingan atau persentase jumlah kendaraan parkir yang menempati areal parkir dengan jumlah ruang parkir yang tersedia.

6.5 Pola Parkir

Pola parkir tergantung terhadap sudut parkir yang digunakan. Sudut parkir umum dipakai untuk tipe parkir adalah:

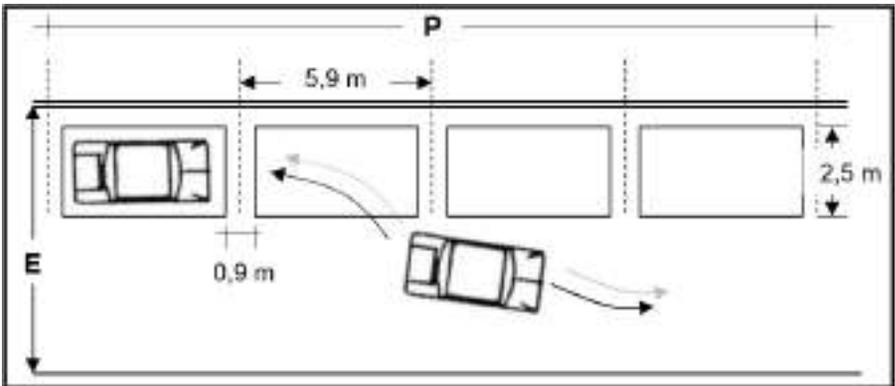
- 1) Paralel
Pola parkir paralel menampung kendaraan lebih sedikit dibandingkan dengan pola parkir bersudut. Pola parkir paralel tersebut seperti terlihat pada Gambar 6.4.

2) Bersudut: Sudut 30° , 45° , 60°

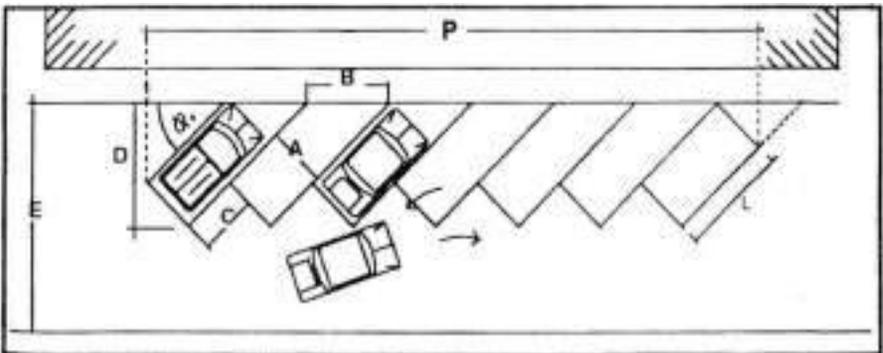
Pola parkir bersudut mempunyai daya tampung lebih banyak jika dibandingkan dengan pola parkir paralel. Kemudahan dan kenyamanan pengemudi melakukan manuver masuk dan keluar ruangan parkir lebih besar jika dibandingkan dengan pola parkir dengan sudut 90° . Bentuk pola parkir bersudut tersebut seperti terlihat pada Gambar 6.5.

3) Tegak (sudut 90°)

Pola parkir tegak mempunyai daya tampung lebih banyak jika dibandingkan dengan pola parkir paralel. Tetapi kemudahan dan kenyamanan pengemudi melakukan manuver masuk dan keluar ruangan parkir lebih sedikit jika dibandingkan dengan sudut yang lebih kecil dari sudut 90° .



Gambar 6.4 Pola parkir Paralel Mobil Penumpang



Gambar 6.5 Pola parkir Bersudut Mobil Penumpang

dimana:

P = Panjang total Areal parkir (m)

- L = Panjang ruang parkir / SRP (m)
- A = Lebar ruang parkir / SRP (m)
- B = Lebar kaki ruang parkir (m)

$$\frac{A}{\sin\theta} \dots\dots\dots (6.8)$$

- C = Selisih panjang ruang parkir (m)

$$\frac{A}{\tan\theta} \dots\dots\dots (6.9)$$

- D = Ruang parkir efektif (m)

$$= L.\sin \theta + A.\cos \theta \dots\dots\dots (6.10)$$

- E = Ruang parkir efektif ditambah ruang manuver (m)

Lebar ruang parkir efektif dan manuver dapat menggunakan nilai yang dikeluarkan oleh Dirjen Perhub. Darat (1996) seperti terlihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Nilai E untuk Jenis Kendaraan Mobil Penumpang

Pola \ MP	Golongan I	Golongan II	Golongan III
paralel	5,30	5,50	6,00
30°	7,60	7,75	7,90
45°	9,30	9,35	9,45
60°	10,55	10,55	10,60
Tegak / 90°	11,20	11,20	11,20

Persamaan untuk menentukan besaran SRP setiap pola adalah sebagai berikut:

Pola Parkir Paralel

$$N = \frac{P}{1,18.L} \dots\dots\dots (6.11)$$

Pola Parkir Bersudut

$$N_{SS} = \frac{(P - (A.\sin\theta)) . \sin\theta}{A} \dots\dots\dots (6.12)$$

Pola Parkir Tegak

$$N = \frac{P \cdot \sin \theta}{A} \dots\dots\dots (6.13)$$

Dimana :

N = Besaran Satuan Ruang Parkir (SRP)

P = Panjang Areal Parkir (cm)

L = Panjang ruang parkir / SRP (m)

A = Lebar ruang parkir / SRP (m)

θ = Sudut yang digunakan (°)

Nilai Besaran SRP (N) adalah sama dengan jumlah ruang parkir yang dibutuhkan oleh kendaraan (S), atau dengan artian ;

$$N = S \dots\dots\dots (6.14)$$

Dari persamaan 6.11 s.d. 6.13 maka dapat dibentuk persamaan besaran SRP untuk Kendaraan Mobil Penumpang golongan II seperti terlihat pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Persamaan SRP MP golongan II

Besar sudut	Σ SRP
Paralel	$N = P / 590$
30°	$N = (P - 125) / 500$
45°	$N = (P - 177) / 354$
60°	$N = (P - 217) / 289$
Tegak / 90°	$N = P / 250$

Nilai P dalam cm.

6.6 Syarat Penempatan Lokasi Parkir

Menurut Dirjen Perhub. Darat (1998), parkir dapat diterapkan pada suatu tempat dengan syarat **tidak pada** daerah sebagai berikut:

- 1) Sepanjang 6 (enam) meter sebelum dan sesudah tempat penyeberangan pejalan kaki atau tempat penyeberangan sepeda yang telah ditentukan.
- 2) Sepanjang jalur khusus pejalan kaki dan trotoar.

- 3) Jalan yang sempit yang lebarnya kurang dari 6 (enam) meter. dan mengijinkan parkir hanya pada 1 (satu) sisi jalan saja untuk jalan-jalan dengan lebar 6-9 meter.
- 4) Tempat-tempat yang bila digunakan untuk parkir dapat menutupi rambu-rambu atau alat pemberi isyarat lalu lintas.
- 5) Sepanjang 25 meter sebelum dan sesudah tikungan tajam dengan radius kurang dari 500 m.
- 6) Daerah *structures* dan *entrance driveways*.
- 7) Sepanjang 50 meter sebelum dan sesudah jembatan.
- 8) Sepanjang 100 meter sebelum dan sesudah perlintasan sebidang.
- 9) Sepanjang 25 meter sebelum dan sesudah persimpangan.
- 10) Sepanjang 6 (enam) meter sebelum dan sesudah akses bangunan gedung.
- 11) Sepanjang 6 (enam) meter sebelum dan sesudah keran pemadam kebakaran atau sumber air sejenis.

Perencanaan parkir sebaiknya memperhatikan jarak tempat kawasan parkir tersebut terhadap lokasi tujuan. Lokasi parkir biasanya terletak pada daerah tujuan baik kawasan perkantoran, pertokoan, pendidikan, maupun tempat umum lainnya dengan jarak seminimal mungkin melakukan perjalanan kaki.

Dilihat dari lokasi parkir dapat dibedakan sebagai berikut:

- 1) *Park and walk* : lokasi parkir yang memungkinkan orang untuk memarkir kendaraannya kemudian melanjutkan perjalanan dengan berjalan kaki untuk menuju tempat tujuan.
- 2) *Park and ride* : lokasi parkir yang memungkinkan orang untuk mengantar penumpang kemudian melanjutkan perjalanan dengan moda transportasi lain untuk menuju tempat tujuan.
- 3) *Kiss and ride* : lokasi parkir yang memungkinkan orang untuk memarkir kendaraannya kemudian melanjutkan perjalanan dengan moda transportasi lain untuk menuju tempat tujuan.

Faktor jarak berjalan akan sangat berpengaruh terhadap pemanfaatan kawasan parkir karena orang cenderung untuk

mempersingkat jarak berjalan kaki. Berdasarkan durasi parkir, orang cenderung untuk menerima jarak berjalan yang lebih besar jika durasi parkirnya lama (*long term*), sedangkan parkir dengan waktu-pendek seperti orang yang belanja atau ke kantor dengan maksud suatu kepentingan maka kecenderungan untuk memilih lokasi yang terdekat sangat besar.

Berdasarkan populasi area parkir, jarak berjalan yang masih memungkinkan untuk dilakukan oleh pejalan kaki adalah seperti terlihat pada Tabel 6.6.

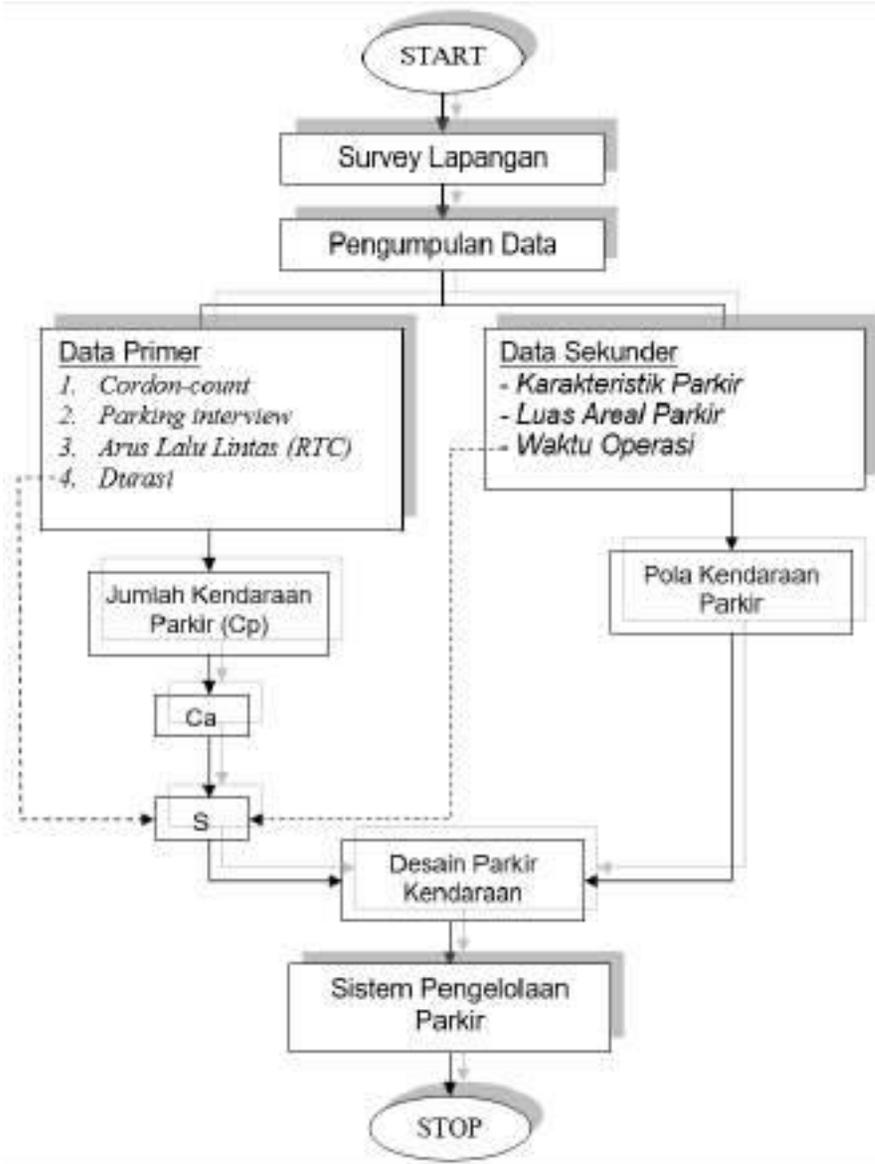
Tabel 6.6 Jarak Berjalan Berdasarkan Populasi Area

Populasi Area	Jarak Berjalan
< 25.000	90 m
25.000 – 50.000	105 m
50.000 – 100.000	150 m
100.000 – 250.000	162 m
250.000 – 500.000	225 m
> 500.000	230 m

Sumber: Saxena (1989)

6.7 Langkah-langkah Analisis Parkir

Secara umum langkah-langkah dalam menganalisis kebutuhan parkir adalah seperti terlihat pada Gambar 6.6.



Gambar 6.6 Diagram Alir Analisis Parkir

MODUL 7

ANALISIS MODEL PARKIR

7.1 Langkah Penyelesaian *On-Street Parking*

Kasus I.

“Permisalan diketahui pada suatu ruas jalan yang digunakan sebagai kawasan parkir adalah sepanjang 120 meter, rata-rata setiap mobil parkir 1,5 jam. Bila perparkiran tersebut beroperasi setiap harinya dari jam 08.00 s.d. 18.00 maka berapa kapasitas parkir operasional dan luas areal parkir untuk semua pola parkir ?”

Langkah 1:

Iventarisasi data dan masalah yang diketahui:

Jenis parkir adalah untuk *On-Street Parking* dengan jenis mobil penumpang gol. II (karena tidak diketahui)

$$P = 120 \text{ m}$$

$$A \times L = 2,50 \times 5,00 \text{ m}$$

$$T = 08.00 \text{ s.d. } 18.00 = 10 \text{ jam/hari}$$

$$d = 1,5 \text{ jam/kend.}$$

C_p dan W untuk semua pola parkir ?

Langkah 2:

Menentukan besaran Satuan Ruang Parkir (SRP). Dalam menentukan besaran SRP ini dapat menggunakan persamaan **6.11** s.d. **6.13** atau khusus untuk mobil penumpang gol. II dapat menggunakan Tabel 6.5. Besaran SRP didapat seperti terlihat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Besaran Satuan Ruang Parkir (N) Kasus I

θ	persamaan	P (m)	N
Paralel	$N = \frac{P}{1,18.L}$	120	20,34
30°	$N = \frac{(P - (A.Sin\theta)).sin\theta}{A}$		23,75
45°			33,44
60°			40,82
Tegak / 90°	$N = \frac{P.Sin\theta}{A}$		48,00

Langkah 3:

Menentukan nilai kapasitas praktik/operasional/lapangan (Cp). Dalam menentukan besaran Cp ini dapat menggunakan persamaan 6.6, 6.7, dan 6.14 seperti terlihat pada Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Nilai Kapasitas Praktik atau Kapasitas Operasional (Cp) Kasus I

θ	S = N	d (jam)	T (jam/hari)	$Ca = \frac{S.T}{d}$	Cp = 0,9 Ca (kend./hari)
Paralel	20,34	1,5	10	135,59	122
30°	23,75	1,5	10	158,33	142
45°	33,44	1,5	10	222,94	200
60°	40,82	1,5	10	272,13	244
Tegak / 90°	48,00	1,5	10	320,00	288

Catatan: nilai akhir dari Cp dilakukan pembuatan kebawah

Langkah 4:

Menentukan luas areal parkir (W). Dalam menentukan besaran W, nilai lebar parkir efektif ditambah ruang manuver (E) berdasarkan Tabel 6.4 seperti terlihat pada Tabel 7.3.

Tabel 7.3 Nilai Luas Areal Parkir (W) MP Gol. II Kasus I

θ	P (m)	E (m)	W = P.E (m ²)
Paralel	120	5,50	660
30°		7,75	930
45°		9,35	1122
60°		10,55	1266
Tegak / 90°		11,20	1344

Dari Tabel 7.2 dan Tabel 7.3 didapat bahwa kapasitas lapangan terbesar apabila menggunakan pola parkir tegak yaitu 288 kend./hari tetapi dari sisi luas parkir terkecil yang memerlukan lahan adalah pola parkir paralel yaitu seluas 660 m².

Kasus II.

“Permisalan diketahui aktifitas kendaraan parkir pada suatu kawasan adalah sebanyak 540 kend./hari rata-rata setiap mobil parkir 75 menit. Bila perparkiran tersebut beroperasi setiap harinya dari jam 08.00 s.d. 18.00 maka berapa panjang areal parkir di bahu jalan dan luas areal parkir untuk semua pola parkir ?”

Langkah 1:

Iventarisasi data dan masalah yang diketahui :

Jenis parkir adalah untuk *On-Street Parking* jenis mobil penumpang gol. II (karena tidak diketahui)

$$C_p = 540 \text{ kend./hari}$$

$$A \times L = 2,50 \times 5,00 \text{ m}$$

$$T = 08.00 \text{ s.d. } 18.00 = 10 \text{ jam/hari}$$

$$d = 75/60 = 1,25 \text{ jam/kend.}$$

P dan *W* untuk semua pola parkir ?

Langkah 2 :

Menentukan jumlah ruang parkir yang dibutuhkan (S). Dalam menentukan besaran S ini dapat menggunakan persamaan 6.11 dan 6.13 sebagai berikut:

Kapasitas tersedia (Ca):

$$Ca = \frac{Cp}{0,9} = \frac{540}{0,9} = 600$$

jumlah ruang parkir yang dibutuhkan (S):

$$S = \frac{Ca \cdot d}{T} = \frac{600 \cdot 1,25}{10} = 75 \text{ SRP}$$

Langkah 3:

Menentukan panjang areal parkir (P). Dalam menentukan nilai P ini dapat menggunakan persamaan 6.11 s.d. 6.13 atau khusus untuk mobil penumpang gol. II dapat menggunakan Tabel 6.5. Besaran SRP didapat seperti terlihat pada Tabel 7.4.

Tabel 7.4 Panjang Areal Parkir (P) kasus II

θ	persamaan	N = S	P (m)
Paralel	$P = 1,18.L.N$	75	443
30°	$P = \frac{N.A}{\sin\theta} + A.\sin\theta$		377
45°			267
60°			219
Tegak / 90°			$P = \frac{N.A}{\sin\theta}$

Catatan: nilai akhir dari P dilakukan pembuatan keatas

Langkah 4:

Menentukan luas areal parkir (W). Dalam menentukan besaran W, nilai lebar parkir efektif ditambah ruang manuver (E) berdasarkan Tabel 6.4 seperti terlihat pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5 Nilai Luas Areal Parkir (W) MP Gol. II kasus II

θ	P (m)	E (m)	W = P.E (m ²)
Paralel	443	5,50	2436,50
30°	377	7,75	2921,75
45°	267	9,35	2496,45
60°	219	10,55	2310,45
Tegak / 90°	188	11,20	2105,60

Dari Tabel 7.5 didapat bahwa untuk memenuhi kebutuhan parkir diperlukan jumlah ruang parkir sebanyak 75 SRP dengan panjang areal terpendek adalah menggunakan pola parkir tegak sepanjang 188 m dengan luas 2105,60 m².

7.2 Langkah Penyelesaian *Off-Street Parking*

“Permisalan diketahui lahan parkir pada kawasan pertokoan yang tersedia panjang 210 m dan lebar 16 m, durasi parkir rata-rata setiap mobil 2 jam. Bila perparkiran tersebut beroperasi setiap harinya dari jam 09.00 s.d. 20.00 maka berapa kapasitas parkir operasional optimum dari kombinasi pola parkir yang dapat diterapkan?”

Langkah 1:

Inventarisasi data dan masalah yang diketahui:

Jenis parkir adalah untuk *Off-Street Parking* jenis mobil penumpang gol. II

$$P = 210 \text{ m} \qquad A \times L = 2,50 \times 5,00 \text{ m}$$

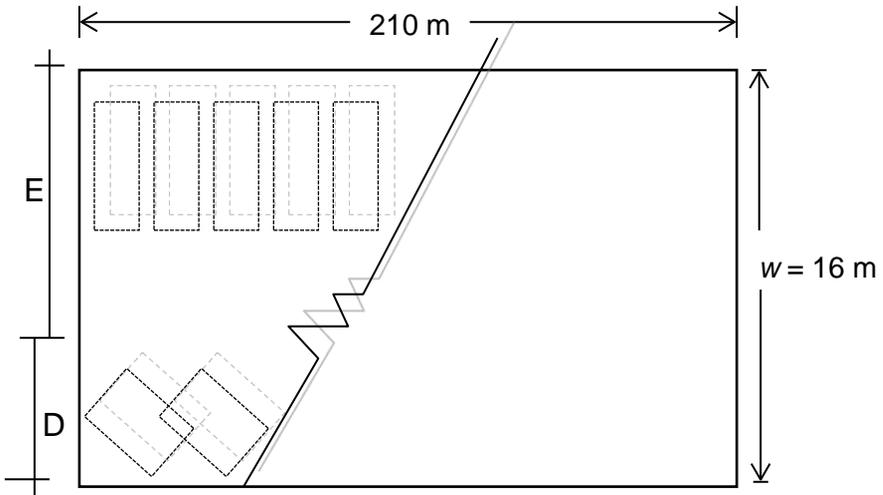
$$w = 16 \text{ m} \qquad d = 2 \text{ jam/kend.}$$

$$T = 09.00 \text{ s.d. } 20.00 = 11 \text{ jam/hari}$$

C_p optimum untuk pola parkir yang dapat diterapkan?

Langkah 2:

Menentukan kombinasi pola parkir dilakukan seperti terlihat pada Gambar 7.1.



Gambar 7.1 Desain Awal Kombinasi Pola Parkir

Catatan:

1. nilai kombinasi dari dua pola parkir harus $\leq w$, dalam kasus ini ≤ 16 m.
2. nilai **E** yang digunakan adalah dari *pola parkir terbesar* sudutnya dari kedua pola yang dikombinasikan.
3. nilai **D** yang digunakan adalah dari *pola parkir terkecil* sudutnya dari kedua pola yang dikombinasikan.

Permisalan pada kombinasi pola parkir 45° dan 30° diketahui:

1. pola parkir 45° : $E = 9,35$ dan $D = 5,30$, dan;
2. pola parkir 30° : $E = 7,75$ dan $D = 4,67$

maka yang digunakan nilai E yang terbesar adalah nilai E dari pola parkir $45^\circ = 9,35$ dan nilai D yang terkecil adalah nilai D dari pola parkir $30^\circ = 4,67$. selanjutnya seperti terlihat pada Tabel 7.6.

Tabel 7.6 Kombinasi Pola Parkir

Pola 1	Pola 2	E1	D2	E1+D2	Syarat ≤ 16 m
0°	0°	5,5	2,50	8,00	yes
30°	0°	7,75	2,50	10,25	yes
	30°	7,75	4,67	12,42	yes
45°	0°	9,35	2,50	11,85	yes
	30°	9,35	4,67	14,02	yes
	45°	9,35	5,30	14,65	yes
60°	0°	10,55	2,50	13,05	yes
	30°	10,55	4,67	15,22	yes
	45°	10,55	5,30	15,85	yes
	60°	10,55	5,58	16,13	No
90°	0°	11,20	2,50	13,70	yes
	30°	11,20	4,67	15,87	yes
	45°	11,20	5,30	16,50	No
	60°	11,20	5,58	16,78	No
	90°	11,20	5,00	16,20	No

Dari Tabel 7.6, kombinasi pola parkir yang memungkinkan untuk dikombinasikan adalah sebanyak 11 kombinasi : 0°- 0°, 30°- 0°, 30° - 30°, 45°- 0°, 45° - 30°, 45°- 45°, 60°- 0°, 60° - 30°, 60°- 45°, 90°- 0°, dan 90° - 30°.

Langkah 3:

Menentukan besaran Satuan Ruang Parkir (SRP). Dalam menentukan besaran SRP ini dapat menggunakan rumus **6.11** s.d. **6.13** atau khusus untuk mobil penumpang gol. II dapat menggunakan Tabel 6.5. Besaran SRP didapat seperti terlihat pada Tabel 7.7.

Tabel 7.7 Besaran Satuan Ruang Parkir (N)

θ	Rumus	P (m)	N
Paralel / 0°	$N = \frac{P}{1,18.L}$	210	35,59
30°	$N = \frac{(P - (A \cdot \sin\theta)) \cdot \sin\theta}{A}$		41,75
45°			58,90
60°			72,00
Tegak / 90°	$N = \frac{P \cdot \sin\theta}{A}$		84,00

Langkah 4:

Menentukan kombinasi maksimum dilakukan seperti terlihat pada Tabel 7.8.

Tabel 7.8 Kombinasi Maksimum Pola Parkir

Pola 1	Pola 2	N1	N2	N1+N2
0°	0°	35,59	35,59	71,18
30°	0°	41,75	35,59	77,34
	30°	41,75	41,75	83,5
45°	0°	58,90	35,59	94,49
	30°	58,90	41,75	100,65
	45°	58,90	58,90	117,8
60°	0°	72,00	35,59	107,59
	30°	72,00	41,75	113,75
	45°	72,00	58,90	130,9
90°	0°	84,00	35,59	119,59
	30°	84,00	41,75	125,75

Dari Tabel 7.8, kombinasi pola parkir yang menghasilkan SRP maksimum adalah kombinasi pola 60°- 45°.

Langkah 5:

Menentukan nilai kapasitas praktik/operasional/lapangan (C_p). Dalam menentukan besaran C_p ini dapat menggunakan persamaan 6.6, 6.7, dan 6.14 sebagai berikut:

jumlah ruang parkir yang dibutuhkan (S) :

$$S = N \\ = N_{(60^\circ - 45^\circ)} = 130,9$$

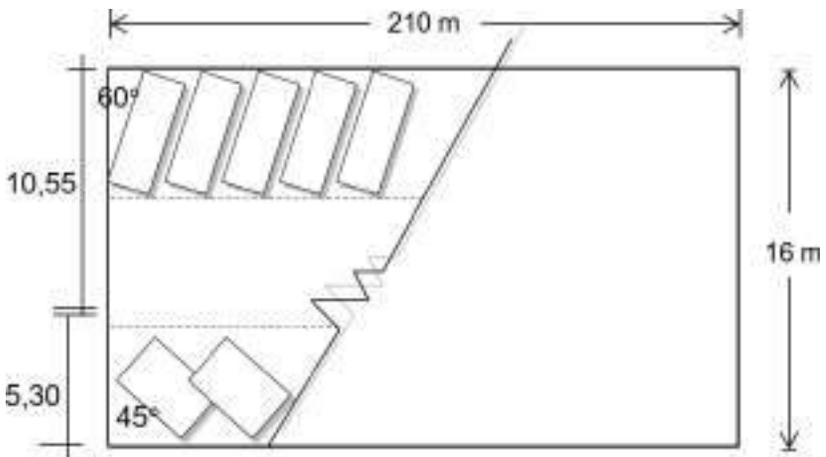
Kapasitas tersedia (C_a) :

$$C_a = \frac{S.T}{d} = \frac{130,9 \cdot 11}{2} = 719,95$$

Kapasitas operasional (C_p) :

$$C_p = 0,9 \cdot C_a \\ = 0,9 \cdot 719,95 \\ = 647,955 \approx 647 \text{ kend./hari}$$

Jadi lahan parkir dengan ukuran $210 \times 16 \text{ m}^2$ yang beroperasi mulai jam 09.00 s.d. 20.00 dapat melayani kendaraan parkir sebanyak 647 kend./hari dengan pola parkir kombinasi 60° - 45° dengan durasi parkir rata-rata 2 jam. Bentuk pola parkir terpilih tersebut seperti terlihat pada Gambar 7.2.



Gambar 7.2 Sketsa Pengaturan Pola Parkir Kombinasi 60° - 45°

MODUL 8

PEJALAN KAKI

8.1 Pejalan Kaki dalam Rekayasa Lalu Lintas

Salah satu elemen yang memerlukan perhatian pada rekayasa lalu lintas adalah pejalan kaki terutama pada daerah urban dan lokasi CBD. Pejalan kaki menghadirkan elemen konflik tajam dengan lalu lintas kendaraan dan sering menimbulkan kecelakaan dan kelambatan lalu lintas.

Pejalan kaki harus disediakan dan dipertimbangkan dalam situasi beragam seperti pada persimpangan manapun dimana pejalan kaki harus menyeberang jalan, pada tanjakan pejalan kaki harus mampu untuk berbuat sedemikian aman dan dengan baik sekali, pada distrik bisnis trotoar harus cukup lebar untuk menyediakan volume pejalan kaki umum.

Kecepatan pejalan kaki juga sangat mempengaruhi waktu signal pada persimpangan atau penyeberangan, begitu pula dengan banyaknya ruang yang dibutuhkan pejalan kaki untuk naik dan/atau turun kendaraan umum. Pada kasus tersebut pejalan kaki dan sifatnya adalah masukan penting kedalam keputusan rekayasa lalu lintas dan sebagaimana mereka bermanfaat pada analisis yang teliti.

Sistem pejalan kaki direncanakan agar dapat berfungsi seperti jalur pengumpan (*feeder*) dari jalur rute angkutan umum, yang menghubungkan antara lokasi halte angkutan umum ke lokasi asal (misal: rumah) dan tujuan perjalanan (misal: sekolah, kantor, pasar). Penyediaan sistem pejalan kaki perlu memperhatikan lokasi-lokasi bangkitan pergerakan yang relatif besar seperti stadion, *convention centers*, *downtown shopping malls*, dan lain lain.

8.2 Fasilitas Pejalan Kaki

Berdasarkan Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki (Kemen PUPR, 2018), fasilitas pejalan kaki adalah seluruh bangunan pelengkap yang disediakan untuk pejalan kaki guna memberikan

pelayanan demi kelancaran, keamanan dan kenyamanan, serta keselamatan bagi pejalan kaki.

Fasilitas pejalan kaki terdiri dari beberapa jenis sebagai berikut:

- 1) Fasilitas utama yang terdiri dari:
 - (1) Jalur pejalan kaki (trotoar)
 - (2) Penyeberangan sebidang; *zebra cross*, *pelican cross*, dan pedestrian *platform*.
 - (3) Penyeberangan tidak sebidang; Jembatan Penyeberangan Orang (PJO) dan terowongan.
- 2) Fasilitas pendukung pejalan kaki yang terdiri dari:
 - (1) Rambu dan marka
 - (2) Pengendali kecepatan
 - (3) Lapak tunggu
 - (4) Lampu penerangan
 - (5) Pagar pengaman
 - (6) Pelindung/peneduh
 - (7) Jalur hijau
 - (8) Tempat duduk
 - (9) Tempat sampah
 - (10) Halte/tempat pemberhentian bus
 - (11) Drainase
 - (12) Bolar/tiang pembatas

8.2.1 Jalur Pejalan Kaki

Jalur pejalan kaki adalah jalur atau lintasan khusus yang diperuntukan untuk berjalan kaki. Lebar efektif minimum ruang pejalan kaki berdasarkan kebutuhan orang adalah 60 cm ditambah 15 cm untuk bergoyang tanpa membawa barang, sehingga kebutuhan total minimal untuk 2 (dua) orang pejalan kaki berpapasan atau 2 (dua) orang pejalan kaki beriringan tanpa berpapasan adalah 150 cm.

Dalam keadaan ideal untuk mendapatkan lebar minimum jalur pejalan kaki (W) dipakai rumus sebagai berikut:

$$WW = \frac{P}{35} + N \dots\dots\dots (8.1)$$

dimana:

W = lebar efektif minimum trotoar (m)

V = volume pejalan kaki rencana/dua arah (orang/meter/menit)

N = lebar tambahan sesuai dengan keadaan setempat (m),
ditentukan dalam Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Penambahan lebar jalur pejalan kaki akibat keadaan Setempat (Kemen PUPR, 2018)

N (meter)	Keadaan
1,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki tinggi, arus pejalan kaki > 33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah pasar atau terminal
1,0	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki sedang, arus pejalan kaki 16-33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah perbelanjaan bukan pasar
0,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki rendah, arus pejalan kaki < 16 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah lainnya

Ketentuan umum mengenai jalur pejalan kaki ini adalah (Kemen PUPR, 2018);

- 1) Dimensi trotoar bertambah bila dipasang dengan fasilitas tambahan (pendukung). Fasilitas tambahan tersebut seperti jalur kursi roda, tiang lampu penerang, tiang lampu lalu lintas, rambu lalu lintas, kotak surat, keranjang sampah, tanaman peneduh, atau pot bunga. Penentuan dimensi trotoar tersebut seperti terlihat pada Tabel 8.2.
- 2) Lebar jalur minimum pejalan kaki dapat diambil apabila kondisi lahan eksisting terbatas dan arus pejalan kaki maksimum pada jam puncak <50 pejalan kaki/menit.

Tabel 8.2 Penentuan Dimensi Trotoar Berdasarkan Lokasi dan Arus Pejalan Kaki Maksimum (Kemen PUPR, 2018)

Lokasi		Arus pejalan kaki maksimum	Zona				Dimensi Total (pembulatan)
			Kerb	Jalur fasilitas	Lebar efektif	Bagian depan gedung	
Jalan Arteri	Pusat kota (CBD)	80 pejalan kaki/menit	0,15 m	1,2 m	2,75 – 3,75 m	0,75 m	5 – 6 m
	Sepanjang taman, sekolah, serta pusat pembangkit pejalan kaki utama lainnya						
Jalan Kolektor	Pusat kota (CBD)	60 pejalan kaki/menit	0,15 m	0,9 m	2 – 2,75 m	0,35 m	3,5 – 4 m
	Sepanjang taman, sekolah, serta pusat pembangkit pejalan kaki utama lainnya						
Jalan Lokal		50 pejalan kaki/menit	0,15 m	0,75 m	1,9 m	0,15 m	3 m
Jalan lokal dan lingkungan (wilayah perumahan)		35 pejalan kaki/menit	0,15 m	0,6 m	1,5 m	0,15 m	2,5 m

- 3) Kemiringan memanjang trotoar idealnya 8% dan disediakan landasan datar setiap jarak 9 (sembilan) meter dengan panjang minimal 1,20 m.
- 4) Kemiringan melintang trotoar harus memiliki kemiringan permukaan 2% s.d. 4% untuk kepentingan penyaluran air permukaan. Arah kemiringan permukaan disesuaikan dengan perencanaan drainase.
- 5) Pelandaian diletakkan pada jalan jalan masuk, persimpangan, dan tempat penyeberangan pejalan kaki. Tingkat kelandaian antara 8% s.d. 12%. Fungsi kelandaian ini untuk memfasilitasi perubahan tinggi secara baik untuk pejalan kaki yang menggunakan kursi roda dan disabilitas.
- 6) Kebutuhan minimum jalur pejalan kaki pada kawasan perkotaan berdasarkan batas kecepatan operasional lalu lintas (km/jam), fungsi jalan, sistem jaringan jalan, dan tipe jalan seperti terlihat pada Tabel 8.3.

Tabel 8.3 Kebutuhan Minimum Jalur Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (Kemen PUPR, 2018)

Fungsi jalan	Sistem jalan	Batas kecepatan operasional lalu lintas (km/jam)	Tipe jalan	Jenis jalur pejalan kaki	Jenis penyeberangan
Arteri & kolektor	Primer	≤40	2/2 Tak terbagi	Trotoar berpagar dengan akses pada penyeberangan dan halte bus	sebidang dengan APILL (pelican crossing) atau tak sebidang
		≤40	4/2 tak Terbagi	Trotoar berpagar dengan akses pada penyeberangan dan halte bus	tidak sebidang (jembatan atau terowongan) atau sebidang pada persimpangan dengan APILL
		≤60	4/2 Terbagi	Trotoar berpagar dengan akses pada penyeberangan dan halte bus (berbeda dengan 6/2)	tidak sebidang (jembatan atau terowongan) atau sebidang pada persimpangan dengan APILL
		≤80	6/2 Terbagi	Trotoar berpagar dengan akses pada penyeberangan dan halte bus (berbeda dengan 4/2)	tidak sebidang (jembatan atau terowongan) atau sebidang pada persimpangan dengan APILL
Lokal		≤30	2/2 Tak terbagi	trotoar	sebidang (zebra cross, pedestrian platform)
Arteri & kolektor	Sekunder	≤30	2/2 Tak terbagi	trotoar atau bahu diperkeras	sebidang (zebra cross, pedestrian platform)
		≤30	4/2 tak Terbagi	trotoar	sebidang dengan APILL (pelican crossing), sebidang dengan petugas pengatur penyeberangan atau tak sebidang
		≤30	4/2 Terbagi	trotoar	sebidang dengan APILL (pelican crossing) dengan lapak tunggu atau tak sebidang
Lokal		≤30	2/2 Tak terbagi	trotoar	sebidang (zebra cross, pedestrian platform)

8.2.2 Penyeberangan Pejalan Kaki

Penyeberangan pejalan kaki terbagi atas penyeberangan sebidang dengan ruas jalan dan penyeberangan tidak sebidang.

Penentuan jenis penyeberangan tergantung dari batas kecepatan operasional lalu lintas (km/jam), fungsi jalan, sistem jaringan jalan, dan tipe jalan seperti terlihat pada Tabel 8.3. Selain faktor-faktor tersebut, kriteria pemilihan jenis penyeberangan pejalan kaki tergantung juga dengan besar arus pejalan kaki dan kendaraan yang melintas. Penyeberangan pejalan kaki dapat diterapkan apabila arus pejalan kaki yang terjadi minimal 50 pejalan kaki/jam dan arus lalu lintas minimal 300 kendaraan/jam.

Jenis penyeberangan pejalan kaki berdasarkan besar arus pejalan kaki dan lalu lintas kendaraan dirumuskan sebagai berikut:

$$PV^2$$

Dimana:

P = arus pejalan kaki yang menyeberang ruas jalan sepanjang 100 m tiap jam-nya (pejalan kaki/jam)

V = arus kendaraan tiap jam dalam dua arah (kend./jam)

P dan V merupakan arus rata-rata pejalan kaki dan kendaraan pada jam sibuk. Kriteria penentuan jenis penyeberangan pejalan kaki seperti terlihat pada Tabel 8.4.

Tabel 8.4 Kriteria Penentuan Jenis Penyeberangan Pejalan Kaki (Kemen PUPR, 2018)

P	V	PV²	Rekomendasi
50 – 1.100	300 – 500	> 10 ⁸	Zebra Cross
50 – 1.100	400 – 750	> 2 x 10 ⁸	Zebra Cross dengan lapak tunggu
50 – 1.100	> 500	> 10 ⁸	Pelican
> 1.100	> 300	> 10 ⁸	Pelican
50 – 1.100	> 750	> 2 x 10 ⁸	Pelican dengan lapak tunggu
> 1.100	> 400	> 2 x 10 ⁸	Pelican dengan lapak tunggu
> 1.100	> 750	> 2 x 10 ⁸	Penyeberangan tidak sebidang

Ketentuan umum mengenai penyeberangan pejalan kaki ini adalah (Kemen PUPR, 2018):

- 1) Penyeberangan zebra dipasang di ruas jalan tanpa APILL atau di kaki persimpangan dengan ketentuan sebagai berikut:
 - (1) Persimpangan dengan APILL, waktu penyeberangan untuk pejalan kaki merupakan satu kesatuan dengan APILL tersebut.
 - (2) persimpangan tanpa APILL, batas kecepatan kendaraan bermotor adalah <40 km/jam.
- 2) Penyeberangan pelican dipasang pada ruas jalan minimal 300 meter dari persimpangan atau pada jalan dengan kecepatan operasional rata-rata lalu lintas kendaraan >40 km/jam.
- 3) Pedestrian *platform* merupakan penyeberangan pejalan kaki yang permukaannya ditinggikan dari permukaan jalan dan berfungsi juga untuk menurunkan kecepatan kendaraan dengan ketentuan sebagai berikut:
 - (1) Penempatan tidak pada persimpangan tajam, lebar jalan sebaiknya tidak lebih dari dua jalur lalu lintas dalam satu lajunya.
 - (2) Jarak sekitar ≥ 5 m dari persimpangan.
 - (3) Batas kecepatan kendaraan bermotor adalah ≤ 50 km/jam.
 - (4) diperuntukan untuk jalan lokal, kolektor, jalan arteri pada di daerah perbelanjaan, dan pada tempat menurunkan penumpang (*drop-off zone*) dan penjemputan (*pick-up zones*) seperti di bandara, pasar, dan kampus.
 - (5) Menggunakan warna dan tekstur permukaan yang kontras agar terlihat jelas oleh pengendara.
- 4) Penyeberangan tidak sebidang diterapkan dengan ketentuan sebagai berikut:
 - (1) Fasilitas penyeberangan sebidang sudah mengganggu arus lalu lintas yang ada.
 - (2) Frekuensi kecelakaan yang melibatkan pejalan kaki sudah cukup tinggi.
 - (3) Kecepatan rencana kendaraan pada ruas jalan 70 km/jam.
 - (4) Pada kawasan strategis dan pejalan kaki tidak memungkinkan untuk menyeberang jalan.
 - (5) Kelandaian tangga maksimum 20° .

- (6) Lebar minimal 2 m untuk PJO dan 2,5 m untuk terowongan pejalan kaki. Bila diperuntukan bersama dengan pengguna sepeda maka lebar minimal penyeberangan 2,75 m.
- (7) Tinggi terendah terowongan minimal 3 m.

8.2.3 Fasilitas Pendukung Pejalan Kaki

Fasilitas pendukung pejalan kaki diperlukan untuk menjamin keselamatan dan keamanan pejalan kaki dan pengendara. Fasilitas pendukung pejalan kaki tersebut adalah sebagai berikut (Kemen PUPR, 2018):

1) Rambu dan marka

Rambu sebagai fasilitas diletakkan untuk memberikan petunjuk kepada pengguna baik pejalan kaki maupun arus lalu lintas kendaraan. Jenis rambu sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan, memiliki daya tahan yang tinggi, serta tidak menimbulkan efek silau/gangguan keselamatan.

Marka jalan dimaksudkan sebagai alat pengingat kepada pengemudi dan pejalan kaki untuk menggunakan fasilitas sesuai peruntukannya. Marka jalan harus berfungsi untuk memberikan perlindungan terhadap pengguna jalan yang lebih rendah hirarkinya seperti pengendara kendaraan bermotor terhadap pengguna sepeda dan pejalan kaki.

2) Pengendali kecepatan

Pengendali kecepatan berfungsi untuk memaksa pengendara menurunkan kecepatan kendaraan saat mendekati fasilitas penyeberangan atau lokasi tertentu. Oleh karena itu pengendara harus mudah melihat posisi pengendali kecepatan baik dengan memberikan rambu atau marka yang jelas.

Bentuk pengendali kecepatan dapat berupa jendolan, penyempitan trotoar, penggantian permukaan jalan berupa blok beton khusus, pemasangan gapura khusus, atau zona selamat sekolah.

3) Lapak tunggu

Lapak tunggu merupakan fasilitas untuk penyeberang jalan berhenti sementara sebelum melakukan penyeberangan berikutnya. Lapak tunggu diletakan pada median jalan atau pada pergantian moda, yaitu dari pejalan kaki ke moda kendaraan umum.

4) Lampu penerangan fasilitas pejalan kaki

Lampu penerangan fasilitas pejalan kaki adalah fasilitas untuk memberikan pencahayaan pada area fasilitas pejalan kaki di waktu gelap/malam agar pejalan kaki dapat lebih aman dan nyaman dalam melakukan aktifitasnya.

5) Pagar pengaman

Pagar pengaman adalah fasilitas untuk memberikan keselamatan dan keamanan bagi pengguna. Pagar pengaman diberikan pada kondisi:

- (1) apabila volume pejalan kaki di satu sisi jalan sudah > 450 orang/jam/lebar efektif (dalam meter);
- (2) volume kendaraan sudah > 500 kendaraan/jam;
- (3) kecepatan kendaraan > 40 km/jam; atau
- (4) kecenderungan pejalan kaki tidak menggunakan fasilitas penyeberangan.

6) Pelindung/peneduh

Pelindung/peneduh berfungsi untuk memberikan kenyamanan bagi pejalan kaki. Pelindung/peneduh dapat berupa pohon pelindung atau kontruksi buatan (atap).

7) Jalur hijau

Jalur hijau berfungsi seperti halnya pelindung/peneduh yaitu untuk memberikan kenyamanan bagi pejalan kaki. Jalur hijau diletakan pada jalur fasilitas.

8) Tempat duduk

Tempat duduk disepanjang jalur fasilitas pejalan kaki dimaksudkan untuk meningkatkan kenyamanan pejalan kaki. Tempat duduk tidak boleh mengurangi lebar efektif jalur pejalan kaki dan tidak mengganggu pergerakan pejalan kaki.

9) Tempat sampah

Tempat sampah diletakan disepanjang jalur fasilitas pejalan kaki dimaksudkan untuk menjaga kebersihan dari sampah yang dihasilkan oleh pejalan kaki dan bukan dari sampah rumah tangga/lingkungan di sekitar fasilitas pejalan kaki.

10) Halte/tempat pemberhentian bus

Halte bus diletakan pada jalur fasilitas yang bersinggungan dengan jalur bus. Halte bus tidak boleh mengurangi lebar efektif jalur pejalan kaki dan tidak mengganggu pergerakan pejalan kaki.

11) Drainase

Drainase dapat diletakkan bersampingan atau di bawah dari fasilitas pejalan kaki.

12) Bolar

Bolar atau tiang pembatas adalah fasilitas untuk menghalangi kendaraan bermotor tidak masuk ke fasilitas pejalan kaki sehingga pejalan kaki merasa aman dan nyaman bergerak.

8.3 Karakteristik Arus Pejalan Kaki

Aktivitas pejalan kaki akan mencakup *walking*, *waiting*, dan *processing*, oleh karena itu desain pejalan kaki memerlukan data karakteristik arus dan kecepatan jalan. Dalam kasus-kasus tertentu perlu dipertimbangkan pula dalam penetapan kecepatan/arus bagi disabilitas, orang tua lanjut usia, dan sebagainya.

Arus rata-rata pejalan kaki berjalan pada suatu segmen pengamatan diperhitungkan berdasarkan arus rata-rata per menit pada interval puncak. Arus rata-rata ini dinyatakan dalam satuan pejalan kaki setiap interval 15 menit dalam waktu pengamatan untuk dua arah. Arus rata-rata tersebut dapat dijabarkan dalam persamaan berikut:

$$P = \frac{V_p}{15.W_e} \dots\dots\dots (8.2)$$

dimana:

P = Arus rata-rata pejalan kaki pada suatu segmen pengamatan (orang/menit/meter)

V_p = Total volume pejalan kaki per 15 menit (orang/15 menit)

We = Lebar efektif jalur pejalan kaki (m)

Tingkat pelayanan terhadap fasilitas yang diberikan kepada pejalan kaki berdasarkan nilai arus rata-rata pejalan kaki pada segmen pengamatan yang didapat. Klasifikasi tingkat pelayanan fasilitas pejalan kaki untuk kawasan perkotaan dapat dilihat seperti pada Tabel 8.5.

Tabel 8.5 Tingkat Pelayanan di Jalur Pejalan Kaki dan Tangga

Uraian	Tingkat Pelayanan					
	A	B	C	D	E	F
Arus Rata Rata (org/min/m)						
Jalur Pejalan Kaki	< 0,68	0,68 - 2,13	2,13 - 3,40	3,40 - 5,10	5,10 - 8,50	Variabel
Naik Tangga	< 1,70	1,70 - 2,38	2,38 - 3,40	3,40 - 4,42	4,42 - 5,78	Variabel
Turun Tangga	< 2,04	2,04 - 2,72	2,72 - 3,74	3,74 - 4,76	4,76 - 6,46	Variabel
Ruang m ² (/ Org)						
Jalur Pejalan Kaki	> 44,20	44,20 - 13,60	13,60 - 8,16	8,16 - 5,10	5,10 - 2,04	< 2,04
Tangga	> 8,60	8,60 - 5,10	5,10 - 3,40	3,40 - 2,38	2,38 - 1,38	< 1,38
Kecepatan Berjalan (m/min)						
Jalur Pejalan Kaki	> 88,40	88,40 - 85,00	85,00 - 81,60	81,60 - 78,50	78,50 - 51,00	< 51,00
Naik Tangga	34,00	34,00	34,00	34,00 - 30,60	30,60 - 23,80	< 23,80
Turun Tangga	40,80	40,80	40,80	40,80 - 34,00	34,00 - 25,50	< 25,50

Sumber: Homburger & Kell (1988)

Tingkat pelayanan pejalan kaki berdasarkan Permen PU Nomor: 03/PRT/M/2014 dapat dilihat seperti pada Tabel 8.6.

Tabel 8.6 Interpretasi Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki

<p>TINGKAT PELAYANAN A</p> <p>Ruang Pejalan kaki: $\geq 12 \text{ m}^2/\text{org}$</p> <p>Arus rata-rata: $\leq 0,67 \text{ org}/\text{min}/\text{m}$</p> <p>Kecepatan rata-rata: $\geq 78 \text{ m}/\text{min}$</p> <p>Pada jalur pejalan kaki dengan LOS A, para pejalan kaki dapat berjalan dengan bebas, termasuk dapat menentukan arah berjalan dengan bebas, dengan kecepatan yang relatif cepat tanpa menimbulkan gangguan antar pejalan kaki.</p>

TINGKAT PELAYANAN B

Ruang pejalan kaki: $\geq 3,6 \text{ m}^2/\text{org}$

Arus rata rata: $\leq 2,3 \text{ org}/\text{min}/\text{m}$

Kecepatan rata-rata: $\geq 75 \text{ m}/\text{min}$

Pada LOS B, para pejalan kaki masih dapat berjalan dengan nyaman dan cepat tanpa mengganggu pejalan kaki lainnya, namun keberadaan pejalan kaki yang lainnya sudah mulai berpengaruh pada arus pejalan kaki.

TINGKAT PELAYANAN C

Ruang pejalan kaki: $\geq 2,2 \text{ m}^2/\text{org}$

Arus rata rata: $\leq 3,3 \text{ org}/\text{min}/\text{m}$

Kecepatan rata-rata: $\geq 72 \text{ m}/\text{min}$

Pada LOS C, para pejalan kaki bergerak dengan arus yang searah secara normal walaupun pada arah yang berlawanan akan terjadi persinggungan kecil dan relatif lambat karena keterbatasan ruang antar pejalan kaki.

TINGKAT PELAYANAN D

Ruang pejalan kaki: $\geq 1,4 \text{ m}^2/\text{org}$

Arus rata rata: $\leq 5,0 \text{ org}/\text{min}/\text{m}$

Kecepatan rata-rata: $\geq 68 \text{ m}/\text{min}$

Pada LOS D, para pejalan kaki dapat berjalan dengan arus normal, namun harus sering berganti posisi dan merubah kecepatan karena arus berlawanan pejalan kaki memiliki potensi untuk dapat menimbulkan konflik. Standar ini masih menghasilkan arus ambang nyaman untuk pejalan kaki tetapi berpotensi timbulnya persinggungan dan interaksi antar pejalan kaki.

TINGKAT PELAYANAN E

Ruang pejalan kaki: $\geq 0,5 \text{ m}^2/\text{org}$

Arus rata rata: $\leq 8,3 \text{ org}/\text{min}/\text{m}$

Kecepatan rata-rata: $\geq 45 \text{ m}/\text{min}$

Pada LOS E, para pejalan kaki dapat berjalan dengan kecepatan yang sama, namun pergerakan akan relatif lambat dan tidak teratur ketika banyaknya pejalan kaki yang berbalik arah atau berhenti. LOS E mulai tidak nyaman untuk dilalui tetapi masih merupakan ambang bawah dari kapasitas rencana ruang pejalan kaki.

TINGKAT PELAYANAN F

Ruang pejalan kaki: < 0,5 m²/org

Arus rata rata: Variabel

Kecepatan rata-rata: < 45 m/min

Pada LOS F, para pejalan kaki berjalan dengan kecepatan arus yang sangat lambat dan terbatas karena sering terjadi konflik dengan pejalan kaki yang searah atau berlawanan. Standar F sudah tidak nyaman dan sudah tidak sesuai dengan kapasitas ruang pejalan kaki.

Sumber: Permen PU (2014)

Gambaran pelayanan pejalan kaki pada jalur tangga dan pada ruang antrian dijabarkan seperti terlihat pada Tabel 8.7 dan Tabel 8.8.

Tabel 8.7 Interpretasi Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki pada Jalur Tangga

Tingkat pelayanan	Rata – rata lebar Unit kecepatan arus (org /min/m)	Deskripsi
A	1,70 atau kurang	Luas yang cukup tersedia untuk bebas memilih kecepatan bergerak ditangga, dan dengan mudah terjadinya arus balik.
B	1,70 – 2,38	Sebenarnya setiap orang bebas memilih kecepatan bergerak di tangga, tetapi beberapa kesulitan akan dialami melewati pejalan kaki yang lambat. Arus balik tidak serius konflik.
C	2,38 – 3,40	Kecepatan bergerak di tangga agak terhambat. Arus balik tidak serius konflik.
D	3,40 – 4,42	Kecepatan bergerak di tangga akan terbatas atas mayoritas hak orang untuk ketidakmampuannya melewati jalur pejalan kaki secara lambat. Arus balik akan mengalami beberapa konflik.
E	4,42 – 5,78	Kecepatan normal bergerak di tangga berkurang sebab panjang anak tangga minimum dan ketidakmampuan jalan lain. Sebentar-sebentar berhenti, aliran balik mengalami konflik yang serius.

Tingkat pelayanan	Rata – rata lebar Unit kecepatan arus (org /min/m)	Deskripsi
F	Variabel - 5,78	Mewakili arus lalu lintas dgn gangguan sempurna, dengan banyak kemacetan.

Sumber: Fruin (1971)

Tabel 8.8 Interpretasi Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki pada Ruang Antrian

Tingkat pelayanan	Rata rata daerah pemilikan pejalan kaki (m²)	Rata-rata ruang Per orang (m)	Deskripsi
A	1,50 atau lebih	1,36 atau lebih	Tetap dan sirkulasi bebas.
B	1,16 – 1,50	1,19 – 1,36	Tetap dan sebagian terbatas tanpa gangguan yang lain.
C	0,81 – 1,16	1,02 – 1,19	Tetap dan sirkulasi terbatas dengan gangguan yang lain.
D	0,35 – 0,81	0,68 – 1,02	Tetap tanpa menyentuh yang lain, sirkulasi sama sekali terbatas.
E	0,23 – 0,35	0,68 atau kurang	Kontak fisik tak dapat di hindarkan, sirkulasi tidak tepat.
F	0,23 atau kurang	Hubungan tertutup	Kontak fisik yang rapat, tidak nyaman, tidak ada pergerakan, mungkin berbahaya.

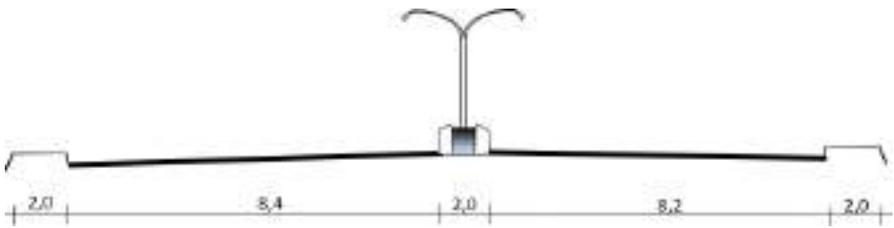
Sumber: TRB (1980)

MODUL 9

STUDI KASUS PEJALAN KAKI

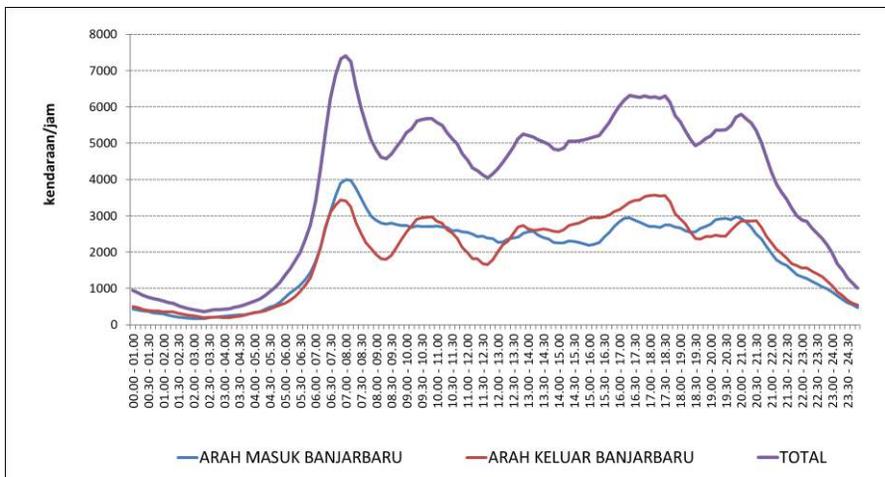
9.1 Gambaran Data

Jl. A. Yani km. 34 (Banjarbaru) termasuk dalam jalan perkotaan. Berdasarkan fungsi jalan ruas jalan yang ditinjau termasuk jalan arteri primer dengan tipe jalan 4/2 terbagi. Potongan melintang dari ruas jalan yang ditinjau tersebut seperti terlihat pada Gambar 9.1.



Gambar 9.1 Geometrik Jl. A. Yani KM. 34

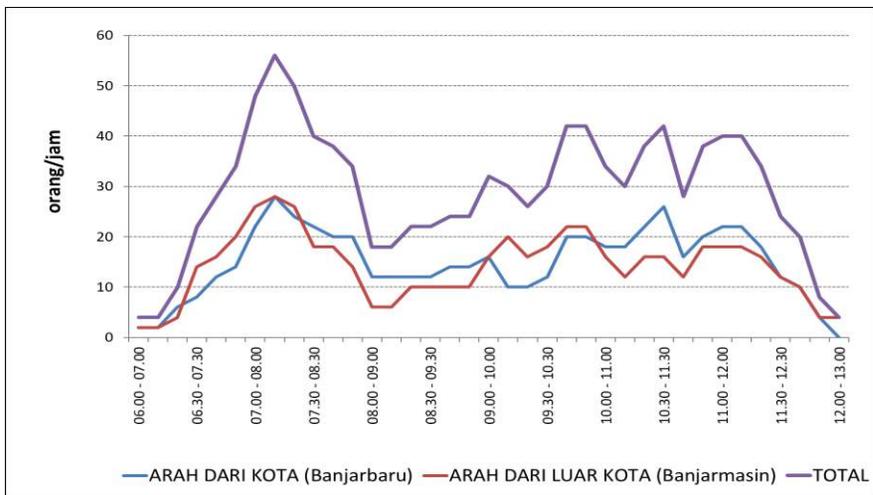
Data survei dalam satuan kendaraan dikelompokkan dalam satuan jam sehingga dapat total volume per jam-nya. Fluktuasi arus dalam setiap jam pengamatannya seperti diperlihatkan pada Gambar 9.2.



Gambar 9.2 Fluktuasi Arus Lalu lintas Jl. A. Yani KM. 34

Dari Gambar 9.2 didapat bahwa puncak arus pada pergerakan pagi hari (*day trip*) terjadi pada periode pagi hari 07.00 – 08.00 WITA dengan total pergerakan 7403 kendaraan/jam, siang hari pada pukul 09.50 – 10.50 WITA sebanyak 5674 kendaraan/jam, dan sore pada pukul 16.20 – 17.20 WITA sebanyak 6316 kendaraan/jam. Puncak arus untuk pergerakan malam hari (*night trip*) terjadi pada periode 19.10 – 20.10 WITA dengan total pergerakan sebanyak 5793 kendaraan/jam.

Data pejalan kaki yang dikumpulkan adalah banyaknya pejalan kaki yang menyeberang jalan pada ruas jalan yang ditinjau. Waktu pengambilan dilakukan selama 12 jam untuk mendapatkan pola dan puncak pergerakan pejalan kaki. Selanjutnya data pejalan kaki yang menyeberang dalam satuan waktu (jam) diilustrasikan dalam grafik fluktuasi pergerakan seperti terlihat pada Gambar 9.3.



Gambar 9.3 Fluktuasi Pergerakan Pejalan Kaki Menyeberang pada Jl. A. Yani KM. 34

Dari Gambar 9.3 terlihat bahwa untuk daerah perkotaan (Jl. A. Yani KM. 34) besar volume pejalan kaki menyeberang jalan terbanyak terjadi pada periode pagi hari sebanyak 56 orang/jam. Berdasarkan pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki (Pd 03 - 2017 – B) pergerakan lebih dari 50 orang/jam sudah perlu diberikan fasilitas penyeberangan.

Kecepatan kendaraan bermotor rata-rata yang melintas adalah antara 30 – 50 km/jam.

9.2 Kebutuhan Fasilitas

9.2.1 Berdasarkan Klasifikasi Jalan

Kebutuhan penyediaan fasilitas penyeberangan pejalan kaki tidak terlepas dari klasifikasi jalan yang diseberangi seperti fungsi, sistem jaringan, dan tipe jalan. Berdasarkan data geometrik dan klasifikasi jalan yang ditinjau maka dengan mengacu kepada pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki (Pd 03-2017-B) didapat bentuk rekomendasi untuk tipe penyeberangan pejalan kaki yang tepat. Bentuk rekomendasi untuk ruas jalan yang ditinjau selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1 Kebutuhan Fasilitas Penyeberangan Pejalan Kaki Berdasarkan Klasifikasi Jalan

Kondisi	Jalan yang Ditinjau
	Jl. A. Yani KM. 34
Fungsi jalan	Arteri
Sistem jaringan jalan	Primer
Tipe jalan	4/2 T
Jenis penyeberangan	<i>tidak sebidang (jembatan atau terowongan) atau sebidang pada persimpangan dengan APILL</i>

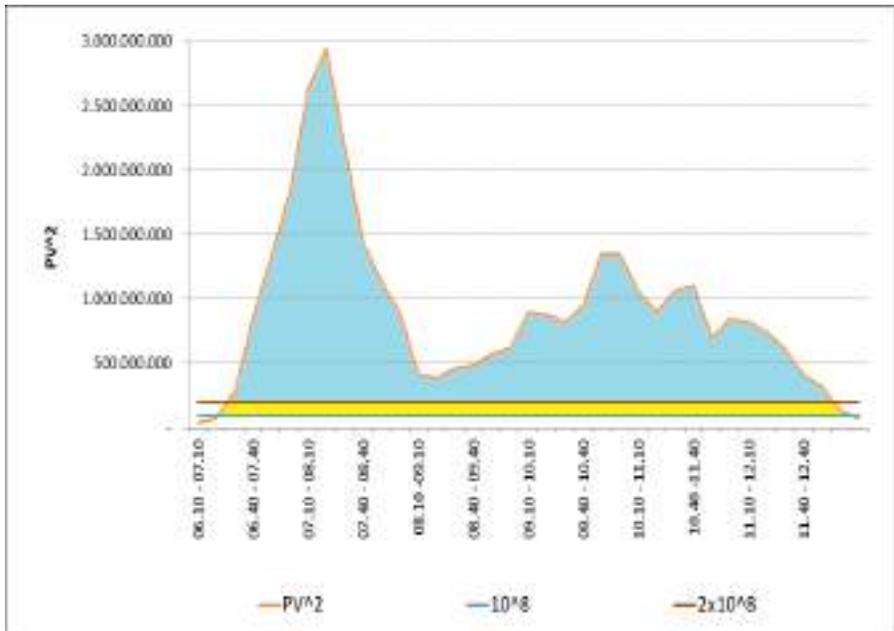
Dari Tabel 9.1 terlihat bahwa untuk ruas jalan yang ditinjau, jenis penyeberangan yang direkomendasikan adalah penyeberangan pejalan kaki tidak sebidang (jembatan atau terowongan) atau sebidang pada persimpangan dengan APILL.

9.2.2 Berdasarkan Arus Pejalan Kaki dan Kendaraan

Kebutuhan fasilitas penyeberangan pejalan kaki dengan meninjau arus pejalan kaki dan kendaraan didasarkan pada rumus empiris (PV^2).

Rekomendasi bentuk penyeberangan pejalan kaki untuk ruas jalan yang ditinjau mengacu kepada Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki (Pd 03-2017-B) seperti yang dijabarkan pada Tabel 8.4.

Bentuk atau kriteria penyeberangan pejalan kaki berdasarkan arus pejalan kaki dan kendaraan untuk ruas jalan seperti terlihat pada Gambar 9.4.



Gambar 9.4 Fluktuasi Nilai PV^2 untuk Tipe Penyeberangan pada Jl. A. Yani KM. 34

Dari Gambar 9.4 terlihat bahwa hanya 8% kondisi waktu pengamatan yang belum perlu ada fasilitas penyeberangan, dan 89% dari waktu pengamatan sebaiknya perlu fasilitas penyeberangan tidak sebidang atau dengan tambahan lapak tunggu untuk penyeberangan sebidang.

9.2.3 Matrik Kebutuhan

Matrik kebutuhan terhadap penyediaan fasilitas penyeberangan pejalan kaki merupakan matrik rekomendasi tipe penyeberangan yang disarankan. Matrik tersebut dibuat berdasarkan kebutuhan berdasarkan klasifikasi jalan, arus pejalan kaki dan kendaraan, dan keselamatan/kecepatan kendaraan. Bentuk matrik kebutuhan terhadap penyediaan fasilitas penyeberangan pejalan kaki untuk ruas yang ditinjau seperti terlihat pada Tabel 9.2.

Tabel 9.2 Matrik Kebutuhan Penyeberangan Pejalan Kaki pada Jl. A. Yani KM. 34

Tipe Penyeberangan	Kondisi yang Ditinjau				
	klasifikasi jalan	arus pejalan kaki	arus kendaraan	Nilai empiris PV^2	keselamatan/kecepatan
zebra cross		●			
zebra cross dengan lapak tunggu		●		●	
pelican		●			●
pelican dengan lapak tunggu	●	●	●	●	●
penyeberangan tidak sebidang	●		●	●	

Dari Tabel 9.2 terlihat bahwa dengan pertimbangan arus kendaraan dan nilai empiris PV^2 sebaiknya fasilitas penyeberangan pejalan kaki di ruas Jl. A. Yani KM. 34 menggunakan penyeberangan tidak sebidang berupa jembatan penyeberangan orang.

9.3 Tingkat Pelayanan

Data pergerakan pejalan kaki yang dihitung per 15 menit pengamatan dari jam 06.00 – 09.45 WITA adalah seperti terlihat pada Gambar 9.5.

Bila diketahui lebar efektif jalur pejalan kaki adalah 1,5 m, maka dapat diketahui arus rata-rata pejalan kaki pada suatu segmen pengamatan yang terjadi (P) seperti contoh berikut:

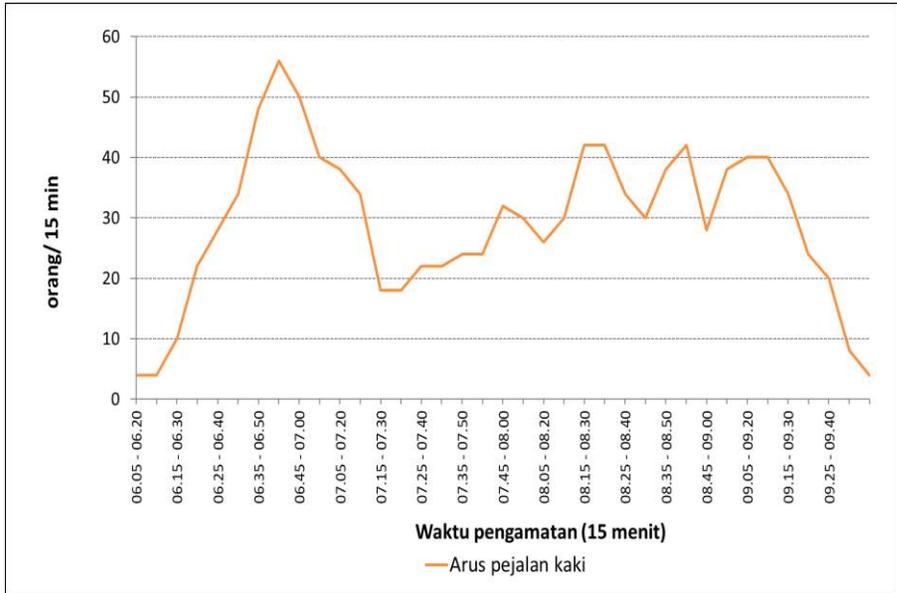
Pada jam 06.00 – 06.15 WITA:

$$V_p = 4 \text{ orang/15 menit}$$

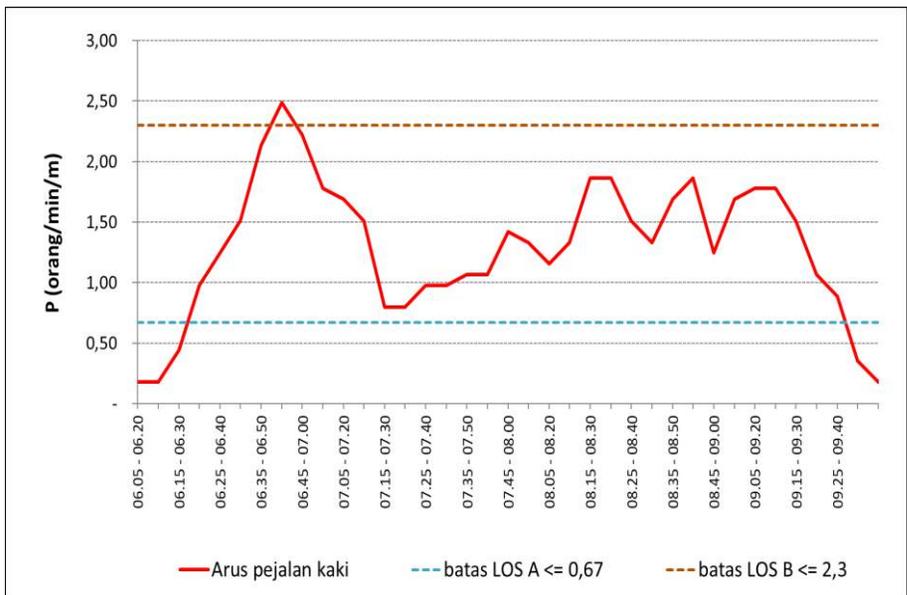
$$W_e = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Mana: } P = \frac{V_p}{15 \cdot W_e} = \frac{4}{15 \cdot (1,5)} = 0,18 \text{ orang/min/m}$$

Selanjutnya untuk jam pengamatan yang lain dilakukan perhitungan dengan cara yang sama sehingga didapat grafik arus rata-rata pejalan kaki seperti terlihat pada Gambar 9.6.



Gambar 9.5 Data Pejalan Kaki per 15 Menit



Gambar 9.6 Arus Rata-rata Pejalan Kaki dan Tingkat Pelayanan

Dari Gambar 9.6 berdasarkan Permen PU Nomor: 03/PRT/M/2014 (Tabel 8.6) terlihat bahwa tingkat pelayanan jalur pejalan kaki yang terendah adalah C. Secara umum tingkat pelayanan jalur pejalan kaki masih B (arus rata rata $\leq 2,3$ org/min/m) dengan persentase kejadian 84% dari total waktu pengamatan. Selengkapny gambaran tingkat pelayanan pada jalur pejalan kaki tersebut seperti terlihat pada Tabel 9.3.

Tabel 9.3 Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki pada Jl. A. Yani KM. 34

Tingkat Pelayanan	Syarat P (org/min/m)	Persentase kejadian	Diskripsi
A	$\leq 0,67$	14%	pejalan kaki dapat berjalan dengan bebas, termasuk dapat menentukan arah berjalan dengan bebas, dengan kecepatan yang relatif cepat tanpa menimbulkan gangguan antarpejalan kaki.
B	$\leq 2,3$	84%	pejalan kaki masih dapat berjalan dengan nyaman dan cepat tanpa mengganggu pejalan kaki lainnya, namun keberadaan pejalan kaki yang lainnya sudah mulai berpengaruh pada arus pejalan kaki.
C	$\leq 3,3$	3%	pejalan kaki dapat bergerak dengan arus yang searah secara normal walaupun pada arah yang berlawanan akan terjadi persinggungan kecil, dan relatif lambat karena keterbatasan ruang antar pejalan kaki.

MODUL 10

LALU LINTAS TAMBANG

10.1 Iktisar Pertambangan Indonesia

Potensi sumber alam yang terdapat di Indonesia diantaranya yang sangat menarik perhatian kalangan luas dewasa ini ialah potensi sumber mineral dengan berbagai kemungkinan pengembangan dan turunannya.

Hal ini sangat jelas, terutama dalam beberapa tahun belakangan ini yaitu setelah Pemerintah Indonesia melaksanakan kebijakan ekonomi yang membuka kesempatan luas bagi partisipasi modal swasta. Partisipasi tersebut baik nasional maupun asing dalam pembangunan ekonomi pada umumnya dan usaha pertambangan khususnya. Di satu pihak wilayah kepulauan Indonesia yang sangat luas tetapi baru sebagian sangat kecil saja yang terjamah kegiatan eksplorasi dimasa lampau dan di lain pihak hasil tambang Indonesia yang telah cukup terkenal di pasaran dunia seperti minyak bumi, timah, bauksit, dan nikel. Kesemuanya itu ternyata telah merangsang pengusaha besar kecil untuk membuka ataupun memperluas kegiatannya di bidang pertambangan di Indonesia.

Dari daratan seluas lebih dari 1,9 juta kilometer persegi, masih belum ada 10 persennya yang telah kita ketahui secara seksama dan kira-kira seperlima bagian masih benar-benar merupakan “daerah putih” di atas peta geologi. Bahkan sesungguhnya sebagai suatu Negara kepulauan dengan paparan benua (*continental shelf*) seluas kurang lebih 2 juta kilometer persegi, dengan sendirinya wajar apabila kita masukkan juga wilayah lautan kita sebagai “ladang pertambangan nasional”

Bila kita bandingkan jumlah tambang yang ada menjelang Perang Dunia ke II dan jika data ini kita proyeksikan pada latar belakang pengetahuan kita yang masih sangat sedikit tentang geologi Indonesia, tidak berlebihan bila kita berkesimpulan bahwa endapan-endapan bahan galian yang kini kita tambang adalah ibarat sekedar

apa yang tampak dan “tergaruk” dipermukaan saja. Hasil tambang kita dewasa ini kesemuanya berasal dari endapan-endapan yang telah ditemukan dalam kegiatan eksplorasi 30 sampai lebih dari 100 tahun yang silam.

10.2 Pengelolaan Pertambangan

Pengembangan sektor pertambangan sangatlah penting bagi kemajuan industri dan perekonomian sebuah negara yang memiliki potensi bahan-bahan galian. Betapa pentingnya peranan pertambangan sebagai salah satu potensi nasional dalam meningkatkan penghasilan nasional dan penerimaan devisa bagi Negara.

Dalam Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1967 tercantum beberapa pokok ketentuan tentang pengusahaan tambang di Indonesia dan Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1980 tentang penggolongan bahan galian.

Bahan-bahan galian digolongkan dalam 3 (tiga) golongan yang masing-masing disebut:

- 1) Golongan bahan galian strategis (“golongan a”)
- 2) Golongan bahan galian vital (“golongan b”) dan
- 3) Golongan bahan galian non strategis dan non vital (“golongan c”)

Bahan galian strategis merupakan bahan galian untuk kepentingan pertahanan keamanan serta perekonomian Negara. Dalam pasal 1 huruf a Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1980 tentang Penggolongan Bahan Galian ditentukan golongan bahan galian strategis. Bahan galian strategis dibagi menjadi 6 (enam) golongan, yaitu:

- 1) minyak bumi, bitumen cair, him bumi, gas alam;
- 2) bitumen padat, aspal;
- 3) antrasit, batu bara, batu bara muda;
- 4) uranium, radium, thorium dan bahan-bahan galian radio aktif lainnya;
- 5) nikel, kobal; dan
- 6) timah.

Bahan galian vital merupakan bahan galian yang dapat menjamin hajat hidup orang. Bahan galian vital ini disebut juga golongan bahan galian B. Bahan galian vital digolongkan menjadi 8 (delapan) golongan, yaitu:

- 1) besi, mangan, molibden, khrom, wolfram, vanadium, titan;
- 2) bauksit, tembaga, timbal, seng;
- 3) emas, platina, perak, air raksa, intan;
- 4) arsen, antimon, bismut;
- 5) yttrium, rutenium, cerium dan logam-logam langka lain nya;
- 6) berillium, korundum, zirkon, kristal kwarsa;
- 7) kriolit, flourspar, barit;
- 8) yodium, brom, klor, belerang (Pasal 1 huruf b dan Pasal 1 huruf a Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1980 tentang Penggolongan Bahan-bahan Galian).

Bahan galian yang tidak termasuk golongan strategis dan vital, yaitu bahan galian yang lazim disebut dengan galian C. Bahan galian ini dibagi menjadi 9 (Sembilan) golongan, yaitu:

- 1) Nitrat-nitrat (garam dari asam sendawa, dipakai dalam campuran pupuk, HNO_3), pospat-pospat, garam batu (halite).
- 2) asbes, talk, mika, grafit magnesit
- 3) yarosit, leusit, tawas (alum), oker
- 4) batu permata, batu setengah permata
- 5) pasir kwarsa, kaolin, feldspar, gips, bentonit
- 6) batu apung, tras, absidian, perlit, tanah diatome, tanah scrap (fullers earth)
- 7) marmer, batu tulis
- 8) batu kapur, dolomite, kalsit
- 9) granit, andesit, basal, trakhit, tanah liat, tanah pasir sepanjang tidak mengandung unsur mineral golongan a maupun b dalam jumlah berarti (Pasal 1 huruf c Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1980 tentang Penggolongan Bahan-Bahan Galian).

Sedangkan bentuk bahan galian diklasifikasi menjadi 3 (tiga) macam, yaitu:

- 1) Bahan galian yang berbentuk padat,
- 2) Bahan galian yang berbentuk cair, dan
- 3) Bahan galian yang berbentuk gas.

Bahan galian yang termasuk bahan galian berbentuk padat adalah emas, perak, batu gamping, lempung, dan lain-lain. Bahan galian yang termasuk bentuk cair adalah minyak bumi dan yodium dan lain-lain. Sementara itu, bahan galian yang berbentuk gas adalah gas alam.

10.3 Jenis Lalu Lintas Tambang

Penentuan jenis lalu lintas tambang adalah di dasarkan atas aspek geografi wilayah tambang dan sekitarnya, serta sarana dan prasarana yang ada. Berdasarkan jenisnya lalu lintas tambang dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

- 1) Lalu lintas tambang di darat
- 2) Lalu lintas tambang di air

10.3.1 Jenis Lalu Lintas Tambang di Darat

Lalu lintas tambang di darat bertujuan untuk kegiatan eksploitasi dan penjualan hasil tambang pada satu wilayah daratan. Alat transportasi yang digunakan antara lain mobil (*pick up* dan *truck*) dan kereta api.

Lalu lintas tambang di darat dapat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu:

- 1) Lalu lintas di lingkar tambang
Yaitu terjadinya arus lalu lintas pengangkutan hasil tambang pada saat eksploitasi menuju penampungan sementara (*stock file*) atau tempat pengolahan/pemurnian bahan galian. Sarana transportasi yang dipakai adalah jalan tambang yang telah dibuat oleh pengelola pertambangan.
- 2) Lalu lintas di jalan umum/jalan raya
Yaitu terjadinya arus lalu lintas untuk membawa hasil tambang dari tempat pengolahan/pemurnian bahan galian menuju pengguna/pemakai hasil tambang (konsumen). Sarana transportasi yang dipakai adalah jalan umum/jalan raya yang dibuat oleh pemerintah. Dan kapasitas angkutnya (tonase) harus mengikuti ketentuan yang sudah ditetapkan, sesuai dengan fungsi jalan tersebut (jalan utama, sekunder, dan penghubung). Penggunaan jalan raya sebagai sarana transportasi tambang

adalah merupakan usaha penjualan kepada pemakai akhir (konsumen). Kendaraan yang dipakai biasanya bertonase < 10 ton dan hasil tambang yang diangkut antara lain : minyak tanah, premium, avtur, pertamax, gas elpiji dan bahan galian golongan C (pasir, koral, batu kali/ batu gunung, dan tanah untuk bahan timbunan).

3) Lalu lintas di jalur kereta api

Digunakan di beberapa daerah yang memiliki sarana transportasi kereta api yang memadai dan biasanya di Indonesia jalur kereta api untuk pertambangan ini sudah ada sejak jaman penjajahan Belanda. Karena biaya pembangunan jalur kereta api ini relatif mahal, maka untuk pemilihan sarana transportasi hasil tambang bukan menjadi pilihan utama oleh pengelola pertambangan yang baru. Kalaupun jalur ini yang dipilih butuh perhitungan yang cermat mengenai untung ruginya, baik sejak operasional penambangannya atau setelah penambangan itu selesai. Dan yang terpenting juga adalah bagaimana pemanfaatan jalur kereta api tersebut apabila pertambangan di daerah tersebut selesai, apakah dapat dimanfaatkan kembali untuk transportasi yang lain atau tidak. Hal ini berbeda dengan penggunaan sarana transportasi di jalan, dimana masih bisa dimanfaatkan apabila pertambangan di daerah tersebut selesai misalnya untuk jalur angkutan hasil hutan, perkebunan, atau pembukaan daerah transmigrasi.

Keuntungan yang didapat dengan menggunakan sarana transportasi untuk lalu lintas tambang di darat adalah:

- 1) Membantu kegiatan eksploitasi pertambangan.
- 2) Membantu kegiatan pengolahan/pemurnian hasil bahan galian.
- 3) Mendukung kegiatan penjualan hasil tambang, khususnya penjualan kepada pemakai akhir (konsumen).
- 4) Khusus kepada kegiatan di point "C" dengan adanya aktivitas lalu lintas yang menggunakan jalan raya/umum akan memberikan nilai tambah/meningkatkan ekonomi masyarakat disepanjang jalan yang digunakan.

Kerugian yang ditimbulkan antara lain:

- 1) Pengangkutan pada saat eksploitasi dan pengolahan/pemurnian akan menimbulkan pencemaran udara oleh debu hasil galian dan debu yang berterbangan oleh lalu lintas yang terjadi.

- 2) Meningkatnya arus lalu lintas pada jalan raya/umum yang digunakan, sehingga dikhawatirkan akan terjadi peningkatan angka kecelakaan lalu lintas oleh pengguna jalan tersebut.

10.3.2 Jenis Lalu Lintas Tambang di Air

Lalu lintas tambang di air bertujuan untuk kegiatan pengangkutan hasil tambang antar pulau dan untuk pengangkutan di daerah yang jalannya belum memadai. Sarana transportasi yang digunakan adalah perairan sungai dan laut. Kapasitas angkut (tonase) melalui transportasi di air biasanya lebih besar dari pada melalui transportasi di darat.

Lalu lintas tambang di air dapat dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

- 1) Lalu lintas di sungai
Digunakan sebagai jalur penghubung angkutan hasil tambang antara satu wilayah daratan pertambangan, menuju laut tempat kapal-kapal besar menunggu untuk melakukan bongkar muat. Selain itu lalu lintas di sungai juga dipakai untuk pengangkutan hasil tambang menuju konsumen/pemakai akhir yang tidak mempunyai akses jalan yang memadai.
- 2) Lalu lintas di laut
Kegiatan lalu lintas tambang di laut biasanya dengan kapasitas angkut/tonase yang sangat besar. Digunakan sebagai jalur angkutan hasil tambang antar kepulauan atau negara.

Keuntungan yang didapat dengan menggunakan sarana transportasi untuk lalu lintas tambang di air adalah:

- 1) Dapat melakukan pengangkutan hasil bahan galian dalam skala besar
- 2) Dapat melakukan pengangkutan hasil bahan galian antar satu wilayah daratan/antar kepulauan atau negara
- 3) Khusus kepada kegiatan penjualan untuk pemakai akhir/konsumen yang berada di daerah dengan akses jalan belum memadai, penggunaan sarana transportasi di air sangat tepat untuk digunakan.

Kerugian yang ditimbulkan antara lain:

- 1) Pengangkutan dengan kapal mengakibatkan sedikit ancaman terhadap pencemaran air laut dan lingkungan pantai (abrasi pantai). Masalah yang timbul adalah buangan sisa bahan galian yang tercuci pada saat pencucian kapal.
- 2) Penggunaan sarana transportasi di sungai sering menimbulkan Abrasi (mengikis) tebing sungai. Abrasi yang terjadi akibat adanya gelombang air yang membentur tebing sungai oleh perahu/kapal yang melewatinya.

10.4 Jenis Kendaraan Tambang

Untuk menentukan jenis kendaraan tambang adalah didasarkan atas klasifikasi bentuk bahan galian tambang (padat, cair, dan gas). Volume hasil tambang yang akan diangkut dan jenis lalu lintas yang dipakai (darat dan air). Sehingga jenis/tipe dan kapasitas kendaraan tambang yang akan dipakai dapat ditentukan.

Jenis kendaraan tambang dapat dibedakan menjadi kendaraan tambang di darat dan kendaraan tambang di air seperti terlihat pada Tabel 10.1 dan Tabel 10.2.

Tabel 10.1 Kendaraan Tambang di Darat

No.	Jenis/tipe	Roda (AS)	Tonase (Ton)	Penggunaan
1	Pick Up/Truck NonDump	4	< 5	Jalan Raya/Umum
2	Dump Truck Kecil	6	5 - 10	Jalan Raya/Umum
3	Dump Truck Besar	6	10 - 20	Jalan Tambang
4	Dump Truck Tronton	40	20 - 30	Jalan Tambang
5	Tanki BBM/Gas Elpiji Kecil	6	5 Ton	Jalan Raya/Umum
6	Tanki BBM/Gas Elpiji Besar	6	10 Ton	Jalan Raya/Umum
7	Dump Truck Tronton	12	30 - 40	Jalan Tambang

Tabel 10.2 Kendaraan Tambang di Air

No.	Jenis/tipe	Tonase (Ton)	Penggunaan
1	Perahu besar/jukung tiung	< 2	Sungai
2	Tongkang	8.000 - 10.000	Sungai dan laut
3	Kapal besar (berukuran Panamax dan Handy, cape sekitar 150.000 DWT)	32.000	Laut

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar Iskandar dkk. (1996), *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib*, Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Dephub. (2005). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM. 49 TAHUN 2005 tentang Sistem Transportasi Nasional (Sistranas)*. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Dephub. (2006). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan*, Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Depkimpraswil. (2004). *Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Kawasan Perkotaan*, Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Pd T-18-2004-B, Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Pembangunan Jalan Perkotaan, (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Dirjenhubdat (1996), *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor :272/Hk.105/Drjd/96 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir*, Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Dirjenhubdat (1998), *Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian Fasilitas Parkir*, Jakarta: Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota.
- Dirjenhubdat (1999), *Rekayasa Lalu Lintas*, Jakarta: Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota.
- Fruin, J., (1971), *Pedestrian Planning and Design*, New York: Metropolitan Association of Urban Designers and Environment Planners.
- Gerlough, Daniel L. & Huber, Matthew J. (1975). *Traffic Flow Theory: A Monograph*, SPECIAL REPORT 165, Washington DC: Transportation Research Board.

- Hobbs, F. D., (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Homburger, Wolfgang S. & Kell, James H . (1988) *Fundamental of Traffic Engineering*, edisi 12, Institute of Transportation Studies, Berkeley: University of California.
- Johansson, M. V., Held, T., & Johansson, P. (2006). The Effects of Attitudes and Personality Traits on Mode Choice. *Transportation Research Part A : Policy and Practice* , 40 (6), 507–525.
- Kelompok Bidang Keahlian Rekayasa Transportasi Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB, (1997), *Perencanaan Sistem Angkutan Umum*, Bandung: ITB.
- Kemhub. (2015). *Peraturan Kementerian Perhubungan No. PM 111 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan*, Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Kemhub. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 133 Tahun 2015 tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor*, Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Kemhub. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*, Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Kemhub. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 132 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Terminal Penumpang Angkutan Jalan*, Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- KemenPU. (2014). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No. 03/PRT/M/2014 tentang Pedoman Perencanaan, Penyediaan, dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- KemenPUPR (2018). *Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki, Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil Pd 03-2017-B*, Jakarta: Kementerian PUPR.

- Khisty, C.J. (1990), *Transportation Engineering an Introduction*, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- McShane, W.R & Roes, R.G. (1990), *Traffic Engineering*, New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Radam, I. F., Mulyono, A. T., & Setiadji, B. H. (2014). Typical river transport for Banjarmasin based on the criteria of the National Transportation System. *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)* , 3 (8), 28-37.
- Radam, I. F., Mulyono, A. T., & Setiadji, B. H. (2015). Influence of Service Factors in the Model of Public Transport Mode: A Banjarmasin–Banjarbaru Route Case Study, *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 5 (2), 108-119.
- RI. (1967). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 1967 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pertambangan, Jakarta: Sekretariat Negara.
- RI. (1980). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 1980 tentang Penggolongan Bahan-Bahan Galian, Jakarta: Sekretariat Negara.
- RI. (1992). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor: 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- RI. (2004). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- RI. (2006). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- RI. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Saxena, S. C., (1989), *A Course in Traffic Planning and Design*, Nai Sarak Delhi: Dhanpat Rai & Sons.
- TRB. (1980), *Interim Materials on Highway Capacity*, Transportation Research Circular 212, National Research Council, Washington DC: Transportation Research Board.
- TRB. (2011). *75 Years of the Fundamental Diagram for Traffic Flow Theory Greenshields Symposium*, July 8–10, 2008, Woods

Hole, Massachusetts, Transportation Research Circular E-C149, Washington DC: Transportation Research Board.

Warpani, Suwardjoko. (1990). *Merencanakan Sistem Perangkutan*. Bandung: Penerbit ITB.

Wei, C. H., & Kao, C. Y. (2010). Measuring Traveler Involvement in Urban Public Transport Services: The Case of Kaohsiung. *Transport Policy* , 17 (6), 444–453.

Lampiran 2. Formulir Survei Kecepatan

FORM SURVAI MOVING CAR OBSERVER									
Lokasi : Daerah : Arah : Pagi : Hari/Tanggal : Waktu : No. Perjalanan : Surveyor :									
Dori	Titik - Titik Kontrol			Sertanti			Kelas	Kecelakaan	Kecepatan
	Waktu Perjalanan (Detik)	Panjang (M)	No.	Waktu Berangkat	Waktu Berhenti	Waktu Berangkat			
1	3	4	2	5	6	7	8	9	10 - 4 / 3 x 13,6 / 11 = 4 / 8 x 13,6
Keterangan: * Panjang Perjalanan Waktu Perjalanan Kecepatan Perjalanan * Waktu Berangkat Berangkat Waktu Berhenti Berhenti Kecepatan Berangkat Berangkat									
* Jenis Persepsi Hambatan LL TB PC P B PB L									
* Jenis Persepsi Hambatan = Lampu Lalu Lintas = Tanda Berhenti Berhenti = Perak Kambanan = Pelanggaran Kaki = Bus Penumpang Berhenti = Posisi = Lain - lain									