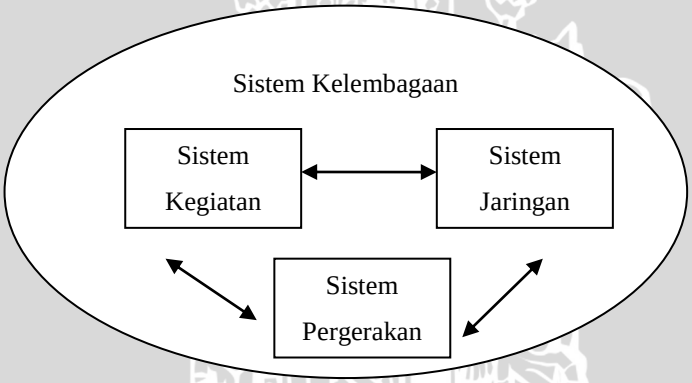
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Transportasi

Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, darimana kegiatan pengangkutan dimulai, menuju ke tempat tujuan, serta ke mana kegiatan pengangkutan tersebut diakhiri. Transportasi merupakan sebuah kegiatan pemindahan barang-barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan (Adisasmita, 2010: 1). Sistem transportasi secara makro dapat dipecahkan menjadi beberapa sistem yang lebih kecil yang masing-masing saling terkait dan saling mempengaruhi. Sistem transportasi mikro terdiri dari sistem kegiatan, sistem jaringan prasaranan transportasi, sistem pergerakan lalu lintas, dan sistem kelembagaan (Tamin, 2000: 28).



Gambar 2.1. Sistem Transportasi Makro
Sumber : Tamin, 2000

2.1.1. Sistem Kegiatan

Sistem kegiatan mempunyai jenis kegiatan tertentu yang akan membangkitkan pergerakan dan akan menarik pergerakan dalam proses pemenuhan kebutuhan. Besar pergerakan berkaitan dengan jenis dan intensitas kegiatan yang dilakukan. Sedangkan menurut Miro (2005: 43), variabel dari sistem kegiatan atau tata guna lahan terdiri dari :

1. Jumlah penduduk
2. Jumlah lapangan kerja
3. Luas lahan untuk kegiatan
4. Pola penyebaran lokasi kegiatan
5. Pendapatan dan tingkat kepadatan penduduk
6. Pemilikan kendaraan

2.1.2. Sistem Jaringan Prasaranan Transportasi

Pergerakan tentunya akan membutuhkan moda transportasi (sarana) dan media (prasarana) tempat moda tersebut bergerak. Prasarana transportasi yang diperlukan tersebut disebut dengan sistem jaringan. Sistem jaringan terdiri dari, sistem jaringan jalan raya, stasiun kereta api, terminal bus, bandara, dan pelabuhan laut.

2.1.3. Sistem Kelembagaan

Sistem kelembagaan merupakan usaha untuk menjamin terwujudnya sistem pergerakan yang aman, nyaman, lancar, murah, handal dan sesuai dengan lingkungannya, yang meliputi individu, kelompok, lembaga dan instansi pemerintah. Di Indonesia, sistem kelembagaan yang berkaitan dengan masalah transportasi secara umum adalah sebagai berikut.

1. Sistem kegiatan, yaitu Bappenas, Bappeda Tingkat I dan II, Pemda.
2. Sistem jaringan, Dinas Perhubungan dan Dinas Pekerjaan Umum.
3. Sistem Pergerakan, DLLAJ, Organda, Polantas dan Masyarakat.

Bappenas, Bappeda dan Pemda memegang peranan penting dalam menentukan sistem kegiatan melalui kebijakan skala wilayah, regional maupun sektoral. Kebijakan sistem jaringan secara umum ditentukan oleh Dinas Perhubungan dan Dinas Pekerjaan Umum, sedangkan sistem pergerakan ditentukan oleh DLLAJ, Organda, Polantas dan masyarakat sebagai pengguna jalan.

2.1.4. Sistem Pergerakan Lalu Lintas

Sistem pergerakan (pola pergerakan) merupakan hasil interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jarigan akan menghasilkan pergerakan manusia dan/atau barang dalam bentuk bentuk pergerakan. Tamin juga menjelaskan beberapa karakteristik pergerakan, berikut karakteristik pergerakan :

1. Maksud pergerakan
2. Frekuensi pergerakan
3. Moda pergerakan
4. Waktu pergerakan
5. Panjang pergerakan
6. Lama pergerakan
7. Biaya pergerakan

2.2. Perangkutan Logistik Perkotaan

Berdasarkan Perpres No. 26 Tahun 2012, logistik didefinisikan sebagai bagian dari rantai pasok *(supply chain)* yang menangani arus barang, arus informasi dan arus uang melalui proses pengadaan *(procurement)*, penyimpanan *(warehousing)*, transportasi *(transportation)*, distribusi *(distribution)*, dan pelayanan pengantaran *(delivery services)* atau yang biasa disebut dengan istilah kurir *(courier services)* sesuai dengan jenis, kualitas, jumlah, waktu dan tempat yang dikehendaki konsumen, secara aman, efektif dan efisien, mulai dari titik asal sampai dengan titik tujuan. Perpres No. 26 Tahun 2012 juga menjelaskan dalam melakukan aktivitas logistik diperlukan infrastruktur logistik yang terdiri atas simpul logistik *(logistics node)* dan mata rantai logistik *(logistics link)* yang berfungsi menggerakkan barang dari titik asal ke titik tujuan.

Pertumbuhan ekonomi suatu negara tergantung pada tersedianya pengangkutan dalam negara tersebut sehingga, dalam hal ini transportasi merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan. Transportasi dapat digolongkan menjadi dua berdasarkan fungsi transportasi, yaitu transportasi sebagai angkutan penumpang dan angkutan barang (Salim, 2013: 6). Sama halnya dengan Salim, Rosita (2012) mendefinisikan bahwa logistik perkotaan atau *urban logistics* sebagai pergerakan aliran barang untuk menyuplai barang ke daerah pusat perkotaan dengan menggunakan alat transportasi pengangkutan.

Aktivitas logistik perkotaan yang dikelola dengan baik akan dapat mendukung keberlangsungan perekonomian suatu daerah. Terdapat tiga elemen penting yang perlu difokuskan untuk menciptakan aliran distribusi barang yang efektif dan efisien di perkotaan, yaitu sarana transportasi, pelaku bisnis, serta hal-hal lain yang berkaitan dengan konteks perkotaan. Pada saat yang bersamaan, elemen-elemen tersebut juga harus disinergikan dengan kebijakan pemerintah setempat yang melibatkan permasalahan ekonomi, transportasi, infrastruktur serta lingkungan (Rosita, 2012).

2.2.1. Perusahaan Angkutan Umum

Berdasarkan PP No 74 tahun 2014, perusahaan angkutan umum merupakan badan hukum yang menyediakan jasa angkutan orang dan/atau barang dengan kendaraan bermotor umum. Pasal 115 ayat 1 dan 2 menyebutkan bahwa demi mendorong persaingan yang sehat antar perusahaan angkutan umum, maka perusahaan angkutan umum diklasifikasikan menjadi tiga yaitu, perusahaan besar, perusahaan menengah, dan perusahaan kecil. Klasifikasi tersebut didasarkan pada aspek sebagai berikut :

a. Sarana dan prasarana
b. Sumber daya manusia
c. Hasil penjualan tahunan
d. Kapasitas produksi (bus/km)

2.2.2. Logistic Service Provider (LSP)

Berdasarkan Perpres No. 26 Tahun 2012 Penyedia Jasa Logistik *(Logistics Service Provider)* merupakan institusi penyedia jasa pengiriman barang (*transporter*, *freight forwarder*, *shipping liner*, Ekspedisi Muatan Kapal Laut, dsb) dari tempat asal barang ke tempat tujuannya, dan jasa penyimpanan barang (pergudangan, fumigasi, dan sebagainya).

2.2.3. Konsolidasi Lalu Lintas

Warpani (1990: 36) menjelaskan jika seandainya barang serta kendaraan datang tepat bersamaan, tidaklah efisien mengangkutnya pada saat itu juga sebelum kendaaran tersebut penuh muatan, oleh karena itu untuk mencapai titik efisien kendaraan harus menunggu sampai muatannya penuh dan penumpang yang sudah ada harus menunggu, proses ini disebut dengan konsolidasi.

Adisasmita (2011: 58) membagi metode konsolidasi lalu lintas menjadi tiga, yaitu sebagai berikut :

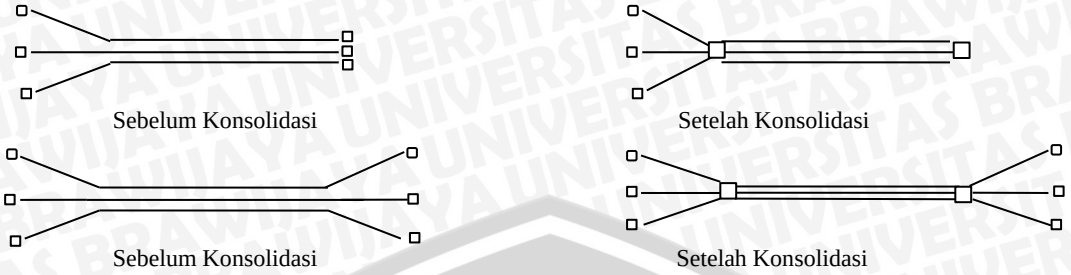
1. Pemindahan lalu lintas dari kendaraan-kendaraan kecil ke kendaraan-kendaraan besar.

   Sejumlah penumpang atau muatan berasal dari tempat-tempat yang berbeda, tetapi tujuannya sama. Konsolidasi lalu lintas dialakukan oleh kendaraan-kendaraan kecil ke suatu tempat tidak jauh dari tempat asal muatan, kemudian diangkut menggunakan kendaraan besar ke tempat tujuan.
2. Pemuatan dan redistribusi lalu lintas untuk mengurangi total jarak yang ditempuh.

   Tempat asal dan tempat tujuan berbeda-beda, konsolidasi angkutan dilakukan dari beberapa tempat asal ke beberapa tempat tujuan diangkut oleh kendaraan kecil, sedangkan angkutan antaranya dilakukan oleh kendaraan besar.
3. Mengurangi frekuensi angkutan.

   Lalu lintas sejumlah muatan yang dilakukan setiap hari dapat dikurangi menjadi 2 hari atau 3 hari dalam setiap minggu, yang dilakukan dengan kendaraan-kendaraan yang berukuran lebih besar.

Ketiga metode konsolidasi lalu lintas tersebut dijabarkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Metode Konsolidasi Lalu Lintas
Sumber : Adisasmita, 2011

2.2.4. Angkutan Barang

Menurut PP No. 74 tahun 2014 tentang angkutan jalan, angkutan adalah perpindahan orang dan atau barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan. Angkutan dibagi menjadi angkutan orang dan barang, dan terbagi lagi berdasarkan kendaraan yang digunakan, yaitu kendaraan bermotor dan tidak bermotor. Angkutan barang dengan menggunakan kendaraan bermotor dapat menggunakan mobil penumpang, mobil bus atau sepeda motor. PP No. 74 tahun 2014 menjelaskan angkutan barang dengan kendaraan bermotor terdiri dari, angkutan barang umum dan angkutan barang khusus. Angkutan barang umum merupakan angkutan barang yang tidak berbahaya dan tidak memerlukan sarana khusus.

Adisasmita (2010 : 67) menyebutkan bahwa moda angkutan barang terbagi menjadi dua klasifikasi, yaitu kendaraan besar dan kendaraan kecil. Tiap-tiap kendaraan memiliki keuntungan dan kerugian tersendiri, berikut keuntungan dan kerugian dari kedua jenis kendaraan tersebut:

Tabel 2.1 Perbandingan Kendaraan Besar dan Kecil

Uraian Pembanding	Jenis Kendaraan	
	Kendaraan Besar	Kendaraan Kecil
Keuntungan	• Biaya angkutan per satuan unit muatan rendah	• Waktu pemuatan dan pembongkaran muatan barang tiap pengiriman dapat ditekan, • Kemungkinan perjalanan dengan muatan penuh dapat dilakukan secara cepat
Kekurangan	• Waktu pemuatan dan pembongkaran muatan barang setiap pengiriman relatif lebih lama • Kemungkinan peralanan dengan muatan penuh relatif lebih kecil	• Biaya angkutan per satuan unit muatan relatif mahal

Sumber : Adisasmita, 2010

Erwan (2010) mengklasifikasikan angkutan barang untuk jenis kendaraan angkutan barang (truk) menjadi tiga klasifikasi, berikut pengklasifikasiannya :

a. Truk kecil (P × L = 4.375 × 1.750 mm) yang memerlukan radius untuk berputar 180° = 5,1 m.

b. Truk sedang (P × L = 8.515 × 2.425 mm) yang memerlukan radius untuk berputar 180° = 8,9 m.

c. Truk besar / tronton / truk kontainer (L = ± 3.000 mm) yang memerlukan radius untuk berputar 180° = 14 m.

Jenis truk kecil yang secara umum digunakan pada kegiatan pengiriman barang/ kurir ialah terbagi menjadi dua klasifikasi, yaitu tipe *colt diesel engkel* dan *colt diesel double*. Truk *colt diesel engkel* memiliki jumlah roda sebanyak 4 dengan panjang 3.400 mm, lebar 1.800 mm, tinggi 1.900 mm dan tonase yang dapat diangkut sebesar 2 ton. Truk tipe *colt diesel double* memiliki jumlah roda sebanyak 6 dengan panjang 4.350 mm, lebar 2.000 mm, tinggi 2.000 mm dan tonase yang dapat diangkut sebesar 3,5 ton

2.2.5. Rute Pergerakan

Miro (2005: 140) menyebutkan bahwa faktor atau variabel yang dianggap mempengaruhi perilaku pelaku perjalanan dalam memilih rute ialah sebagai berikut:

1. Waktu tempuh (menit, jam atau hari)
2. Jarak (kilometer atau mil)
3. Biaya (ongkos atau bahan bakar)
4. Kemacetan atau kinerja jalan (V/C ratio)
5. Banyak manuver yang akan dilewati
6. Panjang dan jenis ruas jalan
7. Kelengkapan rambu-rambu lalu lintas atau marka jalan

Namun Miro (2005: 30) juga menyatakan bahwa untuk memilih rute terbaik maka kriteria yang harus diperhatikan ialah rute tersebut memiliki jarak terdekat, waktu tersingkat dan biaya termurah. Tamin (2000:45) juga menyatakan bahwa pemilihan rute terbaik tergantung pada alternatif terpendek, tercepat dan termurah serta mempertimbangkan asumsi bahwa pemakai jalan mempunyai informasi yang cukup, misalnya tentang kemacetan jalan yang akan mereka lalui. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi pergerakan barang menurut Nurkholis (2002) ialah, jumlah kuantitas (volume) barang, suplier/pemasok, moda angkutan, frekuensi pengiriman, waktu pemesanan kembali, asal barang, tujuan barang, pola penggunaan lahan, jenis barang, ongkos, serta pemakaian jaringan jalan.

Berdasarkan Miro (2005: 30), Nurkholis (2002) dan Tamin (2000: 45), variabel yang akan digunakan dalam menentukan rute pengiriman barang oleh angkutan barang ialah **jarak tempuh, biaya pengiriman, waktu tempuh dan tingkat pelayanan jalan**. Biaya

pengiriman pada penelitian ini hanya memperhitungkan biaya bahan bakar yang dibutuhkan dalam melakukan pengiriman barang, hal ini meninjau pernyataan Handajani (2010) bahwa antara panjang trayek dengan konsumsi bahan bakar memiliki hubungan linier yang positif, artinya jika panjang trayek meningkat maka konsumsi bahan bakar juga meningkat.

2.2.6. Manajemen kebutuhan lalu lintas

Berdasarkan UU. No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan ruang lalu lintas dan mengendalikan pergerakan lalu lintas, diselenggarakan manajemen kebutuhan lalu lintas yang dilaksanakan dengan cara:

a. Pembatasan lalu lintas kendaraan perseorangan pada koridor atau kawasan tertentu pada waktu dan jalan tertentu.
b. Pembatasan lalu lintas kendaraan barang pada koridor atau kawasan tertentu pada waktu dan jalan tertentu.
c. Pembatasan lalu lintas sepeda motor pada koridor atau kawasan tertentu pada waktu dan jalan tertentu.
d. Pembatasan lalu lintas kendaraan bermotor umum sesuai dengan klasifikasi fungsi jalan.
e. Pembatasan ruang parkir pada kawasan tertentu dengan batasan ruang parkir maksimal.
f. Pembatasan lalu lintas kendaraan tidak bermotor umum pada koridor atau kawasan tertentu.

2.3. Alat-Alat Analisis

Alat-alat analisis diperlukan sebagai sebuah metode untuk memecahkan permasalahan dan mengkaji kondisi yang ditemukan dilapangan dengan membandingkan antara teori yang telah ada.

2.3.1. Analisis Tingkat Pelayanan Jalan *(Level of Service)*

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) untuk menganalisis tingkat pelayanan jalan dibutuhkan geometrik jalan, volume dan komposisi lalu lintas, kapasitas jalan.

A. Tipe Jalan

Berdasarkan MKJI (1997), tipe jalan merupakan bagian dari geometri jalan terdiri dari:

1. Jalan dua-lajur dua-arah (2/2 UD)
2. Jalan empat-lajur dua-arah
   a. tak-terbagi (yaitu tanpa median) (4/2 UD)
   b. terbagi (yaitu dengan median) (4/2 D)
3. Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D)
4. Jalan satu-arah (1-3/1)
5. Jalan >6 lajur

B. Volume Jalan

Berdasarkan MKJI (1997), volume jalan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan. Nilai arus lalu lintas (Q) merupakan komposisi lalu lintas dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua arus lalu lintas (per-arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp). Ekivalen mobil penumpang ialah faktor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruhnya terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu-lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sisinya mirip, emp = 1,0). Tipe kendaraan amatan terdiri dari:

1. Kendaraan ringan/ *light vehicle* (LV) (termasuk mobil penumpang, minibus, pik-up, truk kecil dan jeep)
2. Kendaraan berat/*heavy vehicle* (HV) (termasuk truk dan bus)
3. Sepeda Motor/*motorcycle* (MC)

Tabel 2.2 Ekivalen Mobil Penumpang Jalan Perkotaan

Tipe Jalan : Tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	Emp			
		HV	MC		LV
			Lebar jalur lalu lintas W_c (m)		
			≤6	≥6	
Dua-lajur-tak-terbagi (2/2 UD)	0	1,30	0,50	0,40	1
	≥ 1.800	1,20	0,35	0,25	1
Empat lajur-tak-terbagi (4/2 UD)	0	1,30	0,40		1
	≥3.700	1,20	0,25		1

Tipe Jalan : Jalan satu arah dan Jalan terbagi	Arus lalu lintas per lajur (kend/jam)	Emp		
		HV	MC	LV
Dua-lajur satu-arah (2/1) dan Empat-lajur terbagi (4/2D)	0	1,30	0,40	1
	≥ 1.050	1,20	0,25	1
Tiga-lajur satu-arah (3/1) dan Enam-lajur terbagi (6/2D)	0	1,30	0,40	1
	≥1.100	1,20	0,25	1

Sumber : MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), 1997

Perhitungan volume lalu lintas :

$$Q = (QLV \times empLV) + (QHV \times empHV) + (QMC \times empMC) = smp/jam \quad (2\text{-}1)$$

dengan :

Q = volume lalu lintas (smp/jam)

QLV = volume LV (kend/jam)

empHV = ekivalen mobil penumpang LV

QHV = volume HV (kend/jam)

empHV = ekivalen mobil penumpang HV

QMC = volume MC (kend/jam)

empMC = ekivalen mobil penumpang MC

C. Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan diperkotaan menggunakan standar dari MKJI (1997), khusus untuk jalan-jalan perkotaan, pendekatan umum untuk menghitung kapasitas jalan dengan mempertimbangkan kondisi realita di lapangan. Kapasitas adalah arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (gometri, distribusi arah dan komposisi lalu lintas, faktor lingkungan). Berikut persamaan dasar untuk menghitung kapasitas ruas jalan dalam MKJI (1997) :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (2\text{-}2)$$

dengan :

C = Kapasitas ruas jalan (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Tabel 2.3 Kapasitas Dasar (C_o)

Tipe jalan	Kapasaitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi (4/2D) atau Jalan satu-arah (1-3/I) (2/I)	1.650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi (4/2UD)	1.500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi (2/2UD)	2.900	Total dua arah

Sumber : MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), 1997

Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Jalan Untuk Lebar Jalur Lalu-Lintas (FC_w)

Tipe Jalan	Lebar Lajur Lalu Lintas Efektif (Wc) (m)	FC_w
	Per Lajur	
Empat lajur terbagi (4/2D) atau jalan satu arah (1-3/I) (2/I)	3	0,92
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,04
	4	1,08
	Per Lajur	
Empat lajur tak terbagi (4/2D)	3	0,91
	3,25	0,95
	3,5	1
	3,75	1,05
	4	1,09
	Total Dua Arah	
Dua Lajur Tak Terbagi (2/2 UD)	5	0,56
	6	0,87
	7	1
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), 1997

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian kapasitas Untuk Pemisahan Arah (FC_{SP})

Pemisahan arah SP %-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
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

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

Sumber : MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), 1997

Tabel 2.6 Kelas Hambatan Samping (SFC)

Kelas Hambatan Samping (SFC)	Kode	Jumlah Berbobot Kejadian per 200m per Jam (dua sisi)	Kondisi Khusus
Sangat Rendah	VL	<100	Daerah permukiman; jalan samping tersedia.
Rendah	L	100-299	Daerah permukiman; beberapa angkutan umum dsb.
Sedang	M	300-499	Daerah industri; beberapa toko sisi jalan.
Tinggi	H	500-899	Daerah komersial; aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat Tinggi	VH	>900	Daerah komersial; aktivitas pasar sisi jalan.

Sumber : MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), 1997

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCSF) untuk Jalan Perkotaan (Jalan dengan Bahu)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{SP}) dan Lebar Bahu			
		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
4/2 UD	VL	0,96	0,97	1,01	1,03
	L	0,94	0,95	1,00	1,02
	M	0,92	0,92	0,98	1,00
	H	0,87	0,87	0,94	0,98
	VH	0,80	0,81	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 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), 1997

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS})

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (FC_{CS})
<1.0	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 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), 1997

D. Derajat Kejenuhan

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Tahun 1997, derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas jalan, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat pelayanan jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen suatu jalan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan volume lalu lintas yang dinyatakan dalam smp/jam dan kapasitas. DS digunakan untuk analisa perilaku lalu lintas berupa kecepatan, berikut rumusnya :

DS = Q/C (2-3)

dengan :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Volume lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas ruas jalan (smp/jam)

E. Tingkat Pelayanan Jalan atau *Level of Services* (LOS)

Tingkat pelayanan jalan atau *Level of Services* (LOS) adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas suatu ruas jalan tertentu dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Tingkat pelayanan jalan dilihat dari perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan serta kecepatan lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Tingkat pelayanan jalan ditentukan dalam skala interval yang terdiri dari 6 tingkatan (Morlok 1978). Tingkatan ini terdiri dari A, B, C, D, E dan F. Dimana A merupakan tingkatan yang paling tinggi, semakin tinggi volume lalu lintas pada ruas jalan tertentu, tingkat pelayanan jalannya akan semakin menurun.

Tabel 2.9 Standar Tingkat Pelayanan Jalan

LOS	Diskripsi Arus	Kec. rata-rata (Km/Jam)	Rasio V/C	Ciri-ciri
A	Arus bebas	≥ 90	< 0,60	• Arus lalu lintas bebas tanpa hambatan • Volume dan kepadatan lalu lintas rendah • Kecepatan kendaraan merupakan pilihan pengemudi
B	Arus stabil	≥ 70	0,60< V/C < 0,70	• Arus lalu lintas stabil • Kecepatan kendaraan mulai berpengaruh oleh kendaraan yang lain, tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi
C	Arus masih stabil	≥ 50	0,70< V/C < 0,80	• Arus lalu lintas masih stabil • Kecepatan kendaraan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalulintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkannya
D	Mendekati arus tidak stabil	≥ 40	0,80< V/C <0,90	• Arus lalu lintas sudah mulai tidak stabil • Kecepatan kendaraan dan kebebasan bergerak semakin mengalami penurunan karena semakin meningkatnya volume lalu lintas
E	Arus tidak stabil	≥ 33	0,90< V/C < 1,00	• Arus lalu lintas sudah tidak stabil • Volume lalu lintas hampir menyamai besarnya kapasitas jalan • Sering terjadi kemacetan
F	Arus dipaksakan	< 33	> 1,00	• Arus lalu lintas tertahan pada kecepatan rendah • Sering terjadi antrian yang panjang • Arus lalu lintas sering terhenti

Sumber: Morlok (1978)

Ketika LOS pada suatu ruas jalan telah mencapai C, hal tersebut menunjukkan bahwa ruas jalan tersebut dalam kategori stabil, namun jika sudah mencapai D, E atau F, berarti kondisi arus lalu lintas mulai tidak stabil. Indikator Tingkat Pelayanan pada suatu ruas jalan

menunjukkan kondisi secara keseluruhan ruas jalan tersebut. Tingkat Pelayanan ditentukan berdasarkan nilai kuantitatif seperti V/C, kecepatan perjalanan, dan faktor lain yang ditentukan berdasarkan nilai kualitatif seperti kebebasan pengemudi dalam memilih kecepatan, derajat hambatan lalu lintas, serta kenyamanan (Darmawan, 2014). Indikator pengelompokkan kondisi ruas jalan berdasarkan besarnya V/C adalah pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Standar Tingkat Pelayanan Jalan

V/C	Keterangan
<0,8	Kondisi Stabil
0,8-1,0	Kondisi Tidak Stabil
>1,0	Kondisi Kritis

Sumber: Tamin dan Nahdalina (1998) dalam Darmawan (2014)

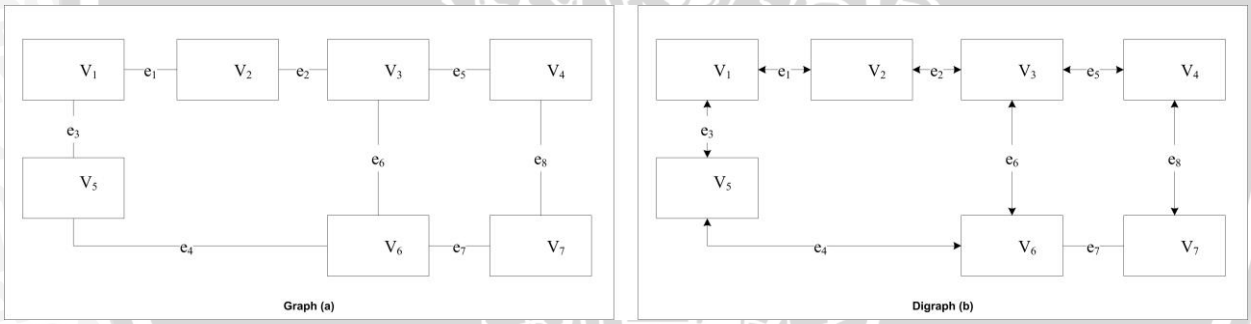
2.3.2. Analisis Rute Terpendek

Rute atau lintasan terpendek adalah jalur yang dilalui dari suatu *node* ke *node* lain dengan besar atau nilai pada sisi yang jumlah akhirnya dari *node* awal ke *node* akhir paling kecil. Rute atau lintasan terpendek adalah lintasan minimum yang diperlukan dari suatu *node* ke *node* lain dengan besar atau nilai pada sisi yang jumlah akhirnya dari *node* awal ke *node* akhir paling kecil hingga mencapai suatu tempat tujuan. Lintasan minimum yang dimaksud dapat dicari dengan menggunakan *graph*. *Graph* yang digunakan adalah *graph* yang berbobot yaitu *graph* yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot. Menentukan rute atau lintasan terpendek di dalam *graph* merupakan salah satu persoalan optimasi. *Graph* yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek adalah *graph* berbobot (*weighted graph*), yaitu *graph* yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot. Bobot pada sisi *graph* dapat menyatakan jarak antar kota, waktu pengiriman pesan, ongkos pembangunan, dan sebagainya. Asumsi yang digunakan di sini adalah bahwa semua bobot bernilai positif (Hayati, 2014).

Menentukan rute terpendek dapat menggunakan Algoritma Prim, Algoritma Greedy, dan Algoritma Dijkstra. Pada dasarnya kertiga algoritma tersebut memiliki proses yang sama yaitu ketika hendak berpindah pada *node* berikutnya akan memilih bobot yang terkecil. Pada penelitian kali ini **algoritma yang digunakan ialah Algoritma Dijkstra** dikarenakan pada hasil dari proses penentuan rute, Algoritma Prim dan Greedy dapat memunculkan banyak opsi rute dalam mencapai tempat tujuan *(node)* dan harus memilih kembali atau menyortir rute dengan total jarak tempuh yang paling kecil diantara opsi yang dimuculkan, sehingga proses penentuan rute lebih panjang daripada Algoritma Dijkstra.

Algoritma Dijkstra merupakan algoritma untuk mencari rute terpendek yang dikembangkan pada tahun 1959 oleh Dijkstra, dengan batasan atau ketentuan bahwa

algoritma Dijkstra hanya dapat digunakan apabila semua busur pada jaringannya mempunyai bobot *no-negative* (Dimyati, 2011:164). Algoritma ini termasuk algoritma pencarian *graph* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah lintasan terpendek dengan satu sumber pada sebuah *graph* yang tidak memiliki *cost* sisi negatif, dan menghasilkan sebuah pohon lintasan terpendek. Secara garis besar Algortima Dijkstra membagi semua node menjadi dua, kemudian dimasukkan ke dalam tabel yang berbeda (Retnani, 2015). Pada algoritma Dijkstra dalam menganalisi akan menampilkan data berupa *graph* ataupun *diagraph*. *Graph* adalah himpunan titik-titik *(nodes/vertices)* V dan garis *(arcs/edges/branchs)* E, yang setiap garis dalam himpunan tersebut akan menghubungkan dua titik. *Digraph (Directed Graph/ Oriented Graph)* adalah *graph* dengan garis-garis berarah. Dikarenakan pada penelitian kali ini *nodes* berupa lokasi suatu jalan dan *edges* memiliki bobot yang menandakan jarak antara jalan satu dengan jalan lainnya, maka *edges* akan memiliki arah, apakah satu arah atau dua arah (dapat kembali lagi), sehingga pada penelitian kali ini *digraph* yang akan digunakan pada tahap analisis dengan Algoritma Dijkstra.



Gambar 2.3. *Graph* (a) dan *Digraph* (b)
Sumber : Surachman & Murti, 2013

Konsep dari penggunaan Algoritma Dijkstra yang merupakan metode penentuan rute terpendek sehingga akan diperoleh efisiensi jarak tempuh, namun ada faktor lain yang termasuk faktor penentu utama dalam menentukan rute, yaitu waktu tempuh dan biaya tempuh. Pada waktu tempuh faktor yang akan menjadikan waktu tempuh akan sulit diprediksi ialah kondisi lalu lintas pada ruas jalan yang terpilih pada rute tersebut. Seperti yang dijelaskan Tamin (2000), pemilihan rute tergantung pada alternatif terpendek, tercepat dan termurah dan juga diasumsikan bahwa pemakai jalan mempunyai informasi yang cukup, seperti kemcetan jalan, sehingga akan didapatkan rute terbaik. Rute yang didapatkan melalui Algoritma Dijkstra belum dapat diapastikan apakah jalan yang dilewati merupakan jalan dengan arus lalu lintas stabil (LOS < C), maka pada penelitian kali ini

rute yang telah didapatkan melalui metode Algoritma Dijkstra akan ditinjau kembali tingkat pelayanan (LOS) jalan yang terdapat dalam rute terpilih pada Algoritma Dijkstra.

2.4. Studi Terdahulu

Tinjauan studi terdahulu merupakan perbandingan studi yang telah dilakukan oleh peneliti lain yang memiliki beberapa kesamaan pada penelitian untuk dijadikan acuan maupun sebagai referensi untuk penelitian saat ini. Penjelasan terkait studi terdahulu terdapat pada Tabel 2.11.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 2.11 Studi Terdahulu

No.	Judul	Tujuan	Variabel	Analisis	Perbedaan Penelitian	Output yang digunakan
1.	Pola pergerakan angkutan barang niaga di Kota Semarang (Nukholis, 2002)	• Mengethaui pola pergerakan angkutan barang niaga • Faktor-faktor yang mempengaruhi pola pergerakan angkutan barang niaga • Rekomendasi bagi Pemerintah Kota Semarang untuk menetapkann kebijakan tentang sistem pergerakan angkutan barang niaga di Kota Semarang	• Karakteristik jenis usaha • Karakteristik jenis barang • Aasal-tujuan barang • Jaringan jalan • Prasarana pendukung • Jenismoda angkutan • Pola penggunaan lahan	• Analsis deskriptif kuantitatif • Analisis Tabulasi Chi Square • Matriks Asal-Tujuan	• Pada penelitian Nurkohlis angkutan barang yang dikaji merupakan angkutan barang niaga, sedangkan penelitian kali ini angkutan barang yang dikaji ialah angkutan barang jasa pengiriman barang yang bergerak dibidang kurir. • Pada penelitian Nurkholis dalam menentukan pola pergerakan berdasarkan MAT sedangkan penelitian ini pola pergerakan didasarkan pola pergerakan eksisting.	Beberapa variabel penelitian dan metode yang digunakan dijadikan pertimbangan bagi peneliti terutama faktor-faktor yang mempengaruhi pergerakan angkutan barang serta rekomendasi bagi pemerintah kota untuk menetapkann kebijakan tentang sistem pergerakan angkutan barang.
2.	Analisa Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Pada Ruas Jalan Wolter Monginsidi Kota Manado (Palin, A., Rumayar, A.L.E. & E. Lintong. 2013)	• Menganalisa kapasitas dan tingkat pelayanan pada ruas jalan Wolter Monginsi di Manado pada kondisi eksisting • Menganalisa kapasitas dan tingkat pelayanan pada ruas jalan Wolter Monginsi di Manado pada masa yang akan datang.	• ekivalensi mobil penumpang, • komposisi arus lalu-lintas, • kinerja ruas jalan, • kecepatan arus bebas, • kapasitas jalan • volume kendaraan • derajat kejenuhan dan • kecepatan kendaraan.	• Analisis kapasitas jalan • Analisis derajat kejenuhan • Analisis tingkat pelayanan jalan • Angka pertumbuhan lalu lintas dengan regresi *exponensial*	• Pada penelitian Palin dilakukan analisa untuk pertumbuhan lalu lintas agar dapat memproyeksikan kapasitas jalan dengan memproyeksikan pertumbuhan kendaraan pula, sedangkan penelitian ini tidak sampai menganalisis proyeksi pertumbuhan lalu lintas.	Beberapa variabel dan analisis pada penelitian Palin akan digunakan, seperti analisis kapasitas jalan, analisis derajat kejenuhan, dan analisis tingkat pelayanan jalan.

Tabel 2.11 (Lanjutan) Studi Terdahulu

No.	Judul	Tujuan	Variabel	Analisis	Perbedaan Penelitian	Output yang digunakan
3.	Penerapan Algoritma Dijkstra untuk Perutean Adaptif Pada Jaringan Pendistribusian Air PDAM di Kabupaten Demak (Prasetyo, .V.Z., Suyitno,A & Mashuri. 2013)	• Mengetahui penerapan algoritma Dijkstra dalam pengoptimalisasian masalah lintasan terpendek pada pendistribusian air bersih PDAM di Kabupaten Demak. • Mengetahui penyelesaian optimum dari model matematika untuk menentukan pohon rentang minimal (*minimum spanning tree*) pada masalah jaringan pendistribusian air bersih PDAM Kabupaten Demak.	• Jaringan distribusi PDAM • *Node* atau lokasi pendistribusian air bersih • Panjang lintasan (*path*) antar *node*	• Algoritma Dijkstra • Algoritma Prim	• Pada penelitian Prasetyo dalam menganalisis menggunakan dua algoritma dengan dasar yang sama, yaitu Algoritma Dijkstra dan Algoritma Prim, sedangan pada penelitian ini hanya menggunakan Algoritma Dijkstra. • Pada penelitian Prasetyo analisis dilakukan dua kali, yaitu secara manual dan dilakukan dengan program *software*, yaitu *software* TORA dengan metode lintasan terpendek dan pohon rentang minimal, sedangkan penelitian kali ini proses analisis hanya dilakukan secara manual tanpa menggunakan *software* algoritma.	Metode yang digunakan oleh Prasetyo dalam menentukan rute terpendek dengan Algoritma Dijkstra akan digunakan untuk menentukan rute pengiriman barang pada penelitian kali ini.
4.	Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Greedy (Hayati, E.N. & Yohanes, Antoni. 2014)	• Menentukan rute optimum dari Kecamatan Ngaliyan ke Kecamatan Sampangan.	• *Node* atau lokasi tujuan mauapun lokasi yang akan dilewati • Panjang jarak antar *node* sebagai bobot	Algoritma *Greedy*	• Pada penelitian Hayati dalam menentukan rute tercepat menggunakan algoritma *greedy*, sedangkan pada penelitian kali ini yang akan digunakan ialah metode algoritma dijkstra, walaupun berbeda metode namun kedua algoritma ini memiliki pola yang sama dalam menentukan rute tercepat.	Proses dalam menentukan rute efektif dengan meninjau kondisi kemacetan dan jarak tercepat akan digunakan sebagai variabel dalam menentukan rute tercepat pada penelitian kali ini.

Tabel 2.11 (Lanjutan) Studi Terdahulu

No.	Judul	Tujuan	Variabel	Analisis	Perbedaan Penelitian	Output yang digunakan
5.	Tinjauan Geometrik Jalan Dan Kinerja Jalan Dalam Penentuan Rute Pergerakan Angkutan Barang di Kota Pontianak (Erwan, K., Mukti, Elsa T. & Suyono, R.S. 2010)	• Mengetahui jenis kendaraan angkutan barang (kendaraan berat) yang sesuai dengan kondisi geometrik serta kinerja jalan kota Pontianak.	• Karakteristik kendaraan • Dimensi kendaraan • Pola perjalanan angkutan barang • Kemampuan manuver kendaraan	• Analsis Kinerja jalan • Analisis kausal -komparatif	• Penentuan rute oleh Erwan mempertimbangkan dimensi jalan yang dilalui dan manuver angkutan barang, sedangkan pada penelitian kali ini penentuan rute tidak mempertimbangkan kemampuan manuver angkutan barang saat melewati jalan yang dipilih.	Metode dalam menentukan ruas jalan yang paling banyak dilalui oleh kendaraan angkutan barang akan digunakan dalam penelitian kali ini, serta kinerja jalan/tingkat pelayanan jalan akan dijadikan pertimbangan dalam menantukan rute.

2.5. Kerangka Teori

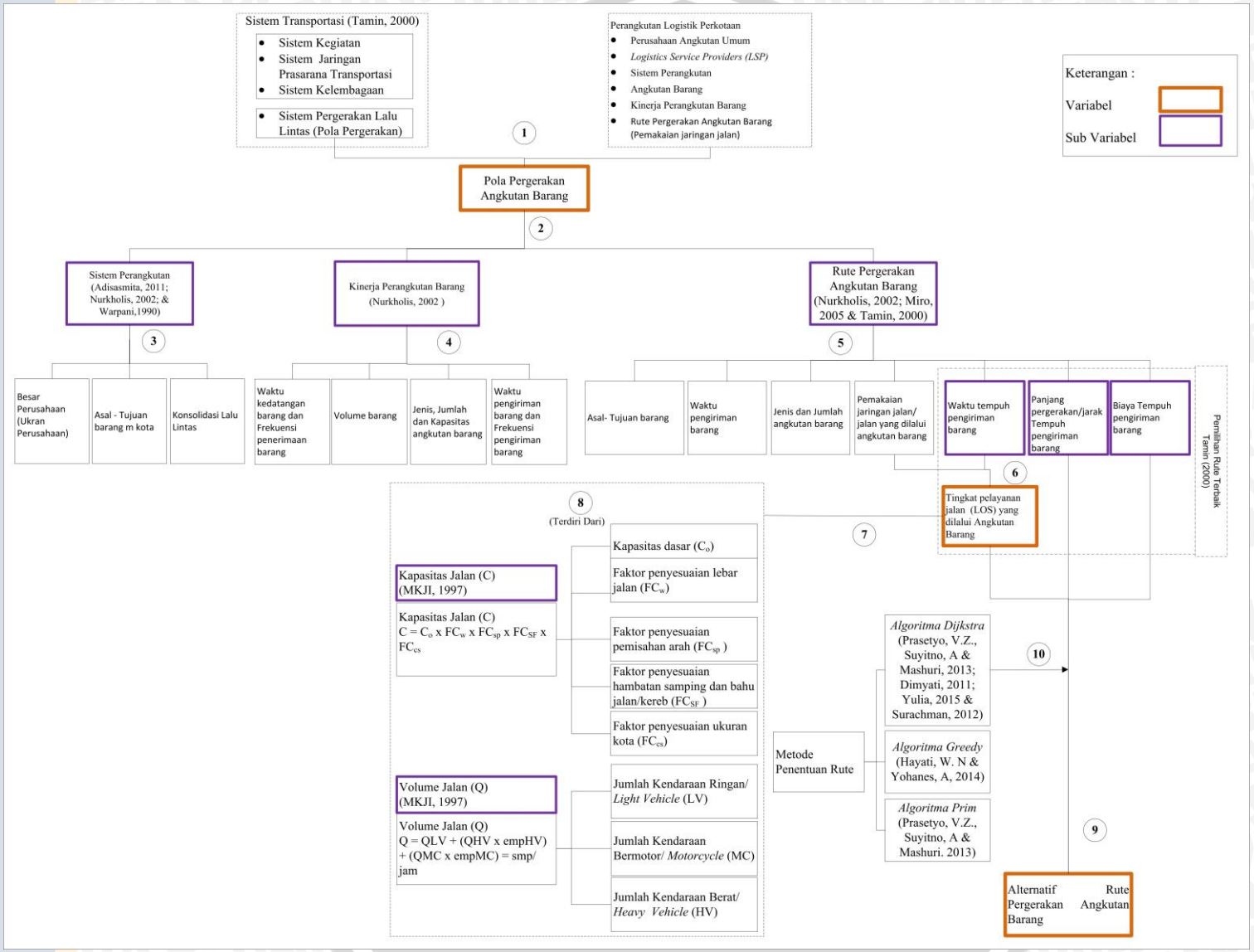
Kerangka teori merupakan hasil sintesis dalam menentukan variabel maupun sub variabel yang didapatkan dari beberapa teori maupun hasil dari penelitian sebelumnya yang kemudian dijadikan sebagai acuan dalam mengerjakan penelitian kali ini, kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.4 dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Pola pergerakan angkutan barang merupakan hasil gabungan dari teori kegiatan logistik yang terdapat keterkaitan antara pelaku logistik dengan sistem transportasi. Pelaku logistik dalam hal ini ialah perusahaan angkutan umum atau lebih spesifiknya ialah Penyedia Jasa Logistik *(Logistics Service Provider)*, sedangkan sistem transportasi yang dimaksud ialah berupa sistem pergerakan lalu lintas. Sistem perangkutan merupakan bagian dari kegiatan aktivitas logistik yang didalam terdapat alur perangkutan/alur distribusi barang, angkutan yang mengangkut dan kinerja perangkutan barang tersebut serta pemakaian jaringan jalan sebagai rute yang dilalui untuk melakukan pengiriman barang.
2. Berdasarkan teori sistem transportasi (Tamin, 200) dengan teori perangkutan logistik perkotaan, maka didapatkan hasil sintesis bahwa pola pergerakan angkutan barang terdiri dari sistem perangkutan, kinerja perangkutan barang dan rute pergerakan angkutan barang.
3. Berdasarkan sintesis teori didapatkan tiga faktor yang akan menghasilkan sebuah sistem perangkutan, yaitu ukuran perusahaan, asal-tujuan barang, dan konsolidasi lalu lintas yang dilakukan dalam kegiatan perangkutan barang.
4. Kinerja perangkutan barang merupakan faktor yang akan memperngaruhi pola pergerakan angkutan barang, jika kinerja perangkutan barang baik maka kegiatan pengiriman barang/ pergerakan angkutan barang akan se-efisien mungkin dengan hanyan melakukan seminimal mungkin pergerakan angkutan barang. Kinerja perangkutan barang diperoleh melalui waktu kedatangan barang, frekuensi penerimaan barang, volume barang, jenis angkutan barang, jumlah angkutan barang, kapasitas angkutan barang, waktu pengiriman barang, frekuensi pengiriman barang.
5. Dibutuhkan data-data untuk mendapatkan rute pergerkan angkutan barang berdasarkan Nurkholis (2002), Miro (2005), dan Tamin (2000), maka data yang dibutuhkan adalah data asal-tujuan barang, waktu pengiriman barang/jadwal pengiriman barang, pemakaian jaringan jalan/ jalan yan dilalui oleh angkutan

barang, waktu tempuh pengiriman barang, jarak tempuh pengiriman barang dan biaya tempuh pengiriman barang.

6. Variabel ke-2 yaitu tingkat pelayanan jalan (LOS) yang dilalui angkutan barang diperoleh dari pemakaian jaringan jalan atau jalan yang dilalui oleh angkutan barang. Tingkat pelayanan jalan (LOS) merupakan turunan dari waktu tempuh pengiriman, dimana waktu tempuh akan diperngaruhi oleh kondisi lalu lintas yaitu berupa arus lalu lintas, untuk mengetahui kondisi lalu lintas diperlukan analisis tingkat pelayanan jalan (LOS).
7. Tingkat pelayanan jalan (LOS) diperoleh melalui perhitungan kapasitas jalan dan volume jalan sehingga akan diketahui tingkatan atau level dari pelayanan suatu jalan. Tingkat pelayanan jalan dilihat dari perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan serta kecepatan lalu lintas pada ruas jalan tersebut (MKJI, 1997).
8. Kapasitas jalan (C) diperoleh dari hasil perkalian dari kapasitas dasar, faktor penyesuaian lebar jalan, faktor penyesuaian hambatn samping dan bahu jalan, serta faktor penyesuaian ukuran kota (MKJI, 1997), volume jalan (Q) diperoleh dari jumlah kendaraan ringan, jumlah kendaraan bermotor dan jumlah kendaraan berat.
9. Alternatif rute pergerakan angkutan barang diperoleh berdasarkan teori pemilihan rute terbaik oleh Tamin (2000). Penentuan rute terbaik menurut Tamin (2000) ialah didapatkan dengan pertimbangan waktu tempuh, jarak tempuh, biaya tempuh serta yang terpenting ialah kondisi lalu lintas yang ditunjukkan dengan tingkat pelayanan jalan (LOS), sehingga rute terbaik merupakan rute terpendek, tercepat dan termurah.
10. Metode yang digunakan untuk mendapatkan alternatif rute pergerakan angkutan barang ialah dengan Algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra akan mengasilkan rute dengan lintasan terpendek.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 2.4. Kerangka Teori

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA