

ANALISIS KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS DAN TINGKAT PELAYANAN RUAS JALAN KOTI, KOTA JAYAPURA

ANALYSIS OF TRAFFIC FLOW CHARACTERISTIC AND SERVICE LEVEL OF KOTI ROAD, JAYAPURA CITY

Rezya Tri Ramadhani^{1*}, Dewi Anggraeni², dan Arief Fath Atiya³

^{1,2,3}Prodi Teknik Sipil, FTSP, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, Kota Jayapura, Indonesia

*e-mail penulis korespondensi: rezyaramadhani124@gmail.com

ABSTRAK

Pada ruas Jalan Koti, yang melintasi kawasan pelabuhan Kota Jayapura, sering terjadi peningkatan arus lalu lintas yang besar pada saat jam-jam sibuk, terlebih saat kedatangan kapal penumpang, sehingga terjadi penumpukan kendaraan yang besar di sana. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik arus lalu lintas pada ruas jalan Koti antara lain: volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas serta hubungan antara variabel tersebut, dan tingkat pelayanan jalan. Metode Greenshield dan Greenberg digunakan untuk menganalisis hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik lalu lintas pada ruas jalan Koti sedikit berbeda untuk masing-masing arah, di mana pada saat pagi hingga siang hari, volume kendaraan arah Argapura-Kota cenderung lebih besar dari pada arah Kota-Argapura, sedangkan pada siang hingga sore hari, volume kendaraan cenderung lebih besar pada arah Kota-Argapura dari pada arah Argapura-Kota. Hal ini terjadi karena wilayah Kota merupakan kawasan pusat perkantoran dan pertokoan sehingga menarik pergerakan yang relatif lebih besar bila dibandingkan wilayah lainnya saat aktivitas dimulai pada pagi hari dan pada sore hari terjadi arus balik menuju daerah asal saat jam pulang kantor. Hasil dengan pemodelan Greenshield lebih mendekati data hasil survei di lapangan dan tingkat pelayanan ruas jalan Koti berada pada kategori B yang artinya arus stabil, kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, dan pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan.

Kata Kunci : *Volume, Kecepatan, Kepadatan, Tingkat Pelayanan Jalan*

ABSTRACT

On Jalan Koti, which crosses the port area of Jayapura City, there is often a large increase in traffic flow during rush hours, especially when passenger ships arrive, resulting in a large buildup of vehicles there. This study aims to identify the characteristics of traffic flow on the Koti road, including: volume, speed and density of traffic as well as the relationship between these variables and the level of road service. Greenshield and Greenberg's method is used to analyze the relationship between volume, speed, and vehicle density. The results of the study show that the traffic characteristics on the Koti road section are slightly different for each direction, where from morning to noon, the volume of vehicles in the Argapura-Kota direction tends to be greater than in the Kota-Argapura direction, while in the noon to the evening, the volume of vehicles tends to be greater in the Kota-Argapura direction than the Argapura-Kota direction. This happens because the Kota area is a central office and shopping area so that it attracts relatively larger movements compared to other areas when activities start in the morning and in the afternoon there is a return flow to the area of origin during office hours. The results with Greenshield modeling are closer to field survey data and the level of service for the Koti road section is in category B, which means that the flow is stable, the speed is limited by traffic conditions, and the driver has sufficient freedom to choose the speed.

Keywords : *Volume, Speed, Density, Road Service Level*

I. PENDAHULUAN

Pada ruas Jalan Koti, yang melintasi kawasan pelabuhan Kota Jayapura, sering terjadi peningkatan arus lalu lintas yang besar pada saat jam-jam sibuk, terlebih saat kedatangan kapal penumpang, sehingga terjadi penumpukan kendaraan yang besar di sana. Kegiatan sehari-hari yang dilakukan dalam rangkaian pelaksanaan kegiatan sosial ekonomi masyarakat seperti: sekolah, ibadah, bekerja, dan berbelanja di kawasan tersebut, menjadi terganggu.

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, sarana transportasi yang di gunakan oleh manusia semakin meningkat. Potensi antar daerah yang berbeda mendorong manusia untuk melakukan pergerakan dalam memenuhi kebutuhan barang atau jasa, yang juga semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan manusia ini perlu didukung dengan keberadaan sarana transportasi yang memadai sehingga tujuan dapat tercapai. Bertambahnya sarana transportasi ini mengakibatkan volume lalu lintas pada jalan semakin besar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik lalu lintas dan tingkat pelayanan ruas jalan Koti di Kota Jayapura. Pendekatan kuantitatif merupakan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini. Analisis menggunakan model matematis dari model Greenberg dan Greenshield. Kedua model tersebut memodelkan hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan, volume-kepadatan, dan volume-kecepatan.

II. METODE PENELITIAN

Volume Lalu Lintas

Volume adalah variabel paling penting pada rekayasa lalu lintas, dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu. Jumlah gerakan yang dihitung dapat meliputi hanya tiap moda lalu lintas saja, seperti : pejalan kaki, mobil, bus atau mobil

barang, atau kelompok-kelompok campuran moda.

$$V = \frac{N}{T}$$

Dengan :

V = volume lalu lintas (kend/jam)

N = banyaknya kendaraan (kend)

T = waktu pengamatan (jam)

Kecepatan

Kecepatan adalah jarak yang dapat ditempuh dalam waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan Km/jam. Pemakai jalan dapat menaikan kecepatan untuk memperpendek waktu perjalanan atau memperpanjang jarak perjalanan. Kecepatan diidentifikasi sebagai suatu laju pergerakan seperti jarak persatuan waktu, umumnya dalam mil/jam atau Km/jam. Karen begitu beragam kecepatan individual dalam aliran arus lalu lintas maka biasanya menggunakan kecepatan rata-rata. Untuk menghitung kecepatan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$v = \frac{d}{t}$$

Dengan:

v = kecepatan kendaraan (Km/jam)

d = jarak kendaraan yang digunakan (Km)

t = lamanya kendaraan yang digunakan (jam)

Kepadatan

Jumlah kendaraan yang berada pada sepanjang jalan tertentu dengan satuan kend/jam disebut dengan kepadatan lalu lintas (Tamin, 2000). Adapun persamaan matematis dari kepadatan lalu lintas adalah:

$$K = n/l$$

K = kepadatan lalu lintas (kend/Km)

n = banyaknya kendaraan (kend/jam)

l = panjang jalan (Km)

Model Greenshield

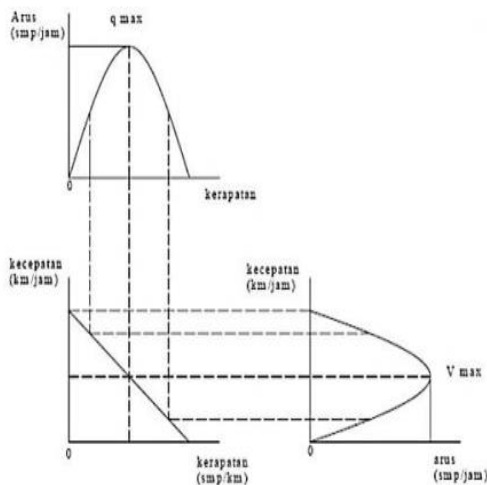
Greenshield memodelkan kondisi lalu lintas tanpa gangguan dan gerak secara bebas (*steady state condition*), berupa suatu pendekatan hubungan antara kecepatan dan kepadatan yang mengikuti

fungsi linear. Model ini dapat diuraikan sebagai berikut:

$$U_s = U_f - (U_f/D_j) \cdot D$$

Di mana :

- U_s = kecepatan rata rata ruang (Km/jam)
- U_f = kecepatan pada kondisi arus bebas (Km/jam)
- D = kepadatan (smp/Km)
- D_j = kepadatan kondisi jalan (smp/Km)



Gambar 1. Hubungan Matematis Greenshield

Model Greenberg

Model Greenberg mengasumsikan bahwa arus lalu lintas mempunyai kesamaan dengan arus fluida atau persamaan kontinuitas dari gerak benda cair. Hubungan matematis antara kepadatan dan kecepatan dapat dinyatakan dalam bentuk logaritma natural. Model ini tidak valid untuk kepadatan yang kecil karena pada kepadatan mendekati nol, kecepatan bernilai sangat besar (tak terhingga).

Model Greenberg dapat dinyatakan melalui persamaan berikut ini:

$$D = c \cdot e \cdot b \cdot s$$

c dan b merupakan nilai konstan. Menggunakan analogi aliran fluida, maka diturunkan persamaan sebagai berikut:

$$U_s = U_m \cdot \ln(D_j / D)$$

Di mana :

U_s = kecepatan rata rata ruang (Km/jalan)

U_m = kecepatan saat volume maksimum (Km / jam)

D = kepadatan (smp/Km)

D_j = kepadatan kondisi jalan (smp/Km)

Kapasitas

Kapasitas merupakan volume maksimum kendaraan yang melalui titik tertentu di jalan yang dipertahankan per satu jam. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), kapasitas dasar adalah volume maksimum kendaraan per satu jam yang melalui satu potongan jalur jalan (untuk jalan multi lajur) atau satu potongan jalan (untuk jalan 4 lajur) pada kondisi jalan tertentu. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), menghitung kapasitas menggunakan rumus berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{cs}$$

Dengan:

C = kapasitas (smp/jam)

C_o = kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{sp} = faktor penyesuaian arah lalu lintas

FC_{sf} = faktor penyesuaian gesekan dan kerb

FC_{cs} = faktor ukuran kota

Pengumpulan Data

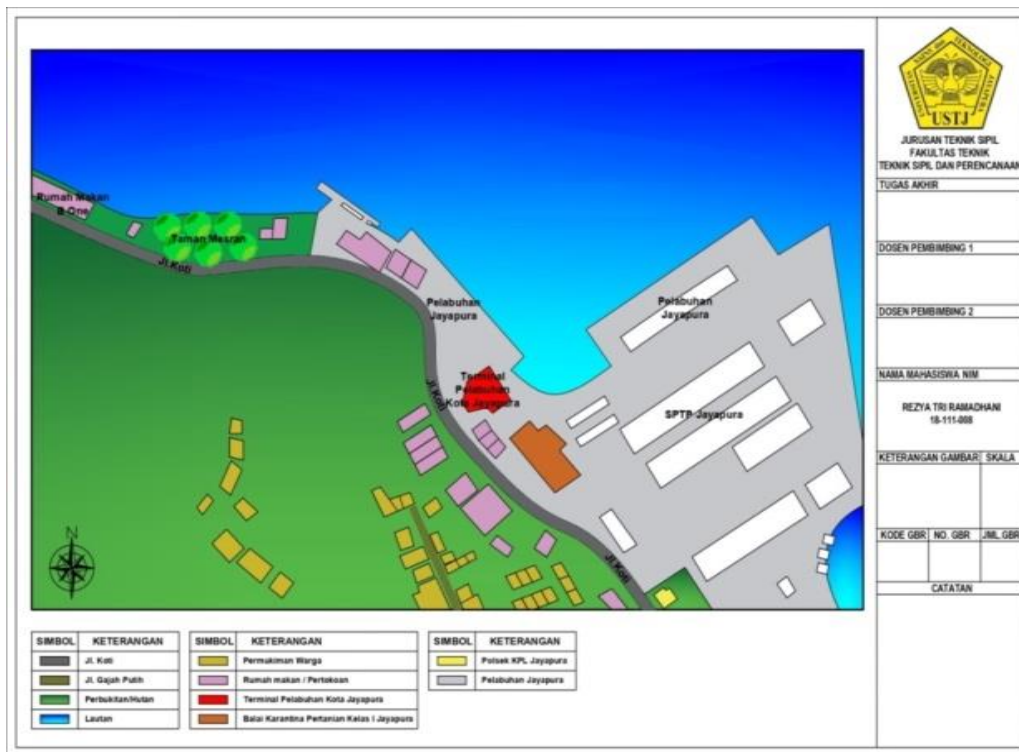
Data dikelompokkan menjadi dua, yaitu data primer dan sekunder. Data primer merupakan hasil survei lapangan berupa data geometrik jalan, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan dan hambatan samping. Sedangkan data sekunder merupakan data yang didapatkan dari pihak lain berupa peta lokasi dan data penduduk.

Pengambilan data primer berupa volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan dilakukan selama 6 (enam) hari pada akhir bulan November 2022, dari jam 08.00 - 18.00 WIT, sedangkan pengambilan data geometrik jalan dilakukan pada malam hari agar tidak mengganggu aktivitas lalu lintas. Lokasi penelitian berada pada ruas jalan Kota-Argapura, Kota Jayapura, atau dikenal juga dengan nama Jalan Koti. Istilah 'Kota' di sini mengacu pada kawasan pusat perkantoran dan pertokoan di Kota Jayapura.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kota Jayapura, yang terletak di timur Indonesia, merupakan pusat pemukiman terpadat di Provinsi Papua. Dengan luas wilayah 940 Km², kota ini menampung penduduk sebanyak 338.341 jiwa pada tahun 2021, dengan tingkat pertumbuhan mencapai 4,10% per tahun. Kota Jayapura terletak di bagian utara Provinsi Papua pada 1° 28'17,26"-3°58'0,82" Lintang Selatan dan 137°34'10,6"-141°0'8,22" Bujur Timur.

Lokasi penelitian pada ruas jalan Koti, yang melewati Pelabuhan Jayapura, sepanjang sekitar ± 500 meter (lihat Gambar 2). Karakteristik fisik ruas jalan tersebut adalah sebagai berikut: ruas jalan dengan 1 lajur 2 arah; lebar lajur kiri dan kanan 4 meter; pemisah lajur terdiri dari marka jalan, trotoar, dan kondisi perkerasan baik, berupa lapis perkerasan asphalt.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas dilakukan selama enam hari. Data masing-masing jenis kendaraan dijumlahkan pada kedua arahnya (Kota-Argapura dan Argapura-

Kota) setelah sebelumnya dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp), sehingga didapat jumlah total semua jenis kendaraan satuan smp/jam (lihat juga Tabel 1 sampai dengan Tabel 4).

Tabel 1. Volume Lalu Lintas Arah Argapura-Kota pada Hari Senin

No	Waktu	Jumlah Kendaraan (unit)			Volume Kendaraan Menurut Jenisnya (smp/jam)			Total Kendaraan (unit)	Total Volume (smp/jam)
		MC	LV	HV	MC (0,25)	LV (1,0)	HV (1,2)		
1	07.00 - 08.00	817	377	90	204,3	377	108	1284	689,3
2	08.00 - 09.00	721	341	76	180,3	341	91,2	1138	612,5
3	09.00 - 10.00	651	367	80	162,8	367	96	1098	625,8

4	10.00 - 11.00	463	275	63	115,8	275	75,6	801	466,4
5	11.00 - 12.00	571	329	57	142,8	329	68,4	957	540,2
6	12.00 - 13.00	496	300	59	124,0	300	70,8	855	494,8
7	13.00 - 14.00	552	289	60	138,0	289	72	901	499,0
8	14.00 - 15.00	688	366	54	172,0	366	64,8	1108	602,8
9	15.00 - 16.00	640	409	67	160,0	409	80,4	1116	649,4
10	16.00 - 17.00	785	432	58	196,3	432	69,6	1275	697,9
11	17.00 - 18.00	780	397	52	195,0	397	62,4	1229	654,4

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 2. Volume Lalu Lintas Arah Argapura-Kota pada Hari Kerja

No	Waktu	Total Volume Kendaraan (smp/jam)					
		Arah Argapura-Kota			Arah Kota-Argapura		
		Senin	Selasa	Kamis	Senin	Selasa	Kamis
1	07.00 - 08.00	689,3	612,8	599,6	636,6	694,0	773,8
2	08.00 - 09.00	612,5	666,5	625,0	582,9	697,5	590,9
3	09.00 - 10.00	625,8	627,0	612,3	617,4	588,3	641,6
4	10.00 - 11.00	466,4	571,8	550,4	582,1	556,9	548,9
5	11.00 - 12.00	540,2	489,9	521,2	535,5	504,9	536,7
6	12.00 - 13.00	494,8	563,1	533,2	566,7	531,4	592,5
7	13.00 - 14.00	499,0	520,0	495,0	623,0	584,7	554,5
8	14.00 - 15.00	602,8	545,8	519,3	591,1	685,1	565,8
9	15.00 - 16.00	649,4	614,1	551,3	686,3	671,8	636,4
10	16.00 - 17.00	697,9	787,9	704,0	875,3	716,8	653,5
11	17.00 - 18.00	654,4	679,0	571,6	656,6	716,0	588,9
Rata-Rata		593,8	607,1	571,2	632,1	631,6	607,6

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Variasi volume lalu lintas pada hari kerja mengalami fluktuasi. Hal ini terjadi karena terkait dengan jenis aktivitas yang memiliki jam aktivitas tersendiri, seperti misalkan kerja kantor, pendidikan, perdagangan, sosial, dan lain sebagainya. Volume jam puncak pada hari kerja di ruas jalan arah Argapura-Kota terjadi pada hari Selasa, 22 November 2022, jam 16.00-17.00 WIT, saat jam pulang kantor, yaitu sebesar 787,9 smp/jam. Sedangkan untuk ruas jalan arah Kota-Argapura, volume jam puncak pada hari kerja terjadi pada hari Senin 28 November 2022, jam 16.00-17.00 WIT, saat jam pulang kantor, yaitu sebesar 875,3 smp/jam (lihat Tabel 2).

Hari Minggu merupakan hari libur nasional dan menurut peraturan pemerintah setempat, tempat rekreasi dan

area perbelanjaan di Kota Jayapura dibuka di atas jam 12.00 WIT, maka survei tidak dilakukan pada hari tersebut karena diasumsikan tidak terjadi kepadatan arus lalu lintas yang signifikan. Variasi volume lalu lintas pada hari libur, yang dilakukan pada hari Sabtu, mengalami fluktuasi (lihat Tabel 3). Volume jam puncak pada hari libur di ruas jalan arah Argapura-Kota terjadi pada jam 17.00 – 18.00 WIT sebesar 890,8 smp/jam yang merupakan jam puncak masyarakat akan menikmati malam minggu di akhir pekan. Sedangkan untuk ruas jalan Kota-Argapura, volume jam puncak pada hari libur juga terjadi pada jam 17.00 – 18.00 WIT, yaitu sebesar 723,8 smp/jam.

Tabel 3. Volume Lalu Lintas pada Hari Libur (Sabtu)

No	Waktu	Total Volume Kendaraan (smp/jam)	
		Arah Argapura-Kota	Arah Kota-Argapura
1	07.00 - 08.00	520,4	452,2
2	08.00 - 09.00	578,9	577,4
3	09.00 - 10.00	601,8	506,9
4	10.00 - 11.00	515,1	541,0
5	11.00 - 12.00	555,2	700,5
6	12.00 - 13.00	540,1	542,5
7	13.00 - 14.00	498,4	554,9
8	14.00 - 15.00	482,4	580,3
9	15.00 - 16.00	543,9	673,2
10	16.00 - 17.00	813,1	723,8
11	17.00 - 18.00	890,8	603,3
Rata-Rata		594,5	586,9

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 4. Volume Lalu Lintas pada Hari Kedatangan Kapal Penumpang

No	Waktu	Total Volume Kendaraan (smp/jam)			
		Arah Argapura-Kota		Arah Kota-Argapura	
		Rabu	Jumat	Rabu	Jumat
1	07.00 - 08.00	677,8	520,2	588,0	530,4
2	08.00 - 09.00	509,2	580,1	470,0	571,3
3	09.00 - 10.00	548,3	540,0	737,9	544,4
4	10.00 - 11.00	511,5	464,1	503,7	508,8
5	11.00 - 12.00	545,9	418,5	644,2	356,9
6	12.00 - 13.00	334,7	308,3	356,6	335,4
7	13.00 - 14.00	385,1	573,4	452,0	519,4
8	14.00 - 15.00	500,6	607,3	650,6	606,8
9	15.00 - 16.00	660,6	541,9	615,5	533,6
10	16.00 - 17.00	647,3	598,4	820,9	605,5
11	17.00 - 18.00	600,9	593,7	680,4	671,2
Rata-Rata		538,3	522,3	592,7	525,8

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Variasi volume lalu lintas pada hari kedatangan kapal penumpang mengalami fluktuasi (lihat Tabel 4). Volume jam puncak pada ruas jalan arah Argapura-Kota terjadi di hari Rabu pada jam 07.00 – 08.00 WIT yaitu sebesar 677,8 (smp/jam). Sedangkan pada ruas jalan arah Kota-Argapura volume jam puncak terjadi di hari Rabu pada jam 16.00 – 17.00 WIT, yaitu sebesar 820,9 (smp/jam).

Volume lalu lintas terendah arah Argapura-Kota menurut hasil survei terjadi di hari Jumat 25, November 2022 pada jam 12.00-13.00 WIT sebesar 308,3 smp/jam dengan mayoritas kendaraan yang melintas bertujuan untuk menjemput penumpang pada area pelabuhan. Sedangkan untuk arah Kota-Argapura, volume terendah juga terjadi pada hari kedatangan kapal penumpang, yaitu pada hari Jumat pukul 12.00-13.00 WIT, sebesar 335,4 smp/jam.

Kecepatan

Survei kecepatan dibagi dalam tiga waktu dalam satu hari, yaitu pagi, siang, dan sore. Setiap waktu diambil 30 sampel random dari setiap jenis kendaraan. Hasil analisis dari data hasil survei dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Kecepatan tertinggi arah Argapura-Kota terjadi pada hari Selasa jam 12.00-14.00 WIT. Angka kecepatan terendah arah Argapura-Kota terjadi pada saat hari kedatangan kapal penumpang yaitu pada hari Jumat, 25 November 2022, pukul 12.00-14.00 WIT, sebesar 21,55 Km/jam, akibat banyaknya aktivitas pada ruas jalan tersebut seperti penjemputan penumpang kapal, aktivitas bongkar muat, hingga masyarakat yang tetap melewati ruas jalan tersebut walaupun ada papan peringatan sehingga terjadi penumpukkan dan kendaraan tidak dapat melaju dengan normal.

Kecepatan tertinggi arah Kota-Argapura terjadi pada hari Selasa pukul 12.00 – 14.00 WIT yaitu sebesar 40,74 Km/jam, sedangkan kecepatan rata-rata terendah arah Kota-Argapura terjadi pada hari Rabu, 23 November 2022, pukul 12.00 – 14.00 WIT, yaitu sebesar 17,4 Km/jam. Hal ini terjadi karena bertepatan dengan kedatangan kapal penumpang dan banyaknya aktivitas pada ruas jalan tersebut seperti penjemputan penumpang kapal, aktivitas bongkar muat, hingga masyarakat yang tetap melewati ruas jalan tersebut walaupun sudah ada papan peringatan sehingga terjadi penumpukkan dan kendaraan tidak dapat melaju dengan normal.

Tabel 5. Kecepatan Lalu Lintas Rata-Rata Arah Argapura-Kota

Hari	Pagi	Siang	Sore	Kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)
	07.00-11.00	12.00-14.00	15.00-18.00	
Senin	36,6	36,4	38,27	37,10
Selasa	37,11	40,04	36,85	38,00
Rabu	36,24	25,51	27,87	29,87
Kamis	33,26	34,02	31,83	33,04
Jumat	33,06	21,55	31,33	28,65
Sabtu	34,32	32,11	33,95	33,46

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 6. Kecepatan Lalu Lintas Rata-Rata Arah Kota-Argapura

Hari	Pagi	Siang	Sore	Kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)
	07.00-11.00	12.00-14.00	15.00-18.00	
Senin	37,8	35,7	40,00	37,81
Selasa	39,72	40,74	34,06	38,17
Rabu	34,38	17,41	35,55	29,12
Kamis	35,59	33,03	31,65	33,42
Jumat	33,68	17,52	31,73	27,64
Sabtu	33,39	33,71	31,09	32,73

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Kepadatan

Untuk arah Argapura-Kota, kepadatan kendaraan tertinggi terjadi pada hari Jumat yaitu sebesar 18,23 smp/Km, saat kedatangan kapal penumpang. Kepadatan kendaraan mencapai batas maksimum dan terjadi kemacetan. Sedangkan kepadatan terendah terjadi pada hari Selasa yaitu sebesar 15,98 smp/Km (lihat Tabel 7).

Untuk arah Kota-Argapura, kepadatan kendaraan tertinggi terjadi pada hari Rabu yaitu sebesar 20,36 smp/Km, saat kedatangan kapal penumpang. Sedangkan kepadatan terendah terjadi pada hari Selasa yaitu sebesar 16,55 smp/Km (lihat Tabel 8).

Tabel 7. Kepadatan Lalu Lintas Arah Argapura-Kota

Hari	Volume Rata-Rata (smp/Jam)	Kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)	Kepadatan Rata-Rata (smp/Km)
Senin	593,84	37,10	16,01
Selasa	607,06	38,00	15,98
Rabu	538,33	29,87	18,02
Kamis	571,16	33,04	17,29
Jumat	522,34	28,65	18,23
Sabtu	594,54	33,46	17,77

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 8. Kepadatan Lalu Lintas Arah Kota-Argapura

Hari	Volume Rata-Rata (smp/Jam)	Kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)	Kepadatan Rata-Rata (smp/Km)
Senin	632,11	37,81	16,72
Selasa	631,57	38,17	16,55
Rabu	592,69	29,12	20,36
Kamis	607,57	33,42	18,18
Jumat	525,77	27,64	19,02
Sabtu	586,89	32,73	17,93

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Analisis Karakteristik Lalu Lintas dengan Metode Greenshield

1. Hubungan Kecepatan-Kepadatan

Nilai U_f , U_f/D_j , D , dan U_s dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$U_s = U_f - (U_f/D_j) D$$

Untuk arah Kota-Argapura, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$U_s = 80,5 - 2,6 D$$

$$y = 80,5 - 2,6 x$$

Untuk arah Argapura-Kota, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$U_s = 95,96 - 3,64 D$$

$$y = 95,96 - 3,64 x$$

keterangan :

y = kecepatan

x = kepadatan

Tabel 9. Hubungan Kecepatan-Kepadatan Lalu Lintas Arah Kota-Argapura dengan Metode Greenshield

Hari	Kepadatan (smp/jam)	Kecepatan (Km/Jam)	$U_s=U_f-(U_f/D_j)D$
	X	Y	$U_s=80,5 - 2,6 D$
Senin	17,6	35,8	34,62
Selasa	16,5	38,2	37,46
Rabu	20,4	29,1	27,55
Kamis	19,1	31,8	30,74
Jumat	19,0	27,6	31,02
Sabtu	17,9	32,7	33,86

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 10. Hubungan Kecepatan-Kepadatan Lalu Lintas Arah Argapura-Kota dengan Metode Greenshield

Hari	Kepadatan (smp/jam)	Kecepatan (Km/jam)	$U_s=U_f-(U_f/D_j)D$
	X	Y	$U_s=95,96-3,64 D$
Senin	16,0	37,1	37,64
Selasa	16,0	38,0	37,76
Rabu	17,8	29,9	31,00
Kamis	17,3	33,0	32,97
Jumat	18,2	28,6	29,53
Sabtu	17,8	33,5	31,22

Sumber : Hasil Analisis, 2022

2. Hubungan Volume-Kepadatan

Nilai volume diperoleh dari persamaan $V= U_s.D$, maka untuk kedua arah lalu lintas, diperoleh persamaan sebagai berikut:

Arah Kota-Argapura:

$$V = (80,5 - 2,6 D) . D$$

$$V = 80,5 D - 2,6 D^2$$

Arah Argapura-Kota:

$$V = (95,96 - 3,64) . D$$

$$V = 95,96 D - 3,64 D^2$$

Tabel 11. Hubungan Volume-Kepadatan Lalu Lintas Arah Kota-Argapura dengan Metode Greenshield

Hari	Kepadatan (smp/jam)	X^2	$V=U_s.D$
	X		$V= (80,5 D - 2,6 D^2)$
Senin	17,6	311,2	610,63
Selasa	16,5	273,8	619,85
Rabu	20,4	414,4	560,82
Kamis	19,1	366,0	588,04
Jumat	19,0	361,8	590,11
Sabtu	17,9	321,5	607,13

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 12. Hubungan Volume-Kepadatan Lalu Lintas Arah Argapura-Kota dengan Metode Greenshield

Hari	Kepadatan (smp/jam)	X^2	$V=U_s.D$
	X		$V=95,96 D - 3,64D^2$
Senin	16,0	256,2	602,5
Selasa	16,0	255,2	603,1
Rabu	17,8	317,9	552,7
Kamis	17,3	298,9	570,0
Jumat	18,2	332,4	538,4
Sabtu	17,8	315,7	554,8

Sumber : Hasil Analisis, 2022

3. Hubungan Volume-Kecepatan

Hubungan antara volume dengan kecepatan diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$V = D_j.U_s - (D_j/U_f) U_s^2$$

Untuk arah Kota-Argapura:

$$U_f/D_j = 2,6 \text{ dan } U_f = 80,5$$

maka :

$$D_j = \frac{80,5}{2,6} = 30,94$$

$$\frac{D_j}{U_f} = \frac{30,94}{80,5} = 0,38$$

$$V = 30,94 U_s - (0,38 U_s^2)$$

Untuk arah Argapura-Kota:

$$U_f/D_j = 3,57, \text{ dan } U_f = 94,88$$

maka :

$$D_j = \frac{95,96}{3,64} = 26,34$$

$$\frac{Dj}{Uf} = \frac{26,34}{95,96} = 0,27$$

$$V = 26,34 Us - 0,27 Us$$

Tabel 13. Hubungan Volume-Kecepatan Lalu Lintas Arah Kota-Argapura dengan Metode Greenshield

Hari	Kecepatan (Km/jam)	X ²	V=Dj.U _s -(Dj/U _f)U _s ²
	X		V=30,94 U _s -0,38 U _s ²
Senin	35,8	1284,0	615,34
Selasa	38,2	1457,1	621,18
Rabu	29,1	847,7	575,17
Kamis	31,8	1008,6	595,11
Jumat	27,6	764,1	561,72
Sabtu	32,7	1071,3	601,09

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 14. Hubungan Volume-Kecepatan Lalu Lintas Arah Argapura-Kota dengan Metode Greenshield

Hari	Kecepatan (Km/jam)	Y ²	V=Dj.U _s -(Dj/U _f)U _s ²
	Y		V=26,34 U _s -0,27 U _s ²
Senin	37,1	1376,3	599,3
Selasa	38,0	1444,0	604,5
Rabu	29,9	892,4	541,9
Kamis	33,0	1091,4	570,6
Jumat	28,6	820,7	529,3
Sabtu	33,5	1119,7	574,0

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Analisis Karakteristik Lalu Lintas dengan Metode Greenberg

1. Hubungan Antara Kecepatan-Kepadatan
Sejalan dengan analogi aliran fluida, model Greenberg menurunkan persamaan:
 $Us = Um \cdot \ln(Dj / D)$

Di mana :

Us = kecepatan rata-rata ruang (Km/jalan)

Um = kecepatan saat volume maksimum (Km/jam)

D = kepadatan (smp/Km)

Dj = kepadatan kondisi maksimum (smp/Km)

Estimasi kasar untuk menentukan kecepatan optimum kurang lebih setengah dari kecepatan rencana sehingga

persamaan tersebut di atas dapat ditulis ke dalam bentuk persamaan lain yaitu :

$$Us = Um \cdot \ln Dj - Um \cdot \ln D$$

Maka perhitungan untuk arah Kota-Argapura adalah sebagai berikut:

$$Um = 48,23$$

$$Um \cdot \ln Dj = 173,01$$

$$\ln DJ = \frac{173,01}{Um} = \frac{173,01}{48,23} = 3,58$$

$$Dj = \ln^{-1} 3,58 = 36,11$$

$$Us = 173,01 - 48,23 \cdot \ln D$$

Untuk arah Argapura-Kota:

$$Um = 61,73$$

$$Um \cdot \ln Dj = 208,81$$

$$\ln DJ = \frac{208,81}{Um} = \frac{208,81}{61,73} = 3,38$$

$$Dj = \ln^{-1} 3,38 = 29,46$$

$$Us = 208,81 - 61,73 \cdot \ln D$$

Tabel 15. Hubungan Kepadatan-Kecepatan Lalu Lintas Arah Kota-Argapura dengan Metode Greenberg

Hari	Kepadatan (D) (smp/jam)	ln D	Kecepatan (S) (Km/jam)	Us
				Us = 173,01 - 48,23.ln D
Senin	17,64	2,87	35,8	34,57
Selasa	16,55	2,81	38,2	37,66
Rabu	20,36	3,01	29,1	27,66
Kamis	19,13	2,95	31,8	30,65
Jumat	19,02	2,95	27,6	30,93
Sabtu	17,93	2,89	32,7	33,78

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 16. Hubungan Kepadatan-Kecepatan Lalu Lintas Arah Argapura-Kota dengan Metode Greenberg

Hari	Kepadatan (D) (smp/jam)	ln D	Kecepatan (S) (Km/jam)	Us
				Us = 208,81 - 61,73.lnD
Senin	16,01	2,77	37,1	37,65
Selasa	15,98	2,77	38,0	37,77
Rabu	17,83	2,88	29,9	30,99
Kamis	17,29	2,85	33,0	32,89
Jumat	18,23	2,90	28,6	29,61
Sabtu	17,77	2,88	33,5	31,21

Sumber : Hasil Analisis, 2022

2. Hubungan Volume-Kepadatan

Hubungan antara volume dengan kepadatan diperoleh dengan cara

substitusi ke dalam rumus $V = U_s \cdot D$ kemudian dijabarkan sebagai berikut untuk arah Kota-Argapura:

$$V = U_s \cdot D$$

$$V = (173,01 - 48,23 \cdot \ln D) D$$

$$V = 173,01 D - 48,23 \ln D^2$$

Untuk arah Argapura-Kota:

$$V = (208,81 - 61,73 \ln D) D$$

$$V = 208,81 D - 61,73 \ln D^2$$

Tabel 17. Hubungan Kepadatan-Volume Lalu Lintas Arah Kota-Argapura dengan Metode Greenberg

Hari	Kepadatan (D) (smp/jam)	ln D ²	Volume
			V=173,01 D-48,23.lnD ²
Senin	17,64	8,24	2654,61
Selasa	16,55	7,87	2482,76
Rabu	20,36	9,08	3083,82
Kamis	19,13	8,71	2889,71
Jumat	19,02	8,68	2872,27
Sabtu	17,93	8,33	2700,37

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 18. Hubungan Kepadatan-Volume Lalu Lintas Arah Argapura-Kota dengan Metode Greenberg

Hari	Kepadatan (D) (smp/jam)	lnD ²	Volume
			V=208,81.D-61,73.lnD ²
Senin	16,01	7,69	2867,85
Selasa	15,98	7,68	2861,86
Rabu	17,83	8,30	3210,64
Kamis	17,29	8,12	3108,74
Jumat	18,23	8,43	3286,96
Sabtu	17,77	8,28	3199,07

Sumber : Hasil Analisis, 2022

3. Hubungan Volume-Kecepatan

Hubungan antara volume dengan kecepatan dapat dianalisis dengan rumus $V = D_j \cdot U_s \cdot (e^{-U_s/U_m})$ di mana $e = 2,7183$ (konstanta fluida).

Untuk arah Kota-Argapura:

$$D_j = 36,11$$

$$U_m = 48,23$$

$$V = D_j \cdot U_s \cdot (e^{-U_s/U_m})$$

$$V = 36,11 \cdot U_s \cdot (2,7183^{-U_s/48,23})$$

Untuk arah Argapura-Kota:

$$D_j = 29,46$$

$$U_m = 61,73$$

$$V = D_j \cdot U_s \cdot (e^{-U_s/U_m})$$

$$V = 29,46 \cdot U_s \cdot (2,7183^{-U_s/61,73})$$

Tabel 19. Hubungan Kecepatan-Volume Lalu Lintas Arah Kota-Argapura dengan Metode Greenberg

Hari	Kecepatan (S) (Km/jam)	Volume
		V= 36,11 Us(2,7183-U _s /48,23)
Senin	35,8	2720,55
Selasa	38,2	3042,00
Rabu	29,1	1923,19
Kamis	31,8	2215,90
Jumat	27,6	1770,91
Sabtu	32,7	2330,13

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 20. Hubungan Kecepatan-Volume Lalu Lintas Arah Argapura-Kota dengan Metode Greenberg

Hari	Kecepatan (S) (Km/jam)	Volume
		V= 29,46.U _s (3,38 ^{-U_s/61,73})
Senin	37,1	1993,25
Selasa	38,0	2071,79
Rabu	29,9	1427,76
Kamis	33,0	1662,00
Jumat	28,6	1342,33
Sabtu	33,5	1695,02

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Perbandingan Hasil Analisis Metode Greenshield dan Metode Greenberg

Bila membandingkan hasil analisis dengan menggunakan metode Greenshield dan Greenberg, maka hasil dengan pemodelan Greenshield lebih mendekati data hasil survei di lapangan, terutama pada analisis hubungan antara kepadatan dengan volume dan kecepatan dengan volume (lihat juga Tabel 21 sampai dengan Tabel 28).

Tabel 21. Karakteristik Lalu Lintas Arah Kota-Argapura

Parameter	Satuan	Model	
		Greenshield	Greenberg
Kepadatan pada arus maksimum (D _m)	smp/jam	15,47	11,46
Kecepatan pada arus maksimum (U _m)	Km/jam	40,25	Tak Terhingga

Volume maksimum (Vm)	smp/jam	622,8	725,5
----------------------	---------	-------	-------

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 22. Karakteristik Lalu Lintas Arah Argapura-Kota

Parameter	Satuan	Model	
		Greenshield	Greenberg
Kepadatan Pada arus maksimum (Dm)	smp/jam	13,17	9,47
Kecepatan Pada arus maksimum (Um)	Km/jam	47,98	Tak Terhingga
Volume maksimum (Vm)	smp/jam	631,84	808,79

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 23. Perbandingan Hubungan Kepadatan-Kecepatan Lalu Lintas Arah Kota-Argapura

Hari	Kepadatan (D)	Greenshield	Greenberg
		US=80,5 - 2,6 D	Us = 173,01 - 48,23.lnD
Senin	17,64	34,62	34,57
Selasa	16,55	37,46	37,66
Rabu	20,36	27,55	27,66
Kamis	19,13	30,74	30,65
Jumat	19,02	31,02	30,93
Sabtu	17,93	33,86	33,78

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 24. Perbandingan Hubungan Kepadatan-Kecepatan Lalu Lintas Arah Argapura-Kota

Hari	Kepadatan (D)	Greenshield	Greenberg
		US=95,96- 3,64 D	Us = 208,81 - 61,73*lnD
Senin	16,01	37,64	37,10
Selasa	15,98	37,76	38,00
Rabu	17,83	31,00	29,87
Kamis	17,29	32,97	33,04
Jumat	18,23	29,53	28,65
Sabtu	17,77	31,22	33,46

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 25. Perbandingan Hubungan Kepadatan-Volume Lalu Lintas Arah Kota-Argapura

Hari	Kepadatan (D)	Greenshield	Greenberg
		V= (80,5 D- 2,6 D ²)	V=173,01 D- 48,23.lnD ²
Senin	17,64	610,63	2654,61
Selasa	16,55	619,85	2482,76
Rabu	20,36	560,82	3083,82
Kamis	19,13	588,04	2889,71
Jumat	19,02	590,11	2872,27
Sabtu	17,93	607,13	2700,37

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 26. Perbandingan Hubungan Kepadatan-Volume Lalu Lintas Arah Argapura-Kota

Hari	Kepadatan (D)	Greenshield	Greenberg
		V=95,96 D- 3,64D ²	V=208,81*D- 61,73*lnD ²
Senin	16,01	602,49	2867,85
Selasa	15,98	603,14	2861,86
Rabu	17,83	552,72	3210,64
Kamis	17,29	570,00	3108,74
Jumat	18,23	538,41	3286,96
Sabtu	17,77	554,78	3199,07

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 27. Perbandingan Hubungan Kecepatan-Volume Lalu Lintas Arah Kota-Argapura

Hari	Kecepatan (S)	Greenshield	Greenberg
		V=30, 94 Us- 0,38 Us ²	V= 36, 11 Us(2,7183 ^{Us/48,23})
Senin	35,83	615,34	2720,55
Selasa	38,17	621,18	3042,00
Rabu	29,12	575,17	1923,19
Kamis	31,76	595,11	2215,90
Jumat	27,64	561,72	1770,91
Sabtu	32,73	601,09	2330,13

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 28. Perbandingan Hubungan Kecepatan-Volume Lalu Lintas Arah Argapura-Kota

Hari	Kecepatan (S)	Greenshield	Greenberg
		V=26,34 Us-0,27 Us ²	V= 29,,46*Us(3,38 ^{Us/61,73})
Senin	37,10	599,34	1993,25
Selasa	38,00	604,50	2071,79
Rabu	29,87	541,85	1427,76
Kamis	33,04	570,55	1662,00
Jumat	28,65	529,27	1342,33

Sabtu	33,46	573,99	1695,02
-------	-------	--------	---------

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Analisis Tingkat Pelayanan Jalan

Data yang diperlukan dalam pengolahan kapasitas jalan antara lain: tipe jalan, lebar jalan efektif, dan hambatan samping. Ruas jalan di lokasi penelitian terdiri dari 2 lajur dan tak bermedian.

Untuk arah Kota-Argapura, nilai kapasitas jalan adalah sebagai berikut:

$$C = 2900 \times 1,14 \times 0,94 \times 0,73 \times 0,86$$

$$C = 1950,98 \approx 1951 \text{ smp/jam}$$

Untuk arah Argapura-Kota, nilai kapasitas jalan adalah sebagai berikut:

$$C = 2900 \times 1,14 \times 0,94 \times 0,94 \times 0,86$$

$$C = 2512,22 \approx 2512 \text{ smp/jam}$$

Setelah nilai kapasitas diperoleh, kemudian menghitung Derajat Kejenuhan (DS), yaitu rasio arus terhadap kapasitas. Derajat Kejenuhan merupakan faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Tabel 29 menunjukkan Derajat Kejenuhan untuk kedua arah jalan, dengan nilai rasio terendah adalah sebesar 0,21 dan tertinggi sebesar 0,30.

Tingkat pelayanan untuk ruas jalan Koti pada kedua arah tergolong tingkat pelayanan B (rentang nilai V/C adalah 0,20-0,44), yaitu kondisi arus stabil, kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, dan pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan.

Tabel 29. Derajat Kejenuhan Ruas Jalan Koti

Hari	Volume (V) smp/jam	Arah Kota-Argapura		Arah Argapura-Kota	
		Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Senin	593,84	1951	0,30	2512	0,24
Selasa	607,06	1951	0,31	2512	0,24
Rabu	532,60	1951	0,27	2512	0,21
Kamis	571,16	1951	0,29	2512	0,23
Jumat	522,34	1951	0,27	2512	0,21
Sabtu	594,54	1951	0,30	2512	0,24

Sumber: Hasil Analisis, 2022

IV. KESIMPULAN

Karakteristik lalu lintas pada ruas jalan Koti sedikit berbeda untuk masing-masing arah, di mana pada saat pagi hingga siang hari, volume kendaraan arah Argapura-Kota cenderung lebih besar dari pada arah Kota-Argapura, sedangkan pada siang hingga sore hari, volume kendaraan cenderung lebih besar pada arah Kota-Argapura dari pada arah Argapura-Kota. Hal ini terjadi karena wilayah Kota merupakan kawasan pusat perkantoran dan pertokoan sehingga menarik pergerakan yang relatif lebih besar bila dibandingkan wilayah lainnya saat aktivitas dimulai pada pagi hari dan pada sore hari terjadi arus balik menuju daerah asal saat jam pulang kantor. Oleh karena itu, pengalihan arus lalu lintas yang menuju Kota atau Argapura pada ruas jalan lain

perlu diterapkan secara ketat saat kedatangan kapal penumpang dengan cara menempatkan petugas untuk mengingatkan pengendara, selain meletakkan papan peringatan/pengumuman di tengah jalan.

Tingkat pelayanan ruas jalan Koti yang berada pada kategori B (kinerja layanan baik), menjadikan arahan untuk mengatasi masalah kemacetan di sana, yang terjadi hanya sekitar dua-tiga jam saat kedatangan kapal penumpang, adalah berupa pengelolaan atau manajemen lalu lintas, salah satunya seperti yang sudah disebutkan di atas.

DAFTAR PUSTAKA

_____, (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Jakarta: Direktorat

Jendral Bina Marga, Departemen
Pekerjaan Umum.

Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan
Pemodelan Transportasi: Contoh Soal
dan Aplikasi*. Bandung: ITB.

Zulrehansyah, M. (2021). Analisis
Hubungan Volume, Kecepatan, dan

Kepadatan Lalu Lintas dengan
Metode Greenshield dan Greenberg
(Studi Kasus: Simpang Jl. Paus-
Simpang Jl. Terubuk). *Tugas Akhir*
Prodi Teknik Sipil Universitas Islam
Riau. Pekanbaru.