

Analisis Kinerja Ruas Jalan Otista Terkait Operasionalisasi Simpang Susun Subang Jalan Tol Cipali

Adi Subandi¹⁾

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Subang

cp author : subandiadi@yahoo.com

Abstrak

Peningkatan infrastruktur jalan merupakan salah satu solusi dalam penyediaan akses bagi pengguna jalan. Namun seiring dengan tingkat pertumbuhan pergerakan akses jalan yang dibangun tersebut tentunya menghasilkan dampak yang bervariasi jika ditinjau dari berbagai perspektif. Hal ini terjadi pada kondisi setelah beroperasinya akses simpang susun Cilameri-Subang, dimana dengan telah beroperasinya jalan tol Cipali, intensitas pergerakan pada ruas jalan Otista Kab. Subang mengalami peningkatan yang sangat signifikan, dimana ruas jalan tersebut merupakan jalan yang terakses langsung dengan simpang susun tol Cipali. Dari hasil penelitian yang dilakukan mengindikasikan peningkatan volume kendaraan dan intensitas kemacetan pada ruas jalan tersebut, terhitung volume kendaraan sebesar $Q = 3496,67$ kend/jam atau $Q_{SMP} = 1947,82$ smp/jam. Hal tersebut sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan seperti mobil parkir dibadan jalan (on street parking) dampak dari pengadaan fasilitas trotoar tanpa bahu jalan sebagai kejadian hambatan samping dengan frekuensi bobot kejadian rata-rata 557,43 termasuk kategori H (tinggi), serta menghasilkan derajat kejenuhan $DS = 0,67$, sedangkan untuk prediksi 10 tahun mendatang tepatnya tahun 2029 menghasilkan $Q_{SMP} = 4259,85$ smp/jam dan derajat kejenuhan $DS = 1,46$ dengan kategori F yaitu volume kendaraan lebih besar dari kapasitas dan aliran arus lalu lintas mengalami kemacetan total. Dengan hasil analisis yang telah dilakukan peneliti merekomendasikan perlunya dilakukan upaya antisipatif terhadap kondisi tersebut sehingga dampak yang akan timbul dimasa mendatang dapat diminimalisir tingkat potensinya.

Kata Kunci : Volume Kendaraan, Simpang Susun, Kinerja Ruas Jalan

1. Pendahuluan

Pembangunan Jalan Tol Cikopo–Palimanan, disingkat Cipali, yang telah lima tahun dirampungkan dan dioperasikan, merupakan salah satu contoh pembangunan sarana transportasi dimaksud. Jalan tol ini membentang 188 km arah barat-timur (barat : Cikopo, timur : Palimanan). Jalan Tol Cipali melintasi beberapa daerah di Jawa Barat, termasuk Kabupaten Subang, dimana terdapat salah satu interchange, tepatnya di 110 km, yang terakses pada Jalan Otto Iskandardinata, disingkat Jalan Otista, yang merupakan jalan provinsi yang membentang sepanjang 4,7 km dan dipadati oleh perkantoran, sekolah, rumah makan, hingga toko-toko pusat perbelanjaan.

Semenjak beroperasinya Jalan Tol Cipali, lalu-lintas kendaraan dari/ke Interchange Tol Cilameri – Jalan Otista – Kota Subang saat ini sudah semakin padat, bahkan banyaknya kegiatan yang dilakukan di kota Subang mengakibatkan banyaknya pergerakan menuju dan meninggalkan kota Subang yang disebabkan oleh keluar-masuknya kendaraan dari/ke jalan tol,

maupun pengendara dalam kota sendiri yang keluar-masuk kantor maupun pusat perbelanjaan sehingga menyebabkan tarikan perjalanan cukup tinggi terutama pada jam-jam sibuk, sedangkan ruas jalan Otista yang tersedia relatif sempit, sehingga memungkinkan timbulnya masalah yang berkaitan dengan kapasitas jalan (Subandi, 2018; Subandi et al., 2017).

Ketidakpastian itu diasumsikan bahwa traveler akan mengikuti jalur stokastik aturan seleksi, semakin besar kemungkinan jalur dipilih, semakin besar kemungkinan jalur tersebut akan digunakan (Zukhruf et al., 2019). Fenomena tersebut menjadi hal menarik untuk dikaji, apakah diakibatkan oleh pengaruh mobilitas kendaraan setelah beroperasinya simpang susun tol Cilameri yang mempengaruhi kinerja jalan dari Jalan Otista dampak dari peningkatan pergerakan kendaraan.

1.1. Batasan Masalah

Adapun pembatasan kajian sebagai berikut :

- Kondisi jalan Otista setelah beroperasinya interchange tol Cilameri.
- Tingkat pertumbuhan arus lalu lintas pada ruas jalan Otista.

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan kajian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui tingkat pertumbuhan arus lalu lintas pada ruas jalan Otista.
- Mengetahui dan mengevaluasi kinerja jalan Otista dengan menentukan besarnya kapasitas, derajat kejenuhan (degree of saturation), kecepatan dan mengetahui sejauh mana tingkat pelayanan jalan Otista setelah beroperasinya interchange tol Cilameri.
- Memberikan solusi dan alternatif untuk meningkatkan kinerja ruas jalan Otista..

1.3. Manfaat Kajian

- Memberikan gambaran kepada instansi terkait (Dinas Perhubungan) kota Subang tentang prediksi arus lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan Otista.
- Hasil kajian dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perumusan kebijakan terkait peningkatan volume kendaraan khususnya pada jalan Otista di masa sekarang dan masa akan datang dalam perkembangan tata kota Subang.

1.4. Rumusan Masalah

- Bagaimana kinerja jalan Otista saat ini dan sepuluh tahun kedepan setelah beroperasinya interchange tol Cilameri?
- Bagaimana menentukan besarnya kapasitas, derajat kejenuhan, nilai tingkat pelayanan jalan Otista saat ini dan sepuluh tahun kedepan terkait operasionalisasi interchange tol Cilameri?.

2. Dasar Teori

Volume arus lalu lintas mengandung pengertian jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur dalam suatu interval waktu tertentu, tetapi konsentrasi ini kadang-kadang menunjukkan kerapatan (kepadatan). Kecepatan ditentukan dari jarak tempuh kendaraan pada suatu waktu tertentu (kecepatan waktu rata-rata) atau kecepatan distribusi ruang (kecepatan ruang rata-rata) (Subandi, 2019).

Ada tiga karakteristik primer dalam teori arus lalu lintas yang saling terkait, secara makroskopik dikenal dengan : volume (flow), kecepatan (speed), kerapatan (density), yaitu ketiga variabel menggambarkan kualitas tingkat pelayanan yang

dialami oleh pengemudi kendaraan. (Martin and Brian, 1967).

A. Ekuivalen Mobil Penumpang

Ekivalen mobil penumpang (emp) adalah nilai konversi dari berbagai tipe kendaraan sehubungan dengan keperluan waktu hijau untuk lepas dari antrian apabila dibandingkan dengan sebuah kendaraan ringan (MKJI, 1997). Dalam tabel 2.1 diberikan emp untuk jalan dalam kota yang diusulkan oleh beberapa peneliti.

Tabel 2.1 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang dari Beberapa Peneliti

Jenis Kendaraan	Webster & Cobbe (1966)	Soegondo et al (1983)	Chang Chien (1978)	Djohar (1984)	MKJI (1997)	
					Terlawan	Terlindung
Mobil Penumpang	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Bus	2.25	2.25	-	2.62	-	-
Mini Bus	1.0	-	1.65	1.25	-	-
Kendaraan Berat	1.75	1.75	-	2.25	1.3	1.3
Sepeda Motor	0.33	0.2	0.29	0.2	0.4	0.2
Belok Kanan (pc)	1.75	1.75	-	-	-	-
Bemo	-	-	0.71	0.52	-	-

Catatan : pc = passenger car

B. Metode Time Slice

Proses dilewatkannya arus setelah dimulainya hijau dianalisa dengan metode *time slice* (RRL, 1963). Dasar metode ini adalah membagi setiap waktu hijau kondisi jenuh & kemudian :

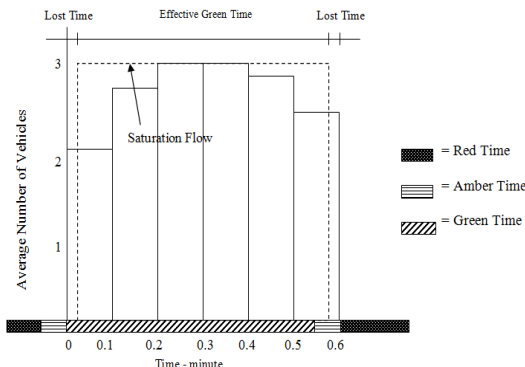
- Merata-ratakan arus lalu lintas kondisi yang bebas dari pengaruh kehilangan waktu (lost time) untuk memperoleh nilai arus jenuh.
- Menggunakan arus lalu lintas pada *time slice* yang terpengaruh oleh *starting delay* dan waktu kuning untuk memperoleh *lost time*.

Sebagai catatan, periode hijau dalam hal ini adalah tampilan waktu hijau ditambah kuning.

Metode ini membagi periode hijau dalam periode pendek, dan dasar metode ini adalah :

- Membagi arus dalam periode pendek yang bebas dari pengaruh 'lost time' dan akan memberikan besaran arus jenuh
- Membandingkan arus yang bebas dari pengaruh 'lost time' dengan arus yang dipengaruhi efek 'lost time'.

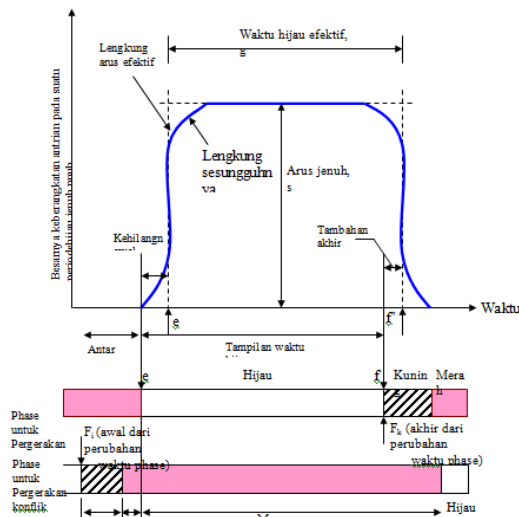
Kondisi tersebut diperlihatkan pada Gambar berikut. Metode *Road Research Laboratory* (1963) di bawah ini, dimana dapat digunakan pada lampu lalu lintas.



Gambar 2.1 Arus jenuh rata-rata selama periode waktu hijau

C. Arus Jenuh

Arus jenuh didefinisikan sebagai besarnya arus ekivalen per jam-an yang dilewatkan pada suatu pendekat pada kondisi sinyal yang berlaku dan saat lalu lintas jenuh/*saturated*. Besaran yang digunakan dalam menentukan arus jenuh biasanya dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) per jam waktu hijau. Arus jenuh biasanya diukur pada garis henti (stopline) selama sinyal hijau ketika arus dilewatkan pada pendekat yang diamati.



Gambar 2.2 Model Dasar Untuk Arus Jenuh (Akcelik, 1981)

Arus Jenuh berdasarkan MKJI'97

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), besarnya arus jenuh dihitung berdasarkan persamaan :

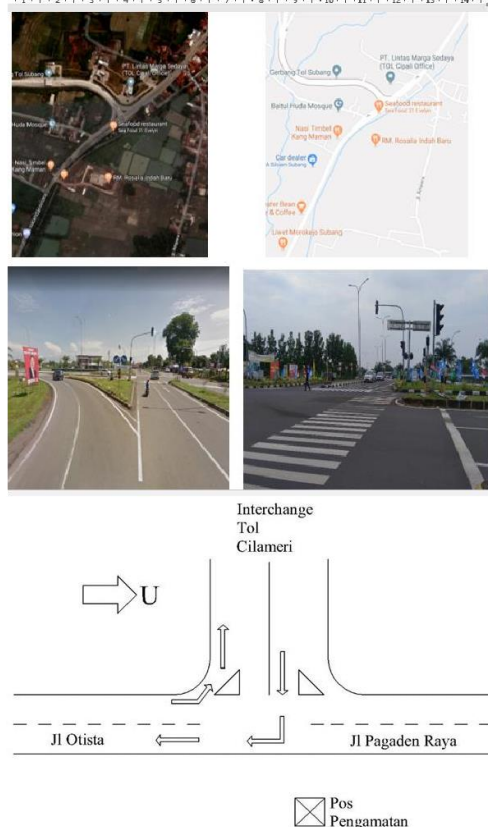
$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \dots (2.5)$$

Dimana :

- S₀ = arus jenuh dasar
- F_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping
- F_G = faktor penyesuaian kelandaian
- F_P = faktor penyesuaian parkir
- F_{RT} = faktor penyesuaian belok kanan
- F_{LT} = faktor penyesuaian belok kiri

3. Metodologi Penelitian

Lokasi kajian diambil pada ruas jalan Otista, dimana titik pusat kajian dilakukan di interchange tol Cilameri kota Subang, tepatnya di simpang Cilameri. Lokasi ini dipilih guna mendapatkan data keluar masuk kendaraan yang menuju tol Cipali maupun yang menuju jalan Otista.



Gambar 2.3 Lokasi Kajian

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yaitu dengan melakukan observasi (data lalu lintas), dan menggunakan data geometrik jalan.

A. Observasi (Data Lalu Lintas)

Yaitu dengan cara meninjau langsung atau

dengan melakukan pengamatan visual terhadap proyek dan mengikuti proses kerja yang berlangsung dilapangan, serta pengambilan gambar (foto) secara langsung saat pelaksanaan dilapangan.

Survei yang dilakukan adalah survei jumlah kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan dengan survei kamera.

Salah satu pendekatan yang digunakan dalam melakukan survei adalah dengan menggunakan camera video untuk kemudian bisa di peroleh informasi mengenai besarnya arus lalu lintas. Camera diarahkan kepada lalu lintas yang akan diukur besar arusnya.

B. Data Geometrik Jalan

Pengumpulan data di lapangan harus dilakukan dengan cara seteliti mungkin agar diperoleh data akurat dan memenuhi. Data yang diukur adalah data geometrik jalan dari ruas jalan yang digunakan sebagai lokasi kajian. Data geometrik yang sesuai untuk segmen yang diamati yaitu :

1. Lebar jalur lalu lintas pada kedua sisi/arah.
2. Jika terdapat kereb atau bahu pada masing-masing sisi.
3. Jarak rata-rata dari kereb ke penghalang pada trotoar seperti pepohonan, tiang lampu dan lain-lain.
4. Lebar bahu efektif (jika hanya mempunyai bahu pada satu sisi, lebar bahu rata-rata adalah sama dengan setengah lebar bahu tersebut).
5. Lebar daerah manfaat jalan (damaja), lebar daerah milik jalan (damija) dan lebar pengawasan jalan (dawasja).

3.2 Instrumen Kajian

Untuk memudahkan perhitungan dalam melakukan kajian, maka dibutuhkan peralatan sebagai berikut :

1. Kamera untuk video filming.
2. Laptop dan *software* Microsoft Excel untuk mempermudah dalam perhitungan analisa.
3. Metode MKJI 1997 untuk perhitungan arus kendaraan dan sebagainya.

3.3 Metode Analisa Data

Metode analisis data dilakukan dengan metode analisis sebagai berikut:

A. Metode Time Slice

Metode time slice adalah dimana data lalu lintas atau kendaraan yang sudah direkam

dengan video kamera pada persimpangan selanjutnya dianalisis dengan peralatan video kaset atau laptop. Alokasi waktu setiap slice ditentukan setiap maksimal 6 detik. Kemudian dilakukan kompilasi, dilakukan analisa data kapasitas, derajat kejenuhan, hambatan samping, tingkat pelayanan, dan analisa peramalan 10 tahun mendatang.

➤ Metode MKJI 1997

➤ Metode Analisa Regresi

Metode analisis regresi digunakan untuk mendapatkan model tarikan perjalanan dengan bantuan program Microsoft Excel. Adapun langkah- langkah analisis data adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian terhadap signifikansi korelasi, untuk mengetahui hubungan antar peubah yang diselidiki, baik antara peubah bebas dengan peubah tidak bebas, maupun antar peubah bebas.
2. Membuat alternatif model berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji signifikansi koefisien korelasi.
3. Menghitung koefisien persamaan regresi untuk mendapatkan model tarikan perjalanan pada daerah penelitian.
4. Melakukan pengujian statistik terhadap alternatif model yang diuji. Dua uji statistik yang dilakukan adalah uji nilai R² dan uji-F. selain uji statistik tersebut juga dilakukan uji kolinearitas untuk mendeteksi masalah multikolinearitas dalam model.
5. Menentukan model terbaik dari beberapa alternatif model berdasarkan hasil uji statistik dan uji kolinearitas yang dilakukan.

B. Metode Bunga Majemuk

Metode yang akan digunakan untuk menghitung perkiraan volume kendaraan 10 tahun kedepan, menggunakan metode nilai pertumbuhan lalu lintas, menurut Supranto (2000) (Subandi et al., 2014) rumus bunga majemuk diberikan sebagai berikut :

$$P_n = P_0 (1 + i)^n$$

dengan :

P_n = Jumlah volume lalu lintas pada akhir tahun ke-n

P₀ = Jumlah volume lalu lintas awal

I = rata-rata tingkat pertumbuhan

n = banyak waktu (dalam tahun)

4. Hasil Pengujian

Hasil survey kendaraan dan perhitungan volume lalu lintas dalam menentukan arus lalu lintas jam puncak diruas jalan Otista dengan data hasil analisa diperoleh volume tertinggi berdasarkan hasil perhitungan yaitu pada hari Sabtu 13 April 2019 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Hasil Survey Volume Lalu Lintas

Jam Puncak	Sabtu							
	Arah A				Arah B			
	Q _{LV}	Q _{HV}	Q _{MC}	Q	Q _{LV}	Q _{HV}	Q _{MC}	Q
06.30-07.30	381	85	795	1261	554	135	1149	1838
12.30-13.30	524	115	1014	1653	640	118	1081	1839
15.30-16.30	648	170	1303	2121	609	118	1051	1778
Jumlah				5035				5455
Rata-rata				1678				1818

Sumber : Hasil Survey Studi Kasus

Keterangan :

QLV : Volume Kendaraan Ringan (kend/jam)

QHV : Volume Kendaraan Berat (kend/jam)

QMC : Volume Sepeda Motor (kend/jam)

Q : Volume Lalu Lintas Total (kend/jam)

Arah A : Arus lalu lintas arah A / Arah lalu lintas Otista ke arah Cilameri

Arah B : Arus lalu lintas arah B / Arah lalu lintas Cilameri ke arah Otista

Hasil dari survey data volume lalu lintas pada hari dan jam tersibuk, selanjutnya diekuivalensikan dengan faktor emp (ekuivalen mobil penumpang) dari satuan kendaraan/jam menjadi smp/jam (Subandi, 2019). Adapun volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp/jam) dikemukakan Tabel 4.2 sampai Tabel 4.4.

Tabel 4.2 Analisa Volume Lalu Lintas Untuk Satuan Mobil Penumpang (SMP) Arah A

Jam Puncak	Q _{LV}		Q _{HV}		Q _{MC}		Q	
	emp = 1.00		emp = 1.20 & 1.30		emp = 0.25 & 0.40		Total	
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
06.30-07.30	381,00	381,00	85,00	102,00	795,00	198,75	1261,00	681,75
12.30-13.30	524,00	524,00	115,00	138,00	1014,00	253,50	1653,00	915,50
15.30-16.30	648,00	648,00	170,00	204,00	1303,00	325,75	2121,00	1177,75
Rata-rata	517,67	517,67	123,33	148,00	1037,33	259,33	1678,33	925,00

Sumber : Hasil Survey Studi Kasus

Tabel 4.3 Analisa Volume Lalu Lintas Untuk Satuan Mobil Penumpang (SMP) Arah B

Jam Puncak	Q _{LV}		Q _{HV}		Q _{MC}		Q	
	emp = 1.00		emp = 1.20 & 1.30		emp = 0.25 & 0.40		Total	
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
06.30-07.30	554,00	554,00	135,00	162,00	1149,00	287,25	1838,00	1003,25
12.30-13.30	640,00	640,00	118,00	141,60	1081,00	270,25	1839,00	1051,85
15.30-16.30	609,00	609,00	118,00	141,60	1051,00	262,75	1778,00	1013,35
Rata-rata	601,00	601,00	123,67	148,40	1093,67	273,42	1818,33	1022,82

Sumber : Hasil Survey Studi Kasus

Analisis untuk menentukan volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp/jam) berdasarkan Persamaan (4.1) berikut :

$$Q_{SMP} = (Q_{LV} \times emp_{LV}) + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} \times emp_{MC}) \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :

Q_{SMP} = Volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp/jam)

Q_{LV} = Volume kendaraan ringan (kend/jam)

Q_{HV} = Volume kendaraan berat (kend/jam)

Q_{MC} = Volume sepeda motor (kend/jam)

emp_{LV} = ekuivalen mobil penumpang kendaraan ringan

emp_{HV} = ekuivalen mobil penumpang kendaraan berat

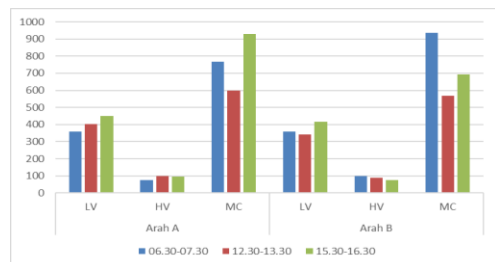
emp_{MC} = ekuivalen mobil penumpang sepeda motor

Tabel 4.4 Analisa Volume Lalu Lintas Untuk Satuan Mobil Penumpang (SMP) Kedua Arah

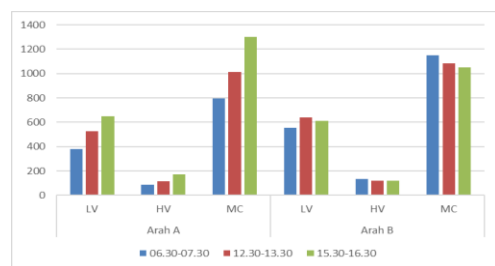
Jam Puncak	Q _{LV}		Q _{HV}		Q _{MC}		Total Volume (Q)	
	emp = 1.00		emp = 1.20 & 1.30		emp = 0.25 & 0.40		Kedua Arah	
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
06.30-07.30	935,00	935,00	220,00	264,00	1944,00	486,00	3099,00	1685,00
12.30-13.30	1164,00	1164,00	233,00	279,60	2095,00	523,75	3492,00	1967,35
15.30-16.30	1257,00	1257,00	288,00	345,60	2354,00	588,50	3899,00	2191,10
Rata-rata	1118,67	1118,67	247,00	296,40	2131,00	532,75	3496,67	1947,82

Sumber : Hasil Survey Studi Kasus

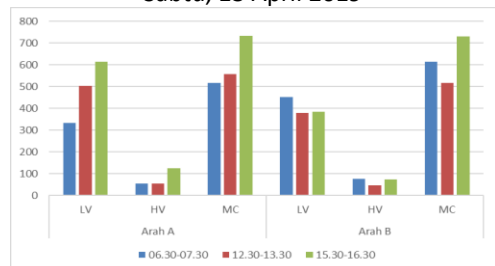
Tabel diatas menggambarkan rekapitulasi dari perhitungan volume lalulintas pada masing-masing ruas jalan yang menjadi lokasi penelitian dan dapat dilihat bahwa jam-jam puncak yang terjadi pada masing-masing arah ruas jalan.



Gambar 4.3 Diagram Volume Kendaraan Kamis, 11 April 2019



Gambar 4.4 Diagram Volume Kendaraan Sabtu, 13 April 2019



Gambar 4.5 Diagram Volume Kendaraan Minggu, 14 April 2019

Volume pada jam puncak di 2 arah:

- a. Kamis, 11 April 2019
Berdasarkan Gambar 4. Dapat dilihat bahwa arus lalu lintas jam puncak terjadi pada pukul 15.30-16.30 arah A = 1476,00 smp/jam, pukul 06.30-07.30 arah B = 1391,00 smp/jam, dengan jumlah total dua arah adalah 2867,00 smp/jam.
- b. Sabtu, 13 April 2019
Berdasarkan Gambar 4. Dapat dilihat bahwa arus lalu lintas jam puncak terjadi pada pukul 15.30-16.30 arah A = 2121,00 smp/jam, pukul 12.30-13.30 arah B = 1839,00 smp/jam dengan jumlah total dua arah adalah 3960,00 smp/jam.
- c. Minggu, 14 April 2019
Berdasarkan Gambar 4. Dapat dilihat bahwa arus lalu lintas jam puncak terjadi pada pukul 15.30-16.30 arah A = 1470,00 smp/jam arah B = 1187,00 smp/jam dengan jumlah total dua arah adalah 2657,00 smp/jam.

4.1 Analisa Kapasitas Jalan (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Untuk menentukan kapasitas jalan, analisis dipengaruhi oleh kondisi geometrik, komposisi lalu lintas dan keadaan lingkungan seperti ditampilkan Tabel 4.5 dengan Persamaan (4.2) berikut kondisi geometri jalan yang akan dihitung kapasitasnya :

- Tipe jalan = Dua lajur tak terbagi
- Lebar jalan efektif (W_{ce}) = 8 - 10m
- Jarak kerb-penghalang = 1.5 m (kerb, tanpa bahu)
- Ukuran Kota (CS) = 1.546.000 Juta Penduduk (1.0-3.0 Juta Penduduk)

$$SP = \frac{Q_{A,B}}{Q_A + Q_B} \times 100\% \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana :

- SP = Komposisi pemisah arah (%)
- Q_A = Volume lalu lintas arah A / berlawanan arah B (kend/jam)
- Q_B = Volume lalu lintas arah B / berlawanan arah A (kend/jam)

Tabel 4.5 Analisis Komposisi Lalu Lintas dan Keadaan Lingkungan

Jam Puncak	Volume (Q) (kend/jam)		Pemisah Arah % - %	Frekuensi Bobot Kejadian	Kelas Hambatan Samping		
	Q_A	Q_B					
06.30-07.30	1261,00	40%	1838,00	60%	60-40	352,00	M
12.30-13.30	1653,00	45%	1839,00	55%	55-45	654,00	H
15.30-16.30	2121,00	55%	1778,00	45%	55-45	666,00	H
Rata-rata	1678,33	50%	1818,33	50%	50-50	557,33	H

Sumber : Hasil Survey Studi Kasus

Berdasarkan hasil analisis komposisi lalu lintas rata-rata per jam SP = 50%-50% dan keadaan

lingkungan untuk hambatan samping dimana kelas hambatan samping rata-rata HS = tinggi (H).

Keterangan :

- VL = Kelas hambatan samping sangat rendah (jumlah bobot kejadian < 100)
- L = Kelas hambatan samping rendah (jumlah bobot kejadian 100 – 299)
- M = Kelas hambatan samping sedang (jumlah bobot kejadian 300 – 499)
- H = Kelas hambatan samping tinggi (jumlah bobot kejadian 500 – 899)
- VH = Kelas hambatan samping sangat tinggi (jumlah bobot kejadian > 900)

Selanjutnya dilakukan kajian analisis kapasitas (C) dari data yang diperoleh pada Tabel di bawah berdasarkan Persamaan formula hitung (4.3) berikut.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana :

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_W = Faktor penyesuaian lebar lajur lalu-lintas
- FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah
- FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
- FC_{CS} = Faktor penyesuaian pengaruh ukuran kota

Tabel 4.6 Analisis Kapasitas (C)

Jam Puncak	(C_0) (smp/jam)	Faktor Penyesuaian				(C) (smp/jam)
		(FC_W)	(FC_{SP})	(FC_{SF})	(FC_{CS})	
06.30-07.30	2900	1,14	0,94	0,95	1,00	2952,00
12.30-13.30	2900	1,14	0,97	0,9	1,00	2886,00
15.30-16.30	2900	1,14	0,97	0,9	1,00	2886,00
Jumlah						8724,00
Rata-rata						2908,00

Sumber : Hasil Analisis Data

Sementara kajian analisis untuk derajat kejenuhan (DS) seperti ditampilkan Tabel 4.7 berdasarkan Persamaan formula hitung (4.4) berikut.

$$DS = \frac{Q_{SMP}}{C} \dots\dots\dots(4.4)$$

Dimana :

- DS = Derajat kejenuhan
- Q_{SMP} = Volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp/jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

Tabel 4.7 Analisis Derajat Kejenuhan (DS)

Jam Puncak	Volume (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
06.30-07.30	1685,00	2952,00	0,57
12.30-13.30	1967,00	2886,00	0,68
15.30-16.30	2191,00	2886,00	0,76
Jumlah	5843,00	8724,00	2,01
Rata-rata	1947,67	2908,00	0,67

Sumber : Hasil Analisis Data

Nilai derajat kejenuhan yang dihitung melalui survey lapangan tahun 2019 sebesar 0,67 masih dibawah 0,75, yaitu nilai derajat kejenuhan

standar yang izinkan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) yang menerangkan tentang Kinerja Jalan.

4.2 Analisa Kecepatan dan Kerapatan Kendaraan Eksisting

Hasil survey data kecepatan kendaraan (V) dilapangan seperti dikemukakan Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 yang diperoleh berdasarkan kondisi geometrik dan Persamaan (4.5) berikut.

- Tipe jalan = Dua lajur tak terbagi
- Lebar jalan efektif (W_{ce}) = 8 - 10 m
- Jarak kerb-penghalang = 1.5 m (kerb, tanpa bahu)
- Panjang Segmen Jalan (L) = 2200 m (2.2km)

$$V = \frac{L}{TT} \times 3600 \dots\dots\dots(4.5)$$

Dimana :

- V = Kecepatan kendaraan (km/jam)
- L = Panjang segmen jalan (km)
- TT = Waktu tempuh kendaraan (detik)

Tabel 4.8 Analisis Survey Kecepatan Kendaraan Arah A

No.	Waktu Tempuh (TT) (Detik)			Kecepatan Kendaraan (V) (Km/Jam)		
	LV	HV	MC	LV	HV	MC
	1	7,80	12,42	8,55	46,154	28,986
2	6,48	12,53	11,97	55,556	28,731	30,075
3	8,65	10,70	4,16	41,618	33,645	86,538
4	7,92	-	5,82	45,455	-	61,856
5	9,02	-	5,70	39,911	-	63,158
6	9,42	-	7,09	38,217	-	50,776
7	8,14	-	9,14	44,226	-	39,387
8	6,92	-	9,44	52,023	-	38,136
9	7,91	-	6,37	45,512	-	56,515
10	4,93	-	9,73	73,022	-	36,999
Min	4,93	10,70	4,16	38,217	28,731	30,075
Max	9,42	12,53	11,97	73,022	33,645	86,538
Rata-rata	7,72	11,88	7,80	48,169	30,454	50,555

Sumber : Hasil Analisis Data

Tabel 4.9 Analisis Survey Kecepatan Kendaraan Arah B

No.	Waktu Tempuh (TT) (Detik)			Kecepatan Kendaraan (V) (Km/Jam)		
	LV	HV	MC	LV	HV	MC
	1	7,97	12,73	11,52	45,169	28,280
2	6,13	10,84	7,78	58,728	33,210	46,272
3	6,32	11,60	7,97	56,962	31,034	45,169
4	7,15	-	10,18	50,350	-	35,363
5	12,58	-	5,42	28,617	-	66,421
6	16,81	-	10,81	21,416	-	33,302
7	9,27	-	6,35	38,835	-	56,693
8	7,21	-	6,23	49,931	-	57,785
9	8,01	-	7,10	44,944	-	50,704
10	7,40	-	8,80	48,649	-	40,909
Min	6,13	10,84	5,42	21,416	28,280	31,250
Max	16,81	12,73	11,52	58,728	33,210	66,421
Rata-rata	8,89	11,72	8,22	44,360	30,841	46,387

Sumber : Hasil Analisis Data

Hasil analisis kecepatan kendaraan diperoleh

berdasarkan survey waktu tempuh masing-masing kendaraan melewati panjang segmen jalan yang ditentukan dimana L = 100 m. Sehingga, untuk analisis kerapatan (k) seperti ditampilkan Tabel 4.10 berdasarkan persamaan (4.6) berikut.

$$k = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(4.6)$$

Dimana :

- k = Kerapatan (kend/km)
- Q = Volume lalu lintas (kend/jam)
- V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Tabel 4.10 Analisis Kerapatan (k)

Jam Puncak	Volume (Q) (kend/jam)			Kecepatan (V) (km/jam)			Kerapatan (k) (kend/km)		
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC
07.00-08.00	935,00	220,00	1944,00	46,26	30,65	48,47	20,00	7,00	40,00
12.00-13.00	1164,00	233,00	2095,00	46,26	30,65	48,47	25,00	8,00	43,00
16.00-17.00	1257,00	288,00	2354,00	46,26	30,65	48,47	27,00	9,00	49,00
Rata-rata	1118,67	247,00	2131,00	46,26	30,65	48,47	24,00	8,00	44,00

Sumber : Hasil Analisis Data

Adapun selisih kecepatan (V) hasil survey dilapangan dengan kecepatan arus bebas dikemukakan Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Selisih Kecepatan (V) Dengan Kecepatan Arus Bebas (FV)

Jam Puncak	Kecepatan (V) (km/jam)			Kecepatan Arus Bebas (km/jam)			Selisih (km/jam)		
	LV	HV	MC	FV _{LV}	FV _{HV}	FV _{MC}	LV	HV	MC
	07.00-08.00	46,26	30,65	48,47	46,53	38,66	38,66	0,27	6,31
12.00-13.00	46,26	30,65	48,47	44,65	36,95	36,95	1,61	6,31	11,52
16.00-17.00	46,26	30,65	48,47	44,65	36,95	36,95	1,61	6,31	11,52
Rata-rata	46,26	30,65	48,47	45,28	37,52	37,52	1,17	6,31	10,95

Sumber : Hasil Analisis Data

Berdasarkan hasil analisis kecepatan (V) dan kecepatan arus bebas (FV) untuk selisih keduanya dimana selisih kecepatan kendaraan rata-rata LV = 0,99 km/jam, HV = 6,31 km/jam dan MC = 10,95 km/jam.

4.3 Analisa Hasil Permodelan Transportasi Berdasarkan Sektor Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Subang Atas Dasar Konstan 2010

Variabel bebas berpengaruh terhadap pergerakan variable-variabel yang diajukan dan diasumsikan mempunyai korelasi besar terhadap nilai pertumbuhan pada Sektor PDRB. Pada dasarnya makin banyak variabel bebas yang dimasukkan ke dalam persamaan regresi akan menghasilkan persamaan yang lebih andal. Akan tetapi pada sejumlah kasus, bisa jadi antara dua variabel bebas memiliki korelasi yang cukup besar yang jika dimasukkan bersamaan dalam satu persamaan – meskipun keduanya berkorelasi dengan variabel terikatnya - akan menghasilkan model yang tidak masuk akal (bahkan lebih buruk dibandingkan jika hanya

dipakai variabel tunggal). Dengan kata lain, harus disediakan sejumlah alternatif persamaan yang mengkombinasikan variabel-variabel bebas yang tersedia untuk mendapatkan alternatif persamaan yang terbaik.

4.4 Analisis Statistika Deskriptif

Studi kasus yang akan dibahas adalah menghitung nilai statistika deskriptif masing-masing variabel, apakah ada korelasi antara kedua data, dan menginterpretasikan model regresinya menggunakan data pada tabel berikut :

Tabel 4.11 Jumlah Kendaraan Berdasarkan Data Dishub Kota Subang dan Sektor Informasi & Komunikasi Berdasarkan PDRB Kota Subang Atas Dasar Harga Konstan 2010 Tahun 2015-2017

Tahun	Jumlah Kendaraan	Sektor Informasi dan Komunikasi
2015	1601,81	767,18
2016	1676,53	880,49
2017	1751,25	993,81

Sumber : BPS Kota Subang

Berikut adalah hasil output dari analisis deskriptif antara jumlah kendaraan dan sektor informasi.

Tabel 4.12 Hasil Analisis Statistika Deskriptif

	Jumlah Kendaraan	Sektor Informasi dan Komunikasi
Mean	1676,53	880,493
Standard Error	43,13961211	65,4224
Median	1676,53	880,49
Mode	#N/A	#N/A
Standard Deviation	74,72	113,315
Sample Variance	5583,0784	12840,3
Skewness	0	0,00013
Range	149,44	226,63
Minimum	1601,81	767,18
Maximum	1751,25	993,81
Sum	5029,59	2641,48
Count	3	3

Sumber : Hasil Analisis Data

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa jumlah kendaraan dan sektor informasi memiliki masing-masing rata-rata 1676,53 dan 880,493, dengan standar error dari jumlah kendaraan dan sektor informasi masing-masing adalah 43,13961211 dan 65,4224. Standar error jumlah kendaraan lebih kecil dari jumlah sektor informasi menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pada pengambilan sample di jumlah kendaraan kecil. Nilai median dari jumlah kendaraan dan sektor informasi masing-masing adalah 1676,53 dan 880,49. Dengan simpangan baku dalam data jumlah kendaraan dan sektor informasi berdasarkan analisis di atas adalah 74,72 dan 113,315. Besaran nilai variansi (variance) atau sample variance dinotasikan sebagai S^2 atau σ^2

dimana untuk jumlah kendaraan dan sektor informasi adalah 5583,0784 dan 12840,3. Adanya perbedaan nilai menunjukkan kedua data tersebut memiliki keberagaman yang berbeda. Kemudian jumlah kendaraan dan sektor informasi memiliki range masing-masing adalah 149,44 dan 226,63. Rentang (Range) yang biasanya dinotasikan sebagai R, menyatakan ukuran yang menunjukkan selisih nilai antara maksimum dan minimum. Rentang cukup baik digunakan untuk mengukur penyebaran data yang simetrik dan nilai datanya menyebar merata. Kemudian kedua data tersebut memiliki nilai maksimum dan minimum. Dimana nilai maksimum merupakan nilai terbesar yang ada dalam sekumpulan data tersebut. Sedangkan nilai minimum merupakan data terkecil yang ada pada data tersebut. Berdasarkan hasil di atas nilai maksimum jumlah kendaraan dan sektor informasi secara berturut-turut adalah 1751,25 dan 993,81. Sedangkan nilai minimum dari jumlah kendaraan dan sektor informasi yaitu 1601,81 dan 767,18.

Kemudian kedua data tersebut dapat dicari jumlah data secara keseluruhan. Berdasarkan perhitungan di atas jumlah data kendaraan adalah 5029,59 dan jumlah sektor informasi adalah 2641,48. Jumlah ini biasanya dalam statistika deskriptif disebut sum. Selain jumlah, rata-rata juga dapat dicari dengan menggunakan rumus dimana jumlah data dibagi dengan banyaknya data.

4.5 Analisa Regresi

Hasil uji statistik dengan analisis regresi guna menentukan persamaan regresi linier fungsi pergerakan zona bangkitan. Berikut adalah hasil *output* dari analisis regresi antara variabel jumlah kendaraan dengan variabel PDRB sektor informasi dan komunikasi.

Tabel 4.13 Hasil Uji Summary Output Untuk Regression Statistics Jumlah Kendaraan dan Sektor Informasi Komunikasi

SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	0,999999999
Adjusted R Square	0,999999999
Standard Error	0,002691992
Observations	3

Sumber : Hasil Analisis Data

Pada hasil analisis dua variabel di atas bahwa nilai R adalah 1 yang menunjukkan bahwa kedua hubungan variabel tersebut sangat kuat. Berdasarkan hasil di atas nilai dari koefisien determinasinya adalah 0,99 atau 99%. Artinya

99% keragaman y mampu dijelaskan oleh x dalam model 99%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh peubah lain yang diluar model. Pada hasil analisis di atas, nilai dari adjusted R square yaitu 0,999999999, dengan nilai standar error regresi adalah 0,002691992.

Tabel 4.14 Hasil Analisis ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	11166,15679	11166,2	1540834707	1,62182E-05
Residual	1	7,24682E-06	7,2E-06		
Total	2	11166,1568			

Sumber : Hasil Analisis Data

Derajat bebas untuk residual adalah sisanya yaitu derajat bebas total – derajat bebas regresi = 2 – 1 = 1. Pada data di atas nilai dari SS regression adalah 11166,15679. Pada hasil output di atas dapat diketanui bahwa nilai SS untuk residual adalah 7,24682E-06, dengan nilai SS total adalah 11166,1568.

Berdasarkan hasil di atas besarnya MS adalah regresi dan residual berturut-turut adalah 11166,2 dan 7,2E-06. Hasil nilai F hitung yaitu 1540834707 seperti pada hasil analisis. Selain itu, dapat juga membandingkan antara taraf nyata dengan p-value (dalam istilah Excel adalah Significance F). Jika taraf nyata > dari p-value maka kesimpulannya sama dengan di atas.

Tabel 4.15 Koefisien Regresi Hasil Analisis Intercept dan X Variabel

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	1095,93	0,0148	73688,8	8,639	1095,743	1096,120
Sektor Informasi dan Komunikasi	0,659	1,6798	39253,5	1,621	0,659	0,659

Sumber : Hasil Analisis Data

Dalam uji parsial, digunakan uji t, yaitu membandingkan antara t-hitung (t Stat) dengan t tabel. Jika t hitung > t tabel pada taraf nyata tertentu, maka dapat disimpulkan variabel tersebut berpengaruh secara signifikan. T hitung ditampilkan pada kolom 4, yang merupakan hasil bagi antara kolom 2 (coefficients) dengan kolom 3 (Standard Error).

Berdasarkan hal tersebut, dari output Excel terlihat bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%, maka koefisien regresi untuk x atau jumlah sektor informasi adalah 0,659400785. Selanjutnya adalah membuat persamaan regresi atau model regresi dari permasalahan di atas.

$$\text{Jumlah kendaraan (Y)} = 1095,932005 + 0,659400785 \times (\text{PDRB Sektor Informasi dan Komunikasi})$$

Berdasarkan model regresi di atas bahwa konstanta yang sebesar 1095,932005 secara matematis berarti bahwa ketika variabel bebas nilainya 0, maka variabel terikat nilainya adalah sebesar konstanta tersebut.

Dari hasil perhitungan didapat model bangkitan di ruas jalan Otista Subang seperti diatas, terlihat pengaruh nilai PDRB atas dasar harga berlaku merupakan variabel yang mempengaruhi besaran nilai bangkitan yang terjadi di ruas jalan Otista adalah (X) Sektor Informasi dan Komunikasi. Berdasarkan hasil pemodelan yang dilakukan, berikut ditampilkan proyeksi Jumlah kendaraan yang dianalisis.

Tabel 4.16 Proyeksi Jumlah Kendaraan Ruas Jalan Otista

Tahun	Jumlah Kendaraan	Sektor Informasi dan Komunikasi
2015	1601,81	767,18
2016	1676,53	880,49
2017	1751,25	993,81
2018	1843,13	1133,14
2019	1947,88	1292,01
2020	2067,33	1473,15
2021	2203,52	1679,68
2022	2358,80	1915,18
2023	2535,85	2183,68
2024	2737,73	2489,84
2025	2967,91	2838,91
2026	3230,36	3236,93
2027	3529,61	3690,74
2028	3870,81	4208,18
2029	4259,85	4798,17

Sumber : Hasil Analisis Data

4.6 Analisa Hasil Pengujian

Banyak faktor berdasarkan PDRB Kota Subang yang mencakup Bangunan/ Kontruksi, Industri, Transportasi, Real Estat serta Jasa lainnya seperti di sebutkan di atas yang mengakibatkan peningkatan bangkitan volume lalu lintas di Ruas Jalan Otista Subang tetapi hanya Sektor Informasi dan Komunikasi dengan keakuratan prediksi sesuai dengan hasil analisis yang dikaji, dengan hasil prediksi yang tidak berbeda jauh antara hasil analisis regresi dan hasil analisis kinerja jalan yaitu $Q_{SMP} = 1947,88$ smp/jam dan $Q_{SMP} = 1947,67$ smp/jam serta menghasilkan derajat kejenuhan DS = 0,67, sedangkan untuk prediksi 10 tahun mendatang tepatnya tahun 2029 menghasilkan $Q_{SMP} = 4259,85$ smp/jam dan derajat kejenuhan DS = 1,46 dengan kategori F yaitu volume pelayanan lebih besar dari kapasitas dan aliran arus lalu lintas mengalami kemacetan total.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dijelaskan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1). Berdasarkan hasil perhitungan data lapangan ditentukan volume jam sibuk yang terjadi di ruas jalan Otista ialah terjadi pada hari Senin 13 April 2019, dengan volume kendaraan sebesar $Q = 3496,67$ kend/jam dimana dengan satuan mobil penumpang QSMP = 1947,82 smp/jam. Hal tersebut sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan seperti mobil parkir dibadan jalan (on street parking) dampak dari pengadaan fasilitas trotoar tanpa bahu jalan sebagai kejadian hambatan samping dengan frekuensi bobot kejadian rata-rata 557,43 termasuk kategori H (tinggi).
- 2). Derajat kejenuhan sebesar $DS = 0,67$ menunjukkan kondisi jalan termasuk kategori B yaitu tingkat pelayanan masih baik dengan kepadatan lalu lintas rendah, hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan. Berdasarkan rasio perbandingan volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang dan kapasitas masing- masing sebesar QSMP = 1947,82 smp/jam dan $C = 2908,00$ smp/jam, Dilihat dari hasil analisis derajat kejenuhan per jam puncak volume kendaraan yaitu jam pertama nilai $DS = 0,57$, jam kedua 0,68, dan jam ketiga 0,76. Sedangkan dari hasil kajian analisis kerapatan kendaraan sebesar $LV = 24,00$ kend/km, $HV = 8,00$ kend/km, dan $MC = 44,00$ kend/jam.
- 3). Berdasarkan analisis regresi juga didapatkan model yaitu Jumlah kendaraan (Y) = $1095,932005 + 0,659400785 \times$ (PDRB Sektor Informasi dan Komunikasi).
- 4). Berdasarkan hasil analisis didapat nilai hasil proyeksi jumlah kendaraan pada tahun 2019 dengan $C = 2908,00$ smp/jam, $Q = 1947,88$ smp/jam, $DS = 0,67$ dan tingkat pelayanan jalan termasuk kategori B, sedangkan untuk proyeksi pada 10 tahun mendatang yaitu tahun 2029 mendapat $Q = 4259,85$ smp/jam, $DS = 1,46$ dengan kategori F dimana lalu lintas macet, antrean panjang (volume kendaraan melebihi kapasitas, aliran telah mengalami kemacetan total).

6. Daftar Pustaka

1. Akcelik, R. (1981). Traffic signals: Capacity and timing analysis. *Traffic Signal: Capacity and Timing Analysis*, 15(6), 505. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(81\)90135-7](https://doi.org/10.1016/0191-2607(81)90135-7)
2. MKJI, P. (1997). Highway Capacity Manual Project (HCM). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 1(1), 564.
3. Subandi, A. (2018). Analisis Pengaruh Halte Atau Titik Lokasi Naik Turun Penumpang Terhadap Fungsi Terminal Subang. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Arsitektur)*, 33–45.
4. Subandi, A. (2019). Kajian Kapasitas Persimpangan Bersinyal Untuk Melayani Manuver Kendaraan Berat (Hv) Terhadap Waktu Pada Persimpangan Wesel Kota Subang. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Arsitektur)*, 2, 33–43.
5. Subandi, A., Gunawan, M. G., Mobil, E., Kendaraan, P., Dan, B., Belok, M., Pada, K., & Bersinyal, S. (2014). Ekuivalen Mobil Penumpang Kendaraan Berat Dan Motor Belok Kanan Pada Simpang Bersinyal. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Arsitektur)*, 1(1), 1–8. <http://www.ejournal.unsub.ac.id/index.php/FTK/article/view/115>
6. Subandi, A., Mt, S. T., Kristian, R., & Candra, A. (2017). Kajian Reaktivasi Trayek Angkutan Kota di Kabupaten Subang. *Mesa*, 2, 24–35.
7. Zukhruf, F., Indra Dharmawan, W., Sjafruddin, A., & Bona Frazila, R. (2019). Developing model of toll road traffic forecasting during ramp-up period. *MATEC Web of Conferences*, 270, 03016. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201927003016>