



Analisis Pengaruh Pengoperasian *Interchange* Terhadap Ruas Jalan Nasional Kawasan Industri Cikande

Punta Ramandya*, Imam Muthohar, dan Dewanti

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika, Kampus No.2 Yogyakarta, Indonesia

*puntaramandya85@gmail.com

Diterima: 9 Mei 2018, Direvisi: 23 Mei 2018, Disetujui: 30 Mei 2018

ABSTRACT

Analysis of the Effect of Interchange Operations to National Roads on Cikande Industrial Region: In order to unravel the congestion occurring on the national road as a result of the traffic of the Cikande industrial region, the Banten Provincial Government and the Serang Region Government have built interchange. The purpose of this research is to identify the level of services of Jakarta Highway which has status as national road around industrial area before and after interchange operation and formulate the recommendation of traffic engineering. Therefore, in order to know the traffic flow that will occur in the national road, it is predicted traffic flow using SATURN Software (Simulation and Assignment Traffic to Urban Road Networks) which is a network analysis program developed by Institute for Transport Studies, University of Leeds, while to evaluate the performance of the network used VCR parameters (Volume Capacity Ratio). From the analysis result, it was found that before the interchange, the segment 1 segment of the Jakarta Highway has a VCR value of 0.68 and 0.65 for the direction of Jakarta while for Serang direction VCR value is 0.60 and 0.50 (Segment 2 has VCR value equal to 0.74 and 0.79 for the direction of Jakarta while for the Serang direction VCR value of 0.75 and 0.73. Segment 3 has a VCR value of 0.69 for the direction of Jakarta, while for Serang direction VCR value of 0.64. 4 has a VCR value of 0.66 and 0.60 for the direction of Jakarta while the direction of attack has a VCR value of 0.77 and 0.76. For the analysis results after the operation of interchange segment 1 has a VCR value of 0.68 and 0.64 for the direction of Jakarta while for the direction of Serang VCR value of 0.60 and 0.49. Segment 2 has a VCR value of 0.72 and 0.70 for the direction of Jakarta while for Serang direction VCR value of 0.74 and 0.71 Segment 3 has a VCR value of 0.52 for the direction of Jakarta, while for direction Attack VCR value of 0,50.

Keywords: interchange; network traffic; traffic flow; SATURN; volume capacity ratio.

ABSTRAK

Guna mengurangi kemacetan yang terjadi pada jalan nasional sebagai dampak lalu lintas kawasan industri Cikande maka Pemerintah Provinsi Banten dan Pemerintah Kabupaten Serang telah membangun interchange. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi tingkat pelayanan ruas jalan Raya Jakarta yang mempunyai status sebagai jalan nasional disekitar kawasan industri sebelum dan sesudah beroperasinya interchange serta merumuskan rekomendasi rekayasa lalu lintas. Oleh karena itu agar dapat mengetahui arus lalu lintas yang akan terjadi diruas jalan nasional tersebut maka dilakukan prediksi arus lalu lintas dengan menggunakan Software SATURN (Simulation and Assignment Traffic to Urban Road Networks) yang merupakan program analisis jaringan yang dikembangkan oleh Institute for Transport Studies, University of Leeds, sedangkan untuk mengevaluasi kinerja jaringan digunakan parameter VCR (Volume Capacity Ratio). Dari hasil analisis diperoleh bahwa sebelum interchange beroperasi ruas jalan Raya Jakarta segmen 1 mempunyai nilai VCR sebesar 0,68 dan 0,65 untuk arah Jakarta sedangkan untuk arah Serang nilai VCR sebesar 0,60 dan 0,50 (. Segmen 2 mempunyai nilai VCR sebesar 0,74 dan 0,79 untuk arah Jakarta sedangkan untuk arah Serang nilai VCR sebesar 0,75 dan 0,73. Segmen 3 mempunyai nilai VCR sebesar 0,69 untuk arah Jakarta, sedangkan untuk arah Serang nilai VCR sebesar 0,64. Segmen 4 mempunyai nilai VCR sebesar 0,66 dan 0,60 untuk arah Jakarta sedangkan arah serang mempunyai nilai VCR sebesar 0,77 dan 0,76. Untuk hasil analisis setelah beroperasinya interchange segmen 1 mempunyai nilai VCR sebesar 0,68 dan 0,64 untuk arah Jakarta sedangkan untuk arah Serang nilai VCR sebesar 0,60 dan 0,49. Segmen 2 mempunyai nilai VCR sebesar 0,72 dan 0,70 untuk arah Jakarta sedangkan untuk arah Serang nilai VCR sebesar 0,74 dan 0,71. Segmen 3 mempunyai nilai VCR sebesar 0,52 untuk arah Jakarta, sedangkan untuk arah Serang nilai VCR sebesar 0,50.

Kata Kunci: persimpangan; jaringan lalu lintas; arus lalu lintas; SATURN; rasio kapasitas volume.

I. Pendahuluan

Pembangunan kawasan industri merupakan salah satu langkah pemerintah untuk meningkatkan investasi di bidang perindustrian serta meningkatkan kesejahteraan suatu daerah yang lahanya di jadikan sebagai kawasan industri tersebut. Kawasan industri adalah suatu daerah yang didominasi oleh aktivitas industri yang mempunyai fasilitas kombinasi terdiri dari peralatan-peralatan pabrik (*industrial plants*),

sarana penelitian dan laboratorium untuk pengembangan, bangunan perkantoran, bank, serta fasilitas sosial dan fasilitas umum. Dengan kelebihan yang dimiliki oleh kawasan industri tersebut, maka para investor memperoleh kemudahan dalam melakukan kegiatan industrinya.

Cikande merupakan kawasan yang sedang berkembang baik dari sisi *real estate* maupun kawasan industri, karena itu membutuhkan akses

jalan tol yang lebih cepat dan dekat. Selama ini, dari daerah Balaraja hingga Ciujung tidak ada pintu keluar dan masuk sehingga pelaku industri yang menuju daerah Cikande harus memutar atau melewati jalan nasional di Balaraja yang sangat padat. Guna mengurai kemacetan yang terjadi pada jalan nasional sebagai dampak lalu lintas kawasan industri tersebut maka Pemerintah Provinsi Banten dan Pemerintah Kabupaten Serang telah membangun *interchange*.

Interchange Cikande direncanakan akan menjadi *interchange* baru di jalan tol Tangerang-Merak yang berada diantara dua *interchange* yang telah ada sebelumnya, yakni *interchange* Balaraja Barat (Km 38+900) dan *interchange* Ciujung (Km 59+500), tepatnya di Km 52. Lokasi pembangunan *interchange* Cikande terletak dekat dengan kawasan industri Modern Cikande dan Nikomas hal ini tentunya akan memberikan kemudahan bagi para pengguna jalan raya terutama kendaraan berat untuk menuju kawasan industri tersebut.

Interchange itu sendiri akan mempunyai fasilitas *exit* dan *entry* terhadap jaringan jalan nasional sekitar kawasan industri, tentunya masalah lalu lintas akan timbul pada ruas jalan nasional yang mempunyai akses langsung ke *interchange*. Dari uraian di atas maka dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi kinerja lalu lintas di ruas jalan nasional sekitar kawasan industri sebelum beroperasinya *interchange* Cikande?
2. Bagaimana dampak yang ditimbulkan akibat beroperasinya *interchange*?
3. Bagaimana rekomendasi manajemen dan rekayasa lalu lintas yang diusulkan pada simpang *interchange* Cikande?

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi kondisi kinerja lalu lintas eksisting di ruas jalan nasional sekitar kawasan industri Cikande, menganalisis dampak yang ditimbulkan akibat beroperasinya *interchange* di sekitar kawasan industri Cikande, dan merumuskan rekomendasi manajemen dan rekayasa lalu lintas pada simpang *interchange* Cikande.

II. Tinjauan Pustaka

A. Peran Penting Sistem Perencanaan Transportasi Dalam Pengembangan Kawasan Industri Cikande

Perencanaan transportasi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari perencanaan kota. Pertimbangan yang matang sangat diperlukan agar perencanaan kota tidak menghasilkan dampak kekacauan lalu lintas di masa yang akan datang.

Perencanaan transportasi adalah suatu proses yang bertujuan untuk mengembangkan sistem yang memungkinkan manusia dan barang bergerak atau berpindah tempat dengan aman, murah dan cepat (Tamin, 2000). Perencanaan transportasi juga merupakan proses yang bertujuan untuk menentukan perbaikan kebutuhan atau fasilitas transportasi baru dan layak untuk daerah tertentu (Catanese, 1972) dalam (Wahyu, 2013). Dalam perencanaan transportasi perlu memikirkan permintaan atau jasa transportasi untuk angkutan manusia maupun barang yang dapat digambarkan dalam pemakaian sistem transportasi tersebut.

Tamin (2000) menyebutkan bahwa pendekatan sistem adalah pendekatan umum untuk suatu perencanaan atau teknik dengan menganalisis semua faktor yang berhubungan dengan permasalahan yang ada. Contohnya kemacetan lokal yang disebabkan oleh penyempitan lebar jalan dapat diselesaikan dengan melakukan perbaikan secara lokal. Akan tetapi hal ini mungkin menyebabkan permasalahan berikutnya yang timbul di tempat lain. Pendekatan sistem mencoba menghasilkan pemecahan yang terbaik dari beberapa alternatif pemecahan yang ada, tentunya dengan batasan tertentu (waktu dan biaya).

B. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas

Dari salah satu referensi, rekayasa lalu lintas (*traffic engineering*) dapat didefinisikan sebagai bagian dari rekayasa yang berkaitan dengan pergerakan orang dan barang pada jalan dan jalan raya secara aman/selamat dan efisien, yang meliputi aspek; perencanaan jalan dan fasilitasnya, perancangan geometrik jalan dan fasilitasnya, operasional dan pengendalian lalu lintas, keselamatan lalu lintas, pemeliharaan fasilitas dan kendali lalu lintas, dan manajemen fasilitas dan kendali lalu lintas (McShane dan Roess, 1990).

Dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pada ketentuan umum yang dimaksud dengan manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas.

Pengaturan manajemen dan rekayasa lalu lintas dilakukan melalui penetapan kebijakan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas pada jaringan jalan tertentu. Penetapan kebijakan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas pada jaringan jalan tertentu merupakan hasil dari penetapan rencana kebijakan pengaturan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas. Kebijakan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas meliputi:

1. Perintah, larangan, peringatan, dan/atau petunjuk yang bersifat umum di semua ruas jalan;
2. Perintah, larangan, peringatan, dan/atau petunjuk yang berlaku pada masing-masing ruas jalan.

C. Analisis Dampak Lalu Lintas

Menurut Tamin (2000), analisis dampak lalu lintas pada dasarnya merupakan analisis pengaruh pengembangan tata guna lahan terhadap sistem pergerakan arus lalu lintas di sekitarnya yang diakibatkan oleh bangkitan lalu lintas yang baru, lalu lintas yang beralih, dan oleh kendaraan keluar masuk dari/ke lahan tersebut.

Analisis dampak lalu lintas ini telah diatur dalam UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 99 sampai dengan pasal 100, dan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 32 tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas dan diatur lebih lanjut pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 75 tahun 2015.

Safrido (2017) mengatakan Fenomena dampak lalu lintas diakibatkan oleh adanya pembangunan dan pengoperasian pusat kegiatan yang menimbulkan bangkitan lalu lintas yang cukup besar, seperti pusat perkantoran, pusat perbelanjaan, terminal, dan lain-lain. Lebih lanjut dikatakan bahwa dampak lalu lintas terjadi pada tahap pasca konstruksi atau saat beroperasi. Pada tahap ini akan terjadi bangkitan lalu lintas dari pengunjung, pegawai dan penjual jasa transportasi yang akan membebani ruas-ruas jalan tertentu serta timbulnya bangkitan.

D. Analisis Kinerja Jalan

Penelitian ini menggunakan beberapa parameter kinerja sebagaimana yang digunakan dalam

perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 secara manual.

a. Volume Lalu Lintas

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada jalan raya pada selang waktu tertentu atau kendaraan per unit waktu. Unit waktu yang paling sering digunakan adalah setiap hari atau setiap jam.

Volume harian digunakan untuk melihat pola dari waktu ke waktu dan untuk tujuan perencanaan atau pengontrolan yang diperlukan volume lalu lintas dengan satuan mobil penumpang (SMP) per jam puncak harian (**Tabel 1**). Satuan mobil penumpang atau biasa yang disingkat SMP adalah satuan kendaraan di dalam arus lalu lintas yang disetarakan dengan kendaraan ringan/mobil penumpang, dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) atau factor pengali berbagai jenis kendaraan menjadi satu satuan yaitu SMP.

b. Kinerja Ruas Jalan

Indikator kinerja yang dimaksud disini adalah perbandingan volume per kapasitas (*V/C ratio*), kecepatan dan kepadatan lalu lintas. Tiga karakteristik ini kemudian dipakai untuk mencari tingkat pelayanan (*level of service*). Adapun indikator-indikator tersebut akan dijelaskan untuk masing-masing karakteristik sebagai berikut.

1) Kapasitas Ruas Jalan

Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas jalan kota berdasarkan MKJI, 1997 adalah:

$$C = C_o \times F_{cw} \times F_{csp} \times F_{csf} \times F_{ccs} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana C adalah kapasitas (smp/jam), C_o adalah kapasitas dasar (smp/jam), F_{cw} adalah faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas, F_{csp} adalah faktor penyesuaian pemisah arah, F_{csf} adalah

Tabel 1.
Faktor Pengali Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Tipe Jalan	Arus Lalu Lintas	emp			
		LV	HV	MC	
				Lebar Jalur ≤ 6 m	Lebar Jalur >6 m
Dua Lajur tak terbagi (2/2) UD	0	1,0	1,3	0,5	0,4
	≥ 1800		1,2	0,35	0,25
Empat Lajur tak terbagi (4/2) UD	0		1,3	0,4	
	≥ 1800		1,2	0,25	
Dua Lajur satu arah (2/1) dan Empat Lajur dua arah (4/2) D	0		1,3	0,4	
	≥ 1050		1,2	0,25	
Tiga Lajur satu arah (3/1) dan Enam Lajur dua arah (6/2) D	0		1,3	0,4	
	≥ 1100		1,2	0,25	

Sumber: MKJI 1997

faktor penyesuaian hambatan samping, serta FCcs adalah faktor penyesuaian ukuran kota.

2) Kecepatan Perjalanan

Kecepatan perjalanan (*journey/travel speed*) mudah untuk diukur dan dimengerti. Kecepatan perjalanan adalah kecepatan rata-rata kendaraan untuk melewati satu ruas jalan:

$$V = L / TT \times 3600 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana V adalah kecepatan rata-rata (km/jam), L adalah panjang ruas (km), dan TT adalah waktu perjalanan rata-rata kendaraan melewati ruas (detik)

Kepadatan ruas jalan dapat diukur dengan cara survai *input-output*, yaitu dengan cara menghitung jumlah kendaraan yang masuk dan keluar pada satu potongan jalan pada suatu periode waktu tertentu. Namun dalam bahasan ini, kepadatan dihitung dengan rumus dasar (Salter, 1981).

$$Volume = kecepatan \times kepadatan$$

Sehingga,

$$Kepadatan = volume/kecepatan \dots\dots\dots (3)$$

E. Aplikasi Perangkat Lunak SATURN

Perangkat lunak *Simulation and Assignment Traffic to Urban Road Networks (SATURN)* adalah program analisis jaringan yang dikembangkan oleh Institute for Transport Studies, University of Leeds dan didistribusikan oleh W.S Atkins of Epsom sejak tahun 1981 yang secara berkala dilakukan pembaharuan. Program ini memiliki fungsi dasar sebagai berikut:

- a. Sebagai gabungan simulasi lalu lintas dan model pembebanan untuk analisis rencana investasi jalan meliputi rencana manajemen lalu lintas

pada jaringan setempat hingga peningkatan infrastruktur.

- b. Sebagai model pembebanan lalu lintas konvensional untuk analisis jaringan lebih besar.
- c. Sebagai model simulasi persimpangan.
- d. Sebagai editor, basis data, dan sistem analisis jaringan.
- e. Sebagai model permintaan (*demand*) matriks perjalanan meliputi elemen dasar dari distribusi perjalanan, *moda split*, dan sebagainya.

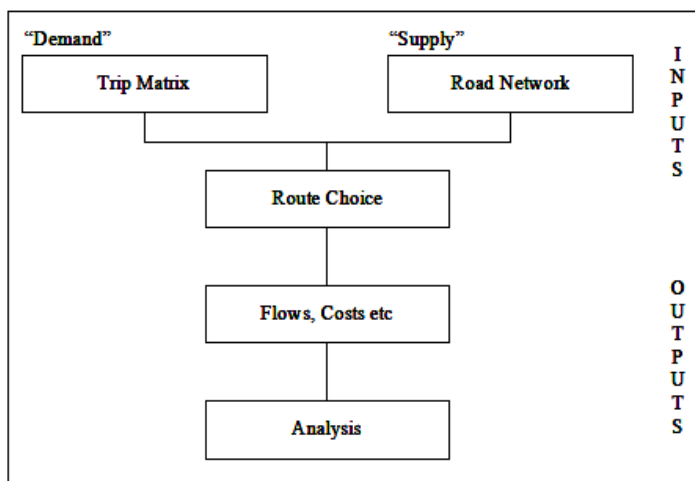
Struktur umum dari model pembebanan lalu lintas pada program *SATURN* diilustrasikan pada **Gambar 1**. Contoh jaringan atau network pada *SATURN* dapat dilihat pada **Gambar 2**.

F. Uji Validasi Model SATURN

Metode validasi yang digunakan adalah uji *chi-square*. *Chi-Square* merupakan teknik statistik yang dipergunakan untuk menguji probabilitas dengan cara mempertentangkan antara data frekuensi yang dapat diobservasi (data lapangan), *observed frequencies* (fo atau Oi) dengan frekuensi yang diharapkan (data hasil model) *,expected frequencies* (fh atau Ei). Dengan kata lain Chi-Square adalah salah satu teknik dalam statistik untuk menguji probabilitas perbedaan frekuensi data lapangan (yang diobservasi = fo) dengan frekuensi hasil model (= fh /fe -> frekuensi ekspektasi). Untuk menganalisis perbedaan frekuensi chi kwadrat pada variabel tunggal digunakan rumus berikut ini.

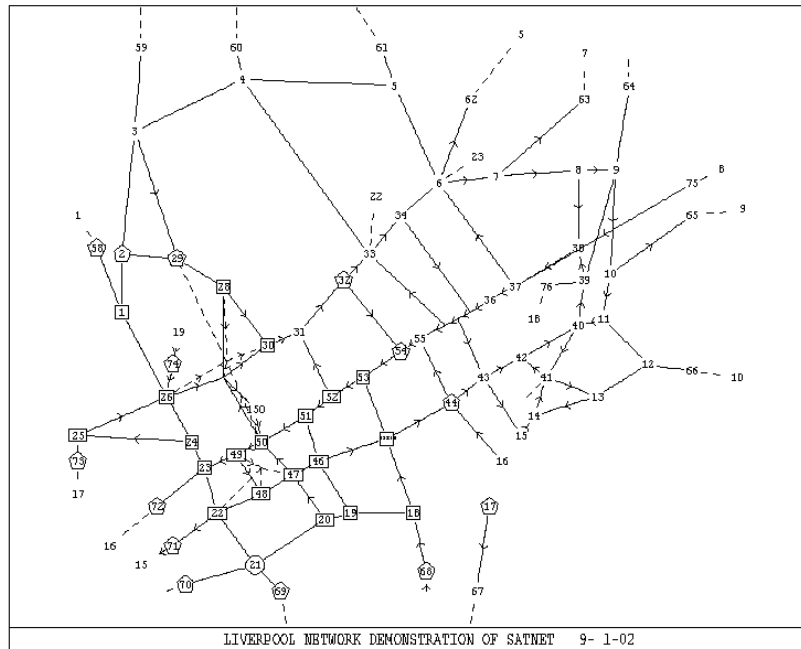
$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana χ^2 adalah chi kwadrat, O_i adalah frekuensi observasi, serta E_i adalah frekuensi harapan



Sumber: *SATURN 10.5 User Manual, 2004*

Gambar 1.
Struktur Umum Model Pembebanan.



Sumber: *SATURN 10.5 User Manual, 2004*

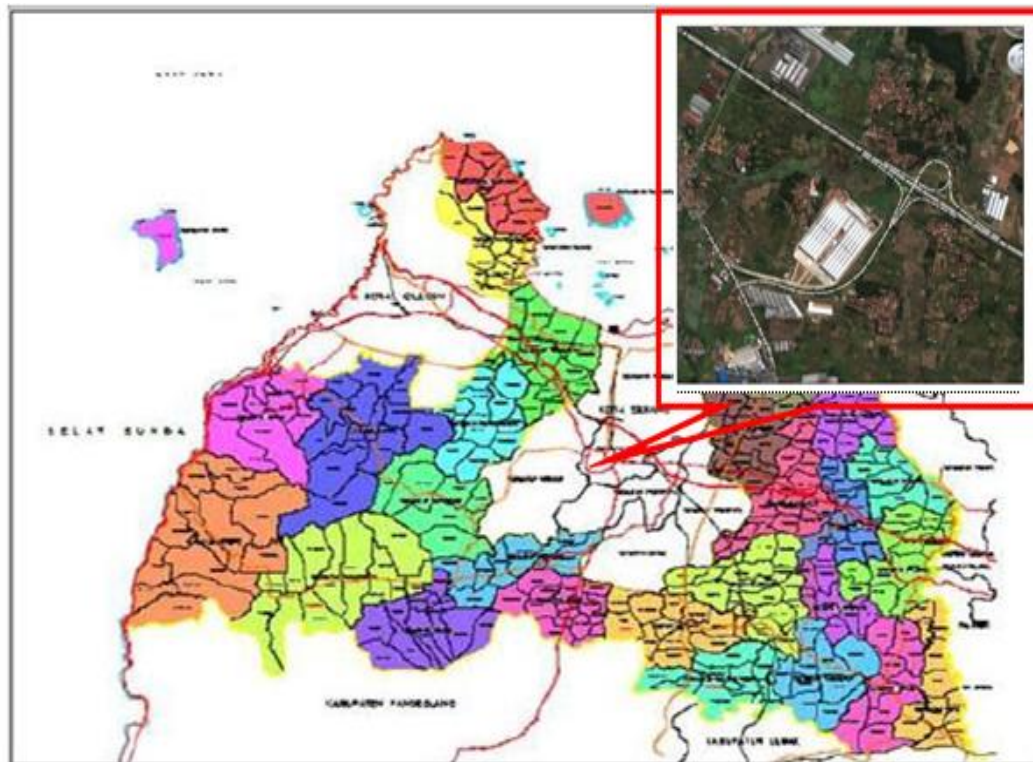
Gambar 2.
Jaringan Jalan SATURN.

III. Metodologi Penelitian

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang Provinsi Banten (**Gambar 3**). Kecamatan Cikande juga dikenal sebagai salah satu sentra industri di Kabupaten Serang karena terdapat Kawasan Industri Modern 2000 milik Modern

Group yang dibuka pada tahun 1991. Letak Modern Cikande sangat strategis yang berjarak kira-kira 68 km dari Jakarta, 75 km dari Pelabuhan Tanjung Priok dan 50 km dari Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Modern Cikande dapat diakses melalui tol Jakarta-Merak kemudian keluar melalui pintu tol Ciujung. Pelabuhan Bojonegara yang berjarak dekat dengan kawasan dan akan menjadi



Gambar 3.
Peta Kabupaten Serang dan Lokasi Pekabupatnelitian.

sentra pengangkutan barang untuk keperluan ekspor-impor terbesar di Indonesia sedang dalam proses perencanaan.

B. Tahapan Pengumpulan Data Penelitian

Metode komprehensif yang disusun oleh penulis dimulai dengan tahap pengumpulan data, dalam hal ini data sekunder dan data primer.

1. Data Sekunder

Data yang dikumpulkan dalam tahap ini berupa identifikasi terhadap 2 (dua) masalah pokok yaitu data jaringan jalan dan tata guna lahan yang sudah ada (eksisting) dan data rancang bangun (*master plan*) Kawasan Industri Cikande.

Data sekunder tersebut diperoleh dari Dinas Perhubungan Kabupaten Serang serta Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Serang dan pihak Pengembang Kawasan Industri Cikande.

2. Data Sekunder

Survei yang dilaksanakan untuk mendapatkan data primer yang diinginkan antara lain:

a. Survei Inventarisasi Jalan

Survei dilakukan dengan mengamati dan mengukur secara langsung seluruh perlengkapan dan fasilitas baik di ruas jalan dan persimpangan yang ada termasuk di dalamnya pengukuran kondisi geometrik simpang.

b. Survei Pencacahan Lalu Lintas

Survei pencacahan volume lalu lintas dilaksanakan untuk mengetahui karakteristik volume lalu lintas di suatu ruas jalan pada satuan waktu tertentu guna menentukan tingkat pelayanan jalan.

c. Survei Kecepatan Ruas Jalan

Survei ini dilakukan dengan kendaraan yang dikendarai pada arus lalu lintas.

C. Tahaan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, tahapan pelaksanaan penelitian memperhatikan dan mengikuti bagan alir sebagaimana pada **Gambar 4**.

Secara umum dalam melaksanakan suatu analisis dampak operasional *interchange* Cikande terhadap kinerja jalan utama kawasan industri Cikande mencakup tahapan penelitian dan tahapan analisis sebagaimana dapat dilihat pada bagan alir, sebagai berikut:

1. Analisis Kondisi Eksisting

Tahapan ini memberikan penjelasan dan gambaran hasil analisis volume dan kapasitas pada jaringan jalan sebelum dan sesudah *interchange* beroperasi. Kondisi arus lalu lintas yang terjadi pada saat

sebelum dan sesudah *interchange* beroperasi akan dimodelkan.

2. Analisis Penanganan Masalah

Tahapan ini memberikan penjelasan tentang penanganan manajemen dan rekayasa lalu lintas yang perlu dilaksanakan setelah memperhatikan dampak lalu lintas yang terjadi. Jenis penanganan yang perlu dilaksanakan yaitu dengan memberikan alternatif pemecahan dalam meminimalkan dampak yang terjadi.

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Pembangunan Jaringan Jalan SATURN

Pemodelan dalam *SATURN* membutuhkan suatu gambaran *layout* jaringan jalan yang akan dimodelkan. Pada penelitian ini, lingkup simulasi yang dibutuhkan yaitu tahap mikro untuk mendapatkan kinerja lalu lintas di ruas jalan, khususnya dalam suatu segmen jalan. Penggambaran jaringan jalan sesuai dengan kebutuhan berupa *node* atau simpang dan juga *link* atau segmen jalan.

Gambar 5 dan **Gambar 6** adalah langkah pertama yang harus dilakukan untuk persiapan membangun jaringan jalan pada *SATURN* (**Gambar 6**).

B. Input MAT SATURN

Setelah selesai membangun jaringan jalan, maka langkah selanjutnya adalah proses *input* matriks asal tujuan. Matriks asal tujuan yang telah disiapkan dirubah formatnya dalam bentuk *file dat* seperti pada **Gambar 7**.

C. Validasi Model SATURN

Rangkuman hasil validasi uji *chi-square* model selengkapnya dapat di lihat pada **Tabel 2**. Dari hasil pengujian validasi *chi-square*, volume model dan volume lapangan maka didapat bahwa hasil H_0 dapat diterima, hal ini dikarenakan hasil t hitung 13,21 lebih kecil dari pada t tabel 22, 36, sehingga tidak ada perbedaan secara signifikan antara model dan survei atau bisa dikatakan model dan survei selaras.

D. Analisis Jaringan Jalan

Analisis yang dilakukan hanya pada ruas jalan yang ditinjau, yaitu ruas jalan Raya Jakarta yang terbagi dalam 4 (empat) segmen (**Tabel 3**).

1. Sebelum *Interchange* Beroperasi

Pengoperasian *interchange* Cikande tentu akan memberikan dampak pada ruas jalan sekitarnya. Ruas jalan yang terkena dampak langsung adalah ruas jalan Raya Jakarta dengan tipe jalan 2/2 UD dan 4/2 UD dengan lebar badan jalan 10 meter dan bahu jalan sampai 2 (dua) meter.

a. Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 1

Dari hasil pemodelan transportasi yang telah dilakukan khususnya tahap pembebanan perjalanan dapat dilihat besarnya volume lalu lintas dan nilai VCR yang terjadi pada ruas jalan yang ditinjau sebelum *interchange* beroperasi.

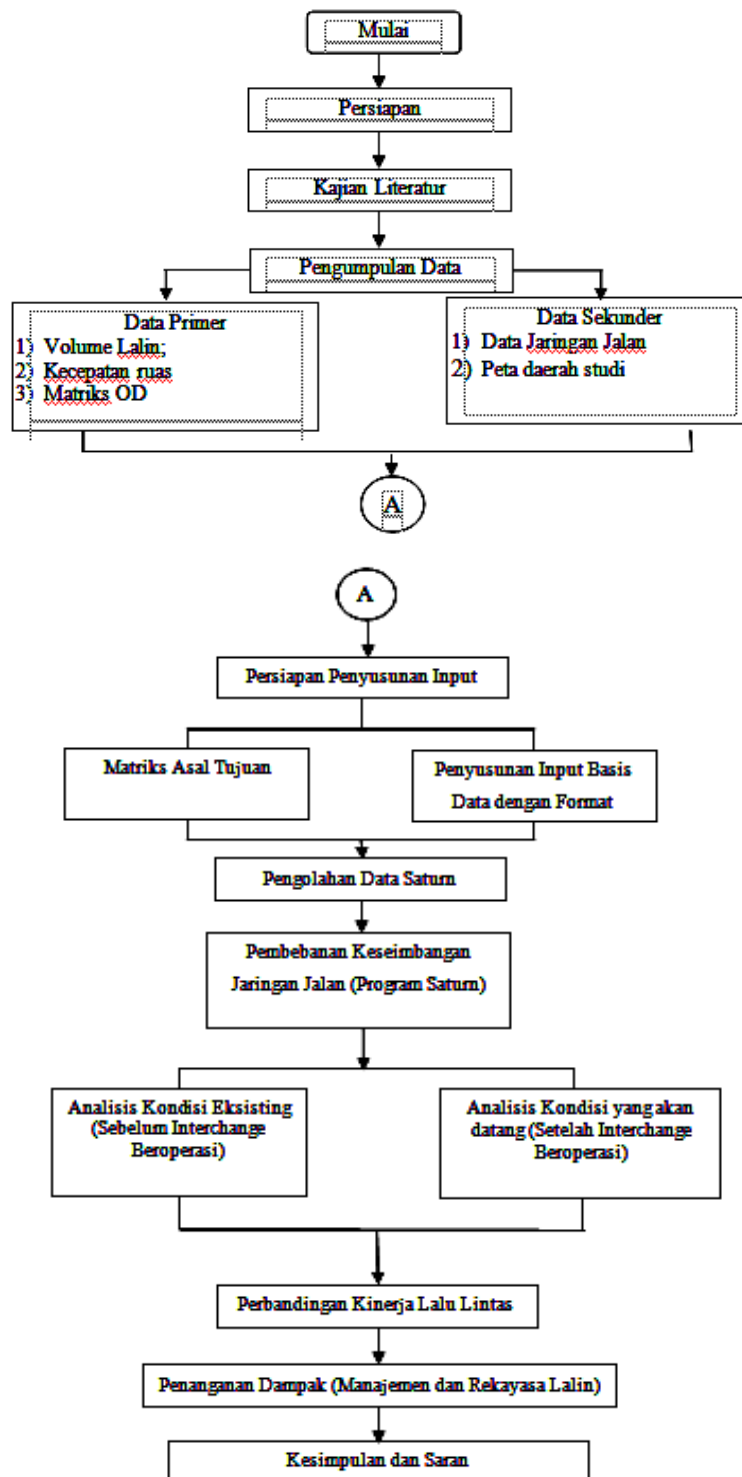
Tabel 4 menunjukkan bahwa ruas jalan Raya Jakarta segmen 1 dari node 17 sampai dengan node 19 mempunyai kinerja yang masih stabil. Stabil disini adalah dalam artian ruas jalan raya Jakarta segmen 1 masih bisa memberikan pelayanan yang baik.

Tabel 2.
Hasil Validasi *Chi Square*

No.	A	B	Vol Model	Vol TC	E-O	Uji Chi-Square (X^2)
						$X^2 = (E-O)/O$
1.	17	18	1631	1684	-53	1,668052257
2.	18	17	1440	1384	56	2,265895954
3.	18	19	1550	1592	-42	1,108040201
4.	19	18	1198	1107	91	7,480578139
5.	19	36	1755	1742	13	0,097014925
6.	36	19	1792	1794	-2	0,002229654
7.	36	39	1886	1901	-15	0,118358759
8.	39	36	1736	1733	3	0,005193306
9.	15	39	1790	1798	-8	0,035595106
10.	39	15	1661	1664	-3	0,005408654
11.	15	16	1735	1722	13	0,098141696
12.	16	15	2007	1990	17	0,145226131
13.	16	31	1575	1578	-3	0,005703422
14.	31	16	1996	1998	-2	0,002002002
			23752	23687		0,178367881

Tabel 3.
Inventarisasi Ruas Jalan Raya Jakarta

No.	Ruas Jalan	Lebar Jalur	Bahu Jalan	M	Fungsi Jalan	Tipe Jalan	Kapasitas
1.	Raya Jakarta 1	10	2	-	Arteri	2/2 UD	2374
2.	Raya Jakarta 2	10	2	-	Arteri	2/2 UD	2374
3.	Raya Jakarta 3	10	2	-	Arteri	4/2 UD	2612
4.	Raya Jakarta 4	10	2	-	Arteri	4/2 UD	2612



Gambar 4.
Bagan Alir Penelitian.

b. Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 2

Dari hasil pemodelan transportasi yang telah dilakukan khususnya tahap pembebanan perjalanan dapat dilihat besarnya volume lalu lintas dan nilai VCR yang terjadi pada ruas jalan yang ditinjau sebelum *interchange* beroperasi.

Tabel 5 menunjukkan bahwa ruas jalan Raya Jakarta segmen 2 dari node 19 sampai dengan node 36 mempunyai kinerja yang tidak lagi mampu

memberikan pelayanan yang baik dikarenakan nilai VCR telah mencapai nilai diatas 0,75 hal ini disebabkan pada ruas jalan Raya Jakarta segmen 2 terdapat pasar dan kawasan industri modern Cikande dan PT Nikomas.

c. Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 3

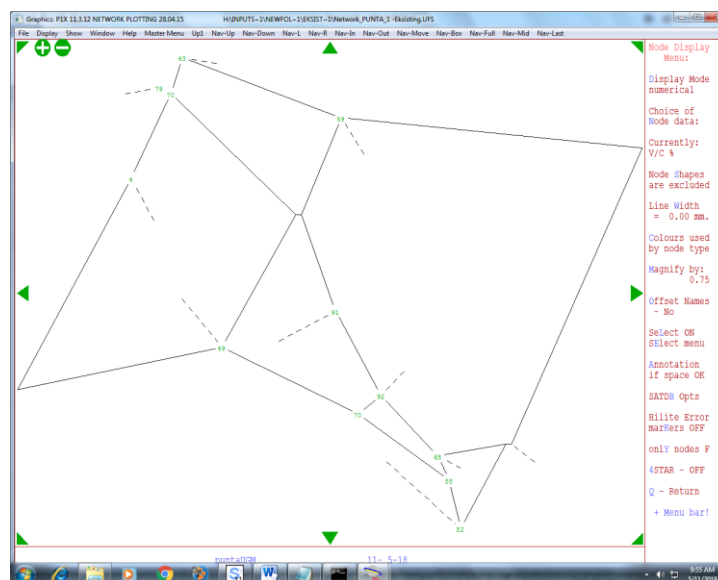
Dari hasil pemodelan transportasi yang telah dilakukan khususnya tahap pembebanan perjalanan dapat dilihat besarnya volume lalu lintas dan nilai


```

Network_PUNTA - Notepad
File Edit Format View Help
LTP = 30,
MAXZN = 500,
NITA_S = 99,
NOPD = 0,
NOTUK = 0,
XYFORM = '215',
PRINTF = T,
NOMADS = 1,
PMAX = 5,
PPM = 1,
PPK = 0.5,
AK_MIN = 0.2,
&END
33333
C1 20 25 25 9999 25 12
C2 17 25 25 9999 25 12
C3 13 25 25 9999 25 11
C4 13 25 25 9999 25 11
C5 18 25 25 9999 25 1
C6 29 25 25 9999 25 4
C7 19 25 25 9999 25 3
C8 12 25 25 9999 25 6
C9 21 25 25 9999 25 16
C10 20 25 25 9999 25 7
11 13 35 18 802 25 44

```

Gambar 5.
Data Jaringan Jalan File Dat



Gambar 6.
Jaringan Jalan SATURN.

```

MAT_PUNTA - Notepad
File Edit Format View Help
RUN
&PARAM
KARDS = T
PRINT = T
MPNEXT = T
NROWS = 10
NCOLS = 10
NODET = 3, &END
TRIPS PCUH
MAT Punta
1 0 266 647 14 46 42 10 52 110 18
2 139 0 394 9 28 26 6 32 67 11
3 560 654 0 34 113 103 23 128 271 42
4 213 249 605 0 43 40 9 49 103 16
5 173 201 490 11 0 32 7 40 84 13
6 17 20 48 1 4 0 1 4 8 2
7 24 28 68 2 5 5 0 6 12 2
8 139 163 395 9 29 26 6 0 68 11
9 621 726 1765 38 126 115 26 142 0 47
10 37 44 105 3 8 7 2 9 18 0

```

Gambar 7,
MAT SATURN.

VCR yang terjadi pada ruas jalan yang ditinjau menunjukkan bahwa ruas jalan Raya Jakarta segmen sebelum *interchange* beroperasi. **Tabel 6** 3 dari node 39 sampai dengan node 15 mempunyai

kinerja yang masih stabil dalam artian ruas jalan raya Jakarta segmen 3 masih bisa memberikan pelayanan yang baik.

d. Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 4

Dari hasil pemodelan transportasi yang telah dilakukan khususnya tahap pembebanan perjalanan dapat dilihat besarnya volume lalu lintas dan nilai VCR yang terjadi pada ruas jalan yang ditinjau sebelum *interchange* beroperasi. **Tabel 7** menunjukkan bahwa ruas jalan Raya Jakarta segmen 3 dari node 15 sampai dengan node 31 mempunyai kinerja yang tidak lagi mampu memberikan pelayanan yang baik dikarenakan nilai VCR telah mencapai nilai di atas 0,75 hal ini disebabkan pada ruas jalan Raya Jakarta segmen 4 sering dimanfaatkan oleh pengemudi kendaraan memarkir kendaraannya pada badan jalan untuk bersitirahat sejenak sebelum melanjutkan perjalanan kearah Balaraja/Jakarta.

2. Setelah *Interchange* Beroperasi

Dari hasil pemodelan transportasi yang telah dilakukan, khususnya tahap pembebanan perjalanan, dapat dilihat besarnya volume lalu lintas dan nilai VCR yang terjadi pada ruas jalan yang ditinjau setelah *interchange* beroperasi.

a. Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 1

Setelah beroperasinya *interchange*, ruas jalan Raya Jakarta segmen 1 tidak mengalami perubahan dari segi geometrik, tipe, maupun kapasitas jalan. **Tabel 8** menunjukkan bahwa setelah beroperasinya *interchange*, ruas jalan Raya Jakarta segmen 1 masih menunjukkan tingkat pelayanan yang baik bahkan hampir dikatakan hanya terkena dampak yang sangat kecil dari beroperasinya *interchange* Cikande. Hal ini dikarenakan ruas jalan Raya Jakarta segmen 1 tidak terlalu terkena dampak akibat aktivitas pelaku industri kawasan industri Cikande.

Tabel 4.
Prakiraan Volume Lalu Lintas dan Nilai VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 1

Node A	Node B	Kapasitas	Vol	VCR
17	18	2374	1631	0,68
18	17	2374	1384	0,60
18	19	2374	1592	0,65
19	18	2374	1107	0,50

Tabel 5.
Prakiraan Volume Lalu Lintas dan Nilai VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 2

Node A	Node B	Kapasitas	Vol	VCR
19	36	2374	1755	0,74
36	19	2374	1792	0,75
36	39	2374	1886	0,79
39	36	2374	1736	0,73

Tabel 6.
Prakiraan Volume Lalu Lintas dan Nilai VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 3

Node A	Node B	Kapasitas	Vol	VCR
39	15	2612	1661	0,69
15	39	2612	1790	0,64

Tabel 7.
Prakiraan Volume Lalu Lintas dan Nilai VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 4

Node A	Node B	Kapasitas	Vol	VCR
15	16	2612	1730	0,66
16	15	2612	2007	0,77
16	31	2612	1575	0,60
31	16	2612	1996	0,76

b. Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 2

Setelah beroperasinya *interchange* ruas jalan Raya Jakarta segmen 2 mengalami perubahan dengan bertambahnya simpang akibatnya adanya gerbang tol sebagai akses masuk dan keluar *interchange*.

Pada **Tabel 9** di atas dapat kita lihat bahwa setelah beroperasinya *interchange* ruas jalan Raya Jakarta segmen 2 menunjukkan tingkat pelayanan yang baik dengan VCR dibawah 0,75, meskipun VCR rata-rata masih diatas 0,70 hal ini dikarenakan pada ruas jalan Raya Jakarta segmen 2 terdapat tata guna lahan campuran dimana terdapat perumahan, komersil dan Industri serta pasar yang terdapat pada ruas jalan tersebut ditambah lagi dengan beroperasinya *interchange* Cikande yang lokasinya terletak pada ruas jalan segmen 2.

c. Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 3

Setelah beroperasinya *interchange* ruas jalan Raya Jakarta segmen 3 tidak mengalami perubahan dari segi geometrik, tipe maupun kapasitas jalan namun mengalami peningkatan kualitas pelayanan jalan yang sangat signifikan (**Tabel 10**).

Peningkatan pelayanan ruas jalan Raya Jakarta segmen 3 ini disebabkan oleh adanya alternatif lain bagi pengguna jasa maupun pelaku industri di Cikande maupun Balaraja/Jakarta yang selama ini menggunakan ruas jalan Raya Jakarta, sehingga hal

ini tentu saja membawa dampak positif.

d. Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 4

Setelah beroperasinya *interchange* ruas jalan Raya Jakarta segmen 4 tidak mengalami perubahan dari segi geometrik, tipe maupun kapasitas jalan namun mengalami peningkatan kualitas pelayanan jalan yang sangat signifikan.

Pada **Tabel 11** dapat dilihat bahwa rata-rata VCR kurang dari 0,75 hal ini menunjukkan tingkat pelayanan yang baik yang ditimbulkan karena beroperasinya *interchange* Cikande.

3. Perbandingan Kinerja Sebelum dan Sesudah *Interchange* Beroperasi

Pada bagian ini akan ditampilkan perbandingan hasil analisis pada kondisi dari ruas jalan Raya Jakarta sebelum dan sesudah beroperasinya *interchange* secara bersamaan sehingga perubahan yang terjadi akan lebih mudah diamati seperti terlihat pada **Tabel 12** di bawah ini.

Dari **Tabel 12** dapat dilihat perbandingan yang terjadi sebelum dan sesudah beroperasinya *interchange* pada ruas jalan Raya Jakarta untuk tiap-tiap segmennya. Pada segmen 1 (satu) terlihat bahwa tidak ada perubahan yang signifikan setelah beroperasinya *interchange* hal ini dikarenakan pada segmen 1 (satu) terdapat pasar yang beroperasi, hal ini juga terjadi pada segmen 2 yang tidak

Tabel 8.
Prakiraan Volume dan Nilai VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 1

Node A	Node B	Kapasitas	Vol	VCR
17	18	2374	1619	0,68
18	17	2374	1421	0,60
18	19	2374	1521	0,64
19	18	2374	1167	0,49

Tabel 9.
Prakiraan volume dan nilai VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 2

Node A	Node B	Kapasitas	Vol	VCR
19	36	2374	1701	0,72
36	19	2374	1751	0,74
36	39	2374	1661	0,70
39	36	2374	1689	0,71

Tabel 10.
Prakiraan Volume dan Nilai VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 3

Node A	Node B	Kapasitas	Vol	VCR
39	15	2612	1362	0,52
15	39	2612	1297	0,50

menunjukkan adanya peningkatan kinerja ruas yang disebabkan oleh aktifitas kawasan industri serta *interchange* yang terletak pada segmen ini, sedangkan pada segmen 3 dan 4 menunjukkan perubahan peningkatan pelayanan ruas jalan yang cukup signifikan, hal ini disebabkan oleh kegiatan industri yang sebelumnya memanfaatkan segmen ini guna menuju ke Balaraja dan Jakarta telah memanfaatkan *interchange* yang ada. Untuk lebih jelasnya mengenai perbandingan kinerja ruas jalan per segmen sebelum dan sesudah beroperasinya *interchange* dapat dilihat pada **Gambar 8**.

4. Rekayasa Lalu Lintas Simpang *Interchange* Cikande

Tahapan Operasional *interchange* akan membawa dampak pada ruas jalan Nasional di kawasan industri Cikande, salah satunya adalah simpang yang terbentuk akibat beroperasinya *interchange*. Hal ini tentu perlu mendapat perhatian dengan melakukan

rekayasa lalu lintas pada simpang tersebut. Tata guna lahan disekitar akses masuk dan keluar *interchange* adalah pemukiman warga dan pabrik PT GHCI.

a. Akses Keluar dan Masuk *Interchange*

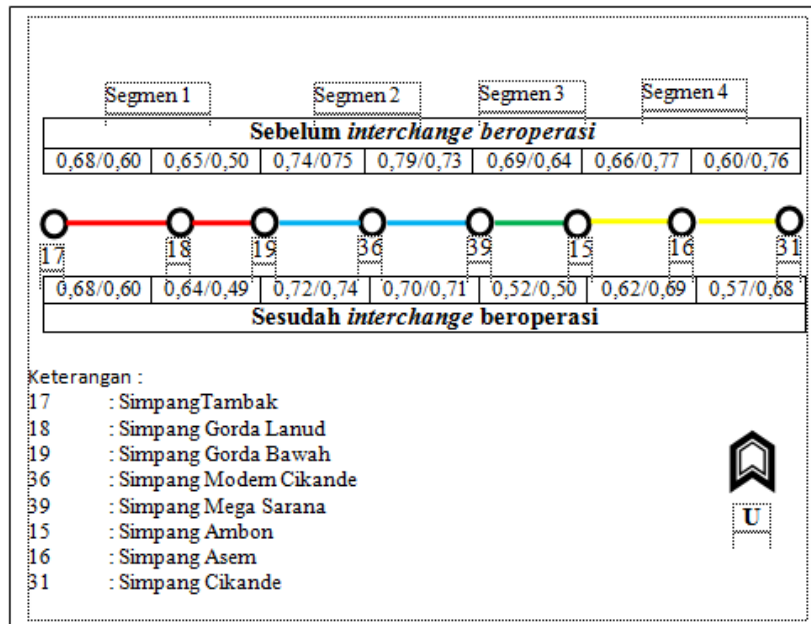
Saat ini (eksisting) kendaraan yang masuk dan keluar PT GHCI menggunakan akses yang berada 200 meter sebelum akses masuk dan keluar *interchange* (**Gambar 9**). Namun pendeknya radius putar pada akses tersebut dikhawatirkan saat kendaraan barang milik PT GHCI bermanuver menuju *interchange* dapat menimbulkan tundaan pada lalu lintas untuk kendaraan dari arah Jakarta menuju *interchange*. Bahkan kondisi tersebut juga dapat menimbulkan adanya konflik kendaraan barang milik PT GHCI yang keluar dan masuk PT GHCI. Dan jika hal tersebut diberlakukan, perlu adanya pelebaran radius putar sehingga dapat memudahkan kendaraan berdimensi besar untuk melakukan manuver.

Tabel 11.
Prakiraan Volume dan Nilai VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Segmen 4

Node A	Node B	Kapasitas	Vol	VCR
15	16	2612	1621	0,62
16	15	2612	1815	0,69
16	31	2612	1478	0,57
31	16	2612	1777	0,68

Tabel 12.
Perbandingan Kinerja Ruas Jalan Raya Jakarta Sebelum dan Sesudah *Interchange* Beroperasi

Segmen	Node A	Node B	Kapasitas	Sebelum		Sesudah		Ket
				Vol	VCR	Vol	VCR	ΔPerbaikan
Jalan Raya Jakarta Segmen 1	17	18	2374	1631	0,68	1619	0,68	0
	18	17	2374	1384	0,60	1421	0,60	0
	18	19	2374	1592	0,65	1521	0,64	1,5
	19	18	2374	1198	0,50	1167	0,49	2
Jalan Raya Jakarta Segmen 2	19	36	2374	1755	0,74	1701	0,72	2,7
	36	19	2374	1792	0,75	1751	0,74	1,3
	36	39	2374	1886	0,79	1661	0,70	11,4
	39	36	2374	1736	0,73	1689	0,71	2,7
Jalan Raya Jakarta Segmen 3	39	15	2612	1661	0,69	1362	0,52	24,6
	15	39	2612	1790	0,64	1297	0,50	21,9
Jalan Raya Jakarta Segmen 4	15	16	2612	1730	0,66	1621	0,62	6,1
	16	15	2612	2007	0,77	1815	0,69	10,4
	16	31	2612	1575	0,60	1478	0,57	5,0
	31	16	2612	1996	0,76	1777	0,68	10,5



Gambar 8.

VCR Ruas Jalan Raya Jakarta Sebelum dan Sesudah Beroperasinya *Interchange*.



Gambar 9.

Akses Keluar dan Masuk PT. GHCI.

b. Rekayasa Lalu Lintas

Manajemen dan rekayasa lalu lintas yang dilakukan dalam masa operasi adalah sebagai berikut:

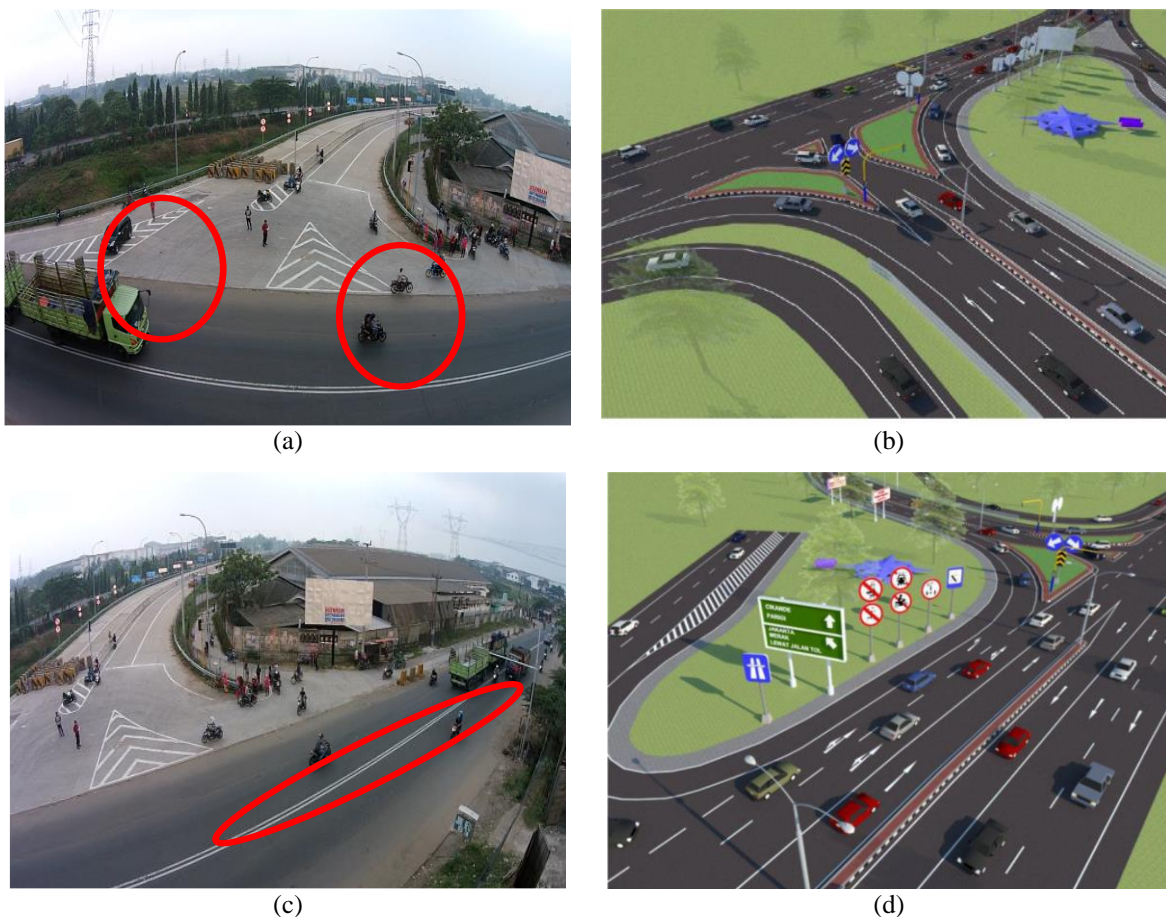
- 1) Pemasangan rambu lalu lintas perintah dan larangan
 - a) Lajur atau bagian jalan yang wajib dilalui
 - b) Perintah kurangi kecepatan
 - c) Wajib melewati salah satu lajur yang ditunjuk
 - d) Lajur kanan hanya untuk mendahului
 - e) Perintah kecepatan minimum yang diwajibkan
 - f) Larangan mendahului dari sebelah kiri
 - g) Larangan menaik dan menurunkan penumpang di gerbang tol
 - h) Larangan masuk bagi kendaraan bermotor roda dua
 - i) Larangan masuk bagi semua kendaraan tidak bermotor
- 2) Pemasangan rambu lalu lintas berupa rambu peringatan dan petunjuk
- 3) Perbaikan geometri jalan dari 2/2 UD menjadi 4/2 D
- 4) Marka *Chevron* atau marka serong pada akses jalan nasional diganti dengan pulau lalu lintas sebagai pemisah arus lalu lintas.
 - a) Marka chevron sebagai pemisah jalur (Gambar 10(a))

- b) Marka chevron diharapkan diganti dengan pulau lalu lintas agar tidak bisa dilalui kendaraan (**Gambar 10(b)**)
- 5) Marka *Double Solid* yang digunakan sebagai pemisah jalur pada akses jalan nasional diganti median.
- a) Marka double solid, sebagai pemisah jalur pada kedua kaki simpang interchange ruas jalan Raya Jakarta (**Gambar 10(c)**),
 - b) Tidak terdapat perambuan seperti rambu perintah, larangan dan RRPJ
 - c) Marka Double Solid diharapkan diganti dengan median sebagai pemisah Jalur karena kondisi jalan 2 arah dan terdapat akses menuju gerbang tol (**Gambar 10(d)**).
 - d) Pemasangan rambu perintah, larangan dan RPPJ

reayasa lalu lintas adalah sebagai berikut: kondisi eksisting ruas jalan Raya Jakarta segmen 1 sebelum beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah serang dengan node 18 ke node 17 sebesar 0,60 dan node 19 ke node 18 sebesar 0,50 sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 17 ke node 18 sebesar 0,68 dan node 18 ke node 19 sebesar 0,65; kondisi eksisting ruas jalan Raya Jakarta segmen 2 sebelum beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah serang dengan node 36 ke node 19 sebesar 0,74 dan node 39 ke node 36 sebesar 0,73 sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 19 ke node 36 sebesar 0,74 dan node 36 ke node 39 sebesar 0,79; kondisi eksisting ruas jalan Raya Jakarta segmen 3 sebelum beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah serang dengan node 15 ke node 39 sebesar 0,64 sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 39 ke node 15 sebesar 0,69; kondisi eksisting ruas jalan Raya Jakarta segmen 4 sebelum beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah serang dengan node 16 ke node 15 sebesar 0,77 dan node 31 ke node 16 sebesar 0,76 sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 15 ke node 16 sebesar 0,66 dan node 16 ke node 31 sebesar 0,60; kondisi ruas jalan Raya Jakarta

V. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan analisis terhadap perubahan yang terjadi sebelum dan sesudah beroperasinya *interchange* pada ruas jalan yang dikaji serta manajemen dan



Gambar 10.
Usulan Reayasa Lalu Lintas; (a) Existing Marka Chevron; (b) Usulan Marka Chevron; (c) Existing Marka Double Solid; (d) Usulan Marka Double Solid

segmen 1 setelah beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah Serang dengan node 18 ke node 17 sebesar 0,60 dan node 19 ke 18 sebesar 0,49, sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 17 ke node 18 sebesar 0,68 dan node 18 ke node 19 sebesar 0,65; kondisi ruas jalan Raya Jakarta segmen 2 setelah beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah Serang dengan node 36 ke node 19 sebesar 0,74 dan node 39 ke node 36 sebesar 0,71 sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 19 ke node 36 sebesar 0,72 dan node 36 ke node 39 sebesar 0,70; kondisi ruas jalan Raya Jakarta segmen 3 setelah beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah Serang dengan node 15 ke node 39 sebesar 0,50 sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 39 ke node 15 sebesar 0,52; kondisi ruas jalan Raya Jakarta segmen 3 setelah beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah Serang dengan node 15 ke node 39 sebesar 0,50 sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 39 ke node 15 sebesar 0,55; kondisi ruas jalan Raya Jakarta segmen 4 setelah beroperasinya *interchange* memiliki kinerja jalan VCR yaitu untuk arah Serang dengan node 16 ke node 15 sebesar 0,69 dan node 31 ke node 16 sebesar 0,68 sedangkan untuk arah Jakarta dengan node 15 ke node 16 sebesar 0,62 dan node 16 ke node 31 sebesar 0,57; serta dengan beroperasinya *interchange* maka perlu dilakukan rekayasa lalu lintas pada simpang *interchange* sebagai antisipasi sebagai dampak lalu lintas yang terjadi antara lain perbaikan radius putar akses keluar masuk PT GHIC, pembuatan pulau-pulau lalu lintas menggantikan marka chevron, pembuatan median pada ruas jalan nasional, pemasangan rambu lalu lintas, pemasangan rambu petunjuk pendahulu jalan.

VI. Saran

Mengingat masih terdapatnya kekuarangan pada penleitian ini, maka saran untuk penelitian lebih selanjutnya adalah sebagai berikut: kendala pada penelitian ini adalah keterbatasan waktu dan tenaga, maka penelitian ini dibatasi pada ruas jalan nasional yang terkena dampak secara langsung, sehingga bisa digunakan sebagai dasar untuk penelitian lebih lanjut dengan cakupan wilayah yang lebih luas; serta pengembangan penelitian terkait ketersediaan angkutan karyawan kawasan industri perlu dilakukan guna mengurangi kemacetan yang terjadi akibat adanya pemberhentian angkot (ngetem).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Pemerintah Kabupaten Serang melalui Dinas Perhubungan Kabupaten Serang yang telah memberikan berbagai data dan informasi terkait artikel ini.

Daftar Pustaka

- Abubakar, I. 1998. *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib, Edisi yang Disempurnakan*. Jakarta: Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Alhadar, A. 2011. *Analisis Kinerja Jalan Dalam Upaya Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas Pada Ruas Simpang Bersinyal di Kota Palu*. Jurnal SMARTek , 9 No.4, 327-336.
- Atmadi. 2000. *Pengaruh Pusat Perdagangan Terhadap Arus Lalu Lintas, Tesis S-2*. Yogyakarta: MSTT-UGM.
- Gaol, I. B. 2015. *Analisis Kinerja Jaringan Jalan di Provinsi Lampung dengan Menggunakan Pemodelan Transportasi*. Jurnal Rekayasa , 19.
- Hidayat, B. 2014. *Analisis Dampak Lalu Lintas*. Yogyakarta: Aura Pustaka.
- Macbeth, D. K. 2015. *Strategic Analysis of Supply Chain Design*.
- Mansyur, Y. 2016. *Pengaruh Pembangunan Gedung Parkir Terhadap Kinerja Ruas Jalan di Sekitar Kawasan Jam Gadang (Studi Kasus Kota Bukit Tinggi), Tesis S-2*. Yogyakarta: MSTT-UGM.
- Miro, F. 2004. *Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana dan Praktisi*. Jakarta: Erlangga.
- Miro, F. 1997. *Sistem Transportasi Kota*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Morlok, E. K. 1978. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Mcgraw-Hill.
- Munawar, A. 2004. *Analisis Sistem Jaringan Transportasi di Kampus UGM. Media Teknik. no.3 tahun XXVI Edisi Agustus 2004*.
- Munawar, A. 2005. *Dasar-Dasar Teknik Transportasi. Beta Offset .*
- Naufal, F., & Triana, S. 2016. *Simulasi Pemodelan Transportasi pada Jaringan Jalan Menggunakan Aplikasi Saturn. Rekaracana , 20, 6*.
- Pradana, P. A. 2011. *Pengaruh Pembangunan Simpang Tak Sebidang Terhadap Pola Pergerakan Arus Lalu Lintas di Kawasan Jombor, Tesis S-2*. Yogyakarta: MSTT-UGM.
- Putro, W. E. 2014. *Pengaruh Kegiatan Pabrik AMDK Aqua Babakan Pari Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Sukabumi - Ciawi, Tesis S-2*. Yogyakarta: MSTT-UGM.
- Rakhman, R. F., & Marbun, W. I. 2005. *Analisis Perubahan Manajemen Lalu Lintas pada Jaringan Jalan di Sekitar Jalan Layang dan Jembatan Pasupati*. Bandung: ITB.
- Salim, H. A. 2012. *Manajemen Transportasi*. Jakarta: Rajawali Pers.

- Tamin, O. Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: ITB.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2013. *Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2013 tentang Sistem Jaringan dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.