

STUDI EFEKTIVITAS *CONTRA FLOW* DAN PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA SIMPANG (Studi Kasus Jalan Kawasan Industri Krakatau Kota Cilegon)

M. Fakhruriza Pradana¹, Rindu Twidi Bethary², Didi Maulana³
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jendral Sudirman KM 03 Cilegon, Banten
dhii_maulana@yahoo.co.id

INTISARI

Volume lalu lintas yang padat pada ruas Jalan Asia Raya menuju Simpang Damkar Kota Cilegon khususnya pada jam pulang kerja, sehingga mengakibatkan antrian panjang kendaraan pada sore hari. Untuk itulah Pihak Keamanan terkait yang ada di Kawasan Industri Krakatau Kota Cilegon melakukan uji coba "*Contra Flow*" pada ruas jalan keluar Kawasan Industri tersebut guna mengurangi kemacetan yang terjadi. Mekanisme teknis *contra flow* adalah dengan mengambil 1 lajur berlawanan dengan arah Jalan Asia Raya menuju Simpang Damkar Kota Cilegon.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *contra flow* pada jalan keluar Asia Raya, Kawasan Industri Krakatau Kota Cilegon. Serta dampak *contra flow* terhadap kinerja Simpang Damkar Kota Cilegon.

Analisis kinerja simpang ini dilakukan dengan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Data lalu lintas diperoleh melalui survei di lapangan pada hari kerja pada saat jam puncak sore. Penerapan sistem *contra flow* cukup efektif akan tetapi masih perlu di evaluasi karena dengan membandingkan hasil kinerja simpang kondisi *existing* dan kondisi pada saat penerapan *contra flow* derajat kejenuhannya = 0,97 melebihi dari ketentuan MKJI yaitu < 0,85, untuk tundaan rata-rata, kinerja simpang kondisi *existing* = 71,59 detik/smp, sedangkan Kinerja simpang kondisi saat penerapan *contra flow* = 68,88 detik/smp. Maka dapat disimpulkan waktu tempuh pada saat *contra flow* untuk melalui simpang mempunyai waktu yang lebih cepat di bandingkan dengan kinerja simpang kondisi *existing*.

Kata kunci: *contra flow*, simpang bersinyal, derajat kejenuhan, tundaan simpang

ABSTRACT

The volume of heavy traffic on the roads towards Asia Raya roads to the intersection of the City Damkar Cilegon particularly on hours after work, resulting in long queues of vehicles at dusk . For that parties related to security in Krakatau Industrial Estate Cilegon City test " Contra Flow " on the road out of the Industrial Zone in order to reduce the congestion that occurs . Technical mechanisms contra flow is by taking one lane in the direction opposite to Asia Raya roads to the intersection of the City Damkar Cilegon.

This study aims to determine the effectiveness of the contra flow on the way out of Asia Raya, Krakatau Industrial Estate Cilegon City as well as the impact on the performance of intersection dept Cilegon.

Analysis of intersection performance is done with reference to the Indonesian highway capacity manual 1997 traffic data was obtained through a survey in the field today work during the afternoon peak hour contra flow system implementation is quite effective but still needs to be evaluated by comparing the performance results for the intersection of existing conditions at the time of application of the contra flow exceeds 0,97 degree of saturation of the provisions MKJI that is 0,85 to delay on average, the performance of the intersection of the existing conditions 71,59 seconds/smp while the intersection of performance conditions when the application of contra flow 68,88 seconds/smp it can be concluded when the travel time through the intersection contra flow to have a faster time in comparison with the existing condition of the intersection performance.

Keywords : contra flow, performance of the road, degree of saturation, level of service.

1. PENDAHULUAN

Kota cilegon adalah salah satu kota yang terletak di Propinsi Banten, kota Cilegon sebagai pintu gerbang dari pulau jawa ke pulau sumatera dan sebaliknya. Sebagai kota penghubung dan kota perindustrian yang memiliki kawasan industri baja yang terkenal di Indonesia maka transportasi adalah hal penting yang harus berjalan dengan baik mengingat pendistribusian produk barang dan jasa yang dihasilkan dari kegiatan industri di kota ini. Namun pada kenyataannya kota cilegon memiliki beberapa masalah pada transportasi diantaranya yaitu kemacetan.

Volume lalu lintas yang padat pada ruas Jalan Asia Raya menuju Simpang Damkar Kota Cilegon khususnya pada jam pulang kerja, sehingga mengakibatkan antrian panjang kendaraan pada sore hari. Untuk itulah Pihak Keamanan terkait yang ada di Kawasan Industri Krakatau Kota Cilegon melakukan uji coba “*Contra Flow*” pada ruas jalan keluar Kawasan Industri tersebut guna mengurangi kemacetan yang terjadi. Mekanisme teknis *contra flow* adalah dengan mengambil 1 lajur berlawanan dengan arah Jalan Asia Raya menuju Simpang Damkar Kota Cilegon.

Penerapan *contra flow* ini dilakukan untuk menambah kapasitas layanan lalu lintas ruas jalan keluar Kawasan Industri Krakatau Kota Cilegon yaitu Jalan Asia Raya menuju arah Simpang Damkar Kota Cilegon. Penerapan *contra flow* ini dilakukan dengan cara mengambil 1 lajur jalan masuk Kawasan Industri Krakatau untuk digunakan arus keluar

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian *Contra Flow*

Contra flow adalah keadaan dimana kendaraan menggunakan tambahan lajur yang diambil dari lajur dengan arah yang berlawanan. Pada umumnya, keputusan *contra flow* pada jalan raya diikuti dengan arahan dari polisi sebagai pihak yang berwenang mengatur lalu lintas jalan raya, dan hal tersebut diupayakan untuk dapat mengurangi kemacetan. Namun tidak sedikit pula pengendara kendaraan bermotor yang mengambil inisiatif melakukan *contra flow* tanpa arahan polisi (PT. Jasa Marga, 2012). *Contra flow* yang diterapkan pada jalan ini merupakan salah satu lengan dari Simpang

Damkar Kota Cilegon. Sehingga mempengaruhi kinerja simpang tersebut.

B. Kinerja Simpang Bersinyal

Simpang adalah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilangan. Simpang merupakan bagian penting dari jalan perkotaan sebab sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perancangan simpang. Setiap simpang mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari kaki simpang dan mencakup gerakan putaran.

1) Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh (S) yaitu besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).

$$So = (600 \times W_E) \text{ smp/jam} \dots(1)$$

2) Arus Jenuh

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \dots(2)$$

3) Waktu Siklus

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua)

Panjang waktu siklus (*cycle time*) dari suatu system pengaturan lampu lalu lintas dengan waktu tetap sangat bergantung pada kondisi lalu lintas.

$$Cua = \frac{(1,5 \times LTI + E)}{(1 - \sum FRcrit)} \dots(3)$$

Tabel 1. Waktu Siklus Yang Layak

Type Pengaturan	Waktu Siklus (det)
2 fase	40-80
3 fase	50-100
4 fase	60-130

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

b. Waktu hijau (g), adalah tanda untuk mulainya pergerakan pada satu kaki persimpangan.

$$g = (Cua - LTI) \times PR \dots(4)$$

- c. Waktu siklus yang disesuaikan (c)
Waktu siklus (c) yang disesuaikan adalah berdasar waktu hijau (g) yang telah dibulatkan dengan waktu hilang (LTI)

$$c = \sum g + LTI \quad \dots(5)$$

4) Kapasitas

Kapasitas dinyatakan sebagai berikut :

$$C = S \times g / c \quad \dots(6)$$

5) Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dari suatu fase adalah perbandingan arus kedatangan dengan kapasitas dari fase tersebut, dihitung dengan rumus :

$$DS = Q / C \quad \dots(7)$$

6) Panjang Antrian

- a. Jumlah antrian kendaraan (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, untuk ; DS > 0,5 adalah:

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{6 \times (DS - 0,5)}{c}}] \quad \dots(8)$$

- b. Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ2) adalah:

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad \dots(9)$$

- c. Jumlah kendaraan antri rata-rata:

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

- d. Panjang antrian (QL)

$$QL = NQ \max \times \frac{20}{W \text{ masuk}} \quad \dots(10)$$

7) Kendaraan Terhenti

- a. Angka henti (NS) yaitu jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dengan rumus :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad \dots(11)$$

- b. Jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing-masing pendekatan

$$Nsv = Q \times NS \quad \dots(12)$$

- c. Angka Henti seluruh simpang (NStot)

$$NS_{tot} = \frac{\sum Nsv}{Q_{tot}} \quad \dots(13)$$

8) Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang.

- a. Tundaan lalu lintas / *Traffic Delay* (DT), terjadi karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya yang bertentangan pada suatu simpang (pengaruh kendaraan lainnya).

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \quad \dots(14)$$

- b. Tundaan geometri / *Delay Geometric* (DG), karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan / atau terhenti karena lampu merah.

$$DG = (1 - Psv) \times (P1) \times 6 + (Psv \times 4) \quad \dots(15)$$

- c. Tundaan rata-rata (D) untuk suatu pendekatan

$$D = DT + DG \quad \dots(16)$$

- d. Tundaan Total adalah tundaan yang didapatkan dengan hasil perkalian antara tundaan rata - rata (D) dengan arus lalu lintas (Q).

$$D_{tot} = D \times Q \quad \dots(17)$$

- e. Tundaan Rata-rata untuk semua simpang (DI) dihitung dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total (QWT). Perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tundaan Simpang Rata - Rata (DI)} = \frac{D_{tot}}{Q_{tot}} \quad \dots(18)$$

9) Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan adalah ukuran kualitas kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F.

Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang, seperti tabel berikut ini:

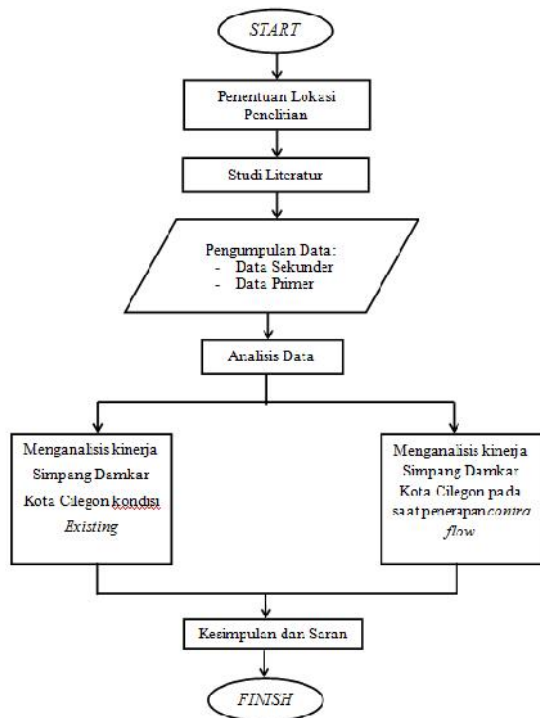
Tabel 2. Hubungan Tundaan dengan Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/kend)
A	<5,0
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	>60

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut adalah flowchart tahapan penelitian.



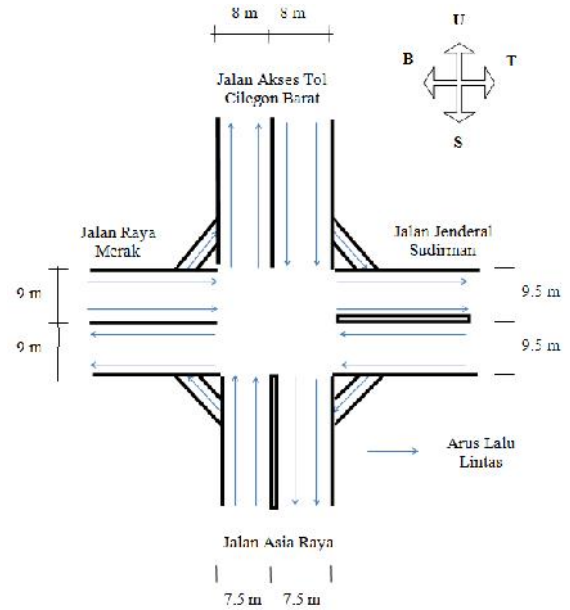
Gambar 1. Flowchart Penelitian
Sumber : Hasil Analisis, 2013

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Simpang Damkar Kota Cilegon merupakan persimpangan empat lengan dengan dilengkapi lampu sinyal lalu lintas.

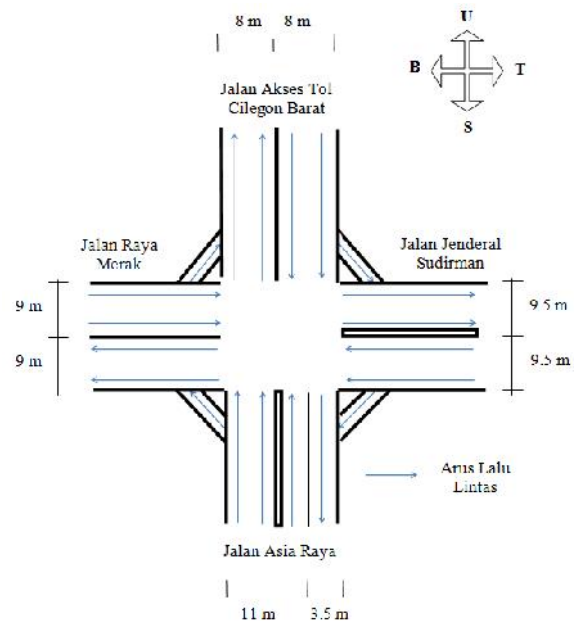
A. Kinerja Simpang Bersinyal

1) Kondisi Geometrik



Gambar 2. Denah Simpang Damkar Kondisi existing

Sumber : Analisis Penulis, 2013



Gambar 3. Denah Simpang Damkar Kondisi saat penerapan contra flow

Sumber : Analisis Penulis, 2013



Gambar 4. Arus Kendaraan saat penerapan *contra flow*

Sumber : Analisis Penulis, 2013

Tabel 3. Data Geometri Simpang Damkar Kota Cilegon

Pendekat	Lebar Pendekat (W _A)	Lebar Masuk (W _{masuk})	Lebar Keluar (W _{keluar})	Belok Kiri Langsam (LTOR)	W _{LTOR}	Median
Utara	8 m	6 m	7,5 m	Ya	2 m	-
Selatan (n)	7,5 m	7 m	8 m	Ya	2 m	4 m
Selatan (cf)	11 m	10,5 m	8 m	Ya	2 m	4 m
Barat	9 m	7 m	9,5 m	Ya	2 m	-
Timur	11,5 m	9,5 m	9 m	Ya	2,5 m	1,5 m

(Sumber : Hasil Survey, 2013)

2) Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan yang ditinjau dibagi menjadi tiga faktor yaitu tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan ukuran kota.

a. Tipe Lingkungan

Persimpangan Damkar berada pada lingkungan industri. Adapun daerah di sekitar pendekat pada simpang damkar adalah sebagai berikut:

- Pendekat utara adalah jalan akses tol cilegon barat. Daerah disekitar pendekat utara simpang ini adalah daerah pertokoan, perumahan dan rumah makan.
- Pendekat selatan adalah jalan Asia Raya yang menghubungkan dengan kawasan industri Krakatau Kota Cilegon. Daerah disekitar pendekat ini adalah daerah industri.
- Pendekat timur adalah jalan Jenderal Sudirman yang menghubungkan dengan kota Cilegon sebagai Ibukota Kotamadya. Daerah di sekitar pendekat timur simpang ini adalah daerah perumahan, rumah makan dan tempat perkuliahan.
- Pendekat barat adalah jalan Raya Merak yang menghubungkan dengan kawasan industri Krakatau dan pelabuhan penyeberangan Merak. Daerah disekitar pendekat barat simpang ini adalah daerah

perumahan, tempat pengisian bahan bakar dan tempat transit kendaraan berat.

b. Hambatan Samping

Hambatan samping pada jalan utama (Jalan Jenderal Sudirman – Jalan Raya Merak) berupa kendaraan umum yang parkir di badan jalan, kendaraan umum yang menaikkan dan menurunkan penumpang serta kendaraan dan pejalan kaki yang menyeberang jalan. Hambatan samping pada pendekat utara berupa kendaraan umum yang parkir di badan jalan menunggu penumpang serta tempat transit kendaraan berat. Hambatan samping pada pendekat selatan hampir tidak ditemukan. Hambatan samping pada Simpang Damkar Kota Cilegon termasuk dalam kategori hambatan samping rendah.

c. Ukuran Kota

Data jumlah penduduk kota Cilegon pada tahun 2012 yang diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Ketenagakerjaan adalah 392,341 jiwa. Berdasarkan MKJI 1997 ukuran kota dengan jumlah penduduk sebanyak ini digolongkan ke dalam ukuran kota kecil.

Kondisi semua pendekat adalah datar sehingga dianggap kelandaiannya 0 %. Jumlah fase lampu lalu lintas yaitu 4 fase

3) Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas masing-masing tipe kendaraan seperti berikut kendaraan ringan (LV), Kendaraan berat (HV), Sepeda motor (MC), Kendaraan tak bermotor (UM).

Berdasarkan survei di lapangan yang dilaksanakan pada hari rabu tanggal 18 desember 2013 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Data Arus Lalu Lintas Dan Rasio Belok Simpang Damkar Kota Cilegon

JAM	PENDEKAT					TOTAL (n)	TOTAL (d)
	UTARA	TIMUR	SELATAN(n)	SELATAN(d)	BARAT		
	kend/jam	kend/jam	kend/jam	kend/jam	kend/jam		
1600-1700	246	2190	799	1634	68	328	476
1700-1800	503	3754	3066	4343	1981	9294	10581
ARLSTOTAL						13222	15344

(Sumber : Hasil Survey, 2013)

Volume lalu lintas tertinggi sebesar 13222 kend/jam pada kondisi normal, sedangkan pada kondisi penerapan *contra flow* 15344 kend/jam yang terjadi pada jam puncak sore hari pukul 17.00 – 18.00 . Data lalu lintas

ini akan menjadi acuan dalam melakukan analisis simpang Damkar Kota Cilegon.

Tabel 5. Data arus lalu lintas dan rasio belok Simpang Damkar Kota Cilegon

Tipe Pendekatan	Arah														
	Utara			Selatan(i)			Selatan(j)			Barat			Timur		
	DKR	SI	RT	DKR	SI	RT	DKR	SI	RT	DKR	SI	RT	DKR	SI	RT
IV	68	67	34	154	99	91	28	101	122	72	50	91	181	50	77
FV	39	104	66	10	75	87	11	76	87	55	117	25	4	149	25
MC	38	45	22	29	67	133	52	40	166	66	28	137	49	181	141
UM	2	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
PDK	033			015			015			010			018		
Rt				024			010			2700			014		018

(Sumber : Hasil Survey, 2013)

4) Analisis simpang bersinyal kondisi Existing

a. Penggunaan sinyal

1) Waktu merah semua

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Titik konflik pada masing-masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua terbesar.

- Fase 1 – fase 2 : Utara lalu lintas berangkat, timur lalu lintas datang. Berdasarkan kondisi di lapangan didapat 1 detik.
- Fase 2 – fase 3 : Timur lalu lintas berangkat, Selatan lalu lintas datang. Berdasarkan kondisi di lapangan didapat 1 detik
- Fase 3 – fase 4 : Selatan lalu lintas berangkat, barat lalu lintas datang. Berdasarkan kondisi di lapangan didapat 3 detik
- Fase 4 – fase 1 : Barat lalu lintas berangkat, Utara lalu lintas datang. Berdasarkan kondisi di lapangan didapat 1 detik

2) Waktu kuning total

Sesuai data di lapangan, panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas Simpang Damkar Kota Cilegon adalah 3 detik/fase. Untuk kondisi 4 fase maka waktu kuning totalnya adalah 12 detik.

3) Waktu hilang total

Menurut MKJI 1997 hal 2-44, waktu hilang total (LTI) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LTI = (\text{merah semua} + \text{kuning}) = (1+1+3+1) + 12 = 18 \text{ detik}$$

b. Penentuan Waktu Sinyal

Tinjauan terhadap pendekatan selatan (Jl. Asia Raya) kondisi saat *contra flow*

1) Perhitungan arus jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LOR} \text{ smp/jam hijau}$$

Arus jenuh dasar (S₀)

Untuk tipe pendekatan (P) terlindung dengan We = 10,5 m

$$S_0 = 600 \times W_e$$

$$S_0 = 600 \times 7 = 4200 \text{ smp/jam}$$

- Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
Untuk jumlah penduduk 392,341 jiwa maka menurut tabel C4:3 halaman 2-53 MKJI 1997 didapat nilai F_{CS} = 0,83
- Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})
Untuk tipe lingkungan jalan komersial dengan kelas hambatan samping rendah, tipe fase terlindung dan rasio kendaraan tak bermotor 0,00 maka didapat FSF = 0,95 (tabel C-4:4 hal 2-53 MKJI 1997)
- Faktor penyesuaian kelandaian (F_G)
Untuk kelandaian 0% didapat nilai F_G = 1,0
- Faktor penyesuaian parkir (F_P)
Faktor penyesuaian parkir tidak perlu diterapkan karena lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar sehingga F_P = 1,0
- Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})
Lebar efektif ditentukan oleh rumus berikut :
 $F_{RT} = 1 + P_{RT} \times 0.26$
 $F_R = 1 + 0,50 \times 0.26 = 1.13$
- Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LOR})
Lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar sehingga F_{LOR} = 0,98

Nilai arus jenuh yang disesuaikan:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LOR} = 4200 \times 0,83 \times 0,95 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,13 \times 0,97 = 3671 \text{ smp/jam hijau}$$

- 2) Perhitungan arus lalu lintas
Kendaraan total MV bermotor
(Terlindung)
 $Q = RT + ST$
 $Q = 502 + 1100 \text{ smp/jam}$
 $Q = 1602 \text{ smp/jam}$ (Formulir SG-II
Simpang bersinyal)

- 3) Perhitungan rasio arus (F_R)

$$F_R = \frac{Q}{S} = \frac{1602}{3671} = 0,34$$

- 4) Perhitungan kapasitas (C)

$$C = \left(\frac{S}{C}\right) \times g$$

$$= \left(\frac{3671}{166}\right) \times (75)$$

$$= 1653 \text{ smp/jam}$$

- 5) Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{1602}{1653} = 0,97 > 0,85$$

Maka simpang ini sudah jenuh karena melebihi ketentuan dari MKJI 1997 yaitu < 0,85

c. Hasil perhitungan terhadap seluruh pendekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel Tabel 6. Hasil Perhitungan Untuk Semua Pendekat

No	Kinerja lalu lintas	Pendekat				
		U	S (m)	S (d)	B	T
1	Perhitungan arus (arah)					
a.	Arus jenuh dasar (S_0) smp/jam	4200	4200	6300	4200	4200
b.	Faktor persesuaian laju (F_{cs})	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
b.	Faktor persesuaian hambatan simpang (F_{st})	0,94	0,95	0,95	0,94	0,94
d.	Faktor persesuaian lebar badan (F_{lg})	1	1	1	1	1
e.	Faktor persesuaian parkir (F_{pj})	1	1	1	1	1
f.	Faktor persesuaian bekit kanan					
PRU		0,24	0,5	0,45	0,14	0,58
FBU		1,06	1,13	1,00	1,04	1,15
g.	Faktor persesuaian bekit kiri					
PLT.PE.TUR		0,33	0,13	0,20	0,10	0,18
PLT.H.TUR		0,95	0,98	1,00	0,98	1,00
h.	Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) smp/jam	3301	5507	4908	3346	3772
2	Perhitungan arus lalu lintas (Q) smp/jam	335	1602	1602	1091	1818
3	Perhitungan rasio arus (F_R)	0,10	0,44	0,28	0,33	0,48
4	Perhitungan kapasitas (C) smp/jam	346	1653	1939	1091	1876
5	Perhitungan derajat kejenuhan (DS)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

(Sumber : Hasil Hitungan Dengan MKJI 1997)

- d. Perilaku Lalu Lintas
Tinjauan terhadap pendekat selatan
Perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ)

- 1) Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ_1)

$$NQ_1 = 0,25 \times \left[(0,97 - 1) + \sqrt{(0,97 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,97 - 0,5)}{1653}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 1653 \times \left[(0,97 - 1) + \sqrt{(0,97 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,97 - 0,5)}{1653}} \right]$$

$$NQ_1 = 10,61$$

- 2) Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$NQ_2 = c \times \left[\frac{1 - G}{1 - G \times \frac{GR}{R \times D_s}} \right] \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 166 \times \frac{1 - 0,45}{1 - 0,45 \times 0,97} \times \frac{1602}{3600}$$

$$NQ_2 = 72$$

- 3) Jumlah kendaraan antri (NQ)

$$NQ_2 = 72$$

Jumlah kendaraan antri
Jumlah $NQ_1 + NQ_2$
 $NQ = N_1 + 82 \text{ smp/jam}$
 $NQ = 82$

- 4) Jumlah maksimum kendaraan antrian

$$NQ_{maks} = 80 \text{ smp/jam}$$

- 5) Perhitungan panjang antrian (QL)

$$QL = \frac{NQ_{maks} \times 20}{W_{masuk}}$$

$$QL = \frac{80 \times 20}{7} = 229 \text{ m}$$

- 6) Perhitungan rasio kendaraan stop (NS)

$$NS = 0,9 \times \frac{N_{tsic} \times K_e}{Q \times c} = 0,9 \times \frac{600}{1602 \times 166} \times 3600 = 1,01 \text{ stop/smp}$$

- 7) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv)

Perhitungan jumlah k
 Nsv)
 $Nsv = Q \times NS$
 $Nsv = 1602 \times 1,01 = 1612,54 \text{ smp/jam}$
 $Nsv = 1602 \times 1,01$

- 8) Perhitungan tundaan
Tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

$$DT = n \times \left[\frac{1}{c} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \right]$$

$$DT = 166 \times \left[0,302 + \frac{10,61 \times 3600}{166} \right]$$

$$DT = 67,59 \text{ detik/smp}$$

Tundaan geometrik rata-rata (DGu)
 $DGu = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$
 $DGu = (1 - 0,87) \times 0,50 \times 6 + (0,87 \times 4)$

$$DG_u = 4,01$$

Tundaan rata-rata (D)

$$D = DT + DG$$

$$D = 67,59 + 4,01$$

$$D = 71,59 \text{ detik/smp}$$

Tundaan total

$$= D \times Q$$

$$= 71,59 \times 1602 = 114664,98 \text{ detik}$$

5) Analisis simpang bersinyal saat penerapan *contra flow*

a. Penggunaan sinyal

1) Waktu merah semua

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Titik konflik pada masing-masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua terbesar.

- Fase 1 – fase 2 : Utara lalu lintas berangkat, timur lalu lintas datang. Berdasarkan kondisi di lapangan didapat 1 detik.
- Fase 2 – fase 3 : Timur lalu lintas berangkat, Selatan lalu lintas datang. Berdasarkan kondisi di lapangan didapat 1 detik
- Fase 3 – fase 4 : Selatan lalu lintas berangkat, barat lalu lintas datang. Berdasarkan kondisi di lapangan didapat 3 detik
- Fase 4 – fase 1 : Barat lalu lintas berangkat, Utara lalu lintas datang. Berdasarkan kondisi di lapangan didapat 1 detik.

2) Waktu kuning total

Sesuai data di lapangan panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas Simpang Damkar Kota Cilegon adalah 3 detik/fase. Untuk kondisi 4 fase maka waktu kuning totalnya adalah 12 detik.

3) Waktu hilang total

Menurut MKJI 1997 hal 2-44, waktu hilang total (LTI) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LTI = (\text{merah semua} + \text{kuning}) \\ = (1+1+3+1) + 12 = 18 \text{ detik}$$

b. Penentuan Waktu Sinyal

Tinjauan terhadap pendekatan selatan (Jl. Asia Raya) kondisi saat *contra flow*

1) Perhitungan arus jenuh

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{L_{TOR}} \text{ smp/jam hijau}$$

Arus jenuh dasar (So)

Untuk tipe pendekatan (P) terlindung dengan $W_e = 10,5 \text{ m}$

$$S_o = 600 \times W_e$$

$$S_o = 600 \times 10,5 = 6300 \text{ smp/jam}$$

- Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
Untuk jumlah penduduk 392,341 jiwa maka menurut tabel C4:3 halaman 2-53 MKJI 1997 didapat nilai $F_{CS} = 0,83$
- Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})
Untuk tipe lingkungan jalan komersial dengan kelas hambatan samping rendah, tipe fase terlindung dan rasio kendaraan tak bermotor 0,00 maka didapat $F_{SF} = 0,95$ (tabel C-4:4 hal 2-53 MKJI 1997)
- Faktor penyesuaian kelandaian (F_G)
Untuk kelandaian 0% didapat nilai $F_G = 1,0$
- Faktor penyesuaian parkir (F_P)
Faktor penyesuaian parkir tidak perlu diterapkan karena lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar sehingga $F_P = 1,0$
- Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})
Lebar efektif ditentukan oleh rumus berikut :
 $F_{RT} = 1 + P_{RT} \times 0,26$
 $F_R = 1 + 0,43 \times 0,26 = 1,00$
- Faktor penyesuaian belok kiri ($F_{L_{TOR}}$)
Lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar sehingga $F_{L_{TOR}} = 0,98$

Nilai arus jenuh yang disesuaikan:

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{L_{TOR}} \\ = 6300 \times 0,83 \times 0,95 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,00 \times 0,98 \\ = 4968 \text{ smp/jam}$$

- 2) Perhitungan arus lalu lintas
Kendaraan total MV bermotor
(Terlindung)
 $Q = RT + ST$
 $Q = 568 + 1310 \text{ smp/jam}$
 $Q = 1878 \text{ smp/jam}$ (Formulir SG-II
Simpang bersinyal)

- 3) Perhitungan rasio arus (F_R)

$$F_R = \frac{Q}{S} = \frac{1878}{4968} = 0,38$$

- 4) Perhitungan kapasitas (C)

$$C = \left(\frac{S}{C}\right) \times g$$

$$= \left(\frac{4968}{166}\right) \times (65)$$

$$= 1939 \text{ smp/jam}$$

- 5) Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{1878}{1939} = 0,97 > 0,85$$

Maka simpang ini sudah jenuh karena melebihi ketentuan dari MKJI 1997 yaitu $< 0,85$

c. Perilaku Lalu Lintas

Tinjauan terhadap pendekatan selatan

- 1) Perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ)

Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ_1)

$$NQ_1 = 0,25 \times \left[(1 - 0,97) + \sqrt{(0,97 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,97 - 0,5)}{1939}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 1939 \times \left[(0,97 - 1) + \sqrt{(0,97 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,97 - 0,5)}{1939}} \right]$$

$$NQ_1 = 10,99$$

- 2) Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - G}{1 - G \times \frac{GR}{R \times D}} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 166 \times \frac{1 - 0,39}{1 - 0,39 \times 0,97} \times \frac{1878}{3600}$$

$$NQ_2 = 85$$

- 3) Jumlah kendaraan antri (NQ)

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 10,99 + 85$$

$$NQ = 95,99$$

$$NQ = 96 \text{ smp/jam}$$

- 4) Jumlah maksimum kendaraan antrian (NQ_{maks})

$$NQ_{maks} = 80 \text{ smp/jam}$$

- 5) Perhitungan panjang antrian (QL)

$$QL = \frac{NQ_{maks} \times 20}{W_{masuk}}$$

$$QL = \frac{80 \times 20}{10,5} = 152 \text{ m}$$

- 6) Perhitungan rasio kendaraan stop (NS)

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ_{maks}}{Q} \times 3600$$

$$NS = 0,9 \times \frac{80}{1878} \times 3600 = 1,00 \text{ stop/smp}$$

- 7) Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv)

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 1878 \times 1,00 = 1878 \text{ smp/jam}$$

$$Nsv = 1878 \times 1,00$$

- 8) Perhitungan tundaan

Tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

$$DT = \frac{1}{c \times x} \left[1 + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \right]$$

$$DT = 166 \times 0,268 + \frac{10,99 \times 3600}{166}$$

$$DT = 64,88 \text{ detik/smp}$$

Tundaan geometrik rata-rata (DG)

$$DG_u = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

$$DG_u = (1 - 1,00) \times 0,43 \times 6 + (1,00 \times 4)$$

$$DG_u = 4,00$$

Tundaan rata-rata (D)

$$D = DT + DG$$

$$D = 64,88 + 4,00$$

$$D = 68,88 \text{ detik/smp}$$

Tundaan total

$$= D \times Q$$

$$= 68,88 \times 1878 = 129354,20 \text{ detik}$$

d. Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan adalah ukuran kualitas kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F.

Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang, seperti tabel berikut ini:

Tabel 7. Hubungan Tundaan dengan Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)
A	<5,0
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	>60

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015

Tabel 8. Tingkat pelayanan simpang masing-masing pendekat

Pendekat	Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan
Utara	74,35	F
Selatan (n)	71,59	F
Selatan (cf)	68,88	F
Barat	89,30	F
Timur	65,39	F

Sumber: Analisis penulis, 2013

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan terhadap analisis kinerja Simpang Damkar Kota Cilegon setelah di berlakukan sistem *contra flow* yang di terapkan setiap jam puncak sore pada jalan Asia Raya, cukup efektif akan tetapi masih perlu di evaluasi karena dengan membandingkan hasil kinerja simpang kondisi *existing* dan kondisi pada saat penerapan *contra flow* derajat kejenuhannya = 0,97 melebihi dari ketentuan MKJI yaitu < 0,85, untuk tundaan rata-rata, kinerja simpang kondisi *existing* = 71,59 detik/smp, sedangkan

Kinerja simpang kondisi saat penerapan *contra flow* = 68,88 detik/smp. Maka dapat disimpulkan waktu tempuh pada saat *contra flow* untuk melalui simpang mempunyai waktu yang lebih cepat di dibandingkan dengan kinerja simpang kondisi *existing*, untuk masing-masing pendekat tundaan rata-ratanya adalah pendekat utara = 74,35 detik/smp, pendekat barat = 89,30 detik/smp, pendekat timur = 65,39 detik/smp. Dengan demikian maka tingkat pelayanan pada simpang tersebut adalah berada pada tingkat pelayanan F.

B. Saran

Saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem *contra flow* yang di terapkan setiap jam puncak sore perlu di evaluasi karena kinerja simpang di nilai jenuh, tidak sesuai dengan ketentuan MKJI 1997.
2. Untuk penelitian selanjutnya di perlukan alternative lain utuk meningkatkan kinerja simpang damkar Kota Cilegon setelah di terapkannya sistem *contra flow* pada jalan Asia Raya

6. DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Bina Marga 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Bina Jalan Kota.

Islami, Fahmi., 2012. *Analisis Kinerja Simpang Jl. Dr. Setiabudhi – Jl. Sersan Bajuri*. Bandung Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.

Juwita, Farida., 2011. *Analisis Kinerja Simpang Berlampu Lalu Lintas (Studi Kasus Pada Simpang Ruas Jalan Sultan Agung)*. Yayasan Universitas. Sang Bumi Ruwa Jurai, Lampung.

Lumintang, Gland Y.B.,2013. *Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Bersignal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Walanda Maramis Manado)*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi.

Munawar, A., 2005. *Evaluasi Hitungan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal dengan Metode MKJI 1997*. Yogyakarta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 32 tahun 2011 *tentang manajemen dan rekayasa, analisis dampak, serta manajemen kebutuhan lalu lintas*.

- PT. Jasa Marga (Persero) Tbk, 2012. Laporan *Analisa dan evaluasi pelaksanaan uji coba pengaturan lalu lintas dengan sistem contra flow*, (Ruas Tol Cawang – Semanggi).
- Risdiyanto., 2012. *Perbandingan Tundaan Simpang Bersinyal Dengan Metode Mkji 1997 Dan Metode Survei Lapangan*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Rompas., R. S., 2010. *Kinerja Lalu Lintas Jalan Pada Persimpangan Bersinyal*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Wolshon, Brian (August 2001). "“ONE-WAY-OUT”: CONTRAFLOW FREEWAY OPERATION FOR HURRICANE EVACUATION" (PDF). *Natural Hazards Review*: 105–112.