

Analisis Simpang Bersinyal Pada Simpang 4 Jl. Siliwangi Kota Tasikmalaya

Farhan Sholahudin¹⁾, Agi Rivi H.²⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Teknik, Universitas Perjuangan Tasikmalaya
Jl. Pembela Tanah Air No. 177 Tasikmalaya - Jawa Barat
Email: farhansholahudin@unper.ac.id

²⁾ Teknik Sipil, Teknik, Universitas Perjuangan Tasikmalaya
Jl. Pembela Tanah Air No. 177 Tasikmalaya - Jawa Barat
Email: agirivi@unper.ac.id

Abstract

Transportation problem is one of the problems that is faced in Tasikmalaya City especially at the intersection. Congestion problems and traffic conflicts often occur at a signal especially in intersection on Siliwangi road Tasikmalaya. One of the efforts made to reduce traffic conflicts and optimize the performance of the junction is by setting up the junction and optimizing the Simpang. The purpose of this research is to know the performance of intersection on Siliwangi road Tasikmalaya and provide recommendations for precise handling, as well as analyzing the traffic conflicts that occurred in the junction. The method used in the performance analysis of the junction signal is to use the calculations in the PKJI 2014, while for analysis of traffic conflicts used to determine the severity of the conflict at the intersection on Siliwangi road Tasikmalaya is using the method Traffic Conflict Technique (TCT). After analysis, the performance in the intersection on Siliwangi road Tasikmalaya has approached the critical number of the degree of saturation (DS) of 0.7 with level D. In addition to these problems, there is a traffic conflict crossing as many as 230 events (55%), merging as many as 145 events (35%) and diverging as many as 41 occurrences (10%). With the handling and recommendation of phase setting and cycle time setting, it is proven to suppress and minimize the decline of junction performance level to C level with the value of saturation of 0.58. This will also impact the reduction in the amount of traffic conflicts that occur.

Keywords: Intersection; Traffic Conflict; PKJI 2014; Phase; Cycle Time

Abstrak

Masalah transportasi merupakan salah satu masalah yang di hadapi di Kota Tasikmalaya terutama pada persimpangan. Permasalahan kemacetan dan konflik lalu lintas sering terjadi pada persimpangan bersinyal terutama di Simpang 4 Jl. Siliwangi Kota Tasikmalaya. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi konflik lalu lintas dan mengoptimalkan kinerja simpang adalah dengan melakukan pengaturan dan optimalisasi simpang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya dan memberikan rekomendasi penanganan yang tepat, serta menganalisis konflik lalu lintas yang terjadi di simpang tersebut. Metode yang digunakan dalam analisis kinerja simpang bersinyal adalah dengan menggunakan perhitungan dalam PKJI 2014, sedangkan untuk analisis konflik lalu lintas yang digunakan untuk mengetahui tingkat keseriusan konflik pada simpang 4 Jl. Siliwangi Kota Tasikmalaya ini menggunakan metode *Traffic Conflict Technique (TCT)*. Setelah dilakukan analisis, kinerja pada simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya telah mendekati angka kritis yaitu dengan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,7 dengan level D. Selain permasalahan tersebut, terdapat konflik lalu lintas *crossing* sebanyak 230 kejadian (55%), *merging* sebanyak 145 kejadian (35%) dan *diverging* sebanyak 41 kejadian (10%). Dengan penanganan dan rekomendasi pengaturan fase dan pengaturan waktu siklus yang dilakukan, terbukti dapat menekan dan meminimalisir penurunan tingkat kinerja simpang menjadi level C dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,58. Hal ini juga akan berdampak pada pengurangan jumlah konflik lalu lintas yang terjadi.

Kata Kunci: Simpang; Konflik Lalu Lintas; PKJI 2014; Fase; Waktu Siklus

PENDAHULUAN

Kota Tasikmalaya merupakan kota penunjang di Priangan Timur dengan kondisi lalu lintas yang ramai. Peningkatan produksi di Kota Tasikmalaya dapat mempercepat laju pertumbuhan lalu lintas dan pertumbuhan ekonomi dengan kondisi inflasi di Bulan Juli sebesar 0,13 (BPS Kota Tasikmalaya, 2020). Hal tersebut dapat berdampak pada peningkatan mobilitas. Peningkatan mobilitas ini harus di kontrol dengan strategi penanganan transportasi agar dapat menekan dan meminimalisir angka kecelakaan lalu lintas.

Berbagai upaya pencegahan kecelakaan terus dilakukan, masih sering kecelakaan terjadi dan menimbulkan korban. Salah satu upaya penanganan untuk pencegahan agar jumlah kecelakaan di Kota Tasikmalaya tidak bertambah banyak dapat dilakukan pada

persimpangan.

Dikarenakan persimpangan merupakan tempat sumber konflik lalu lintas yang rawan berpotensi menimbulkan kecelakaan lalu lintas antara kendaraan dengan kendaraan lainnya maupun kendaraan dengan pejalan kaki.

Permasalahan pada simpang memiliki penyebab yang dapat mempengaruhi kinerja simpang. Persimpangan merupakan simpul pada jaringan jalan dimana ruas-ruas jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan yang menyebabkan volume lalu lintas tinggi. Selain itu desain geometri dan jarak pandang simpang yang buruk, kurangnya pengaturan angkutan umum, penyeberang pejalan kaki, dan pengendalian persimpangan yang kurang tepat (Sony Widyawan, 2019)

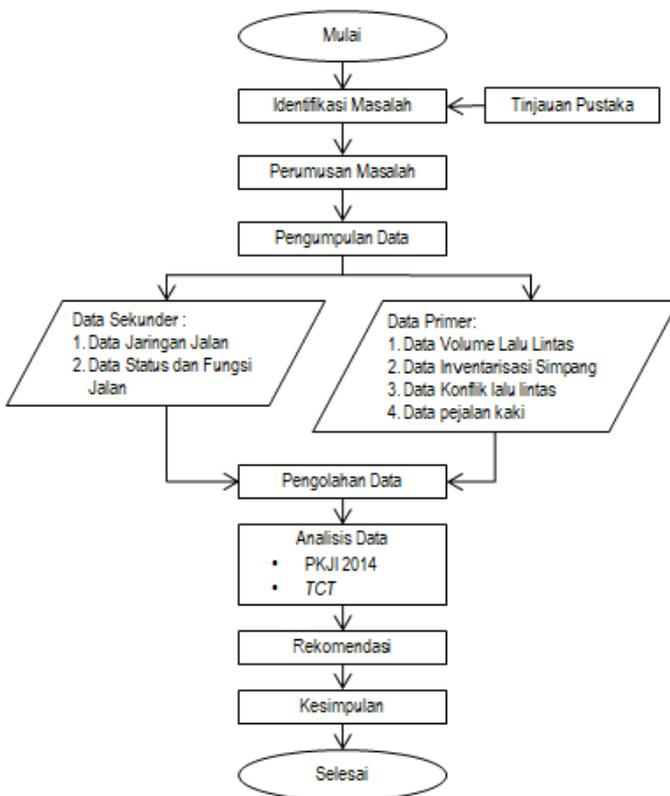
Salah satu simpang yang berpengaruh di Kota Tasikmalaya adalah simpang 4 Jl. Siliwangi yang menghubungkan 4 ruas jalan utama di Kota Tasikmalaya yaitu Jalan BKR dan Jalan Pembela Tanah Air yang merupakan jalan penghubung menuju kawasan sekolah, serta Jalan Siliwangi yang merupakan jalur utama menuju ke pusat kota.

Pada masing-masing pendekat simpang, terdapat pertokoan dan angkutan umum yang sering berhenti di bahu jalan. Hal tersebut menyebabkan tundaan dan antrian kendaraan serta menghambat arus lalu lintas. Aktifitas pejalan kaki juga cukup tinggi, baik itu menyebrang dan menyusuri meskipun belum tersedia fasilitas perlengkapan jalan di kawasan simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya.

Melihat kondisi transportasi yang terjadi di Simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kinerja simpang untuk meningkatkan keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja simpang, mengetahui fase yang diterapkan serta menganalisis tingkat keseriusan konflik yang terjadi di simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya yang memiliki 4 kaki simpang dengan kelas jalan masing-masing kaki simpang yaitu kelas jalan kota. Berikut ini merupakan bagan alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Teknik Pengumpulan Data Inventarisasi Simpang

Kegiatan pengumpulan data untuk mengetahui kapasitas simpang yang meliputi data dimensi dan geometrik simpang dan data perlengkapan jalan serta fasilitas pendukung lainnya.

Volume Lalu Lintas

Kegiatan pencatatan jumlah atau volume lalu lintas pada simpang yaitu dengan melakukan survei *Classified Turning Movement Counting (CTMC)* dengan interval waktu tertentu untuk mengetahui jam sibuk (*peak hour*) di simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya.

Tingkat Pelayanan Simpang

Setelah dilakukan survei inventarisasi simpang dan volume lalu lintas maka akan di dapatkan data kapasitas simpang dan volume lalu lintas untuk menghitung tingkat pelayanan simpang. Untuk formulasi perhitungan tingkat pelayanan simpang menggunakan pedoman PKJI 2014.

Konflik Lalu Lintas

Survei konflik lalu lintas dilakukan di simpang untuk menghasilkan data yang reliabel. Sehingga dilakukan uji realibilitas konflik guna memastikan bahwa data yang di dapatkan dapat dipercaya. Untuk melakukan uji realibilitas menggunakan tabel chi square, kemudian dilakukan klasifikasi konflik lalu lintas. setelah diketahui tingkat keseriusan konflik yang terjadi, maka dilakukan penghitungan angka keseriusan konflik per 1000 kendaraan. Hal ini dilakukan untuk menganalisis data kendaraan yang terlibat konflik dalam setiap 1000 kendaraan (dalam satuan skr).

Teknik Analisis Data Tingkat Pelayanan Simpang

Untuk mengetahui tingkat pelayanan simpang menggunakan formulasi yang ada di PKJI 2014 dengan menghitung kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan pada simpang tersebut.

Kapasitas (C): $C = S \cdot g / c$ (1)

- Dimana :
- C = Kapasitas (smp/jam hijau)
 - S = Arus Jenuh (smp/jam hijau)
 - g = Waktu Hijau (s)
 - c = Panjang Siklus (s)

Derajat Kejenuhan (DS): $DS = Q / C$ (2)

- Dimana:
- DS = Derajat Kejenuhan
 - Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)
 - C = Kapasitas (smp/jam)

Tundaan (D) :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ \times 3600}{C} \quad (3)$$

Dimana:

- DT = Tundaan Lalu Lintas
- C = Kapasitas (smp/jam)
- c = Waktu Siklus (s)
- DS = Derajat Kejenuhan
- GR = Rasio Hijau (g/c) (s)
- NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

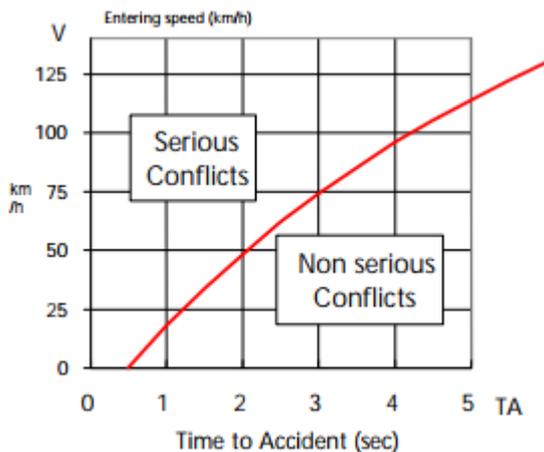
Konflik Lalu Lintas

Untuk menentukan konflik lalu lintas menggunakan metode *Swedish Traffic Conflict Technique (STCT)* dengan melakukan observasi langsung untuk mendapatkan data konflik lalu lintas yang terjadi di persimpangan. Berikut ini merupakan tabel *time to accident* dan grafik tingkat keseriusan konflik:

Km/h	Distance (m)																																																																																																						
	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80																																																																																
5	1,4	0,4	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	8,0	8,8	9,6	10,4	11,2	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0	16,8	17,6	18,4	19,2	20,0	20,8	21,6	22,4	23,2	24,0	24,8	25,6	26,4	27,2	28,0	28,8	29,6	30,4	31,2	32,0	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	36,8	37,6	38,4	39,2	40,0	40,8	41,6	42,4	43,2	44,0	44,8	45,6	46,4	47,2	48,0	48,8	49,6	50,4	51,2	52,0	52,8	53,6	54,4	55,2	56,0	56,8	57,6	58,4	59,2	60,0	60,8	61,6	62,4	63,2	64,0	64,8	65,6	66,4	67,2	68,0	68,8	69,6	70,4	71,2	72,0	72,8	73,6	74,4	75,2	76,0	76,8	77,6	78,4	79,2	80,0

Gambar 2. Time To Accident

Sumber: *The Swedish Traffic Conflict Technique*



Gambar 3. Grafik Keseriusan Konflik Lalu Lintas

Sumber: *The Swedish Traffic Conflict Technique*

PEMBAHASAN

Inventarisasi Simpang (C)

Berikut ini merupakan kondisi eksisting simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya yang mempunyai 4 kaki/lengan:



Gambar 4. Kondisi Eksisting Simpang Jl. Siliwangi
Sumber: Google Maps

Berikut ini merupakan tabulasi mengenai kondisi geometrik Simpang Jl. Siliwangi Tasikmalaya:

Tabel 1. Geometrik Simpang Jl. Siliwangi Tasikmalaya

Pendekat	Geometrik Simpang	Visualisasi
Utara (Jl. BKR)	Status Jalan: Kota Lebar Jalan : 5,6 m Lebar Bahu: 0,5 m Kemiringan Jln: 2% Perkerasan: Aspal Hambatan Sampung: M	
Selatan (Jl. PETA)	Status Jalan: Kota Lebar Jalan : 6,6 m Lebar Bahu: 0,5 m Kemiringan Jln : 2% Perkerasan: Aspal Hambatan Sampung: M	
Timur (Jl. Siliwangi)	Status Jalan: Kota Lebar Jalan : 5,5 m Lebar Bahu: 0,5 m Kemiringan Jln: 2-3% Perkerasan: Aspal Hambatan Sampung: M	
Barat (Jl. Siliwangi)	Status Jalan: Kota Lebar Jalan : 5,5 m Lebar Bahu: 0,5 m Kemiringan Jalan: 2-3% Perkerasan: Aspal Hambatan Sampung: M	

Volume Lalu Lintas (Q)

Perhitungan volume lalu lintas pada simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya dilakukan pada hari sibuk, dari

hasil survei didapatkan jam sibuk lalu lintas yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Volume Lalu Lintas Simpang 4 Jl. Siliwangi

No	Kaki Simpang	Arah	Volume (skr/jam)	Total Q (skr/jam)
1	Utara	Lurus	392,90	635
		Kanan	166,00	
		Kiri	76,40	
2	Selatan	Lurus	273,20	702
		Kanan	108,05	
		Kiri	320,90	
3	Barat	Lurus	196,60	423
		Kanan	149,40	
		Kiri	77,60	
4	Timur	Lurus	161,40	369
		Kanan	142,20	
		Kiri	65,80	

Kinerja Simpang (DS)

Setelah diketahui volume lalu lintas (Q) dan kapasitas simpang (C), maka dapat diketahui kinerja simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya sebagai berikut:

Tabel 3. Kapasitas Simpang 4 Jl. Siliwangi

No	Kaki Simpang	Kapasitas
1	Utara	919 skr/jam
2	Selatan	950 skr/jam
3	Barat	608 skr/jam
4	Timur	519 skr/jam

Tabel 4. Arus Jenuh Dasar Simpang 4 Jl. Siliwangi

Kaki Simpang	Lebar pendekat efektif (m)	Arus jenuh dasar Co (skr/jam)
Utara	5,6	3360
Selatan	6,6	3960
Barat	5,35	3210
Timur	5,35	3210

Tabel 5. Derajat Kejenuhan Simpang 4 Jl. Siliwangi

Kaki simpang	Volume (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara	635,30	943	0,68
Selatan	702,15	955	0,75
Barat	423,60	703	0,65
Timur	369,40	554	0,69

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Waktu Siklus (c)

Pengaturan waktu siklus pada simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya ini menggunakan 3,5 fase, yaitu pada kaki simpang mayor dibagi menjadi 2 fase. Sedangkan pada kaki simpang minor dibagi menjadi 1,5 fase. Total waktu siklus pada simpang tersebut adalah 105 detik, dengan pembagian waktu siklusnya sebagai berikut yang ditunjukkan pada gambar:



Gambar 5. Diagram Fase Simpang 4 Jl. Siliwangi

Berikut ini merupakan pembagian siklus pada Simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya:

Kaki simpang utara (Jl. BKR):

Merah : 71 detik

Kuning : 3 detik

Hijau : 31 detik

Kaki simpang selatan (Jl. PETA):

Merah : 76 detik

Kuning : 3 detik

Hijau : 26 detik

Kaki simpang timur (Jl. Siliwangi)

Merah : 82 detik

Kuning : 3 detik

Hijau : 20 detik

Kaki simpang barat (Jl. Siliwangi)

Merah : 75 detik

Kuning : 3 detik

Hijau : 27 detik

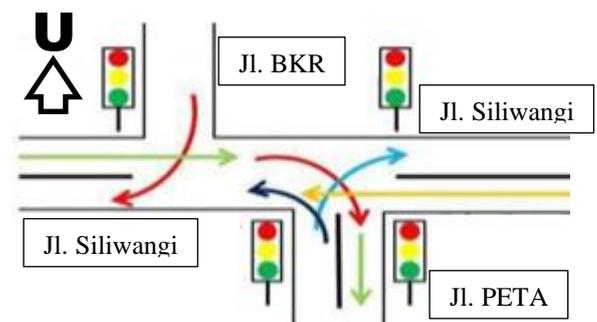
Pejalan Kaki

Survei pejalan kaki pada simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya hanya dilakukan pada kaki simpang minor karena ada dampak kepada arus lalu lintas yang ditimbulkan dari pergerakan kendaraan belok kiri langsung. Untuk kecepatan rata-rata menyeberang di dapatkan dari penghitungan waktu pejalan kaki dalam menyeberangi suatu dalam periode jam sibuk. Berikut ini merupakan jumlah pejalan kaki dan kecepatan rata-rata menyeberang.

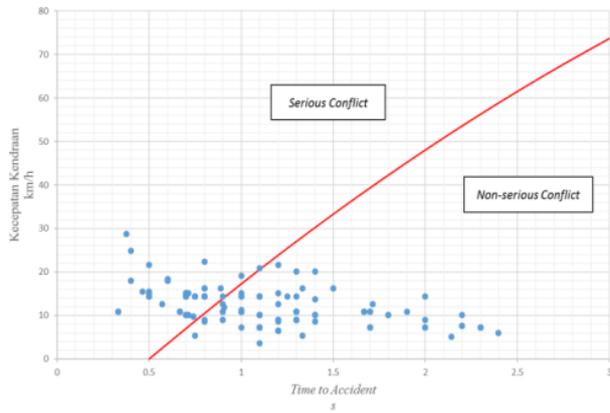
Tabel 6. Pejalan Kaki di Simpang 4 Jl. Siliwangi

Kaki Simpang	Jumlah Pejalan Kaki	Kecepatan Menyeberang (Rata – rata)
Barat (Jl. Siliwangi)	42	7 km/jam
Timur (Jl. Siliwangi)	24	6 km/jam

Konflik Lalu Lintas

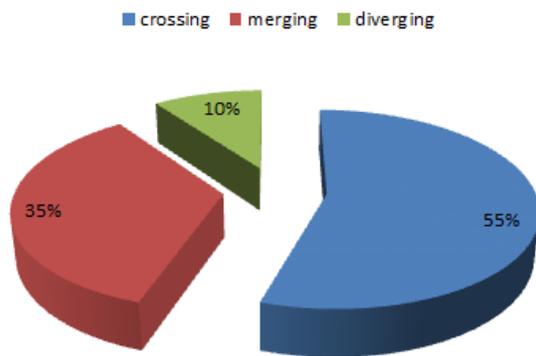


Gambar 6. Ilustrasi Pergerakan Konflik Lalu Lintas Simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya



Gambar 7. Tingkat Keseriusan Konflik Lalu Lintas Simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya

Dari grafik tersebut menggambarkan terdapat 96 konflik serius dan terdapat 122 konflik non-serius pada simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya. Adapun yang dimaksud dari konflik serius adalah konflik yang berpotensi terjadi kecelakaan lalu lintas, sedangkan konflik non serius merupakan konflik yang tidak berpotensi terjadi kecelakaan lalu lintas. Berikut ini merupakan diagram prosentase jenis konflik lalu lintasnya:



Gambar 8. Prosentase Jenis Konflik

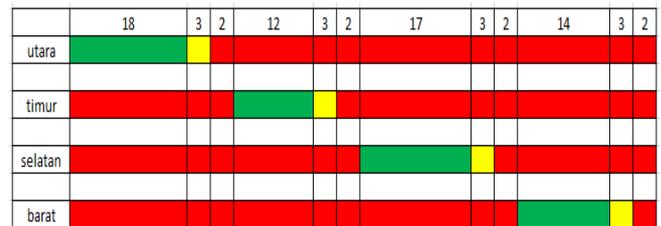
Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan jenis konflik lalu lintas pada Simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya yang sering terjadi adalah *crossing* sebanyak 119 kejadian (55%), *merging* sebanyak 76 kejadian (35%) dan *diverging* sebanyak 22 kejadian (10%).

REKOMENDASI

Rekomendasi yang diberikan adalah rekomendasi jangka pendek sebagai upaya pengurangan konflik yang terjadi di simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya. Rekomendasi yang dilakukan adalah dengan mengubah fase dalam waktu siklusnya, dengan diubahnya fase ini diharapkan akan berkurangnya konflik sehingga kinerja persimpangan jalan tersebut berfungsi dengan optimal. Berikut ini merupakan rekomendasi pengaturan ulang fase dan waktu siklus pada simpang Jl. Siliwangi Tasikmalaya:

- Kaki simpang utara (Jl. BKR):
- Merah : 60 detik
- Kuning : 3 detik

- Hijau : 18 detik
- Kaki simpang selatan (Jl. PETA):
- Merah : 61 detik
- Kuning : 3 detik
- Hijau : 17 detik
- Kaki simpang timur (Jl. Siliwangi):
- Merah : 66 detik
- Kuning : 3 detik
- Hijau : 12 detik
- Kaki simpang barat (Jl. Siliwangi):
- Merah : 64 detik
- Kuning : 3 detik
- Hijau : 22 detik



Gambar 9. Diagram fase tahap rekomendasi

Berikut ini merupakan perbandingan dari kinerja simpang Jl. Siliwangi Tasikmalaya pada kondisi eksisting dan pada tahap rekomendasi:

Tabel 7. Perbandingan kinerja simpang 4 Jl. Siliwangi

Kondisi	Waktu Siklus (c)			DS	LoS
	Merah	Kuning	Hijau		
Eksisting					
Utara	71	3	31	0,67	C
Selatan	76	3	26	0,74	D
Barat	75	3	27	0,60	C
Timur	82	3	20	0,67	C
Rekomendasi					
Utara	60	3	18	0,58	C
Selatan	61	3	17	0,62	C
Barat	64	3	14	0,51	C
Timur	66	3	12	0,58	C

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, menunjukkan bahwa pada tahap rekomendasi dapat mengurangi atau menekan terjadinya penurunan tingkat kinerja pada simpang Jl. Siliwangi Tasikmalaya.

KESIMPULAN

Kinerja simpang 4 Jl. Siliwangi Tasikmalaya mendekati kondisi kritis dengan nilai derajat kejenuhan 0,70 dengan level of service D. Dengan nilai masing-masing derajat kejenuhan per kaki simpang adalah sebagai berikut:

- Kaki simpang utara : 0,68
- Kaki simpang selatan : 0,75
- Kaki simpang barat : 0,65
- Kaki simpang timur : 0,69

Konflik lalu lintas yang terjadi pada simpang Jl. Siliwangi Tasikmalaya sebanyak 218 kejadian, dengan jumlah konflik serius sebanyak 96 kejadian dan konflik non serius sebanyak 122 kejadian dengan masing-masing jumlah jenis konflik lalu lintasnya yaitu *crossing* sebanyak 119 kejadian (55%), *merging* sebanyak 76 kejadian (35%) dan *diverging* sebanyak 22 kejadian (10%).

Setelah dilakukan analisis, direkomendasikan pengaturan ulang waktu siklus untuk menekan dan meminimalisir penurunan tingkat kinerja simpang Jl. Siliwangi Tasikmalaya agar dapat berfungsi dengan optimal. Hal ini dapat dilihat dari perubahan kinerja simpang dari kondisi eksisting dengan derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,70 dengan level D, kemudian setelah dilakukan penanganan berdasarkan hasil rekomendasi nilai derajat kejenuhan (DS) menjadi sebesar 0,58 dengan level C.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2015). "*Panduan Kapasitas Jalan Indonesia*". Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta
- Febrianto, Yogi Iwan. (2015). "Kajian Simpang Bersinyal Dengan Alternatif di Simpang Karanglo Kec. Singosari Kab. Malang". Tugas Akhir Terapan, Teknik Sipil dan Perencanaan, Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya.
- Lawalata, Greece Maria. (2010). "Studi Konflik Lalu Lintas Sebagai Alat Mengevaluasi Pengaturan Lalu Lintas (Studi Kasus Simpang T di Kota Bandung)". *Jurnal Jalan dan Jembatan*, Vol. 27, No. 2, Oktober 2010, Hal. 143-154.
- Milanisti, Kusuma. (2010). "Analisa Simpang Bersinyal dan Tidak Bersinyal". Skripsi, Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Negeri Malang.
- Morlok, E.K. (1998). "*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi (Terjemahan John K Naimin)*". Jakarta : Erlangga, Surabaya.
- Nugraha, Gemilang Widya. (2016). "Analisis Simpang Empat Jetis Kota Salatiga". Skripsi, Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.
- Pratama, Arifin. (2018) "Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal jalan Ranu Grati – Jalan Raya Sawojajar dan Jalan Danau Toba – Jalan Danau Ranau Kota Malang". Skripsi, Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Negeri Malang.
- Rizqi, Ahmad Shodiqur. (2017). "Evaluasi Simpang Tidak Bersinyal". Skripsi, Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.
- Setiawan, A.T. (2015). "Dampak Belok Kiri Langsung Terhadap Keselamatan Pengguna Jalan Pada Simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus : Simpang 3 Yogya Mall, Kota Tegal)". Skripsi, Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.
- Tamin, Ofyar Z. (2000). "*Perencanaan dan permodelan Transportasi*". ITB. Bandung
- Widyawan, Sony. (2019). "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Meningkatkan Keselamatan Pada Simpang Depok Kota Depok". *Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, Vol. II, No. 1, Juni 2019.
- Wikrama, Jaya. (2011). "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal". *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol. 15, No. 1, Januari 2011.
- Y., Arisandi. (2015). "Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal di Kota Malang (Studi Kasus : Simpang Pada Ruas Jalan Basuki Rahmat Kota Malang)". *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, Vol. 17, No. 2, Juni 2015, Hal. 111-118.