

ANALISIS PERUBAHAN FASE DARI 4 MENJADI 2 PADA SIMPANG 4 BERSINYAL POLDA

Margareth E. Bolla¹ (margiebolla@gmail.com)

Tri M. W. Sir² (trimwsir@yahoo.com)

Grace D. Nitti³ (desianigrace@gmail.com)

ABSTRAK

Perkembangan Kota Kupang yang semakin pesat serta meningkatnya aktifitas masyarakat menyebabkan terjadinya kemacetan lalu lintas pada jalan khususnya pada simpang 4 bersinyal Polda. Berdasarkan kaitannya dengan manajemen lalu lintas maka kinerja persimpangan menjadi kebutuhan yang mendesak. Kinerja simpang diketahui dengan cara melakukan evaluasi terhadap pengaturan fase pada simpang bersinyal Polda. Analisis tahap pertama dilakukan untuk mengetahui kinerja simpang Polda dengan pengaturan 4 fase dan tahap kedua dilakukan analisis untuk mengetahui kinerja simpang Polda jika dilakukan perubahan fase menjadi 2 fase. Adapun data yang didapatkan dari hasil survey dianalisis dengan menggunakan Pedoman kapasitas Jalan Indonesia 2014. Hasil analisis dengan sistem 4 fase menghasilkan derajat kejenuhan dan tundaan yang tinggi yaitu 1,01 untuk Jl. Jend. Sudirman, 1,04 untuk Jl. Jend. Soeharto, 0,48 untuk Jl. Herewila dan 0,89 untuk Jl. Nisoni serta tundaan rata-rata sebesar 120 det/smp. Analisis dengan sistem 2 fase menghasilkan derajat kejenuhan dan tundaan yang lebih rendah yaitu 0,48 untuk Jl. Jend. Sudirman, 0,55 Jl. Jend. Soeharto, 0,26 Jl. Herewila dan 0,52 Jl. Nisoni serta tundaan rata-rata 17,16 det/smp. Dengan demikian untuk meningkatkan kapasitas simpang Polda perlu diberlakukan sistem 2 fase pengaturan larangan belok kanan pada simpang serta penggunaan fasilitas *u-turn*.

Kata kunci: simpang bersinyal; 4 fase; 2 fase; kinerja

ABSTRACT

The rapid development of traffic in Kupang City has caused frequent traffic jams, especially at four-legged signalized intersection of Polda, therefore traffic management needs to be done to improve the performance of the intersection. The analysis was conducted in two stages and was based on the 2014 Indonesia Highway Capacity Manual. In the first stage, the performance of the current Polda intersection that has 4-phase signal setting, and the second stage, an intersection performance analysis is performed if the changes are made into 2-phase signal. The analysis showed that the application of 4-phase system resulted in a relatively high degree of saturation those are 1,01 for the Jend. Sudirman Street, 1,04 for Jend. Soeharto Street, 0,48 for Herewila Street and 0,89 for Nisoni Street with an average delay of 120 sec/pcu. At the change into 2-phase signal the analysis result showed a lower degree of saturation those are for Jend. Sudirman, Jend. Soeharto, Herewila and Nisoni Street respectively of 0,48, 0,55, 0,26 and 0,52, with an average delay of 17,16 sec/pcu. Thus, a 2-phase signal system needs to be applied to improve performance at the Polda intersection. This system must be equipped with a right turn restriction arrangement, installation of u-turn facilities as well as required sign and mark.

Keywords: *signalized intersection; 4 phase; 2 phase; performance.*

¹ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

² Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

³ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana.

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan transportasi menimbulkan masalah kemacetan pada simpang 4 bersinyal Polda (Jl. Jend. Soeharto - Jl.Jend. Sudirman - Jl. Herewilla - Jl. Nisoni) Kota Kupang. Kemacetan ini ditandai dengan antrian (*queue*) yang panjang, antrian kendaraan yang panjang ini seringkali menyebabkan kendaraan mendapatkan lampu merah sebanyak dua hingga tiga kali sehingga tundaan (*delay*) yang terjadipun semakin besar terutama pada jam sibuk. Selain itu kemacetan juga disebabkan karena terjadinya konflik antara kendaraan khususnya pada pergerakan membelok akibat besarnya arus lalu lintas yang melewati simpang 4 bersinyal Polda. Untuk mengatasi permasalahan kemacetan diperlukan suatu sistem penentuan fase dan pengaturan lalu lintas yang baik sehingga dapat berpengaruh pada kelancaran, kenyamanan, dan keselamatan pengguna jalan. Penentuan fase sinyal umumnya mempunyai dampak yang besar pada tingkat kinerja dan keselamatan lalu lintas sebuah simpang. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014) menjelaskan bahwa penggunaan lebih dari 2 fase akan menambah waktu siklus dan rasio waktu yang disediakan untuk pergantian antara fase. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja simpang 4 bersinyal Polda dengan sistem pengaturan 4 fase, untuk mengetahui kinerja simpang 4 bersinyal Polda jika diterapkan sistem pengaturan 2 fase serta mengetahui desain arus lalu lintas dengan pengaturan 2 fase.

TINJAUAN PUSTAKA

Persimpangan adalah dua buah ruas jalan atau lebih yang saling bertemu, berpotongan atau bersilangan. Perencanaan simpang bertujuan untuk mengatasi konflik-konflik antara kendaraan bermotor, pejalan kaki serta fasilitas angkutan lainnya agar mendapatkan kenyamanan saat melewati persimpangan. Terdapat 4 tipe dasar pergerakan lalu lintas pada persimpangan menurut Manual kapasitas Jalan Indonesia yaitu memisah (*diverging*), bergabung (*merging*), berpotongan (*crossing*), menyilang (*weaving*). Data rinci pergerakan lalu lintas yang dibutuhkan adalah volume dan arah gerakan lalu lintas pada saat jam sibuk. Arus (*rate of flow = Q*) dinyatakan sebagai jumlah kendaraan yang diukur dengan interval waktu kurang dari 1 jam, biasanya 15 menit, namun diekivalenkan menjadi 1 jam (*equivalent hourly rate*) sedangkan volume (*V*) merupakan jumlah aktual kendaraan yang diukur dalam interval waktu tertentu, dapat dalam tahun, bulan, hari, jam atau bagian dari 1 jam (*subhourly*) Klasifikasi kendaraan diperlukan untuk mengkonversi kendaraan ke dalam bentuk satuan mobil penumpang (*Smp*) per jam. Volume arus lalu lintas dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_{Smp} = Q_{kend} \times Emp \tag{1}$$

Dimana :

Q_{Kend} = arus lalu lintas sebelum dikonversi (kend/jam)

Q_{Smp} = arus lalu lintas setelah dikonversi (smp/jam)

Emp = ekivalen mobil penumpang

Tabel 1. Ekivalen Mobil Penumpang (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014))

Jenis kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	Pendekat terlindung	Pendekat terlawan
Sepeda motor (MC)	0,15	0,4
Kendaraan ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3	1,3

Parameter Pengaturan Sinyal

1. Kapasitas (*C*)

$$C = S \times g/c \tag{2}$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

- g = Waktu hijau (detik)
- c = Waktu siklus yang disesuaikan (detik)

2. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah perbandingan nilai volume lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan merupakan pencerminan kenyamanan pengemudi dalam mengemudikan kendaraannya, dapat dihitung berdasarkan persamaan.

$$DS = Q/C \tag{3}$$

Dimana:

- DS = Derajat kejenuhan
- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

3. Panjang Antrian (QL)

Untuk derajat kejenuhan lebih besar 0,5 ($DS > 0,5$), jumlah antrian smp yang merupakan sisa dari fase hijau terdahulu ditentukan dari persamaan berikut.

$$NQ_1 = 0,25 \times C \left\{ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right\} \tag{4}$$

Dimana :

- NQ_1 = Jumlah Smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
- DS = Derajat kejenuhan
- c = Waktu siklus (detik)
- C = Kapasitas (smp/jam)
- Q = Arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/jam)
- $QL = (NQ_{max} \times 20) / (W_{masuk})$

$$\tag{5}$$

- Dimana :
- QL = Panjang antrian (m)
- NQ_{max} = Jumlah antrian maksimum
- W_{masuk} = Lebar masuk (m)

4. Angka Henti (NS)

Angka henti adalah jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal, angka henti dapat dihitung dengan persamaan:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \tag{6}$$

Dimana:

- NQ = Jumlah antrian total
- c = Waktu siklus (detik)
- Q = Arus lalu lintas (Smp/Jam) dari pendekat yang ditinjau

5. Tundaan

Tundaan adalah perbedaan waktu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan antara kondisi arus bebas dengan arus terhambat. Tundaan lalu lintas rata-rata (DT) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \tag{7}$$

Dimana :

- DT = Tundaan lalu lintas rata-rata pada pendekat (smp/det)
- GR = Rasio hijau (g/c)
- DS = Derajat kejenuhan
- C = Kapasitas
- NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

METODE PENELITIAN

Lokasi, Waktu Dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di Simpang 4 bersinyal bersinyal Polda (Jl. Jend. Soeharto - Jl. Jend. Sudirman - Jl. Herewilla - Jl. Nisoni) Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur pada tanggal 16-29 Mei 2015 dengan objek penelitian adalah semua kendaraan yang melewati simpang 4 bersinyal Polda.

Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer antara lain data geometrik simpang, volume lalu lintas, waktu sinyal dan komposisi kendaraan. Data sekunder antara lain data jenis kendaraan, ekivalen mobil penumpang (emp), data penduduk dari Badan Pusat Statistik Kota Kupang serta data sinyal lampu lalu lintas dari Dinas Perhubungan Kota Kupang.

Teknik Pengumpulan Data Dan Teknik Analisa Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi langsung, teknik pengukuran dan teknik dokumentasi sedangkan langkah-langkah yang dilakukan dalam teknik analisa data berupa analisis kinerja simpang 4 bersinyal polda menggunakan PKJI 2014.

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini meliputi tahapan sebagai berikut:

1. Menghitung volume lalu lintas pada simpang (Q)
2. Menghitung kapasitas simpang (C)
3. Menghitung derajat kejenuhan (DS)
4. Menghitung panjang antrian (NQ)
5. Menghitung tundaan rata-rata (DT)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Persimpangan

Simpang Polda adalah persimpangan yang menghubungkan ruas Jl. Jend. Sudirman, Jl. Jend. Soeharto, Jl. Herewilla dan Jl. Nisoni. Sistem pengaturan lalu lintas yang diterapkan pada simpang Polda saat ini menggunakan sistem 4 fase dengan peraturan belok kanan mengikuti syarat lampu lalu lintas. Aktifitas masyarakat pada simpang 4 bersinyal Polda cukup tinggi, hal ini disebabkan karena adanya bengkel, salon, bank serta banyaknya pertokoan yang berada di sekitar simpang khususnya sepanjang ruas Jl. Jend. Sudirman dan Jl. Jend. Soeharto sehingga banyak masyarakat yang ingin berbelanja dan melakukan kegiatan lainnya. Berdasarkan keadaan tersebut maka simpang 4 bersinyal Polda dikategorikan dalam tipe lingkungan jalan komersial karena penggunaan lahan pada simpang Polda sebagian besar digunakan untuk kegiatan komersial dengan akses samping jalan langsung untuk kendaraan dan pejalan kaki, serta dengan hambatan samping rendah, dikatakan hambatan samping rendah karena rendahnya aktifitas pada sisi jalan yang ditandai dengan tidak terdapat pedagang kaki lima pada sisi jalan serta adanya trotoar turut membantu para pejalan kaki agar tidak melewati badan jalan.

Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah mendapatkan volume lalu lintas maksimum pada simpang 4 bersinyal Polda. Terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui kinerja simpang 4 bersinyal Polda antara lain volume lalu lintas (smp/jam), kapasitas (smp/jam), derajat kejenuhan, panjang antrian (m), waktu hijau (detik), tundaan rata-rata (det/smp), dan tundaan total rata-rata (det/smp). Adapun hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Analisis Simpang 4 Bersinyal Polda dengan Sistem 4 Fase

Parameter Simpang	Pendekat			
	U	S	T	B
Volume (smp/jam)	599	739	168	346
Kapasitas (smp/jam)	593	711	349	391
Derajat kejenuhan	1,01	1,04	0,48	0,89
Panjang Antrian (m)	166	200	34	82
Waktu Hijau (detik)	23	25	15	15
Tundaan rata-rata (det/smp)	128,15	156,34	70,77	40,73
Tundaan total rata-rata (det/smp)	120,75			

Tabel 3. Hasil Analisis Simpang 4 Bersinyal Polda dengan Sistem 2 Fase

Parameter Simpang	Pendekat											
	2 Fase Alternatif 1				2 Fase Alternatif 2`				2 Fase Alternatif 3			
	U	S	T	B	U	S	T	B	U	S	T	B
Volume (smp/jam)	558	690	168	346	579	715	168	346	599	739	168	346
Kapasitas (smp/jam)	1164	1283	632	391	1184	1307	635	662	1223	1352	626	652
Derajat kejenuhan	0,48	0,54	0,27	0,89	0,49	0,55	0,26	0,25	0,49	0,55	0,27	0,53
Panjang Antrian (m)	38	47	17	34	38	50	22	39	42	53	22	39
Waktu Hijau (detik)	23		15		25		16		28		17	
Tundaan rata-rata (det/smp)	11,06	18,50	15,82	20,95	11,39	20,07	16,54	21,12	11,52	19,47	17,77	23,43
Tundaan total rata-rata (det/smp)	16,37				17,16				17,49			

Volume Lalu Lintas

Hasil perhitungan dengan sistem 2 fase menunjukkan penurunan volume pada pendekat Jl. Jend. Sudirman dan Jl. Jend. Soeharto khusus untuk analisis dengan alternatif 1 dan 2, penurunan ini diakibatkan karena pergerakan arus belok kanan pada kedua pendekat dialihkan melalui alternatif jalan lain sehingga tidak ada akses belok kanan yang terjadi pada simpang. Analisis volume lalu lintas sistem 2 fase alternatif 3 dan sistem 4 fase menghasilkan nilai yang samakarena volume lalu lintas sistem 2 fase alternatif 3 dan sistem 4 fase menghasilkan nilai yang sama karena pada analisis sistem 2 fase alternatif 3 semua pergerakan belok kanan diprediksi akan mengambil arah belok kiri sehingga jumlah arus belok kanan pada perhitungan arus sebelumnya dijumlahkan dengan arus belok kiri.

Kapasitas

Kapasitas suatu simpang dapat diukur berdasarkan kemampuan simpang dalam menampung arus lalu lintas maksimum yang melewati simpang tersebut. Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan diketahui bahwa perhitungan kapasitas simpang 4 bersinyal Polda dengan perencanaan sistem 2 fase menghasilkan kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan perhitungan dengan sistem 4 fase atau dengan kata lain bahwa kapasitas simpang 4 bersinyal Polda mengalami peningkatan apabila diterapkan sistem pengaturan 2 fase.

Derajat Kejenuhan

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka diketahui bahwa derajat kejenuhan pada simpang 4 bersinyal Polda dengan sistem pengaturan 4 fase untuk dua pendekat yaitu Jl. Jend. Sudirman dan Jl. Jend. Soeharto sudah diatas 1 yang berarti bahwa volume lalu lintas pada simpang telah melewati kapasitas simpang itu sendiri, oleh karena itu untuk menurunkan nilai derajat kejenuhan maka peningkatan kapasitas jalan diperlukan untuk menangani besarnya volume arus

lalu lintas pada simpang tersebut. Peningkatan kapasitas jalan dapat dilakukan dengan cara melakukan pelebaran jalan tetapi karena tidak tersedia lagi lahan pada setiap pendekat yang ada pada simpang 4 Polda maka salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas simpang 4 Polda adalah dengan merubah fase sinyal lalu lintas yang ada, dengan melakukan perubahan fase sinyal lalu lintas menjadi 2 fase maka derajat kejenuhan yang dihasilkan pada setiap pendekat menjadi lebih kecil.

Panjang Antrian

Untuk perhitungan 4 fase panjang antrian yang dihasilkan yaitu 166 m untuk Jl. Jend. Sudirman, 200 m untuk Jl. Jend. Soeharto, 34 m untuk Jl. Herewila dan 82 m untuk Jl. Nisnoni, sedangkan dengan perhitungan menggunakan sistem 2 fase baik itu alternatif 1, alternatif 2 dan alternatif 3 panjang antrian yang dihasilkan lebih pendek dari sistem 4 fase.

Tundaan

Pada sistem 4 fase tundaan terbesar terjadi pada Jl. Jend. Soeharto, hal ini disebabkan karena arus pergerakan kendaraan pada pendekat ini cukup besar sehingga menyebabkan perlambatan kendaraan pada simpang. Dari hasil analisis diketahui bahwa tundaan rata-rata pada simpang 4 bersinyal Polda dengan sistem 2 fase menghasilkan nilai yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan sistem 4 fase sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat pelayanan simpang bersinyal Polda akan lebih baik jika diberlakukan sistem 2 fase. Besarnya tundaan pada simpang bersinyal juga dipengaruhi oleh lamanya waktu siklus yang terjadi, semakin lama waktu siklus maka tundaan yang dihasilkan juga semakin besar.

Hasil analisis perhitungan tundaan rata-rata pada tiap pendekat simpang, dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat demikian juga dari simpang 4 bersinyal Polda secara keseluruhan. Sesuai dengan hasil perhitungan tundaan rata-rata yang terjadi pada setiap pendekat pada simpang polda dengan sistem pengaturan 4 fase, maka tingkat pelayanan simpang 4 bersinyal Polda sebesar 120,75 det/Smp berada pada tingkat pelayanan F (tundaan > 60 det/Smp) yang menunjukkan kondisi di mana jumlah volume lalu lintas lalu lintas melewati kapasitas persimpangan dengan deskripsi keadaan berdasarkan metode *Highway Capacity Manual* (HCM), 1994 antara lain arus tertahan dan terjadi antrian yang panjang, kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama serta dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0. Tingkat pelayanan simpang 4 bersinyal Polda jika menggunakan sistem 2 fase lebih baik karena tundaan dari ketiga alternatif ± 17 det/Smp sehingga berada pada tingkat pelayanan C (15,1 – 25 det/Smp) dengan deskripsi arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi serta pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa tundaan menjadi lebih kecil dengan penerapan sistem 2 fase yang tentunya akan berpengaruh baik pada meningkatnya tingkat pelayanan jalan.

Putaran Balik (*U-turn*)

Persyaratan bukaan median harus disesuaikan dengan dimensi kendaraan rencana yang melewati fasilitas putaran balik (*u-turn*). Berdasarkan pengamatan di lapangan diketahui bahwa kendaraan yang melewati simpang 4 bersinyal Polda khususnya untuk Jl. Herewila dan Jl. Nisnoni adalah sepeda motor, kendaraan pribadi, angkutan kota serta kendaraan sedang yaitu bus dan truk. Berdasarkan PPPB Tahun 2005 untuk kendaraan pribadi dan angkutan kota dimensi kendaraan tinggi 1,3 m, lebar 2,1 m, panjang 5,8 m serta radius putar depan 4,2 m dan radius putar belakang 7,3 m, untuk kendaraan sedang dimensi kendaraan yaitu tinggi 4,1 m, lebar 2,6 m, panjang 12,1 m dan radius putar depan 7,4 m serta radius putar belakang 12,8 m sehingga dengan mempertimbangkan dimensi kendaraan rencana tersebut maka pada simpang 4 bersinyal Polda khususnya pada Jl. Herewila dan Jl. Nisnoni yang direncanakan akan dibuat fasilitas putaran balik (*u-turn*) perlu dilakukan penambahan lebar jalan minimal 7 m sehingga dapat

mempermudah manuver kendaraan rencana. Dengan memperhatikan kondisi Jl. Herewila dan Jl. Nisoni yang ada saat ini dengan lebar jalan masing-masing 8,50 m serta jenis kendaraan yang melewati kedua jalan tersebut maka untuk kendaraan pribadi dapat berputar arah dengan baik namun untuk kendaraan sedang seperti bus dan truk manuver kendaraan untuk berputar arah akan membutuhkan waktu putar tambahan yang berisiko mengganggu arus lalu lintas bagi pengguna jalan lainnya sehingga khusus untuk kedua kendaraan ini pada jam sibuk disarankan untuk melewati jalan alternatif lain misalnya Jl. BLK.

KESIMPULAN

1. Hasil analisis data menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014) menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi pada simpang 4 bersinyal Polda terjadi pada Jl. Jend. Soeharto, diikuti Jl. Jend. Sudirman, Jl. Nisoni dan kemudian Jl. Herewila. Kinerja simpang 4 bersinyal Polda untuk tiga pendekatnya yaitu Jl. Jend. Soeharto, Jl. Jend. Sudirman dan Jl. Nisoni sudah tidak memenuhi syarat kapasitas simpang
2. Hasil analisis dengan melakukan perubahan fase dari sistem 4 fase menjadi sistem 2 fase menghasilkan kapasitas yang lebih tinggi, derajat kejenuhan yang lebih rendah serta antrian dan tundaan yang semakin kecil. 4 bersinyal Polda akan lebih baik jika menggunakan sistem 2 fase.
3. Pengaturan arus lalu lintas dengan menggunakan sistem 2 fase yaitu semua arus lalu lintas untuk setiap pergerakan belok kanan pada masing-masing pendekat pada simpang 4 bersinyal Polda tidak diperbolehkan. Pengalihan arus lalu lintas untuk pergerakan belok kanan yang direncanakan yaitu, untuk Jl. Jend. Sudirman arus lalu lintas yang hendak belok kanan menuju Jl. Nisoni dialihkan melalui Jl. Banteng (Depan PT. Pitoby Tour and Travel), untuk Jl. Jend. Soeharto arus lalu lintas yang hendak belok kanan menuju Jl. Herewila dialihkan melalui Jl. Eltari I kemudian dapat mengikuti Jl. Palapa. Sedangkan untuk Jl. Herewila dan Jl. Nisoni pergerakan belok kanan direncanakan menggunakan fasilitas putaran balik (*u-turn*) dengan ketentuan jarak bukaan minimum dari kaki simpang adalah sejauh 400 m.

SARAN

1. Perlu dilakukan penerapan sistem 2 fase sebagai alternatif pemecahan masalah lalu lintas pada simpang 4 bersinyal Polda dengan memperhatikan kondisi jalan alternatif lain untuk pergerakan belok kanan selain menggunakan fasilitas putaran balik (*u-turn*).
2. Untuk penerapan sistem 2 fase perlu dibuat pembatas jalan atau median untuk mencegah kendaraan berputar sebelum jarak minimal *u-turn*.
3. Perlu dilakukan pelebaran jalan untuk mendapatkan keefektifan fasilitas putaran balik (*u-turn*) yang direncanakan.
4. Perlu dilakukan perbaikan dan peningkatan pada jalan alternatif sehingga dapat mempermudah akses kendaraan belok kanan pada Jl. Herewila dan Jl. Nisoni.
5. Perlu adanya simulasi di lapangan untuk mendapatkan keefektifan penerapan sistem 2 fase tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2005). *Pedoman Perencanaan Putaran Balik*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Bina Teknik. 2004. *Perencanaan Median Jalan*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Persimpangan Sebidang*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.

Transportation Research Board Special Report 209. (1994). *Highway Capacity Manual*. Washington D. C., USA.