

ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT NONONGAN DENGAN PENGGUNAAN WAKTU SINYAL *DOUBLE CYCLE* PADA PENERAPAN *CONTRA FLOW BUS LANE*

Budi Yulianto, Setiono dan Fatin Alissaditamtya

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret,
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta
Email : setiono@ft.uns.ac.id

Abstract

Traffic jams and accidents on urban roads are a challenge for the city government in carrying out traffic management and engineering efforts. The intersection is the meeting point of various traffic movements from each intersection approach that has the potential to cause traffic jams and accidents. One of the traffic management and engineering efforts carried out by the Surakarta City Government is by providing public transportation services for Batik Solo Trans in serving the movement of people's journeys. The implementation of the contra flow bus lane on Jalan Brigjen Slamet Riyadi, Surakarta City is part of the Surakarta City Government's efforts to provide a reliable public transportation system. However, the implementation of the contra flow bus lane has an impact on the performance of signalized intersections along Jalan Brigjen Slamet Riyadi, one of which is the Nonongan Empat Junction. This study aims to streamline the timing of the APILL signal by using a double cycle at the Simpang Empat Nonongan. Evaluation of intersection performance uses a simulation modeling approach with the VISSIM simulation program. The results of the Base output performance of the VISSIM simulation model with the existing signal time are compared with the VISSIM simulation model scenario using a double cycle signal time. The use of double cycle signal time shows the intersection performance is more effective than using the existing signal time. Intersection delays decreased by 13.6% for the morning rush hour and 18.8% for the afternoon rush hour.

Keywords: APILL, *contra flow double cycle*, VISSIM

Abstrak

Kemacetan dan kecelakaan lalu lintas di jalan perkotaan merupakan tantangan bagi pemerintah kota dalam melakukan upaya manajemen dan rekayasa lalu lintas. Simpang merupakan titik pertemuan dari berbagai pergerakan lalu lintas dari masing-masing pendekat simpang yang berpotensi terhadap kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Salah satu upaya manajemen dan rekayasa lalu lintas yang dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta yaitu dengan menyediakan pelayanan angkutan umum Batik Solo Trans dalam melayani pergerakan perjalanan masyarakat. Penerapan *contra flow bus lane* di Jalan Brigjen Slamet Riyadi Kota Surakarta merupakan bagian dari upaya Pemerintah Kota Surakarta dalam menyediakan sistem angkutan umum yang handal. Namun demikian, penerapan *contra flow bus lane* berdampak pada kinerja simpang bersinyal di sepanjang Jalan Brigjen Slamet Riyadi, salah satunya yaitu Simpang Empat Nonongan. Penelitian ini bertujuan untuk mengefektifkan pengaturan waktu sinyal APILL dengan menggunakan *double cycle* di Simpang Empat Nonongan. Evaluasi kinerja simpang menggunakan pendekatan pemodelan simulasi dengan program simulasi VISSIM. Hasil kinerja *output* Base model simulasi VISSIM dengan waktu sinyal eksisting dibandingkan dengan Skenario model simulasi VISSIM dengan menggunakan waktu sinyal *double cycle*. Penggunaan waktu sinyal *double cycle* menunjukkan kinerja simpang lebih efektif dari pada menggunakan waktu sinyal eksisting. Tundaan simpang turun sebesar 13,6% untuk jam sibuk pagi dan 18,8% untuk jam sibuk sore.

Kata Kunci : APILL, *contra flow double cycle*, VISSIM

PENDAHULUAN

Pertumbuhan kendaraan yang tidak sebanding dengan peningkatan kapasitas jalan mengakibatkan masalah kemacetan lalu lintas, dimana pelebaran jalan tidak mungkin dilakukan karena faktor tata guna lahan di sekitar jalan sudah padat, khususnya Jalan Brigjen Slamet Riyadi Kota Surakarta (Dishubkominfo, 2012). Jalan Brigjen Slamet Riyadi merupakan jalan utama dengan sistem satu arah dengan *contra flow bus lane* dari Bundaran Gladag sampai dengan Simpang Empat Gendengan. Lajur sebelah Selatan Jalan Brigjen Slamet Riyadi merupakan jalur *contra flow bus lane* yang diperuntukkan untuk operasional bus Batik Solo Trans (BST) Koridor 1 dari arah Timur ke Barat. Sebelum Pemerintah Kota Surakarta menerapkan kebijakan *contra flow bus lane*, bus BST Koridor 1 belum menjadi pilihan masyarakat sebagai moda transportasi perjalanannya. Hal ini disebabkan karena rute Koridor 1 dari Terminal Bandara Adi Sumarmo ke Terminal Palur (pulang pergi) tidak melewati jalan yang sama. Rute dari Terminal Bandara Adi Sumarmo ke Terminal Palur melalui Jalan Brigjen Slamet Riyadi, sedangkan rute Terminal Palur ke Terminal Bandara Adi Sumarmo melalui Jalan Kaptan Mulyadi, Jalan Veteran dan Jalan dr. Radjiman. Untuk meningkatkan kinerja bus BST yang lebih efektif dan efisien, maka diberlakukannya *contra flow bus lane* dari Bundaran Gladag sampai dengan Simpang Empat Gendengan arah Timur ke Barat. Dengan adanya *contra flow bus*

lane diharapkan kinerja bus BST lebih optimal dalam melayani perjalanan masyarakat, khususnya yang memiliki asal dan tujuan perjalanan di kawasan sekitar penerapan *contra flow bus lane*. Lokasi *contra flow bus lane* di Jalan Brigjen Slamet Riyadi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi *contra flow bus lane* di Jalan Brigjen Slamet Riyadi

Namun demikian, keberadaan *contra flow bus lane* di Jalan Brigjen Slamet Riyadi menimbulkan permasalahan lalu lintas. Hal ini dikarenakan penambahan fase untuk bus BST dari arah Timur yang menyebabkan *cycle time* menjadi panjang dan tidak efektif terutama bila pada saat fase untuk bus BST menyala hijau, namun bus BST tidak ada. Fenomena ini berdampak pada parameter kinerja simpang dengan tingginya peningkatan panjang antrian kendaraan, waktu tempuh perjalanan dan tundaan simpang. Untuk meminimalisasi panjang antrian kendaraan, tingginya tundaan dan waktu tempuh kendaraan, maka perlu diterapkannya fase *double cycle* untuk APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) di Simpang Empat Nonongan. Dengan demikian, maka diharapkan kinerja simpang menjadi lebih baik.

Persimpangan jalan adalah tempat dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (IHT, 1997). Dengan adanya persimpangan di jaringan jalan, maka lalu lintas dapat bergerak dengan arah yang berbeda-beda pada waktu yang bersamaan. Persimpangan merupakan tempat terjadinya konflik dari pertemuan berbagai kendaraan dari beberapa arah, sehingga diperlukannya pengaturan pergerakan lalu lintas di simpang untuk menghindari risiko terjadinya kemacetan dan kecelakaan lalu lintas (Yulianto, 2003).

Keandalan sistem angkutan umum diukur berdasarkan ketepatan waktu sesuai dengan jadwal pelayanan (Yulianto dan Setiono, 2020). Untuk menghasilkan kinerja angkutan umum yang handal, salah satu upaya manajemen dan rekayasa lalu lintas yang perlu dilakukan adalah penerapan *contra flow bus lane*. *Contra flow bus lane* merupakan salah satu strategi untuk mengatasi permasalahan transportasi perkotaan yang telah banyak digunakan di berbagai kota di dunia. Strategi ini terbukti dapat meningkatkan keandalan waktu tempuh bus [DFI (2006), Rose & Hinds (1976), Polus & Schofer (1979) dan Hellenic Institute of Transport (2003)], mengurangi angka kecelakaan bus, konsumsi bahan bakar dan tingkat emisi polutan (Berg, dkk, 1981) dan meningkatkan penumpang bus (Chang, dkk, 1993).

VISSIM adalah model simulasi mikroskopis, langkah waktu (1 detik) dan berbasis perilaku, yang dikembangkan untuk memodelkan lalu lintas perkotaan dan operasi angkutan umum (Fallendorf, 1997). VISSIM dapat digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi berbagai alternatif sesuai dengan rekayasa transportasi dan ukuran perencanaan kinerja, seperti perbedaan jenis infrastruktur, kontrol persimpangan, dan sebagainya.

Pengaturan pergerakan lalu lintas di simpang bersinyal menggunakan teknologi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), dimana waktu sinyal diatur sedemikian rupa agar menghasilkan kinerja simpang yang efektif. Teknologi APILL dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok yaitu *fixed time control*, *vehicle actuated control* dan *demand responsive control* (Yulianto, 2018). Salah satu pengaturan waktu sinyal pada *fixed time control* yang digunakan untuk mengefisienkan waktu sinyal pada kondisi pergerakan lalu lintas simpang khusus yaitu dengan mengatur fase dengan *double cycle*. *Double cycle* pada umumnya digunakan untuk mengkoordinasikan pengaturan waktu sinyal pada simpang terkoordinasi dengan kompleksitas pergerakan lalu lintas yang berbeda antar simpang. *Double cycle* adalah

pengaturan waktu sinyal dengan menggunakan dua *cycle*, dimana jumlah fase dan panjang *cycle* pada *cycle* pertama dan kedua berbeda. Pada umumnya pada *cycle* kedua jumlah fase lebih sedikit daripada *cycle* pertama, karena terdapat fase yang dihilangkan.

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Simpang Empat Nonongan Kota Surakarta. Simpang ini merupakan salah satu simpang dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi pada jam sibuk. Hal ini disebabkan bertemunya antara lalu lintas menerus yang melintas Kota Surakarta dan lalu lintas dari arah luar kota yang menuju Kota Surakarta di simpang ini. Pergerakan lalu lintas di simpang ini relatif kompleks, sehingga pengaturan pergerakan lalu lintas diatur oleh fase sinyal lampu lalu lintas yang terpisah untuk masing-masing pendekat simpang, lihat gambar 2.



Gambar 2. Pergerakan lalu lintas di Simpang Empat Nonongan

Tahapan Penelitian

Tahapan studi dapat dijelaskan sebagai berikut:

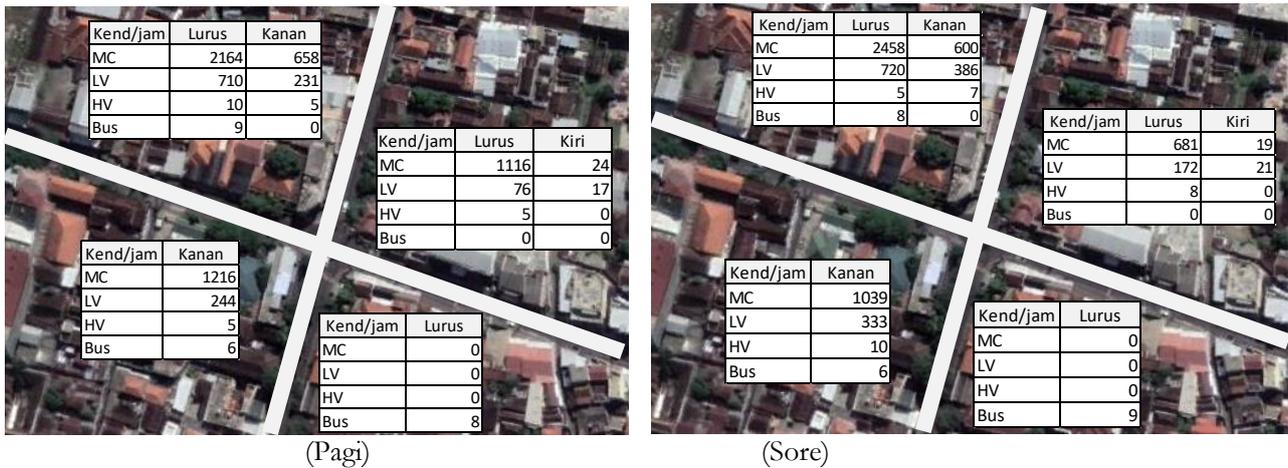
Tahap pengumpulan data sekunder dan primer: data sekunder terkait pengaturan waktu sinyal lampu lalu lintas diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Surakarta. Data primer volume lalu lintas diambil pada jam sibuk pagi dan sore. Survei penghitungan lalu lintas di simpang dilakukan untuk mendapatkan volume lalu lintas, komposisi jenis kendaraan dan distribusi pergerakan kendaraan. Penghitungan lalu lintas dilakukan secara terpisah untuk setiap lengan dan arah pergerakan lalu lintas. Survei inventarisasi jalan dan simpang dilakukan untuk mendapatkan data geometrik Survei kecepatan bebas kendaraan dilakukan pada kondisi tidak jam sibuk untuk mendapatkan distribusi kumulatif kecepatan kendaraan.

Tahap analisis data dan pemodelan: hasil analisis data digunakan sebagai data masukan di model simulasi VISSIM. Tahap pemodelan meliputi pemodelan jaringan jalan, proses kalibrasi dan validasi model eksisting (*base model*), pemodelan skenario rekayasa lalu lintas, dan evaluasi efektivitas kinerja simpang dari model simulasi VISSIM yang dibuat.

Tahap pembahasan dan kesimpulan: membahas hasil pemodelan dari berbagai model simulasi VISSIM berkaitan dengan efektifitas upaya rekayasa lalu lintas. Selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisis dan rekomendasi penelitian selanjutnya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan simulasi VISSIM meliputi pembuatan geometrik Simpang Empat Nonongan yang merefleksikan kondisi lapangan, input data kendaraan seperti *vehicle models*, *vehicle types*, *vehicle classes*, *driving behavior*, volume lalu lintas beserta komposisi kendaraan, pengaturan waktu sinyal, dan parameter kinerja simpang. Gambar 3 menunjukkan data volume berbagai jenis kendaraan yang melintasi Simpang Empat Nonongan pada jam sibuk pagi dan sore untuk masing-masing pendekat,



Gambar 3. Data volume dan komposisi kendaraan di Simpang Empat Nonongan

Base model simulasi VISSIM merupakan replikasi Simpang Empat Nonongan eksisting, dimana pengaturan waktu sinyal APILL menggunakan fase normal dengan 4 fase dalam setiap *cycle*-nya. Tabel 1 menunjukkan pengaturan fase normal APILL pada kondisi eksisting Simpang Empat Nonongan pada jam sibuk pagi dan sore. Untuk mendapatkan model yang sesuai dengan kondisi di lapangan, maka dilakukan proses kalibrasi dan validasi. Hasil kalibrasi dan validasi model diperoleh bahwa parameter kinerja yaitu panjang antrian kendaraan dan waktu tempuh perjalanan hasil model simulasi VISSIM tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan data di lapangan. Untuk mendapatkan hasil *output* model simulasi VISSIM, maka *Base* model simulasi VISSIM dilakukan *run* sebanyak enam kali dengan berbagai *random seed*. Parameter kinerja simpang yang digunakan sebagai perbandingan yaitu panjang antrian kendaraan, waktu tempuh perjalanan dan tundaan simpang.

Tabel 1. Waktu sinyal APILL menggunakan fase normal pada jam sibuk pagi dan sore

Fase	Waktu Hijau (detik)		Waktu Merah (detik)		Waktu Kuning (detik)	All Red (detik)
	Pagi	Sore	Pagi	Sore		
Fase A (Barat)	40	50	64	70	2	3
Fase B (Selatan)	25	25	79	95	2	3
Fase C (Utara)	17	20	87	100	2	3
Fase F (Timur)	7	10	97	110	2	3

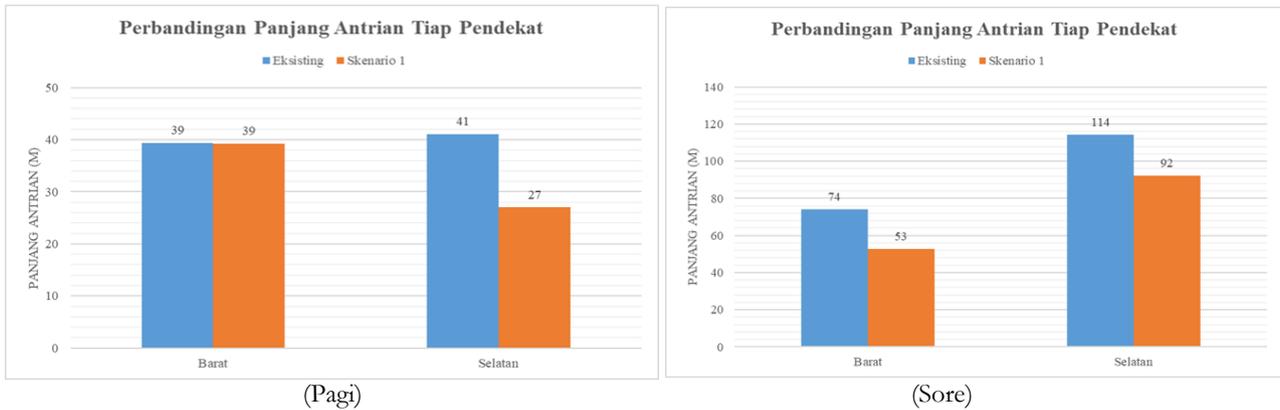
Base model simulasi VISSIM diubah pengaturan waktu sinyalnya dengan menggunakan *double cycle*, dimana dalam hal ini pada *cycle* pertama terdapat 4 fase, kemudian pada *cycle* kedua terdapat 3 fase dengan menghilangkan Fase F (Timur). Model ini dinamakan Skenario model simulasi VISSIM, yang selanjutnya dilakukan *run* sebanyak enam kali dengan berbagai *random seed* untuk mendapatkan *output* data. Tabel 2 menunjukkan pengaturan waktu sinyal *double cycle* pada kondisi skenario Simpang Empat Nonongan pada jam sibuk pagi dan sore.

Tabel 2. Waktu sinyal APILL menggunakan fase *double cycle* pada jam sibuk pagi dan sore

Fase	Waktu Hijau (detik)		Waktu Merah (detik)		Waktu Kuning (detik)	All Red (detik)
	Pagi	Sore	Pagi	Sore		
Fase A1 (Barat)	40	50	64	70	2	3
Fase B1 (Selatan)	25	25	79	95	2	3
Fase C1 (Utara)	17	20	87	100	2	3
Fase F (Timur)	7	10	97	110	2	3
Fase A2 (Barat)	40	50	52	55	2	3
Fase B2 (Selatan)	25	25	67	80	2	3
Fase C2 (Utara)	17	20	75	85	2	3

Perbandingan kinerja simpang antara *Base* model simulasi VISSIM dengan fase normal dan skenario model simulasi VISSIM dengan *double cycle* pada jam sibuk pagi dan sore ditinjau dari panjang antrian kendaraan, waktu tempuh perjalanan dan tundaan kendaraan dapat dilihat pada gambar 4 sampai dengan gambar 6. Gambar 4 menunjukkan bahwa secara umum panjang antrian kendaraan yang terjadi pada skenario model simulasi VISSIM lebih pendek daripada *Base* model simulasi VISSIM saat jam sibuk pagi dan sore. Demikian pula untuk waktu tempuh perjalanan dan tundaan simpang Skenario model simulasi VISSIM lebih cepat daripada *Base* model simulasi VISSIM, lihat

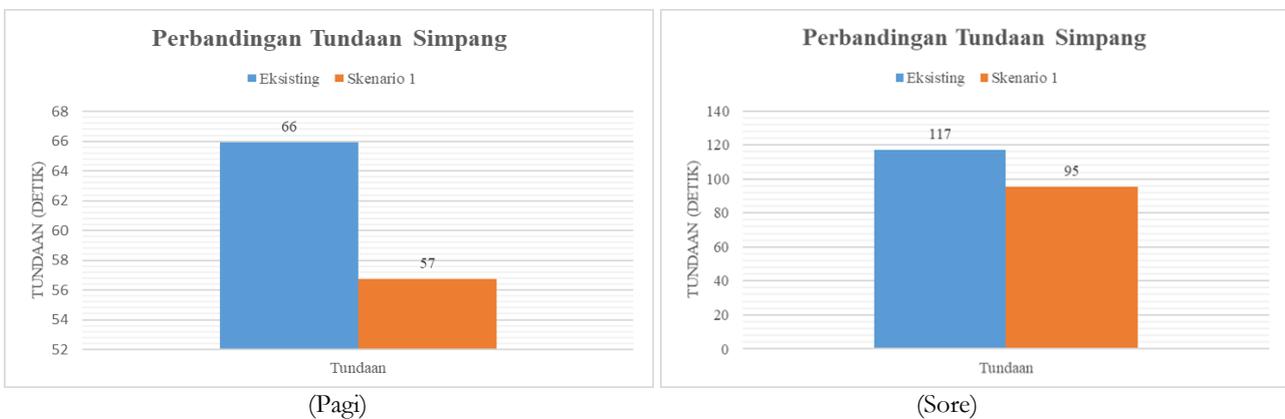
Gambar 5 dan 6. Tundaan simpang, yang merupakan paramater penting yang merepresentasikan kinerja simpang, pada skenario model simulasi VISSIM turun sebesar 13,6% untuk jam sibuk pagi dan 18,8% untuk jam sibuk sore. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan waktu sinyal APILL dengan menggunakan *double cycle* lebih efektif kinerja simpangnya daripada menggunakan fase normal. Dengan menggunakan *double cycle*, maka pada *cycle* kedua terjadi efisiensi waktu sinyal, dimana dengan menggunakan 3 fase, maka waktu hilang menjadi kecil dan panjang *cycle time* menjadi pendek.



Gambar 4. Perbandingan panjang antrian kendaraan antara *Base* model simulasi VISSIM dan skenario model simulasi VISSIM pada jam sibuk pagi dan sore



Gambar 5. Perbandingan waktu tempuh perjalanan antara *Base* model simulasi VISSIM dan skenario model simulasi VISSIM pada jam sibuk pagi dan sore



Gambar 6. Perbandingan tundaan simpang antara *Base* model simulasi VISSIM dan skenario model simulasi VISSIM pada jam sibuk pagi dan sore

SIMPULAN

Penerapan sistem satu arah dengan *contra flow bus lane* dari Bundaran Gladag sampai dengan Simpang Empat Gendengan bertujuan untuk meningkatkan kinerja pelayanan angkutan umum bus BST. Pengaturan waktu sinyal APILL dengan fase normal dengan 4 fase dalam setiap *cycle*-nya mengakibatkan buruknya tingkat pelayanan simpang. Upaya rekayasa lalu lintas yang dilakukan untuk meningkatkan tingkat pelayanan simpang yaitu dengan menerapkan pengaturan waktu sinyal APILL dengan menggunakan *double cycle*. Hasil output *Base* dan Skenario model simulasi VISSIM menunjukkan bahwa pengaturan waktu sinyal APILL dengan menggunakan *double cycle* menghasilkan kinerja simpang yang lebih baik daripada menggunakan fase normal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan pendanaan dari LPPM UNS TA 2021 sehingga kegiatan penelitian ini bisa berjalan dengan lancar.

REFERENSI

- Department of Transport (DfT), 2006, "Bus Priority – The Way Ahead".
- A. Polus and J. L. Schofer, 1979, "Contra-flow Bus Priority Lane Performance – A Case Study", *Transportation Engineering Journal*, Vol. 105 No. 3, pp. 297.
- B. Yulianto, 2018, "Detector technology for demand responsive traffic signal control under mixed traffic conditions", *AIP Conference Proceedings 1977*, 040021.
- B. Yulianto, 2003, "Application of Fuzzy Logic to Traffic Signal Control under Mixed Traffic Conditions", *Traffic Engineering and Control*, Vol. 44 No. 9, pp.332-335.
- B. Yulianto and Setiono, 2020, "Application of Demand Responsive Bus Priority Traffic Signal Control at One-way System with Contra Flow Bus Lane under Mixed Traffic", *AIP Conference Proceedings*, Vol. 2217, 030112.
- Dishubkominfo, 2012, "Solo Menuju Kota dengan Transportasi yang Berkelanjutan".
- H. S. Rose and D. H. Hinds, 1976, "South Dixie Highway Contra-flow Bus and Car-pool Lane Demonstration Project", *Transportation Research Record*, Vol. 606 No. 18.
- Hellenic Institute of Transport, 2003, "Feasibility Study for the Implementation of a Contra-flow Bus Lane in the Vas. Olgas Road together with the Reversion of the Direction of two Lanes of General Traffic in the Sea-coast Avenue", Final Report.
- Institution of Highways and Transportation (IHT), 1979, "Transport in the Urban Environment", The Institution of Highways and Transportation. London .
- M. Fallendorf, 1997, "Public Transport Priority within SCATS – A Simulation Case Study in Dublin", *67th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers*, Boston, August (1997).
- S. K. J. Chang, H. H. Chen and J. H. Kuo., 1993, "Effects of Contra-flow Bus Lane on Ridership" In: *Proceeding of the 63 road ITE Annual Meeting*, Institute of Transportation Engineers, 1993, pp. 322-326.
- W. D. Berg, R. L. Smith Jr., T. W. Walsh Jr., and T. N. Notbohm, 1981, "Evaluation of a Contra-flow Arterial Bus Lane", *Transportation Research Record*, Vol. 798 No. 45.