

Analisis Biaya Kemacetan Menggunakan *Software Vissim 10* pada Simpang APILL Sentul Kota Yogyakarta

Analysis of Congestion Cost using Vissim 10 at Sentul Signalized Intersection, Yogyakarta

Bayu Segara Anjasmoro, Noor Mahmudah, Muchlisin

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Kemacetan merupakan salah satu masalah transportasi yang sering terjadi pada jalan-jalan perkotaan. Pertumbuhan kendaraan yang tidak seimbang dengan peningkatan kapasitas jalan menjadi salah satu penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas akan menimbulkan penambahan waktu tempuh perjalanan dan konsumsi bahan bakar, serta akan memproduksi emisi kendaraan yang berdampak pada pencemaran udara. Kota Yogyakarta sebagai kota tujuan pendidikan dan wisata akan memberikan pengaruh besar terhadap pertumbuhan kendaraan bermotor yang dapat menimbulkan kemacetan lalu lintas. Simpang APILL Sentul merupakan salah satu simpang di Kota Yogyakarta dengan volume lalu lintas yang tinggi dan berpotensi menimbulkan kemacetan lalu lintas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang dengan pemodelan menggunakan program *Vissim 10* dan mengestimasi biaya akibat kemacetan lalu lintas, serta memberikan rekomendasi sebagai upaya untuk memperbaiki tingkat pelayanan simpang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja Simpang APILL Sentul saat ini sangat buruk, yang ditunjukkan dengan tingkat pelayanan atau *level of service (LOS)* F dan tundaan 106,71 detik/kendaraan. Biaya akibat kemacetan lalu lintas pada Simpang APILL Sentul Rp. 3.772.627/jam. Rekomendasi teknis untuk meningkatkan pelayanan dan mengurangi biaya akibat kemacetan lalu lintas pada Simpang APILL Sentul yaitu dengan menertibkan area parkir di badan jalan (*on street parking*), perancangan ulang waktu hijau, pelebaran masing-masing pendekat simpang dan lengan utara simpang, serta penerapan belok kiri jalan terus (*LTOR*) untuk lengan barat. Hasil analisis menunjukkan peningkatan pelayanan (*LOS*) menjadi E, berkurangnya tundaan menjadi 74,23 detik/kendaraan, dan berkurangnya biaya akibat kemacetan lalu lintas menjadi Rp. 1.876.757/jam.

Kata kunci: Biaya kemacetan, simpang APILL, *Vissim*, Yogyakarta

Abstract. Traffic congestion is one of transportation problem in many urban roads. The imbalance of high traffic volume and road capacity is one of problems causing traffic congestion. Traffic congestion will increase travel time, fuel consumption and produce high emission that lead to a negative impact of air pollution. City of Yogyakarta as an education and tourism destination will give significant influences for the traffic volume which impact to traffic congestion. Sentul signalized intersection is one of intersections in Yogyakarta with high traffic volume which is causing traffic congestion. Therefore, the objectives of this study are to analyze the performance of intersection using *Vissim 10* program, to estimate the congestion cost, and to give technical recommendations that increase the performance and decrease the congestion cost of intersection. The results shows that performance of intersection is very poor with level of service (*LOS*) F and average delay is 106.71 second per vehicle. The congestion cost of intersection is IDR. 3,722,627 per hour. The best recommendations are removing the on street parking area, re-setting green time of the signalize, widening each approachment area and north arm of the intersection, and applying left turn on right (*LTOR*) for the west arm of intersection. The analysis results show that performance is increasing with *LOS* become E, with average delay of 74.23 second per vehicle, and the congestion cost is becoming IDR. 1,876,757 per hour.

Key words: Congestion cost, signalized intersection, *Vissim*, Yogyakarta

1. Pendahuluan

Kemacetan lalu lintas sering terjadi pada ruas-ruas jalan kota besar dengan tingkat volume lalu lintas yang tinggi. Kemacetan lalu

lintas menimbulkan bertambahnya waktu tempuh perjalanan yang berakibat pada bertambahnya konsumsi bahan bakar kendaraan. Selain itu, emisi yang timbul akibat

kemacetan lalu lintas akan menjadi polusi udara di sekitar titik kemacetan yang dapat mengganggu kesehatan pengguna jalan. Kota Yogyakarta sebagai kota tujuan wisata dan pendidikan memiliki tingkat pertumbuhan kendaraan yang cukup tinggi dan berpotensi menimbulkan kemacetan lalu lintas. Pusat Studi Transportasi dan Logistik Universitas Gadjah Mada (2003) dalam Sugiyanto *et al.* (2011a) menyebutkan bahwa setiap tahunnya Kota Yogyakarta mengalami pertumbuhan rata-rata kendaraan pribadi sebesar 4,04%.

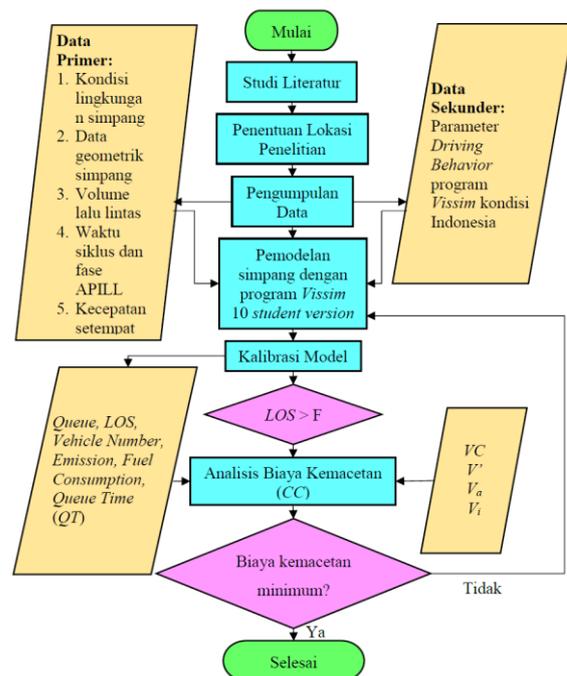
Julianto (2012) dan Taufikkurrahman (2013) menyatakan bahwa pertumbuhan lalu lintas secara signifikan dapat meningkatkan antrian kendaraan pada simpang. Mahmudah *et al.* (2018) dan Muchlisin *et al.* (2018) menjelaskan bahwa tidak seimbangnya kapasitas jalan dan volume lalu lintas dapat menimbulkan kemacetan lalu lintas dan kerugian biaya yang merupakan pertimbangan penting dalam suatu perjalanan.

Gallo (2010), Kumar *et al.* (2010), dan Litman dan Doherty (2011) menjelaskan bahwa biaya transportasi terdiri dari biaya yang ditanggung oleh pengguna transportasi (biaya internal) dan biaya yang ditanggung oleh masyarakat secara keseluruhan (biaya eksternal). Biaya yang muncul akibat kemacetan lalu lintas sangat berpengaruh pada kecepatan kendaraan, menurunnya kecepatan kendaraan pada arus lalu lintas akan berdampak pada meningkatnya biaya kemacetan (Tzedakis, 1980). Biaya kemacetan merupakan selisih antara biaya yang dikeluarkan masyarakat (*marginal social cost*) dan biaya yang dikeluarkan pengguna kendaraan pribadi (*marginal private cost*) dalam suatu perjalanan (Sugiyanto *et al.*, 2011a, 2011b, 2011c; Sugiyanto, 2012, 2018). Kerugian waktu dalam suatu perjalanan akibat kemacetan merupakan kerugian paling mendasar, karena dengan bertambahnya waktu perjalanan akan berdampak pada bertambahnya konsumsi bahan bakar yang berakibat pada meningkatnya biaya operasional kendaraan (Basuki dan Siswadi, 2008). Errampalli *et al.* (2015) menyatakan bahwa kemacetan lalu lintas sangat berpengaruh terhadap bertambahnya biaya konsumsi bahan bakar dan biaya waktu perjalanan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang dan biaya yang timbul akibat kemacetan lalu lintas pada Simpang APILL Sentul Yogyakarta saat ini, serta memberikan rekomendasi untuk memperbaiki tingkat pelayanan dan menurunkan biaya akibat kemacetan lalu lintas pada Simpang APILL Sentul Yogyakarta.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei lapangan dan analisis data dengan pemodelan menggunakan program *Vissim 10 student version* yang secara umum diperlihatkan pada Gambar 1. Penelitian ini dilakukan pada simpang APILL Sentul, Kota Yogyakarta seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan hasil pengamatan di lapangan yang ditunjukkan dengan panjang antrian maksimum pada setiap lengan simpang. Data primer pada penelitian ini meliputi data kondisi lingkungan dan geometrik simpang, volume lalu lintas, waktu siklus dan fase APILL, dan kecepatan kendaraan. Pengambilan data primer dilakukan pada hari kerja selama 6 jam pada waktu puncak pagi, siang, dan sore. Data sekunder pada penelitian ini adalah data nilai *driving behavior* untuk nilai masukan pada program *Vissim* berdasarkan penelitian Pribadi (2017). Data tersebut digunakan untuk kalibrasi model agar sesuai dengan kondisi di Indonesia.



Gambar 1 Kerangka Penelitian

Biaya kemacetan dihitung berdasarkan penelitian Tzedakis (1980) seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1 berikut.

$$CC = N \left[VC \cdot V_a + \left(\frac{V_a}{V_i} \right) V' \right] QT \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

- CC = Biaya kemacetan (Rp/jam)
- N = Volume antrian kendaraan (smp/jam)
- VC = Biaya operasional kendaraan (Rp/kend.km)
- V_a = Kecepatan aktual (km/jam)
- V_i = Kecepatan ideal (km/jam)
- V' = Nilai waktu per kendaraan (Rp/jam)
- QT = Waktu antrian (jam)

Biaya operasional kendaraan (VC) dihitung dengan persamaan 2 berdasarkan penelitian Sugiyanto (2012).

$$VC = 0,4937v^2 - 60,218v + 2991,9 \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

- v = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Volume antrian kendaraan (N) dihitung dengan persamaan 3. Volume antrian kendaraan menggunakan satuan mobil penumpang (smp), sehingga dalam menentukan nilai waktu kendaraan (V') digunakan nilai untuk mobil.

$$N = (IV - OV) \times emp \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

- N = Volume antrian kendaraan (smp/jam)
- IV = Volume kendaraan awal (kend/jam)
- OV = Volume kendaraan yang lolos simpang (kend/jam)
- emp = ekuivalen mobil penumpang

Tabel 1 Nilai Waktu Kendaraan

Jenis Kendaraan	Nilai Waktu Kendaraan (Rp/jam)
Sepeda Motor	315
Mobil	1.925
Bus Kecil	7.385
Bus Besar	9.800
Truk Kecil	4.970
Truk Sedang	4.970
Truk Besar	4.970

Sumber: Bina Marga (1995)

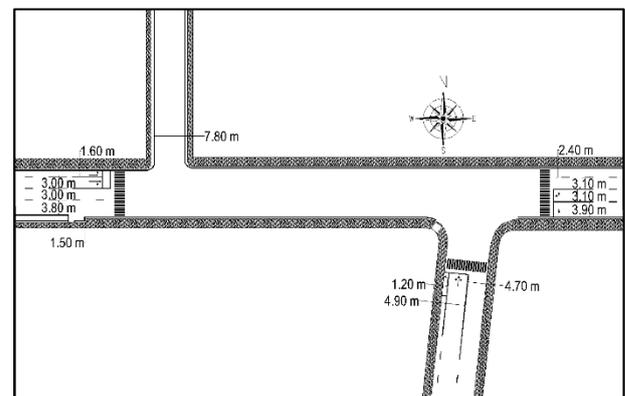
Tabel 2 Ekuivalen Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	emp Pendekat Terlindung	emp Pendekat Terlawan
Mobil penumpang	1,00	1,00
Kendaraan berat	1,30	1,30
Sepeda motor	0,15	0,40

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2015)



Gambar 2 Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth, 2018)



Gambar 3 Geometrik Simpang APILL Sentul

3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi Eksisting

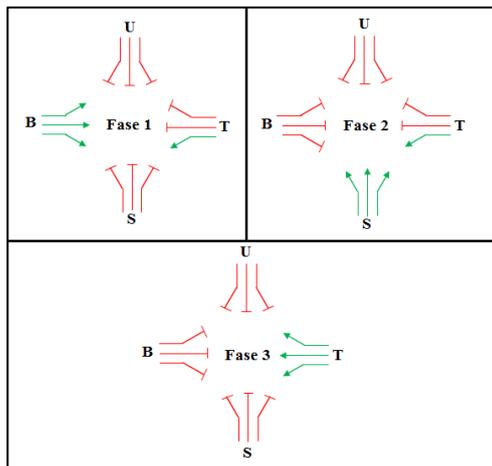
Berdasarkan hasil survei dan analisis data didapatkan volume lalu lintas jam puncak yaitu pukul 06.30-07.30 dengan data kendaraan selengkapannya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 yang terdiri dari truk, bus, mobil, sepeda motor (SM), dan kendaraan tidak bermotor (KTB). Hasil survei waktu dan fase APILL dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 3 Volume Lalu Lintas Jam Puncak

Pergerakan Lalu Lintas	Jenis Kendaraan (kend/jam)				
	Truk	Bus	Mobil	SM	KTB
T-U	1	0	126	1.094	10
T-B	1	3	263	1.787	12
T-S	1	0	162	849	7
B-U	0	0	15	98	5
B-T	3	8	180	1.804	35
B-S	0	3	10	173	6
S-U	1	1	208	2.843	2
S-T	1	0	77	804	3
S-B	1	1	8	109	6

Tabel 4 Waktu APILL

Lengan	Hijau (detik)	Kuning (detik)	Merah (detik)	M _{semua} (detik)
Barat	26	3	120	13
Selatan	22	3	124	8
Timur	63	3	83	8



Gambar 4 Fase APILL Eksisting

Hasil pemodelan kondisi eksisting mendapatkan tingkat pelayanan (*LOS*) F dengan tundaan 106,71 detik/kendaraan, Waktu antrian kendaraan (*QT*) sebesar 134,42 detik. Volume antrian kendaraan (*N*) sebesar 2.372,55 smp/jam. Biaya operasional kendaraan (*VC*) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, didapatkan Rp. 1.685/km untuk lengan barat, Rp. 1.754/km untuk lengan selatan, dan Rp. 1.757/km untuk lengan timur. Hasil analisis biaya kemacetan kondisi eksisting didapatkan Rp. 3.722.627/jam.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan

Lengan	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	VC (Rp/km)
Barat	28,25	1.685
Selatan	26,17	1.754
Timur	26,10	1.757

Perbaikan Simpang Skema 1

Perbaikan simpang pada skema 1 dilakukan dengan perancangan ulang waktu hijau seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6. Hasil pemodelan skema 1 didapatkan tingkat pelayanan (*LOS*) F dengan tundaan 95,53 detik/kendaraan. Waktu antrian kendaraan didapatkan 115,78 detik. Volume antrian kendaraan pada perbaikan simpang skema 1 adalah 2.362,45 smp/jam. Hasil analisis biaya kemacetan perbaikan simpang skema 1 didapatkan Rp. 3.163.927/jam.

Tabel 6 Perancangan Ulang Waktu Hijau Skema 1

Lengan	Waktu Hijau Awal (detik)	Waktu Hijau Skema 1 (detik)
Barat	26	45
Selatan	22	43
Timur	63	60

Perbaikan Simpang Skema 2

Perbaikan simpang pada skema 2 dilakukan dengan menghilangkan area parkir pada badan jalan (*on street parking*), perancangan ulang waktu hijau, pelebaran masing-masing pendekat dan lengan utara simpang, dan membuat arus lalu lintas dari lengan barat menuju lengan utara menjadi belok kiri jalan terus. Hasil perancangan ulang waktu hijau seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7. Pelebaran pendekat simpang dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 6. Fase APILL dengan penerapan belok kiri jalan terus untuk lengan barat dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan hasil pemodelan skema 2 didapatkan tingkat pelayanan (*LOS*) E dengan tundaan 74,23 detik/kendaraan. Waktu antrian kendaraan didapatkan 61,70 detik. Volume antrian kendaraan (*N*) pada perbaikan simpang skema 2 adalah 2.297,60 smp/jam. Hasil

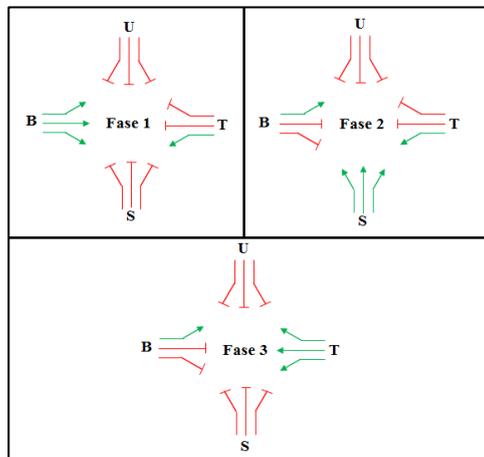
analisis biaya kemacetan perbaikan simpang skema 2 didapatkan Rp. 1.876.757/jam.

Tabel 7 Perancangan Ulang Waktu Hijau Skema 2

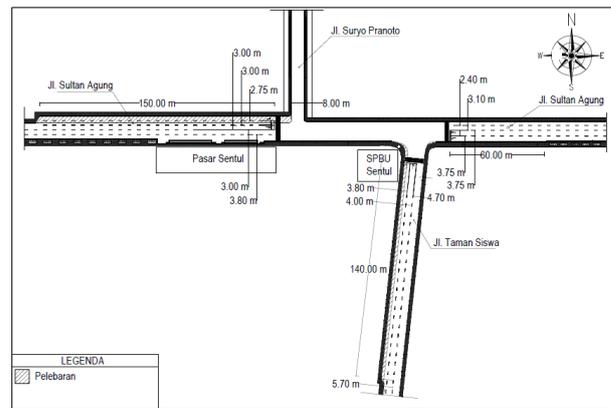
Lengan	Waktu Hijau Awal (detik)	Waktu Hijau Skema 1 (detik)
Barat	26	50
Selatan	22	70
Timur	63	40

Tabel 8 Hasil Pelebaran Pendekat dan Lengan Simpang Skema 2

Lengan	Lebar Awal (m)	Lebar Skema 2 (m)
Barat	4,6	8,75
Selatan	6,1	7,8
Timur	7,0	7,5
Utara	7,8	8,0



Gambar 5 Fase APILL Penerapan Belok Kiri Jalan Terus Skema 2



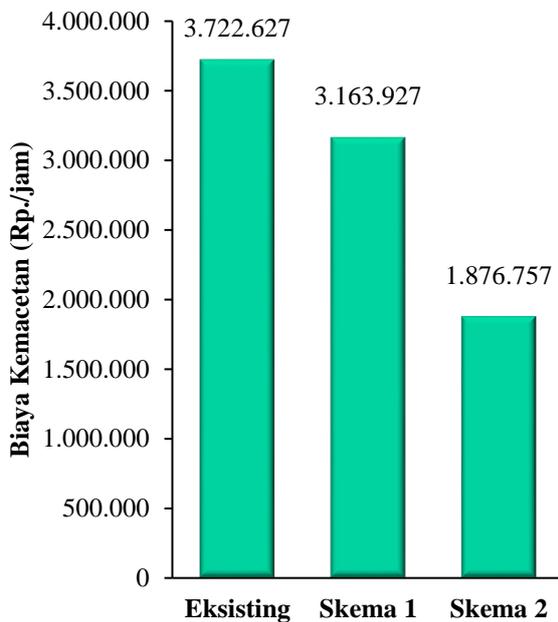
Gambar 6 Hasil Pelebaran Geometrik Simpang Skema 2

Perbandingan Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan perbaikan simpang skema 2 sebagai rekomendasi terbaik yang ditunjukkan dengan meningkatnya pelayanan simpang, menurunnya tundaan, waktu antrian kendaraan, volume antrian kendaraan, dan biaya kemacetan simpang. Tingkat pelayanan simpang (*LOS*) yang semula F menjadi E, tundaan yang semula 106,71 detik/kendaraan menjadi 74,23 detik/kendaraan, waktu antrian kendaraan yang semula 134,42 detik menjadi 61,70 detik, volume antrian kendaraan yang semula 2.373,55 smp/jam menjadi 2.297,60 smp/jam, dan biaya kemacetan pada simpang yang semula Rp. 3.722.627/jam menjadi Rp. 1.876.757/jam. Perbandingan hasil analisis secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 7.

Tabel 9 Perbandingan Hasil Analisis

Parameter	Eksisting	Skema 1	Skema 2
<i>Level of service (LOS)</i>	<i>LOS_F</i>	<i>LOS_F</i>	<i>LOS_E</i>
Tundaan (detik/kend)	106,71	95,53	74,23
Waktu antrian kendaraan (detik)	134,42	115,78	61,70
Volume antrian kendaraan (smp/jam)	2.372,55	2.361,45	2.297,60
Biaya Kemacetan (Rp/jam)	3.722.627	3.163.927	1.876.757



Gambar 7 Perbandingan Biaya Kemacetan Eksisting dan Skema Perbaikan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis biaya kemacetan pada Simpang APILL Sentul didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dan biaya akibat kemacetan Simpang APILL Sentul, serta memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan pelayanan simpang;
2. Hasil analisis Simpang APILL Sentul saat ini didapatkan kinerja sangat buruk, yang dibuktikan dengan tingkat pelayanan (*LOS*) F dengan tundaan 106,71 detik/kendaraan, waktu antrian kendaraan 134,42 detik, dan volume antrian kendaraan 2.372,55 smp/jam;
3. Biaya akibat kemacetan lalu lintas pada Simpang APILL Sentul saat ini sebesar Rp. 3.722.627/jam;
4. Upaya peningkatan pelayanan simpang skema 1 dilakukan dengan perancangan ulang waktu hijau, didapatkan *LOS* F dengan tundaan 95,53 detik/kendaraan, waktu antrian kendaraan 115,78 detik, dan volume antrian kendaraan 2.361,45 smp/jam. Biaya akibat kemacetan skema 1 Rp. 3.163.927/jam. Upaya peningkatan pelayanan simpang skema 2 dilakukan dengan memindahkan area parkir kendaraan di badan jalan (*on street parking*), perancangan ulang waktu hijau,

pelebaran pendekat dan lengan simpang, dan membuat arus lalu lintas belok kiri jalan terus pada lengan barat, didapatkan *LOS* E dengan tundaan 74,23 detik/kendaraan, waktu antrian kendaraan 61,70 detik, dan volume antrian kendaraan 2.297,60 smp/jam. Biaya akibat kemacetan perbaikan simpang skema 2 Rp. 1.876.757/jam. Berdasarkan hasil tersebut, didapatkan skema 2 sebagai rekomendasi terbaik, yang ditunjukkan dengan meningkatnya *level of service (LOS)* yang semula F menjadi E, menurunnya tundaan simpang yang semula 106,71 detik/kendaraan menjadi 74,23 detik/kendaraan, waktu antrian kendaraan yang semula 134,42 detik menjadi 61,70 detik, dan biaya kemacetan yang semula Rp. 3.722.627/jam menjadi Rp. 1.876.757/jam.

5. Daftar Pustaka

- Basuki, I. dan Siswadi, S., 2008, Biaya Kemacetan Ruas Jalan Kota Yogyakarta, *Jurnal Teknik Sipil*, 9 (1), 71–80.
- Bina Marga, 1995, *Indonesian High Capacity Manual*, Jakarta.
- Errampalli, M., Senathipathi, V., dan Thamban, D., 2015, Effect of Congestion on Fuel Cost and Travel Time Cost on Multi-Lane Highways in India, *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 5 (4), 458–472.
- Gallo, M., 2010, Estimating External Costs of Transportation in Regional Areas, *TeMa Lab Journal of Mobility, Land Use and Environment*, 3 (9), 107–120.
- Julianto, E.N., 2012, Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Bangkong, *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 14 (2), 179–190.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015, *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) Kapasitas Simpang APILL*, Jakarta.
- Kumar, A., Tiwari, G., dan Upadhyay, V., 2010, Estimating Marginal External Costs of Transport in Delhi, *Transport Policy*, 17 (1), 27–37.
- Litman, T.A. dan Doherty, E., 2011, *Transportation Cost and Benefit Analysis II*, Victoria Transport Policy Institute,

- Victoria, dilihat 28 Juli 2018, <<http://vtpi.org>>.
- Mahmudah, N., Akbar, R., dan Muchlisin, 2018, Analysis of Congestion Cost at Signalized Intersection using Vissim 9 (Case Study at Demak Ijo Intersection, Sleman), *Proceeding of the 1st International Symposium on Transportation Studies in Developing Countries (ISTSDC 2017)*, In *Matec Web of Conferences*, Volume 181. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818106001>.
- Muchlisin, Yusup, M., dan Mahmudah, N., 2018, Congestion Cost Analysis of Condongcatur Signalized Intersection Sleman, D.I.Yogyakarta, *Proceeding of the 1st International Symposium on Transportation Studies in Developing Countries (ISTSDC 2017)*, In *Matec Web of Conferences*, Volume 181. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818106003>.
- Pribadi, O.S., 2017, *Pengkinian Manual Kapasitas Jalan Indonesia Segmen Jalan Perkotaan Dengan Traffic Microsimulation*, Disertasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- PTV, 2017, *PTV Vissim 10 User Manual*, PTV AG, Karlsruhe.
- Putranto, L.S., 2016, *Rekayasa Lalu Lintas*, Edisi Ketiga, Indeks, Jakarta.
- Sugiyanto, G., 2012, Permodelan Biaya Kemacetan Pengguna Mobil Pribadi Dengan Variasi Nilai Kecepatan Aktual Kendaraan, *Jurnal Transportasi*, 12 (2), 123–132.
- Sugiyanto, G., 2018, The Effect of Congestion Pricing Scheme on the Generalized Cost and Speed of a Motorcycle, *Walailak Journal Science & Technology*, 15 (1), 95–106.
- Sugiyanto, G., Malkhamah, S., Munawar, A., dan Sutomo, H., 2011a, Modeling The Effect of Congestion Pricing on Mode Choice in Yogyakarta, Indonesia, *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*, 11 (1), 109–116.
- Sugiyanto, G., Malkhamah, S., Munawar, A., dan Sutomo, H., 2011b, Estimation of Congestion Cost of Motorcycles Users in Malioboro, Yogyakarta, Indonesia, *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS*, 11 (1), 56–63.
- Sugiyanto, G., Malkhamah, S., Munawar, A., dan Sutomo, H., 2011c, Pengembangan Model Biaya Kemacetan Bagi Pengguna Mobil Pribadi di Daerah Pusat Perkotaan Yogyakarta, *Jurnal Transportasi*, 11 (2), 87–94.
- Taufikkurrahman, 2013, Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Jl. Sudirman – Jl. Urip Sumohardjo Malang), *Jurnal Sistem*, 9 (3), 74–84.
- Transportation Research Board, 2000, *Highway Capacity Manual*, Amerika Serikat.
- Tzedakis, A., 1980, Different Vehicle Speeds and Congestion Cost, *Journal of Transport Economics and Policy*, 14 (1), 81–103.