



ANALISIS DAMPAK OPTIMASI SIMPANG BERSINYAL TERHADAP EMISI GAS BUANG

Kresna Raditya, Muhammad Rudissalam, Ismiyati^{*)}, Kami Hari Basuki^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRACT

Siliwangi road is one soars and populous Primary Arterial Road in the Semarang City, so often there is congestion on the roads. Result of frequent congestion on the roads, air pollution which occurs also higher. This study aims to determine how high the air pollution that occur and to provide recommendations for alternative solutions to tackle congestion at the intersection whole observatories, so as to minimize the air pollution that occurs. Traffic survey at the intersection whole observatories done during the morning Peak hour, afternoon Peak hour and evening Peak hours. Survey results are then processed by the Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 Synchro SimTraffic Program 7.0. Initially, the green time adapted to the needs of the existing condition, then the following adjustments were made in the form of changes in the geometric intersection to accommodate existing traffic conditions. Adjustment of the traffic conditions and the geometric path then known how much pollution that occurred at the intersection. At the intersection of the existing conditions in whole observatories already reached saturation performance , with the calculation of the degree of saturation of the synchro program 7 that almost all of them are above the 1.00 figure. With the adjustment Optimization green time to Simpang whole observatories provide DS to decrease Morning Peak condition that is equal to 5.82%, 5.82% Peak Afternoon, Evening Peak 9.89% and the change in geometric intersection (lane additions of 3.7 m) on condition Morning Peak, Peak Afternoon, Evening Peak resulting decrease in DS respectively 23.80%, 8.95%, and 14.58%. Although not all perform well and there are still some poor performers approach (indicators of poor performance where the value of the degree of saturation exceeds the ideal value of the degree of saturation ($DS > 0.75$)). Use of Public Transport assuming 50% removal of the car was replaced with highly efficient use of BRT in reducing the number of DS on condition Morning Peak , Peak Lunch, Afternoon Peak resulting decrease in DS respectively 60.84%, 47.01%, and 61.97%. The scenario design is done well enough for the level of handling performance in the short term. So, it can be concluded that the performance of intersections that were reviewed for the better.

keywords: *exhaust emissions, intersection delay, optimation, pollution*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan ibu kota provinsi Jawa Tengah, dan merupakan salah satu akses jalan pantai utara atau yang lebih sering dikenal sebagai jalur pantura. Jalur pantura merupakan salah satu jalur terpadat yang ada di Pulau Jawa bahkan di Indonesia. Oleh sebab itu, Semarang termasuk kota yang mempunyai tata letak yang strategis yang sering dilewati oleh berbagai angkutan transportasi Jalur Pantura. Namun, berbagai permasalahan pun juga ditimbulkan, karena padatnya lalu-lintas tersebut dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan yang berkepanjangan. Jika terjadi kemacetan, secara otomatis daerah tersebut akan tercemar oleh berbagai polusi udara seperti emisi gas buang yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dsb. Salah satu akses jalur pantura yang menjadi sorotan adalah Jl. Siliwangi yang juga merupakan jalur arteri primer kota Semarang. Sering sekali terjadi kemacetan yang disebabkan terlalu banyaknya volume kendaraan yang lewat dan kurang optimalnya pengaturan *cycle time* dari simpang bersinyal didaerah tersebut. Masalah transportasi ini akan menimbulkan berbagai dampak negatif, baik dari pengemudi sendiri maupun ditinjau dari segi perekonomian daerah tersebut dan lingkungan. Bagi pengemudi kendaraan, kemacetan akan menimbulkan ketegangan atau stress, selain itu dari segi ekonomi yang berupa kehilangan waktu karena perjalanan yang lama serta bertambahnya biaya operasi kendaraan karena seringnya kendaraan berhenti. Dan juga timbul dampak negatif terhadap lingkungan berupa peningkatan gas racun CO dan NOx serta peningkatan gangguan suara kendaraan (kebisingan).

Dengan adanya permasalahan yang berdampak pada turunnya kinerja simpang yang menyebabkan peningkatan emisi gas buang di kawasan tersebut. Untuk itu perlu diadakan suatu penelitian untuk mengetahui permasalahan dan mengevaluasi kinerja Simpang Jragung.

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari penulisan Studi ini adalah untuk meninjau dan menganalisis dampak optimasi simpang bersinyal terhadap emisi gas buang kendaraan bermotor di jalan Siliwangi yang merupakan jalur arteri primer Kota Semarang.

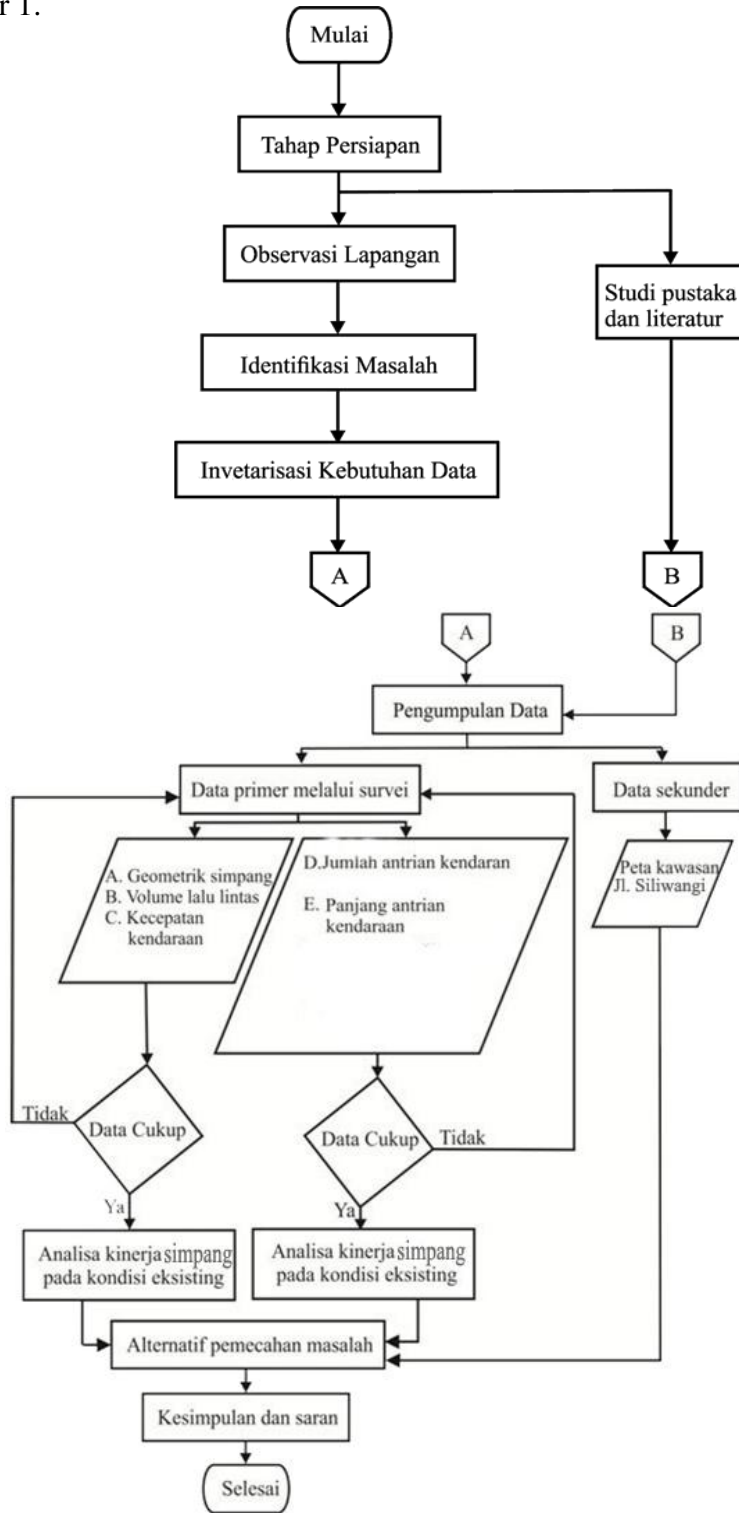
Sedangkan tujuan dari penulisan studi ini adalah:

1. Mengevaluasi kinerja simpang bersinyal akses ke Daerah Ngaliyan, arah Jakarta, serta arah Semarang.
2. Mengetahui pola pergerakan lalu lintas pada Simpang Ngaliyan, arah Semarang dan arah Jakarta.
3. Memberikan suatu rekomendasi peningkatan kelancaran lalu lintas agar meminimalisir kemacetan yang terjadi di simpang sehingga mengurangi produksi emisi gas buang didaerah tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk melakukan suatu analisis kinerja pelayanan Simpang bersinyal Jragung dan simpang tak bersinyal akses keluar masuk Jalan Purwoyoso terhadap kapasitas simpang, perlu

dilakukan proses analisis dengan tahapan–tahapan untuk mendapatkan data yang diinginkan. Dalam tahapan analisis ini diperlukan adanya informasi berupa data-data mengenai obyek yang akan di rencanakan serta adanya dasar–dasar teori dan perlengkapan yang memadai. Agar memudahkan dalam penulisan studi ini disajikan dalam bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian Bagan Alir Prosedur Pengerjaan Penelitian

Metodologi pengumpulan data merupakan salah satu tahap untuk menentukan penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Adapun metode pengumpulan data dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode observasi dan metode survei.

Metode observasi

Metode ini dilakukan dengan survei secara langsung ke lapangan atau lokasi pengamatan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi secara umum, aktual pada lokasi yang menjadi objek studi sehingga akan mendapatkan gambaran yang lebih nyata dan juga bisa memudahkan dalam penyelesaian masalah yang timbul dilapangan.

Metode Survei

Dengan survei dilapangan dapat dikumpulkan data-data primer yang dibutuhkan. Adapun survei yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Survei Geometri Jalan
- b. Survei volume lalu-lintas
- c. Survei kecepatan kendaraan
- d. Survei jumlah antrian kendaraan
- e. Survei panjang antrian

Metode Analisis

Setelah data-data tersebut terkumpul maka selanjutnya dilakukan pekerjaan menganalisa dan apabila data yang telah terlumpul belum cukup maka dilakukan pengumpulan data kembali. Analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini menggunakan program *Synchro SimTraffic 7.0*, diantaranya sebagai berikut :

- 1. Analisis kinerja simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal pada kondisi eksisting.
- 2. Analisis pengaruh *cycle time*, pelebaran jalan, 50% mobil diganti dengan BRT dan skenario kombinasi terhadap emisi gas buang.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dalam menganalisis masalah yang timbul digunakan program *Synchro SimTraffic 7.0* untuk mensimulasi kondisi di lapangan. Untuk mensimulasikan diperlukan data-data kondisi eksisting dari simpang jrahkah. Berikut adalah data-data hasil survei :

Tabel 1. Data Volume dan Kecepatan Rata-Rata *PeakHour* Pagi

No.	Ruas Jalan	Jam	Volume (Smp/Jam)	Kecepatan Rata-Rata
1	Jakarta - Ngaliyan	06.00 - 07.00	233	22 Km/Jam
2	Ngaliyan - Semarang	06.00 - 07.00	766	25 Km/Jam
3	Semarang - Jakarta	06.00 - 07.00	3547	20 Km/Jam
4	Jakarta - Semarang	06.00 - 07.00	4131	20 Km/Jam
5	Ngaliyan - Jakarta	06.00 - 07.00	213	21 Km/Jam
6	Semarang - Ngaliyan	06.00 - 07.00	2125	38 Km/Jam

Sumber : Hasil Analisis Lapangan Tahun 2013

Tabel 2. Data Volume dan Kecepatan Rata-Rata *Peak Hour* Siang

No.	Ruas Jalan	Jam	Volume (Smp/Jam)	Kecepatan Rata-Rata
1	Jakarta - Ngaliyan	06.00 - 07.00	233	22 km/jam
2	Ngaliyan - Semarang	06.00 - 07.00	766	25 km/jam
3	Semarang - Jakarta	06.00 - 07.00	3547	20 km/jam
4	Jakarta - Semarang	06.00 - 07.00	4131	20 km/jam
5	Ngaliyan - Jakarta	06.00 - 07.00	213	21 km/jam
6	Semarang - Ngaliyan	06.00 - 07.00	2125	38 km/jam

Sumber : Hasil Analisis Lapangan th. 2013

Tabel 3. Data Volume dan Kecepatan Rata-Rata *Peak Hour* Sore

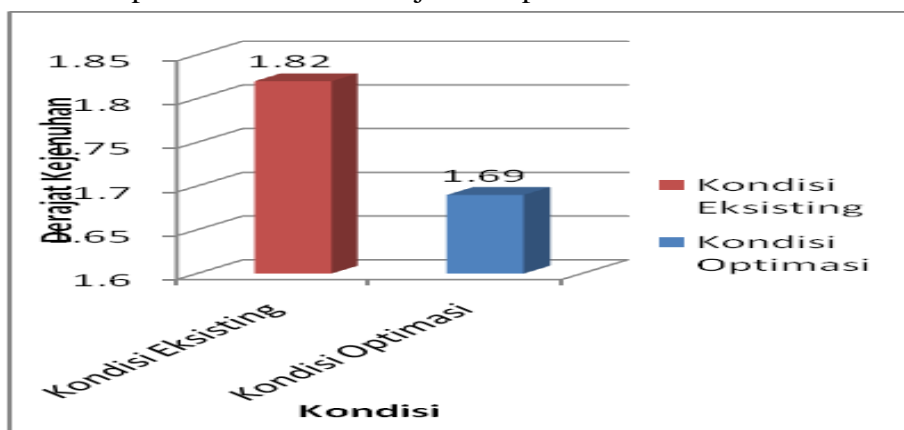
No.	Ruas Jalan	Jam	Volume (Smp/Jam)	Kecepatan Rata-Rata
1	Jakarta - Ngaliyan	06.00 - 07.00	233	22 km/jam
2	Ngaliyan - Semarang	06.00 - 07.00	766	25 km/jam
3	Semarang - Jakarta	06.00 - 07.00	3547	20 km/jam
4	Jakarta - Semarang	06.00 - 07.00	4131	20 km/jam
5	Ngaliyan - Jakarta	06.00 - 07.00	213	21 km/jam
6	Semarang - Ngaliyan	06.00 - 07.00	2125	38 km/jam

Sumber : Hasil Analisis Lapangan th. 2013

Dari data volume dan kecepatan yang didapat lalu disimulasikan menggunakan program *Synchro SimTraffic 7.0* untuk mengetahui kinerja Simpang Jarak. Dari hasil simulasi kondisi eksisting dibandingkan dengan kondisi skenario. Dalam studi ini kami memiliki 4 skenario untuk menganalisis kinerja Simpang Jarak yaitu Skenario Optimasi *Cycle time* 150 detik , Pelebaran Jalan, pengurangan 50% mobil diganti dengan BRT serta skenario kombinasi dari ketiga skenario tersebut.

Skenario Optimasi *cycle time* 150 detik

Skenario pertama yaitu mengoptimasi Waktu Siklus 150 detik (*Optimize Cycle Length*) dan Waktu Split (*Optimize Splits*) pada kondisi eksisting dengan cara menekan tombol *optimize* pada Program *Synchro SimTraffic 7.0*, maka dengan dengan otomatis Waktu Siklus dan Waktu Split akan berubah menjadi teroptimasi.

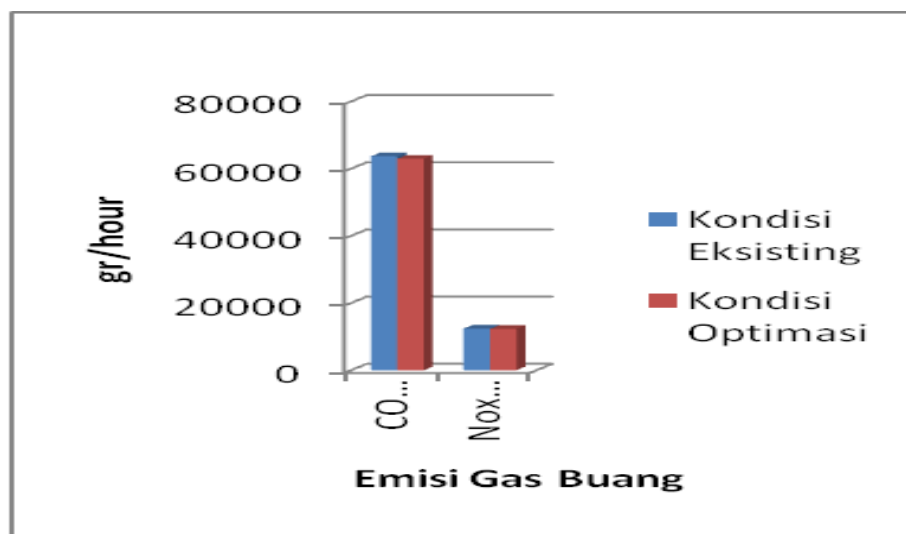


Sumber : Hasil Simulasi Program *Synchro 7* th. 2013

Gambar 2. Perbandingan DS kondisi eksisting dan skenario.

Tabel 4. Perbandingan Kondisi eksisting dengan skenario *cycle time*

	Kondisi Eksisting	Optimasi Perubahan	Hasil Optimasi	Keterangan
Volume (smp)	10968	Perubahan <i>Cycle Time</i> menjadi 150 detik	10968	Tetap
DS	1.82		1.64	Turun 9,89%
<i>Cycle Time</i> (detik)	146		150	Optimasi
<i>Intersection Delay</i> (detik)	325.3		320.6	Turun 1,44%
Lebar Jalan (meter)	11.1		11.1	Tetap
Kecepatan Rata-rata (km/jam)	13		13	Tetap
<i>Fuel Used</i> (liter)	3443		3404	Turun 1,13%
CO Emission (gr/hour)	63702		62955	Turun 1,12%
NOx Emission (gr/hour)	12396		12301	Turun 0,76%



Sumber: Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013

Gambar 3. Perbandingan Emisi gas Buang kondisi eksisting dan skenario.

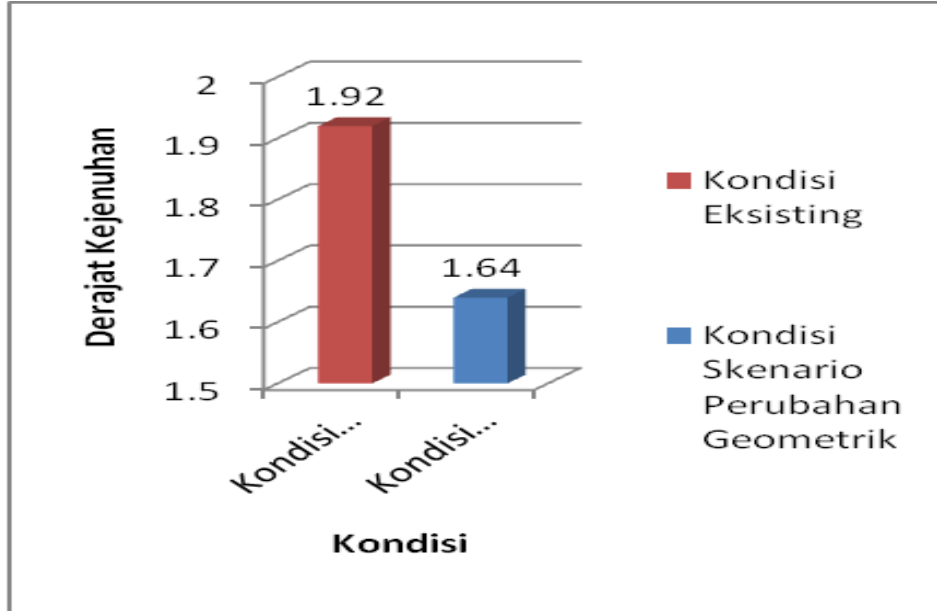
Skenario Pelebaran jalan 3,7 meter

Setelah skenario pertama mengoptimasi waktu siklus dan waktu split, kondisi eksisting masih terjadi kemacetan ditunjukkan dengan DS masih diatas 0,75. Oleh karena itu, dibuat skenario kedua, yaitu dengan menambah satu lajur dari arah barat dan timur sebesar 3,7 m tiap lajurnya. Diharapkan dengan penambahan lebar kapasitas jalan bisa mengurangi kemacetan yang terjadi di Simpang Jarakah. Berikut adalah hasil skenario perubahan geometrik dengan menggunakan Program Synchro SimTraffic 7.0.

Tabel 5. Perbandingan kondisi eksisting dengan skenario Pelebaran Jalan 3,7 m

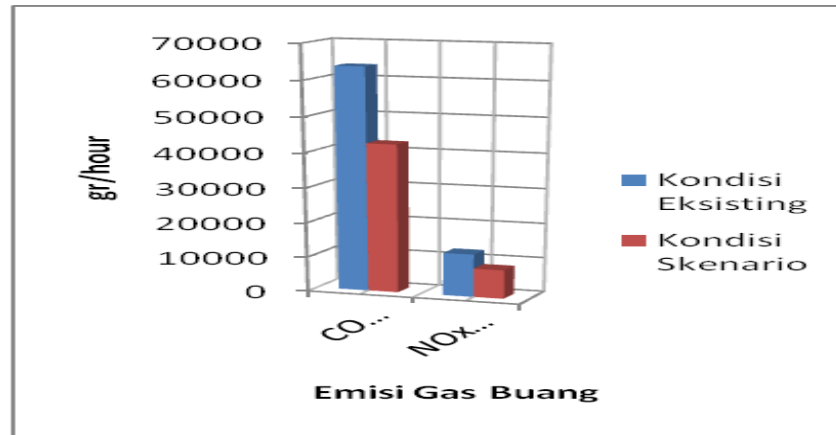
	Kondisi Eksisting	Optimasi Perubahan	Hasil Optimasi	Keterangan
Volume (smp)	10968	Penambahan Lebar Jalan 3.7 meter tiap ruas dari arah Timur dan Barat	10968	Tetap
DS	1.92		1.64	Turun 14.58%
Intersection Delay (detik)	325.3		190.7	Turun 41.37%
Cycle Time (detik)	146		146	Tetap
Lebar Jalan (meter)	11.1		14.8	Optimasi
Kecepatan Rata-rata (km/jam)	13		16	Naik 23.07%
Fuel Used (liter)	63702		42610	Turun 33.11%
CO Emission (gr/hour)	12396		8292	Turun 33.10%
NOx Emission (gr/hour)	14772		9881	Turun 33.10%

Sumber : Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013



Sumber: Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013

Gambar 4. Perbandingan DS kondisi eksisting dan skenario



Sumber : Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013

Gambar 5. Perbandingan Emisi gas Buang kondisi eksisting dan skenario

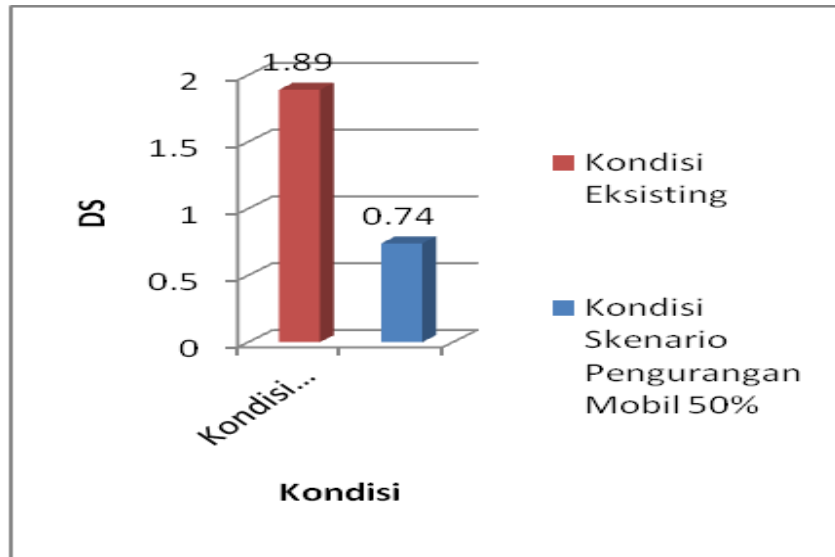
Skenario Pengurangan 50% mobil diganti BRT

Setelah dilakukan Skenario Optimasi Waktu Siklus dan Skenario Perubahan Geometrik Simpang ternyata belum dapat mengurangi kemacetan di daerah Simpang Jarakah yang terlihat pada $DS > 0,75$. Oleh karena itu, dibuat skenario ketiga yaitu Skenario Pengurangan volume Mobil 50% Diganti dengan BRT. Pengurangan jumlah 50% volume mobil ini dengan asumsi 1 mobil 1 penumpang dan 1 BRT bisa menampung 42 penumpang, sehingga dengan adanya 1 BRT maka dapat mereduksi 42 mobil di jalan raya. Dengan skenario ini perlu adanya angkutan *feeder* sebagai sarana penunjang agar masyarakat dari daerah pemukiman lebih mudah jika ingin menggunakan fasilitas BRT.

Tabel 6. Perbandingan kondisi eksisting dengan skenario pengurangan 50% mobil diganti BRT

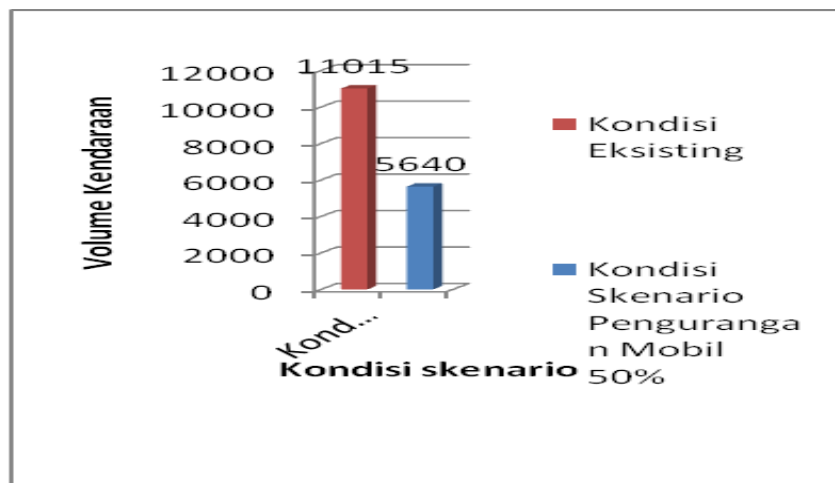
	Kondisi Eksisting	Optimasi Perubahan	Hasil Optimasi	Keterangan
Volume (smp)	10968	Pengurangan Mobil 50% Diganti dengan BRT	5615	Optimasi BRT
DS	1.92		0.73	Turun 61.97%
Intersection Delay (detik)	325.3		16.1	Turun 95.05%
Cycle Time (detik)	146		146	Tetap
Lebar Jalan (meter)	11.1		11.1	Tetap
Kecepatan Rata-rata (km/jam)	13		18	Naik 38.46%
Fuel Used (liter)	217		86.4	Turun 60.18%
CO Emission (gr/hour)	8254		5978	Turun 27.57%
NOx Emission (gr/hour)	882		797	Turun 9.63%

Sumber : Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013



Sumber : Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013

Gambar 6. Perbandingan DS kondisi eksisting dan skenario



Sumber : Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013

Gambar 7. Perbandingan DS kondisi eksisting dan skenario

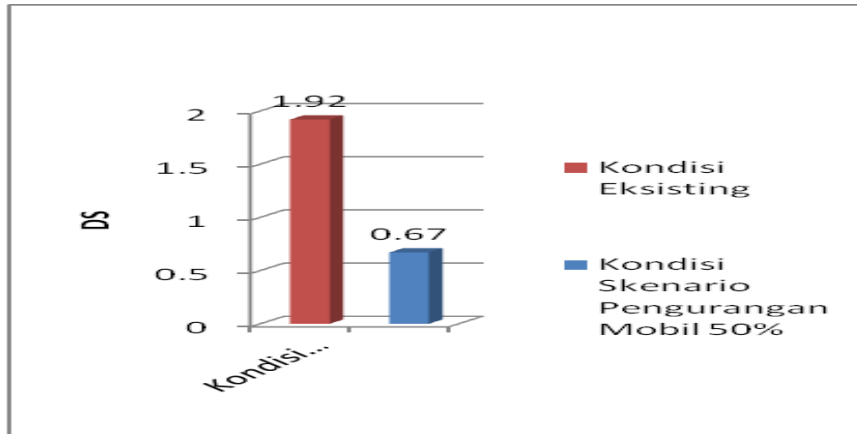
Skenario Kombinasi Optimasi Cycle Time, Pelebaran Jalan 3,7 m, dan Pengurangan Mobil 50% Diganti dengan BRT

Setelah melakukan ketiga skenario, hanya skenario Pengurangan Mobil 50% Diganti dengan BRT yang bisa mengurai kemacetan, hal ini dibuktikan dengan DS 0,74 ($DS < 0,75$). Tetapi hal ini masih menimbulkan potensi kemacetan karena DS nya masih mendekati 0,75. Oleh karena itu, dibuat Skenario Kombinasi yaitu dengan mengkombinasikan ketiga Skenario dengan menggunakan Program *Synchro SimTraffic 7.0*. Setelah mengkombinasikan ketiga Skenario tersebut diperoleh DS 0,67 yang sudah cukup mengurangi potensi kemacetan di daerah Simpang Jarakah tersebut.

Tabel 7. Perbandingan kondisi eksisting dengan skenario kombinasi

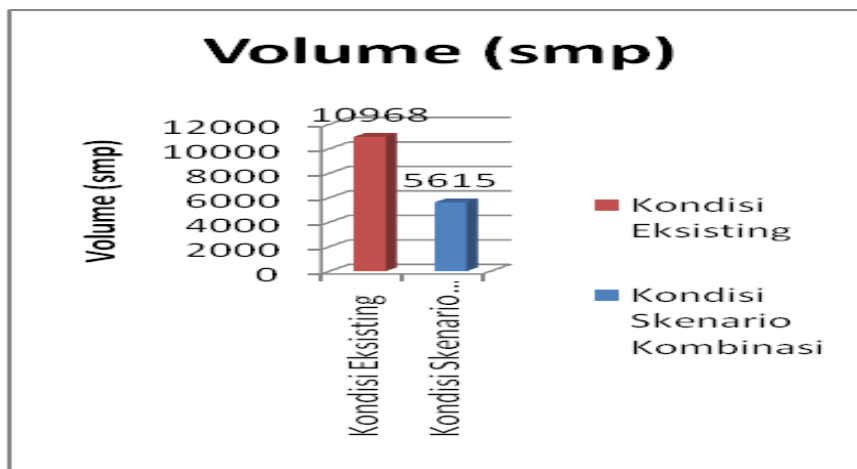
	Kondisi Eksisting	Optimasi Perubahan	Hasil Optimas	Keterangan
Volume (smp)	10968	Optimasi Cycle Time, Perubahan Geometri dan Pengurangan 50% Mobil dengan BRT	5615	Optimasi BRT
DS	1.92		0.67	Turun 65.10%
Intersection Delay (detik)	325.3		15.1	Turun 95.35%
Cycle Time (detik)	146		150	Naik 2.74%
Lebar Jalan (meter)	11.1		14.8	Naik 33.33%
Kecepatan Rata-rata (km/jam)	13		18	Naik 46.15%
Fuel Used (liter)	217		83.6	Turun 61.47%
CO Emission (gr/hour)	8254		5864	Turun 28.95%
NOx Emission (gr/hour)	882		784	Turun 11.11%

Sumber : Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013



Sumber : Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013

Gambar 8. Perbandingan DS kondisi eksisting dan skenario kombinasi



Sumber : Hasil Simulasi Program Synchro 7 th. 2013

Gambar 9. Perbandingan DS kondisi eksisting dan skenario kombinasi

KESIMPULAN

Dari analisis dampak optimasi Simpang bersinyal yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada kondisi eksisting simpang Jrasah sudah mencapai kinerja yang jenuh, dengan hasil perhitungan derajat kejenuhan dari program *synchro 7* yang hampir semuanya berada diatas angka 1,00. Dengan adanya penyesuaian Optimasi waktu hijau (waktu siklus optimasi 150 detik) untuk Simpang Jrasah memberikan penurunan DS dari kondisi eksisting untuk kondisi *Peak Pagi* yaitu sebesar 5,82%, *Peak Siang* 5,82%, *Peak Sore* 9,89% dan perubahan geometrik simpang (penambahan lajur jalan sebesar 3,7m) pada kondisi *Peak Pagi*, *Peak Siang*, *Peak Sore* dihasilkan penurunan DS dari kondisi eksisting masing-masing sebesar 23,80%, 8,95%, dan 14,58%. Meskipun belum semuanya berkinerja baik dan masih ada beberapa pendekatan yang berkinerja kurang baik (indikator kinerja kurang baik dimana nilai derajat kejenuhannya melebihi batas nilai derajat kejenuhan ideal (Syarat $DS < 0.75$)). Penggunaan *Public Transport* dengan asumsi pemindahan 50% mobil diganti dengan penggunaan BRT sangat efisien dalam menurunkan angka DS pada kondisi *Peak Pagi*, *Peak Siang*, *Peak Sore* dihasilkan penurunan DS masing-masing sebesar 60,84%, 47,01%, dan 61,97%.
2. Dari analisis yang dilakukan terdapat beberapa faktor yang kami anggap memiliki pengaruh atau kontribusi besar bagi peningkatan kinerja suatu simpang bersinyal yaitu lebar pendekatan efektif / lebar masuk (W_e) dan alokasi waktu hijau (Waktu Siklus) yang diberikan bagi suatu lengan pendekatan pada simpang bersinyal serta pengalihan kendaraan pribadi (50% mobil) dialihkan ke BRT dengan asumsi 1 mobil = 1 penumpang dan kapasitas BRT 42 *seat*, sehingga setiap 1 Bus dapat mengurangi 42 mobil pribadi di jalan siliwangi. Dari ketiga analisis tersebut, sistem pengalihan 50 % mobil dialihkan ke BRT lah yang mampu menekan angka DS dari 1,89 menjadi 0,74 (kondisi *peak pagi*).
3. Dari hasil analisis dapat diketahui hubungan antara volume dengan emisi gas buang serta kecepatan dengan emisi gas buang. Misal pada kondisi *peak pagi* dimana volume kendaraan total mencapai 11015 smp/jam (volume padat) mengakibatkan konsumsi 3635 liter bahan bakar selama 10 menit. Dengan skenario pengurangan 50% volume mobil eksisting dialihkan ke BRT dengan asumsi 1 mobil 1 penumpang dan kapasitas BRT 42 penumpang sehingga 1 BRT mampu mereduksi 42 mobil di jalan raya. Volume kendaraan eksisting dari 11015 smp/jam dikurangi 50% menjadi 5640 smp/jam (volume sedang). Dari hasil skenario ini didapat penurunan DS dari kondisi eksisting menjadi 0,74 dan konsumsi bahan bakar menjadi 117,4 liter selama 10 menit. Karena pada skenario ketiga DS 0,74 lebih kecil dari syarat DS maksimum 0,75 maka skenario ini yang memungkinkan untuk menanggulangi kemacetan di simpang Jrasah ini. Jadi dapat disimpulkan ketika volume padat emisi gas buang akan cenderung tinggi ,sedangkan bila volume sedang/tidak macet maka emisi gas buang yang dihasilkan cenderung rendah.
4. Untuk kecepatan kendaraan dengan emisi gas buang pada prinsipnya hampir sama dengan volume, jika kecepatan rata-rata tinggi maka kondisi persimpangan relatif lancar sehingga emisi gas buang yang dihasilkan tidak terlalu tinggi karena sedikitnya kendaraan yang terkena waktu tundaan. Misalnya pada analisis *peak pagi*, kecepatan rata-rata di simpang tersebut 13 km/jam mengakibatkan adanya konsumsi bahan bakar 3635 liter selama 10 menit. Dibandingkan saat siang hari dengan

kecepatan rata-rata 18 km/jam arus lalu-lintas tidak dalam kondisi sangat macet sehingga konsumsi bahan bakarpun menurun menjadi 999 liter selama 10 menit. Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa kecepatan kendaraan sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar karena bila kecepatan rata-rata kendaraan cenderung tinggi maka kondisi simpang tidak macet sehingga tidak terjadi arus antrian yang menyebabkan kemacetan. Karena bila kondisi simpang macet maka banyak kendaraan yang terhenti di simpang tersebut sehingga konsumsi bahan bakarnya akan meningkat.

SARAN

Dari kesimpulan yang telah dipaparkan sebelumnya, terdapat beberapa saran yang dapat penulis usulkan, diantaranya:

1. Dari analisis kasus ruas Jalan Siliwangi ini, besarnya jumlah kendaraan yang mencapai 4000 kendaraan perjam sebenarnya sudah tidak mampu ditampung oleh kapasitas simpang atau jalan yang ada. Seiring berjalannya waktu, jumlah kendaraan akan terus bertambah sedangkan kapasitas jalan tidak mungkin lagi untuk ditambah. Untuk itu, perlu sebuah kebijakan serius dan tegas dari pemerintah untuk menekan pertambahan jumlah kendaraan misalnya dengan menetapkan pajak yang sangat tinggi untuk kendaraan pribadi dan tentu saja hal ini harus didukung dengan penyediaan moda angkutan umum yang memadai sebagai alternatif sarana transportasi di jalan raya.
2. Dari data hasil simulasi simpang bersinyal terhadap emisi gas buang diketahui bahwa pencemaran yang terjadi akibat kendaraan umum cukup tinggi, dikarenakan lalu lintas yang terlalu padat sehingga menimbulkan waktu tundaan dan antrian yang menyebabkan pencemaran udara. Untuk itu pemerintah harus tegas menerapkan sistem ruang terbuka hijau didaerah simpang Jarakah tersebut agar dapat menetralsir pencemaran udara yang dihasilkan oleh kendaraan umum.
3. Pemerintah untuk mengatasi kemacetan yang disebabkan oleh tingginya pemakaian kendaraan pribadi dan tingginya polusi, hendaknya dalam merencanakan angkutan umum harus mengkaitkan dengan sektor lain yaitu pemukiman dan pencemaran udara. Hal itu untuk menarik minat masyarakat terhadap angkutan umum, jika semakin mudah mendapati angkutan umum didaerah pemukiman maka bisa saja masyarakat lebih suka untuk menggunakan angkutan umum sehingga hal ini dapat menekan angka kemacetan di jalan raya karena banyaknya kendaraan pribadi.
4. Pemerintah hendaknya dalam merencanakan sistem transportasi ramah lingkungan melihat tingkat pencemaran udara dan menggantikan angkutan umum mini bus dengan angkutan berkapasitas besar yang rendah polusi.
5. Untuk mendapatkan kinerja yang terbaik dilakukan perubahan geometrik simpang di setiap lajunya dari arah barat dan timur sebesar 3,7 meter. Jadi, lebar ruas jalan dari arah barat dan timur menjadi 14,8 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- _____.1997.Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Direktorat Jendral Bina Marga-Departemen Pekerjaan Umum

- _____. 1992. Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan. Direktorat Jendral Bina Marga-Direktorat Pembinaan Jalan Kota-Departemen Pekerjaan Umum
- A. Tresna Sastrawijaya, *Pencemaran Lingkungan Hidup*, Rineke Cipta, Jakarta, 1991
- Khisty, C.J. dan Lall, B.K. 2006. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 2*. Jakarta : Erlangga
- Krisnayya NSR and Bedi SJ. 1986. Responses of Woody Plants to Environmental Pollution. Part I. Sources, Types of Pollutants and Plant Responses. For. Abstr. 47 : 5 – 51.
- Lestari, Puji dan Adolf S. 2008. Emission Inventory of GHGs of CO₂ and CH₄ From Transportation Sector Using Vehicles Kilometer Travelled (VKT) and Fuel Consumption Approaches in Bandung City. *Journal of Better Air Quality*, 159 (2008).
- Siswanto. A. 2012. Kajian Tingkat Kemacetan Lalulintas pada Jaringan Jalan yang Menjadi Akses Masuk Kota Semarang. Abstrak. UNNES. Semarang
- Sutamihardja RTM. 1985. *Dampak pada Udara dan Kebisingan*. Bahan Kuliah Kursus AMDAL, PUSDI-PSL-IPB, Bogor.
- Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung : Penerbit ITB
- Trafficware Ltd (2006), *Synchro Studio 7 User Guide*, United States of America.
- Transportation Research Board (TRB) (1997). *Strategies for Improving Roadside Safety*, NCHRP 220. National Academy Press, Washington, DC.
- Wibowo, AP. 2008. *Kajian Jaringan Jalan Kota Semarang*. Jurnal. Sekolah Tinggi Maritim dan Transpor. Semarang