
**PENGATURAN MANAJEMEN WAKTU AREA TRAFFIC CONTROL SYSTEM
(ATCS) DALAM RANGKA PENGURANGAN EMISI PENCEMAR UDARA
KENDARAAN BERMOTOR DI BEBERAPA PERSIMPANGAN JALAN
KOTA SEMARANG**

Irwanti^{*)}, Budi Prasetyo Samadikun^{)}, Haryono Setiyo Huboyo^{**)}**
Departemen S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email : irwanti.ir@gmail.com

Abstrak

Kota Semarang telah menerapkan sistem manajemen lalu-lintas berbasis Area Traffic Control System (ATCS) pada 22 titik persimpangan prioritas untuk mengurangi potensi kemacetan dan meningkatkan kinerja lalu lintas akibat adanya peningkatan volume kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar pengurangan emisi kendaraan bermotor (TSP, NO_x, CO, HC dan SO₂) terkait penerapan ATCS pada lima simpang yang menjadi lokasi penelitian yaitu simpang Krapyak, bundaran Tugu Muda, simpang Polda, simpang Bangkong, dan simpang Fatmawati. Metode perhitungan emisi menggunakan metode Tier 1 dengan menghitung besar pengurangan emisi yang dihasilkan oleh jenis kendaraan motor dan mobil yang melintas pada saat adanya penambahan waktu nyala lampu hijau traffic light yang terjadi selama satu minggu pemantauan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan manajemen lalu-lintas berbasis Area Traffic Control System (ATCS) dapat memberikan dampak positif berupa pengurangan tingkat pencemaran emisi kendaraan bermotor akibat adanya peningkatan kecepatan dan penurunan konsumsi bahan bakar kendaraan. Pengurangan emisi tertinggi akibat adanya penerapan ATCS terjadi pada simpang Krapyak dengan persentase pengurangan emisi sebesar 17,47% untuk emisi TSP, 36,78% untuk emisi NO_x, 25,11% untuk emisi CO, 28,25% untuk emisi HC, dan 35,58% untuk emisi SO₂. Sedangkan pengurangan emisi terendah terjadi pada simpang Bangkong dengan persentase pengurangan emisi sebesar 12,69% untuk emisi TSP, 22,81% untuk emisi NO_x, 15,40% untuk emisi CO, 16,88% untuk emisi HC, dan 21,73% untuk emisi SO₂.

Kata kunci : Area Traffic Control System, Emisi Kendaraan, Pengurangan Emisi.

Abstract

[Time Management Arrangements of Area Traffic Control System (ATCS) in The Framework of Reduction Vehicle Air Emission in Some Intersection of Semarang City]. Semarang City has implemented traffic management system based on Area Traffic Control System (ATCS) at 22 points of priority intersections to reduce congestion potential and increase traffic performance due to the increase of vehicle volume. The aim of this research is to know the amount of vehicle emission reduction (TSP, NO_x, CO, HC and SO₂) related to the implementation of ATCS at five intersections which become the research location of the Krapyak intersection, Tugu Muda roundabout, Polda intersection, Bangkong intersection and Fatmawati intersection. The method of calculating emissions is using Tier 1 method by calculating the amount of emission reductions generated by motorcycles and cars passing during the addition of the green traffic light that monitored during one week.

The result of the analysis shows that the application of traffic management based on Area Traffic Control System (ATCS) can give positive impact in the reduction of vehicle emission contamination level due to the increasing speed and decrease of vehicle fuel consumption. The highest emission reductions due to the implementation of ATCS occurred at Krapyak intersection with emission reduction percentage of 17.47% for TSP emissions, 36.78% for NO_x emissions, 25.11% for CO emissions, 28.25% for HC emissions, and 35.58% for SO₂ emissions. While the lowest emission reductions occurred at Bangkong intersection with emission reduction percentage of 12.69% for TSP emissions, 22.81% for NO_x emissions, 15.40% for CO emissions, 16.88% for HC emissions, and 21.73% for SO₂ emissions.

Key words: Area Traffic Control System, Vehicle Emissions, Reduction of Emissions.

1. PENDAHULUAN

Semarang sebagai salah satu kota besar di Indonesia mempunyai pertumbuhan kendaraan yang tinggi dikarenakan kebutuhan transportasi masyarakat yang terus meningkat. Berdasarkan data dari BPS Kota Semarang (2016^a), jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi di Kota Semarang sebanyak 445 bus, 1.474 truk, 2.024 taksi, 1.355 angkot, 33.523 mobil, dan 151.286 motor. Pertumbuhan sektor transportasi khususnya di daerah perkotaan dengan kepadatan lalu-lintas yang tinggi merupakan pemberi kontribusi terbesar terhadap penurunan kualitas udara di perkotaan.

Kendaraan bermotor umumnya menghasilkan emisi udara berupa gas CO, NO_x, SO₂, HC, dan TSP yang merupakan hasil dari pembakaran bahan bakar minyak (Hickman, 1999). Semakin tinggi tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor, maka akan semakin besar pula pencemaran udara yang terjadi sehingga kualitas udara akan semakin menurun.

Area Traffic Control System atau yang lebih dikenal dengan istilah ATCS adalah suatu sistem pengendalian lalu lintas berbasis teknologi informasi pada suatu kawasan yang bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja jaringan jalan melalui optimasi dan koordinasi pengaturan lalu lintas di setiap persimpangan (Wishnukoro, 2008). Penataan siklus lampu lalu lintas dengan menggunakan ATCS dilakukan berdasar input data lalu-lintas yang diperoleh secara *real time* dan pemantau lalu lintas pada titik-titik persimpangan. Penentuan waktu siklus lampu persimpangan dapat diubah berkali-kali dalam satu hari sesuai kebutuhan lalu lintas paling efisien yang mencakup keseluruhan wilayah tersebut (Saputra, 2014).

Kota Semarang telah menerapkan sistem manajemen lalu-lintas dengan pemasangan *Area Traffic Control System*

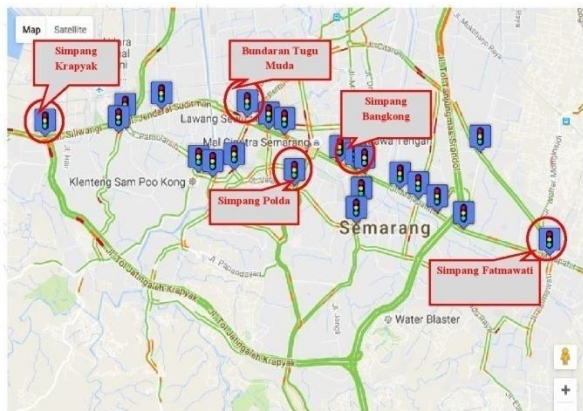
(ATCS) di 22 titik persimpangan untuk mengurangi potensi kemacetan dan meningkatkan kinerja lalu lintas akibat peningkatan volume kendaraan (Anonim, 2016^b). Manajemen lalu-lintas dengan penerapan *Area Traffic Control System* (ATCS) secara tidak langsung dapat mengurangi tingkat pencemaran emisi kendaraan bermotor akibat adanya pengurangan antrean kendaraan, mengurangi potensi terjadinya kemacetan, dan secara tidak langsung pula dapat meningkatkan kecepatan kendaraan bermotor yang melewati simpang sehingga diharapkan terjadi penurunan emisi kendaraan bermotor yang melewati simpang tersebut (Jatmiko, 2013).

Selama penerapan sistem manajemen lalu lintas dengan pemasangan *Area Traffic Control System* (ATCS) di Kota Semarang belum pernah dilakukan suatu penelitian mengenai dampak penerapan sistem manajemen lalu lintas dengan pemasangan *Area Traffic Control System* (ATCS) di Kota Semarang terhadap pengurangan emisi kendaraan bermotor yang melintasi simpang tersebut. Sehubungan dengan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaturan manajemen waktu *Area Traffic Control System* (ATCS) dalam rangka pengurangan emisi pencemar udara kendaraan bermotor di beberapa persimpangan jalan Kota Semarang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lima lokasi persimpangan jalan Kota Semarang yang telah menerapkan sistem manajemen lalu lintas berbasis ATCS yaitu simpang Krapyak, bundaran Tugu Muda, simpang Polda, simpang Bangkong, dan simpang Fatmawati. Pengambilan data dilakukan selama satu minggu yaitu tanggal 31 Oktober 2016 hingga 6 November 2016 dengan melakukan pemantauan di Kantor ATCS Kota Semarang untuk mengetahui

pola pengaturan yang diterapkan ATCS Kota Semarang pada lokasi penelitian. Waktu pemantauan dilakukan sesuai dengan waktu operasional ATCS Kota Semarang yaitu dimulai pukul 6.00 hingga pukul 18.00 setiap harinya.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Data pola pengaturan ATCS pada lokasi penelitian diperoleh dari *interview* kepada dinas terkait yaitu ATCS Kota Semarang. Data tersebut meliputi data perubahan siklus perubahan *traffic light* (*cycle time*) dari hari Senin hingga hari Minggu pada setiap simpang yang menjadi lokasi penelitian. Sedangkan untuk data perubahan pengaturan ATCS diperoleh melalui pemantauan langsung di Kantor ATCS Kota Semarang untuk mencatat waktu ketika dilakukan penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* dan lama penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* selama satu minggu pemantauan pada setiap simpang yang menjadi lokasi penelitian. Sementara data jumlah kendaraan diperoleh melalui perhitungan dari video rekaman kamera pengawas pada setiap simpang ketika terjadi waktu penambahan nyala lampu hijau *traffic light* selama satu minggu pemantauan. Jenis kendaraan yang dihitung hanya kendaraan jenis motor dan mobil dikarenakan dua jenis kendaraan

tersebut merupakan kendaraan yang keberadaannya paling mendominasi di jalan raya. Untuk data kecepatan kendaraan yang melintasi persimpangan diperoleh melalui perhitungan dari data waktu dan jarak tempuh kendaraan yang melintasi persimpangan tersebut.

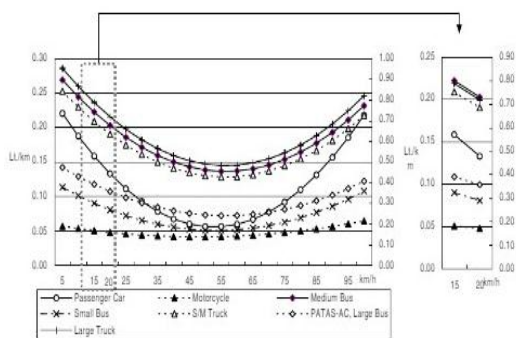
Besar pengurangan emisi kendaraan bermotor diperoleh dengan menghitung besar emisi yang dihasilkan oleh jenis kendaraan motor dan mobil yang melintas pada saat adanya penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* yang terjadi selama satu minggu pemantauan dari adanya penerapan ATCS pada kelima simpang yang menjadi lokasi penelitian. Adapun metode perhitungan emisi kendaraan bermotor (TSP, NO_x, SO₂, HC dan CO) menggunakan metode Tier 1 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Emission} &= \text{Data aktivitas} \times \text{faktor} \\ \text{emisi} &= [\text{Fuel a,b} \times \text{FE a,b}] \end{aligned}$$

Keterangan:

- Emission = Beban emisi polutan tertentu (g)
- Fuel a,b = konsumsi bahan bakar jenis a (l)
- FE a = faktor emisi (g/l)
- a = jenis bahan bakar (seperti premium, solar)
- b = tipe kendaraan

Konsumsi bahan bakar yang dipakai untuk perhitungan emisi pada metode Tier 1 didapat dari kurva konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*). Konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) adalah keterkaitan antara kecepatan dan penggunaan bahan bakar untuk setiap kilometer. Kurva ini merupakan hasil kajian yang dilakukan oleh JICA pada proyek SITRAMP tahun 2004.



Gambar 2 Kurva Konsumsi bahan bakar

Sumber : SITRAMP, 2004

Nilai konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis kendaraan dan fungsi konstanta dari Gambar 2 adalah sebagai berikut :

Jenis kendaraan	Fungsi konstanta
PC (private car)	$y = 7E-05x^2 - 0,0077x + 0,2579$
MC (motorcycle)	$y = 1E-05x^2 - 0,0009x + 0,0601$
SB (small bus)	$y = 3E-05x^2 - 0,0029x + 0,1285$
MB (medium bus)	$y = 5E-05x^2 - 0,0056x + 0,2961$
Patas-AC, LB (large bus)	$y = 3E-05x^2 - 0,0029x + 0,1533$
S/MT (small/medium truck)	$y = 5E-05x^2 - 0,0053x + 0,2771$
LT (large truck)	$y = 5E-05x^2 - 0,006x + 0,3147$

Sumber : Petunjuk Teknis PEP

Pelaksanaan GRK, 2013^b

Untuk faktor emisi, saat ini hingga ditetapkan lain, faktor emisi pada metode Tier 1 mengacu pada faktor emisi internasional, seperti IPCC, Core Inventory Air Emission (CORINAIR) dan US Environmental Protection Agency (US EPA).

Tabel 1 Faktor Emisi Metode Tier 1

Jenis Kendaraan	Sumber Pencemar			
	TSP ^(a) (g/kg)	Nox ^(a) (g/kg)	CO ^(a) (g/kg)	HC ^(b) (g/mile)
Motorcycle	2,2	6,64	497,7	0,184
Private Car	0,03	8,73	84,7	0,184

Sumber: (a) CORINAIR (2009); (b) US EPA (1995)

Sedangkan untuk parameter SO₂ diestimasikan dengan asumsi bahwa semua sulfur dalam bahan bakar berubah secara sempurna menjadi SO₂ dengan menggunakan rumus (CORINAIR, 2009) :
E = 2 x k S, m x F_{Cm}

Keterangan :

k S, m = berat kandungan sulfur terkait dalam bahan bakar jenis m (g/g bahan bakar)

F_{Cm} = konsumsi bahan bakar jenis m (g)

Tabel 2 Kandungan Sulfur Tipikal dalam Bahan Bakar (1 ppm = 10⁻⁶ g/g Bahan Bakar

Bahan Bakar	Kandungan Sulfur Tipikal			
	1996 Base Fuel (Market Average)	BBM 2000	BBM 2005	BBM 2009
Premium	165 ppm	130 ppm	40 ppm	40 ppm
Solar	400 ppm	300 ppm	40 ppm	8 ppm

Sumber : CORINAIR, 2009

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pola Pengaturan Manajemen Waktu Area Traffic Control System (ATCS) Kota Semarang

Setiap simpang yang terhubung dengan sistem ATCS Kota Semarang telah memiliki pola pengaturan tertentu yang diterapkan pada setiap harinya. Pola tersebut merupakan pola pergantian siklus lampu lalu-lintas (*cycle time*) atau biasa disebut dengan plan. Plan yang diterapkan merupakan plan yang telah disesuaikan dengan tingkat kepadatan masing masing simpang. Dalam satu hari, biasanya plan yang diterapkan akan berbeda antara pagi, siang dan sore hari. Begitu juga plan yang diterapkan antara *weekday* dan *weekend* biasanya akan berbeda dikarenakan tingkat kepadatan kendaraan yang relatif berbeda pula. Umumnya plan yang diterapkan akan berbeda antara satu simpang dengan simpang lainnya pada setiap hari.

Pengaturan pergantian siklus lampu lalu-lintas (*cycle time*) simpang Krapyak pada hari Senin hingga Sabtu cenderung sama, namun pada hari Minggu pergantian siklus lampu lalu-lintas (*cycle time*) yang diterapkan sedikit berbeda, hal dikarenakan kepadatan kendaraan yang melintasi simpang Krapyak lebih lengang dibanding pada hari hari biasanya. Pengaturan siklus pergantian lampu lalu-lintas (*cycle time*) di Bundaran Tugu Muda pada hari Senin dan Jumat sama, hari Selasa, Rabu dan Kamis sama, serta pada hari Sabtu dan Minggu sama.

Sedangkan pengaturan siklus lampu lalu-lintas Simpang polda pada hari Senin hingga Kamis cenderung sama, hal ini dikarenakan pola kepadatan kendaraan yang melewati simpang tersebut relatif sama, sehingga penerapan plan yang digunakan juga sama. Pada hari jumat, kepadatan kendaraan pada simpang Polda lebih bervariasi sehingga pergantian plan yang diterapkan juga lebih banyak dibanding pada hari lainnya. Kepadatan kendaraan pada hari Jumat biasanya terjadi pagi, siang (menjelang shalat jumat), dan sore hari. Sedangkan untuk akhir pekan, yaitu hari sabtu dan minggu pengaturan siklus lampu lalu-lintas sama dan tidak begitu bervariasi dikarenakan kepadatan kendaraan yang melewati simpang polda pada akhir pekan cenderung lengang.

Simpang Bangkong merupakan salah satu simpang yang memiliki pengaturan pergantian siklus lampu lalu-lintas yang sama setiap harinya baik itu *weekday* maupun *weekend*. Penerapan jadwal yang sama disetiap hari nya ini dikarenakan tingkat kepadatan kendaraan yang melewati simpang tersebut relatif sama setiap harinya. Selain itu, simpang Bangkong memiliki pengaturan khusus yaitu pada hari Senin hingga Sabtu Jalan Katamso dari arah timur dibuat satu arah dengan tujuan untuk mengurai kepadatan kendaraan pada pagi hari yaitu antara jam 06.00 hingga jam 08.00 pagi.

Sementara itu, pengaturan siklus pergantian lampu lalu-lintas (*cycle time*) simpang Fatmawati pada hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, dan Minggu sama. Sedangkan untuk hari Sabtu siklus pergantian lampu lalu-lintas (*cycle time*) sedikit berbeda. Perbedaan ini berada pada waktu pergantian plan ketiga, yaitu pada hari biasa plan ketiga diterapkan mulai pukul 15.00, sedangkan pada hari Sabtu penerapan plan ketiga dimulai lebih awal yaitu pada jam 12.00 dikarenakan pada hari Sabtu kepadatan kendaraan cenderung

mengalami peningkatan lebih awal yaitu mulai pukul 12.00.

Perubahan pengaturan siklus pergantian lampu lalu-lintas (*cycle time*) dilakukan ketika tingkat kepadatan kendaraan yang melewati simpang terpantau padat dan waktu lampu hijau dari plan yang diterapkan tidak cukup untuk mengurai antrean kendaraan yang melewati persimpangan tersebut. Jika terjadi keadaan seperti ini biasanya dilakukan penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* pada fasa yang terpantau padat hingga kepadatan antrean kendaraan dapat terurai. Lama waktu penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* yang dilakukan tidak dapat dipastikan, artinya penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* pada simpang yang terpantau padat dilakukan hingga kepadatan kendaraan yang terjadi dapat terurai, oleh karena itu lama waktu penambahan nyala lampu hijau yang dilakukan berbeda beda tergantung tingkat kepadatan kendaraan yang terjadi.

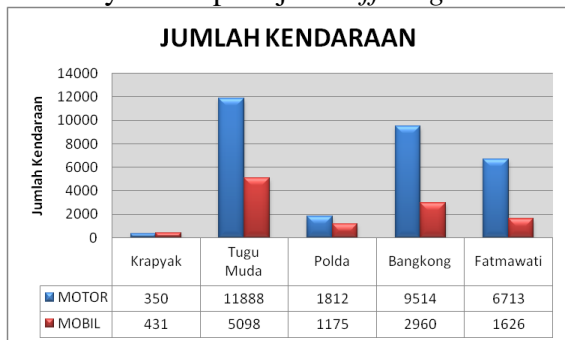
Bundaran Tugu Muda merupakan simpang yang paling sering mengalami penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* dari keempat simpang lainnya, hal ini dikarenakan lokasi bundaran Tugu Muda yang berada di tengah tengah Kota Semarang sehingga kepadatan sering kali terjadi baik itu di pagi hari, siang maupun sore hari.

3.2 Besar Pengurangan Emisi Kendaraan Bermotor Berdasarkan Pengaruh Pengaturan Manajemen Waktu Area Traffic Control System (ATCS) Pada Lokasi Penelitian

Perhitungan besar pengurangan emisi kendaraan bermotor (TSP, NO_x, CO, HC, dan SO₂) pada kelima simpang yang menjadi lokasi penelitian dilakukan dengan menghitung besar pengurangan emisi yang dihasilkan oleh jenis kendaraan motor dan mobil yang melintas pada saat adanya penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* yang terjadi selama satu

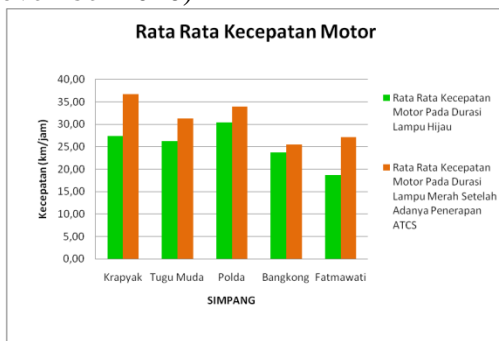
minggu pemantauan dari adanya penerapan ATCS pada kelima simpang yang menjadi lokasi penelitian menggunakan metode Tier 1. Dalam penelitian ini, tidak semua ruas jalan di setiap simpang dihitung besar pengurangan emisi dari adanya penerapan ATCS, namun hanya memperhitungkan besar pengurangan emisi ruas jalan yang terlihat pada kamera pengawas saja, ruas jalan yang tidak terlihat dari kamera pengawas tidak diperhitungkan karena keterbatasan cakupan kamera pengawas.

Kendaraan yang dihitung hanya jenis kendaraan motor dan mobil saja. Berikut adalah data jumlah kendaraan pada masing masing simpang selama ada penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light*.

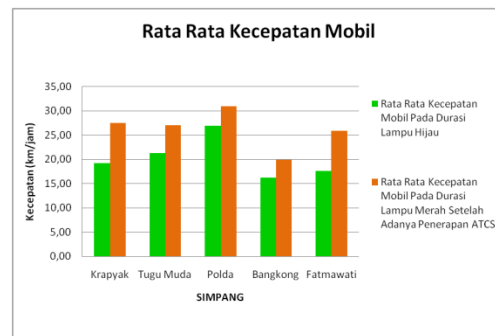


Gambar 3 Jumlah Kendaraan pada Setiap Simpang

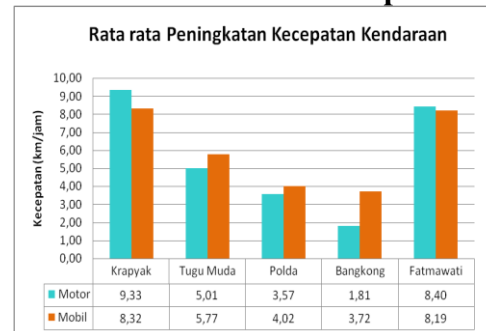
Hasil perhitungan peningkatan kecepatan kendaraan dari adanya penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* selama satu minggu pemantauan (31 Oktober 2016 – 6 November 2016)



Gambar 4 Rata Rata Kecepatan Motor



Gambar 5 Rata Rata Kecepatan Mobil



Gambar 6 Rata Rata Peningkatan Kecepatan

Gambar 4 dan 5 memperlihatkan rata rata kecepatan motor dan mobil yang melintas pada simpang yang menjadi lokasi penelitian. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan adanya penerapan ATCS kendaraan masih tetap dapat melintas pada durasi lampu merah dikarenakan adanya penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light*, sedangkan kecepatan kendaraan pada durasi lampu merah tanpa adanya penerapan ATCS adalah nol atau dengan kata lain kendaraan tersebut berhenti.

Berdasarkan Gambar 4 dan 5 dapat diketahui pula bahwa kecepatan kendaraan pada saat durasi lampu merah dengan penerapan ATCS cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan kendaraan pada saat durasi lampu hijau. Perbedaan ini dikarenakan dengan adanya penerapan ATCS maka durasi lampu hijau dapat diperpanjang sesuai dengan tingkat kepadatan yang terjadi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jatmiko (2013), tentang Analisis Dampak Pemasangan ATCS Terhadap Emisi Gas Buang (CO₂) di Jendral Sudirman Kota

Tanggungan, peningkatan kecepatan kendaraan yang terjadi adalah sebesar 1,54 km/jam. Sedangkan dari hasil penelitian ini, peningkatan kecepatan yang terjadi dari adanya penerapan ATCS Kota Semarang pada kelima lokasi simpang yang diteliti menunjukkan hasil yang lebih besar dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Jatmiko (2013) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.

Peningkatan kecepatan kendaraan tertinggi terjadi pada simpang Krapyak dengan besar peningkatan kecepatan motor sebesar 9,33 km/jam dan 8,32 km/jam untuk peningkatan kecepatan mobil, sedangkan peningkatan kecepatan kendaraan terendah terjadi pada simpang Bangkong dengan besar peningkatan kecepatan 1,81 km/jam untuk motor dan 3,72 km/jam untuk mobil.

Setelah diperoleh data kecepatan kendaraan, selanjutnya dilakukan perhitungan konsumsi kendaraan pada masing masing jenis kendaraan untuk mengetahui besar pengurangan konsumsi bahan bakar dari adanya penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* selama satu minggu pemantauan (31 Oktober 2016 – 6 November 2016).

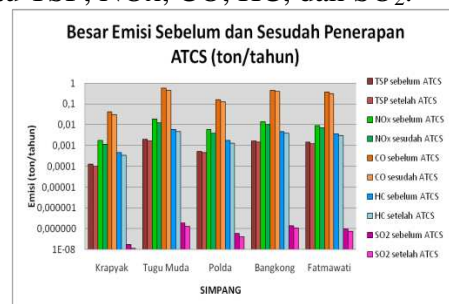


Gambar 7 Rata Rata Pengurangan Konsumsi Bahan Bakar

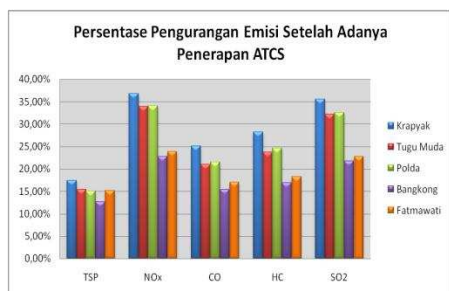
Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan waktu nyala lampu hijau pada *traffic light* dari penerapan ATCS dapat memberikan dampak positif berupa pengurangan konsumsi bahan bakar kendaraan yang melintasi persimpangan tersebut. Pengurangan konsumsi bahan bakar ini terjadi karena adanya

peningkatan kecepatan kendaraan ketika terjadi penambahan waktu nyala lampu hijau pada *traffic light*. Menurut Abdurrohman dalam Jatmiko (2013) menyatakan bahwa kecepatan kendaraan berkaitan erat dengan konsumsi bahan bakar. Semakin rendah kecepatan kendaraan maka akan semakin tinggi konsumsi bahan bakar yang digunakan, begitu juga apabila kecepatan kendaraan terlalu tinggi maka konsumsi bahan bakar akan semakin tinggi pula. Menurutnya kecepatan optimal yang menghasilkan konsumsi bahan bakar paling hemat berada pada kisaran 40-80 km/jam. Penurunan konsumsi bahan bakar paling tinggi terjadi pada simpang Polda, sedangkan penurunan konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada bundaran Tugu Muda.

Pada penelitian ini besar pengurangan emisi kendaraan yang dihasilkan oleh jenis kendaraan motor dan mobil yang melintas pada saat adanya penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* yang terjadi selama satu minggu pemantauan dari adanya penerapan ATCS pada kelima simpang yang menjadi lokasi penelitian. Adapun parameter yang dihitung adalah emisi kendaraan bermotor konvensional yaitu TSP, NO_x, CO, HC, dan SO₂.



Gambar 8 Hasil Perhitungan Emisi Sebelum dan Sesudah Pemasangan ATCS



Gambar 9 Persentase Pengurangan Emisi Setelah Adanya Penerapan ATCS

Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9 dapat dilihat bahwa dengan adanya penerapan sistem manajemen lalu-lintas berbasis *Area Traffic Control System* (ATCS) memberikan dampak positif berupa penurunan beban emisi pencemar kendaraan bermotor baik itu TSP, NO_x, CO, HC maupun SO₂. Adanya penerapan ATCS pada kelima simpang yang menjadi lokasi penelitian membuat siklus pergantian lampu lalu-lintas dapat diatur setiap waktu sesuai dengan kondisi kepadatan lalu-lintas. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Jatmiko (2013) mengenai Analisis Dampak Pemasangan ATCS Terhadap Emisi Gas CO₂ di Jalan Jend. Sudirman yang menyatakan bahwa pemasangan ATCS pada Jalan Jendral Sudirman Kota Tangerang mampu memperbaiki kinerja lalu-lintas dengan mengurangi waktu tundaan, penambahan kecepatan, pengurangan emisi dan penurunan konsumsi bahan bakar.

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa kendaraan yang melintas pada simpang Krapyak mengalami penurunan konsumsi bahan bakar yang lebih besar dari keempat simpang lainnya. Penurunan konsumsi bahan bakar yang besar ini terjadi akibat adanya peningkatan kecepatan yang besar pula pada kendaraan yang melintas ketika dilakukan penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light* dari adanya penerapan ATCS. Oleh sebab itu, karena simpang Krapyak mengalami penurunan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi dibandingkan

dengan keempat simpang lainnya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9, maka penurunan emisi yang dihasilkan juga lebih besar pula jika dibandingkan dengan keempat simpang lainnya yaitu 17,47% untuk emisi TSP, 36,78% untuk emisi NO_x, 25,11% untuk emisi CO, 28,25% untuk emisi HC, dan 35,58% untuk emisi SO₂, karena kunci utama yang paling berpengaruh terhadap penurunan emisi adalah penurunan konsumsi bahan bakar yang terjadi.

Sedangkan dari hasil perhitungan konsumsi bahan bakar, simpang Bangkong merupakan simpang yang mengalami penurunan konsumsi bahan bakar paling rendah jika dibandingkan dengan keempat simpang lainnya. Hal ini terjadi karena peningkatan kecepatan kendaraan yang melintas dari adanya penerapan ATCS lebih rendah dibanding dengan keempat simpang lainnya dikarenakan volume kendaraan yang melintas sangat padat pada saat dilakukan penambahan waktu nyala lampu hijau *traffic light*. Oleh sebab itu, karena peningkatan kecepatan yang terjadi rendah, maka pengurangan konsumsi bahan bakar juga rendah, sehingga penurunan emisi dari adanya penerapan ATCS pada simpang Bangkong lebih rendah jika dibandingkan dengan keempat simpang lainnya yaitu 12,69% untuk emisi TSP, 22,81% untuk emisi NO_x, 15,40% untuk emisi CO, 16,88% untuk emisi HC, dan 21,73% untuk emisi SO₂.

Penurunan emisi yang dihasilkan sebanding dengan besar pengurangan konsumsi bahan bakar yang terjadi, semakin besar pengurangan konsumsi bahan bakar yang terjadi, maka akan semakin besar pula penurunan emisi yang dihasilkan. Begitupula pada ketiga simpang lainnya yaitu bundaran Tugu Muda, simpang Polda, dan simpang Fatmawati, ketiga simpang tersebut mengalami penurunan emisi yang sebanding dengan penurunan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan. Bundaran

Tugu Muda mengalami penurunan emisi TSP sebesar 15,42%, NO_x 33,95%, CO 20,98%, HC 23,81%, dan SO₂ 32,24%. Penurunan emisi yang terjadi pada bundaran Tugu Muda ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan simpang Bangkong dan simpang Fatmawati, namun lebih rendah jika dibandingkan dengan simpang Krapyak dan simpang Polda.

Sedangkan simpang Polda mengalami penurunan emisi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bundaran Tugu Muda, simpang Bangkong, dan simpang Fatmawati namun lebih rendah jika dibandingkan dengan simpang Krapyak

4. KESIMPULAN

- Pengaturan siklus pergantian lampu lalu-lintas (*cycle time*) atau plan pada kelima simpang yang menjadi lokasi penelitian relatif berbeda dikarenakan tingkat kepadatan kendaraan yang berbeda beda.
- Perubahan pengaturan siklus pergantian lampu lalu-lintas (*cycle time*) dilakukan ketika terjadi kepadatan kendaraan yang melewati simpang dan plan yang diterapkan tidak mampu mengurai kepadatan kendaraan yang terjadi.
- Penerapan ATCS pada lokasi penelitian memberikan pengaruh terhadap peningkatan kecepatan kendaraan, penghematan konsumsi bahan bakar, dan penurunan emisi kendaraan
- Besar pengurangan emisi kendaraan bermotor paling tinggi terjadi pada simpang Krapyak, sedangkan pengurangan emisi kendaraan bermotor paling rendah terjadi pada simpang Bangkong.

5. SARAN

Saran yang dapat diberikan terkait dengan penelitian ini antara lain:

- Dengan adanya keterbatasan cakupan kamera pengawas yang terpasang pada simpang, maka penelitian ini perlu dikembangkan

yaitu sebesar 15,05% untuk emisi TSP, 33,95% untuk emisi NO_x, 21,56% untuk emisi CO, 24,59% untuk emisi HC, dan 32,60% untuk emisi SO₂. Simpang Fatmawati juga mengalami penurunan emisi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan simpang Bangkong namun penurunan emisi yang dihasilkan lebih rendah jika dibandingkan dengan simpang Krapyak, bundaran Tugu Muda, dan simpang Polda dengan besar pengurangan emisi TSP sebesar 15,10%, NO_x 23,87%, CO 17,07%, HC 18,24%, dan SO₂ 22,72% dari total emisi yang dihasilkan sebelum adanya penerapan ATCS.

untuk perhitungan pengurangan emisi pada ruas jalan yang tidak terpantau kamera pengawas agar didapatkan hasil yang lebih baik.

- Penelitian ini perlu dikembangkan untuk perhitungan pengurangan emisi pada simpang simpang lainnya agar dapat diketahui dampak penerapan ATCS Kota Semarang terhadap penurunan emisi kendaraan bermotor secara keseluruhan.
- Pengukuran kecepatan kendaraan sebaiknya dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung ke lokasi penelitian menggunakan alat seperti *speedgun* agar diperoleh hasil yang lebih baik.
- Pemerintah Kota Semarang perlu memperluas pemasangan *Area Traffic Control System (ATCS)* pada simpang simpang prioritas lainnya guna mengurangi potensi kemacetan dan meningkatkan kinerja lalu lintas akibat peningkatan volume kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013^b. *Petunjuk Teknis Pemantauan, Evaluasi Dan Pelaporan (Pep) Pelaksanaan Rad-Grk*. Bappenas. Jakarta



- Anonim. 2016^a. *Kota Semarang Dalam Angka 2016*. Badan Pusat Statistik Kota Semarang. Semarang
- Anonim. 2016^b. *ATCS Kota Semarang*. <http://www.dishubkotasemarang.com/>. Diakses 22 September 2016
- CORINAIR. 2009. *Atmospheric Emission Inventory Guidebook 3th Edition*. European Environment Agency
- Jatmiko, W. 2013. *Analisis Dampak Pemasangan ATCS Terhadap Emisi Gas Buang (CO₂) Di Jalan Jendral Sudirman Tanggerang*. Biro Penerbitan Planologi Undip. Semarang
- JICA. 2004. *Study of Integrated Transportation Master Plan for Jabodetabek (SITRAM Phase II)*.
- Saputra, R.M. 2014. *Analisis Perencanaan Penerapan Area Traffic Control System Di Kota Pangkal Pinang*. Universitas Sriwijaya
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1, Fifth Edition AP-42*. 1997. Washington DC, U.S.A
- Wishnukoro. 2008. *Analisis Simpang Empat Bersinyal Dengan Menggunakan Manajemen Lalu Lintas*. Tugas Akhir. JTS.FTSPUII. Yogyakarta