

## PENGARUH TUNDAAN KENDARAAN DAN PANJANG ANTRIAN TERHADAP KADAR EMISI GAS KARBON MONOKSIDA (CO) KENDARAAN

Uni Aidita<sup>1</sup>, Eko Supri Murtiono<sup>2</sup>, Aryanti Nurhidayati<sup>3</sup>

Email : aiditauni@gmail.com

Diterima : 7 Desember 2020

Disetujui : 21 April 2021

Terbit : 30 Juli 2021

**Abstrak:** Permasalahan yang sering terjadi di zona simpang *stagger* jalan raya adalah kendaraan harus berhenti di zona *stagger* berturut-turut karena sinyal merah sebelum masuk ke zona berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh: (1) tundaan kendaraan terhadap kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan; (2) panjang antrian terhadap kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan; serta (3) pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan desain studi lapangan. Pengumpulan data dilakukan dengan *survey* di lapangan untuk mendapatkan data volume kendaraan, perhitungan tundaan kendaraan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), pengeluaran emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan berdasarkan metode LAPI ITB (1996). Hasil penelitian ini adalah: (1) Tundaan kendaraan tidak berpengaruh terhadap pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan dengan tundaan tertinggi di jalan Slamet Riyadi sebesar sebesar 96,67 meter dan kadar emisi karbon monoksida sebesar 12675  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . (2) Panjang antrian berpengaruh terhadap pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan dengan panjang antrian tertinggi terjadi di jalan Slamet Riyadi sebesar 65.42 det/smp, konsumsi bahan bakar sebesar 13,73 liter, kadar gas karbon monoksida sebesar 12675  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . (3). Pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan, di masing-masing jalan masih memenuhi standar kualitas udara yang diizinkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, yang dimana tidak melebihi 30.000  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

**Kata Kunci :** karbon monoksida, panjang antrian, tundaan kendaraan

**Abstract:** *The problem with stagger intersections that often occurs is that the vehicle must stop in the stagger zone in a row due to a red signal before entering the next road arm. This study aims to determine the influence of: (1) vehicle delay to vehicle carbon monoxide (CO) emissions levels; (2) vehicle queue length to vehicle carbon monoxide (CO) emissions levels; as well as (3) Release of carbon monoxide (CO) emission levels for vehicles. Quantitative descriptive by field study design is used for the research method. The data gathered by doing field surveys on vehicle volume, calculating the vehicle delay using Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), and calculating fuel Consumption and production of vehicle carbon monoxide (CO) gas emissions using the LAPI ITB method (1996). The results of this study indicate: (1) ) vehicle delay affects the production of vehicle carbon monoxide (CO) emissions levels with the highest volume of the vehicle on Slamet Riyadi road at 1267.20 pcs/hour and carbon monoxide emissions levels at 12675  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ; (2) vehicle queue length affects vehicle carbon monoxide (CO) emissions levels with the highest delay occur on Slamet Riyadi road at 65.42 sec/pcs, 13.73 liters fuel consumption, and carbon monoxide gas levels are at 12675  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ; (3) The release of vehicle carbon monoxide (CO) emission levels on each road still meets the air quality standards permitted under Government Regulation No. 41 of 1999, which does not exceed 30,000  $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$ .*

**Keywords:** Carbon monoxide, Vehicle delay, Vehicle queue length.

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Keguruab dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret

## PENDAHULUAN

Menurut Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) (2018) menyebutkan bahwa, jumlah penduduk Indonesia dikelompokkan berdasarkan umur dan jenis kelamin mencapai angka 267 juta jiwa. Hal ini dapat mendorong peningkatan kebutuhan masyarakat yang cukup signifikan, salah satunya kebutuhan akan infrastruktur yang baik dan memadai.

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) (1997: 1-2), meningkatnya kemacetan di jalan perkotaan dan jalan luar kota yang disebabkan oleh peningkatan kepemilikan kendaraan, sumber daya yang terbatas untuk pembangunan jalan raya, dan operasi fasilitas lalu lintas yang ada belum optimal, adalah masalah utama di banyak negara. Selain itu, dengan meningkatnya jumlah transportasi berdampak pada kualitas udara di perkotaan yang menyebabkan pencemaran udara. Hal ini dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan yang harus diwaspadai oleh masyarakat kedepannya (Natalia et al. 2015).

Lingkungan perkotaan memiliki konsentrasi polutan berupa kadar zat buang emisi gas karbon monoksida yang cukup tinggi, contohnya di salah satu persimpangan di Jalan Dr. Soetomo kota Surabaya. Hal ini dikarenakan Konsumsi BBM kendaraan saat di persimpangan jalan (*traffic light*) relatif lebih besar karena penumpukan volume kendaraan (Gunawan dan Budi, 2017).

Persimpangan Jalan. Slamet Riyadi - Jalan. Dr. Rajiman - Jalan. Joko Tingkir merupakan simpang *stagger* yang setiap hari dilewati berbagai jenis kendaraan bermotor maupun tidak bermotor yang cukup padat. Permasalahan simpang *stagger* yang sering terjadi adalah kendaraan harus berhenti di zona stagger berturut-turut karena sinyal merah sebelum masuk ke lengan berikutnya (Wahyu, 2014).

Menurut Gunawan & budi (2017), dimana setiap antrian kendaraan yang terjadi di persimpangan, penggunaan bahan bakar yang relatif besar dapat menghasilkan pengeluaran kadar emisi gas kendaraan cukup besar. Selain itu, efek polusi udara meningkat

di sekitar antrian. Hal ini dapat mengakibatkan efek negatif yang berkaitan dengan kesehatan kepada masyarakat sekitar, pengendara sepeda motor atau pejalan kaki.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui: (1) tundaan kendaraan terhadap kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan; (2) panjang antrian terhadap kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan; serta (3) Pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan di persimpangan Jalan Slamet Riyadi – Jalan. Dr. Rajiman - Jalan. Joko Tingkir.

## METODE PENELITIAN

### 1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di persimpangan 3 lengan ruas jalan di Kota Surakarta, yaitu persimpangan Jalan. Dr. Rajiman, Jalan. Slamet Riyadi Sukoharjo dan Jalan. Joko Tingkir. Penelitian dilaksanakan pada hari Selasa 29 Januari 2020 dan Sabtu, 01 Februari 2020 pada pukul 07.00-18.00 WIB.

### 2. Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan menggunakan metode observasi/pengamatan di lapangan. Data yang diambil meliputi volume lalu lintas kendaraan, waktu lampu lalu lintas, dan data geometrik jalan.

### 3. Teknik Pengolahan Data

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif. Hasil observasi di lapangan berupa data angka dari jumlah kendaraan yang melewati objek penelitian, selanjutnya diolah dengan membandingkan kajian-kajian yang sudah ada. Hasil pada penelitian ini berupa angka yang berguna untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan dan kadar emisi karbon monoksida di objek penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Geometrik Simpang

Adapun data geometrik simpang ruas jalan Joko Tingkir, jalan Slamet Riyadi, dan jalan Dr. Radjiman adalah sebagai berikut

Tabel 1. Data geometrik simpang

Pendekat	Nama Jalan	Hambatan Samping	Lebar Pendekat
Selatan	Jalan Joko Tingkir	Sedang	6 m
Barat	Jalan Slamet Riyadi	Sedang	6 m
Timur	Jalan Dr. Radjiman	Sedang	5 m

### Data Jumlah Kendaraan

Data jumlah kendaraan didapatkan dari hasil survey *traffic counting* oleh tim survey volume kendaraan (TC). Survey jumlah kendaraan dilakukan di simpang bersinyal pada setiap ruas jalan. Survey dilakukan selama 2 hari, yaitu hari Rabu untuk weekdays dan hari Sabtu untuk weekend. Survey dilakukan 3 kali dalam 1 hari yaitu jam sibuk pagi (07.00-09.00 WIB), jam lengang siang (11.00-13.00 WIB) dan jam sibuk sore (15.00-17.00 WIB). Berdasarkan hasil survey diperoleh data jumlah kendaraan sebagai berikut.

Tabel 2. Data *Traffic Counting*

Nama Jalan	Total Volume Kendaraan onpeak (smp/jam)	Total Volume Kendaraan Offpeak (smp/jam)
	Jalan Joko Tingkir	2621,20
Jalan Slamet Riyadi	3537,60	2648,00
Jalan Dr. Radjiman	3058,80	2528,40

### Data Tundaan Kendaraan

Data tundaan diperoleh dari hasil survey langsung oleh tim survey TC dan tundaan. Prosedur survey tundaan hampir sama dengan Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Waktu pengamatan dilakukan sama dengan *survey traffic counting*.

Tabel 3. Data Tundaan

Nama Jalan	Tundaan Rata-rata Onpeak (det/smp)	Tundaan Rata-rata Offpeak (det/smp)
	Jalan Joko Tingkir	61,56
Jalan Slamet Riyadi	65,42	53,62
Jalan Dr. Radjiman	63,88	52,55

### Data Panjang Antrian Kendaraan

Data panjang antrian diperoleh dari hasil formulir dan alur perhitungan tundaan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Waktu pengamatan dilakukan sama dengan *survey traffic counting*. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. Panjang Antrian Kendaraan

Nama Jalan	Panjang Antrian Onpeak (m)	Panjang Antrian Offpeak (m)
	Jalan Joko Tingkir	136,67
Jalan Slamet Riyadi	96,67	76,67
Jalan Dr. Radjiman	124,00	100,00

### Data Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

Data yang dipakai adalah hasil perhitungan Tundaan dari Form SIG IV berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Prosedur perhitungan konsumsi bahan bakar didapatkan berdasarkan persamaan yang dipublikasikan oleh LAPI-ITB (Isnaeni & Lubis, 2003) saat kendaraan dalam keadaan diam (*idle*).

Tabel 5. Data Konsumsi Bahan Bakar

Nama Jalan	Konsumsi Bahan Bakar Onpeak (Liter)	Konsumsi Bahan Bakar Offpeak (Liter)
	Jalan Joko Tingkir	21,54
Jalan Slamet Riyadi	15,49	11,90
Jalan Dr. Radjiman	16,40	12,68

### Data Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida Kendaraan

Data Pengeluaran Emisi Gas Karbon Monoksida didapat dari perhitungan konsumsi bahan bakar berdasarkan persamaan yang dipublikasikan oleh LAPI-ITB (Isnaeni & Lubis, 2003). Prosedur perhitungan didapatkan dari tabel konversi penelitian suhadi dan febriana (2013).

Tabel 6. Data Kadar emisi gas karbon monoksida

Nama Jalan	Kadar Emisi Gas CO Onpeak	Kadar Emisi Gas CO Offpeak
	( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
Jalan Joko Tingkir	26055	15539
Jalan Slamet Riyadi	12675	9126
Jalan Dr. Radjiman	14560	10571

### Data Pengeluaran Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Kendaraan terhadap Ambang Batas

Menurut Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 menyatakan bahwa Ambang Batas Emisi Udara Nasional untuk Karbon Monoksida (CO) pada pengukuran 1 jam sebesar  $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan pada pengukuran 24 jam sebesar  $10.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

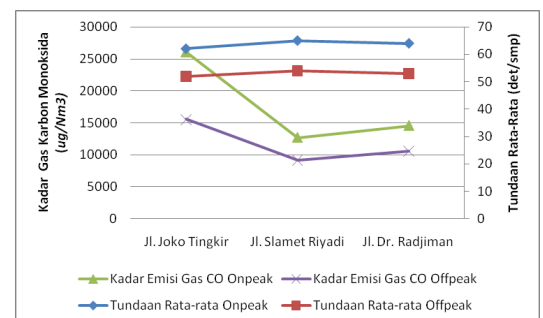
Tabel 7. Pengeluaran Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Kendaraan terhadap Ambang Batas

Nama Jalan	Kadar Emisi Gas CO Onpeak ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Kadar Emisi Gas CO Offpeak ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Baku Mutu Udara Ambient ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Kete
Jalan Joko Tingkir	26055	15539		A
Jalan Slamet Riyadi	12675	9126	30000	A
Jalan Dr. Radjiman	14560	10571		A

Berdasarkan tabel 8 pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan terhadap ambang batas udara ambient, didapatkan hasil bahwa pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan di tiga ruas jalan, baik onpeak maupun offpeak, masih memenuhi standard kualitas udara yang diijinkan, yang dimana tidak melebihi  $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

### Pengaruh Tundaan kendaraan terhadap Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida

Menurut Valentinas M. (dikutip dari Wahyu, 2013:138) dinyatakan bahwa hubungan antara emisi gas kendaraan dengan konsumsi bahan bakar bersifat linier. Hal ini berarti meningkatnya tundaan kendaraan yang terjadi di persimpangan, menyebabkan semakin besar konsumsi bahan bakar dan semakin besar pula emisi gas yang dihasilkan oleh kendaraan.



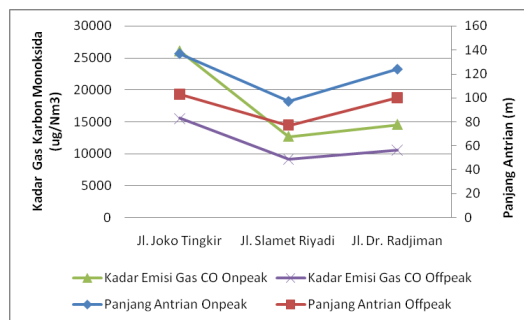
**Gambar 1.** Pengaruh Tundaan kendaraan terhadap Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida

Berdasarkan gambar 1, tundaan tidak berpengaruh terhadap kadar emisi gas karbon monoksida. Tundaan terbesar terjadi di jalan Slamet Riyadi dengan tundaan kendaraan sebesar 65.42 det/smp, konsumsi bahan bakar sebesar 13,73 liter, menghasilkan kadar gas karbon monoksida sebesar  $12675 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Pengeluaran kadar gas karbon monoksida di jalan Joko Tingkir lebih tinggi dibandingkan ruas jalan lainnya karena jumlah kendaraan yang terhenti di jalan tersebut lebih banyak sehingga panjang antrian kendaraan lebih panjang dibandingkan yang lain. Selain itu, kapasitas kendaraan yang ada jalan Joko Tingkir lebih banyak dibandingkan dengan ruas jalan yang lain. Oleh sebab itu, walaupun tundaan yang terjadi di jalan Slamet Riyadi lebih tinggi, tetapi pengeluaran gas karbon monoksida tidak sebanyak di jalan Joko Tingkir.

### Pengaruh Panjang Antrian Terhadap Kadar Gas Karbon Monoksida

Menurut Sianturi (dikutip dari Kartika,

Dadang, & Anisa, 2016:44) menjelaskan bahwa “produksi emisi kendaraan bermotor dipengaruhi oleh volume lalu lintas, panjang perjalanan, kondisi jalan, pola berkendara dan kecepatan”. Hal ini terjadi karena panjang antrian berbanding lurus dengan pengeluaran kadar karbon monoksida kendaraan, yang mana jika panjang antrian kendaraan cukup besar maka mempengaruhi peningkatan pengeluaran kadar karbon monoksida cukup besar.



**Gambar 2.** Pengaruh Panjang Antrian terhadap Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida

Berdasarkan gambar 2, panjang antrian kendaraan berpengaruh terhadap karbon monoksida. Panjang antrian yang terjadi di jalan Joko Tingkir dengan panjang antrian sebesar 136,67 meter menghasilkan kadar emisi gas karbon monoksida (CO) sebesar 26055 µg/Nm<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan kapasitas kendaraan yang terjadi pada waktu tundaan di jalan Joko Tingkir lebih besar dibandingkan jalan yang lain sehingga pengeluaran kadar emisi karbon monoksida kendaraan lebih banyak.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tundaan kendaraan tidak berpengaruh terhadap pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan. Hal ini dikarenakan tundaan tertinggi terjadi di jalan Slamet Riyadi dengan tundaan kendaraan sebesar 65.42 det/smp, konsumsi bahan bakar sebesar 13,73

liter, menghasilkan kadar gas karbon monoksida sebesar 12675 µg/Nm<sup>3</sup>, sedangkan kadar emisi gas karbon monoksida tertinggi terjadi di jalan Joko Tingkir sebesar 26055 µg/Nm<sup>3</sup>.

2. Panjang antrian kendaraan berpengaruh terhadap pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan, sebab volume puncak kendaraan terjadi di sore hari pada waktu onpeak dengan panjang antrian kendaraan tertinggi di jalan Joko Tingkir sebesar 136,67 meter menghasilkan kadar emisi gas karbon monoksida (CO) sebesar 26055 µg/Nm<sup>3</sup>.
3. Pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan, di masing-masing jalan, baik onpeak maupun offpeak, masih memenuhi standard kualitas udara yang diizinkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, yang dimana tidak melebihi 30.000 µg/Nm<sup>3</sup>.

## SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu diadakan penelitian mengenai bahan bakar bebas Timah Hitam (Pb) atau timbal untuk mengurangi pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) pada kendaraan bermotor.
2. Tundaan berpengaruh terhadap pengeluaran kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan, maka sebaiknya dilakukan perbaikan manajemen lalu lintas untuk mengurangi tundaan kendaraan di persimpangan.
3. Wajib melakukan tes uji emisi bagi kendaraan bermotor baru, baik kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat.
4. Nilai kadar emisi gas karbon monoksida (CO) tidak hanya berpengaruh oleh tundaan kendaraan dan panjang antrian kendaraan, namun masih ada faktor lain yang mempengaruhi seperti kecepatan kendaraan, suhu dan kelembaban. Maka sebaiknya peneliti selanjutnya dapat

mengambil faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai kadar emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, H. dan Budi, G.S. 2017. "*Kajian Emisi Kendaraan di Persimpangan Surabaya Tengah dan Timur serta Potensi Pengaruh terhadap Kesehatan Lingkungan Setempat*". Jurnal Wilayah Dan Lingkungan, 5 (2), 113-124.
- Hadis, Christmas S dan Sumarsono Agus. 2013. "*Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api*". e- Jurnal Matriks Teknik Sipil/ Juni 2013 39- 45.
- Putra, Arief Permana. 2012. "*Analisis Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar di Kota Surakarta*". Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Budiyanto, Wahyu. 2014. "*OPTIMASI KINERJA SIMPANG STAGGER BERSINYAL Jalan Slamet Riyadi Sukoharjo - Jalan. Dr. Rajiman - Jalan. Transito - Jalan. Joko Tingkir*". Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Yuliani. 2011. "*Penerapan Jalan Satu Arah (One Way Street) di Kota Surakarta*". Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- F. Tomas, Ricardo et al. 2019. "*Assessing the emission impacts of autonomous vehicles on metropolitan freeways*". Transportation Research Procedia, 47 (2020) 617–624.
- Laguna, Alvaro et al. 2019. "*Computing optimum traffic signal cycle length considering vehicle delay and fuel consumption*". Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 3 (2019) 100021.
- Raditya, Kresna dkk. 2014. "*ANALISIS DAMPAK OPTIMASI SIMPANG BERSINYAL TERHADAP EMISI GAS BUANG*". Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 3, Nomor 1, Tahun 2014, Halaman 66 – 78.
- Jatmiko, Wahyu. 2013. "*Analisis Dampak Pemasangan ATCS Terhadap Emisi Gas Buang (CO<sub>2</sub>) di Jalan. Jend. Sudirman Kota Tangerang*". Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota Volume 9 (2): 134-143 Juni 2013