

KAJIAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO) KENDARAAN BERMOTOR PADA RENCANA JALUR MODA RAYA TERPADU SURABAYA

Hilda Dinda Octarika dan Novirina Hendrasarie

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: Novirina@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu penyumbang pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi. Dilakukan analisis pada jalan-jalan yang direncanakan akan menjadi jalur monorail dan tram di Surabaya. Analisis data terdiri dari dua tahap yaitu pertama menghitung kendaraan menggunakan survei traffic counting digunakan untuk menghitung emisi menggunakan software Mobilev; Road Traffic Exhaust Emission Calculation Model sehingga dapat diketahui nilai emisi gas CO yang dihasilkan dan menggunakan alat CO Aeroqual untuk menghitung kualitas udara ambien. Diperoleh hasil bahwa ada 2 ruas jalan dengan rata-rata di atas 10000 kendaraan yang melintas di jalan Joyoboyo dan jalan Mayjen Sungkono menghasilkan emisi karbon monoksida (CO) yang rata-rata lebih dari 5,0 kg/jam total karbon monoksida (CO), sedangkan kualitas udara ambien yang dihasilkan oleh kedua jalan tersebut melebihi dari baku mutu udara ambien yang ada di Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 yaitu 30,000 $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$. Dengan begitu kedua jalan tersebut dapat dipertimbangkan menjadi rute MRT Surabaya. Untuk simulasi emisi CO yang dihasilkan oleh monorail dan tram sebesar 17.775,80 ton CO/tahun.

Kata kunci: Emisi CO, Udara Ambien, MRT Surabaya, Mobilev

ABSTRACT

Carbon monoxide (CO) is a contributor to air pollution from the transportation sector. An analysis was carried out on the planned roads to become monorail and tram routes in Surabaya. The data analysis consisted of two stages, the first was counting vehicles using a traffic counting survey, which was used to calculate emissions using the Mobilev software; Road Traffic Exhaust Emission Calculation Model so that the value of CO gas emission produced can be seen and use the Aeroqual CO tool to calculate ambient air quality. The results show that there are 2 roads with an average of more than 10000 vehicles passing on Joyoboyo and Mayjen Sungkono roads, which produce carbon monoxide (CO) emissions that average more than 5.0 kg / hour of total carbon monoxide (CO), while The quality of ambient air produced by the two roads exceeds the ambient air quality standard in the Republic of Indonesia Government Regulation No. 41 of 1999, namely 30,000 $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$. In this way, the two roads can be considered as the Surabaya MRT route. For the simulation of CO emissions produced by monorail and tram of 17,775.80 tons CO / year.

Keywords: CO emissions, Ambient air, MRT Surabaya, Mobilev

PENDAHULUAN

Kemacetan, kebisingan dan emisi gas buang yang ditimbulkan akibat penggunaan kendaraan bermotor semakin tidak terkendali. Di kota – kota besar, sektor transportasi menjadi penyumbang terbesar emisi gas yang mencapai 60%, kemudian dari sektor industri 25%, rumah tangga 10% dan sampah sebanyak 5% (Saepudin, 2005 dalam (Kusumawardani, 2017)).

Polusi udara yang timbul akibat tingginya pengguna kendaraan bermotor ini berupa gas karbon. Gas karbon apabila semakin lama semakin tinggi nilainya seiring bertambahnya jumlah kendaraan dapat mengakibatkan dampak buruk bagi lingkungan. Salah satu dampak yang diakibatkan gas karbon dari kendaraan bermotor adalah pemanasan global. Pemanasan global dapat berakibat suhu bumi meningkat dan terjadi perubahan iklim (Adiastari, 2010).

Gas karbon monoksida (CO) merupakan parameter pencemar udara yang sangat perlu diamati karena merupakan polutan yang sangat berbahaya yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, tentunya hal ini mengganggu kesehatan pada manusia. Kendaraan bermotor merupakan sumber utama gas karbon monoksida (CO) terutama pada kendaraan yang sudah usang (Basuki, 2007).

Salah satu strategi untuk mengurangi kemacetan dan tingginya tingkat polusi yakni menurut (Rismaharini, 2008) pembangunan transportasi di Surabaya melalui pengembangan angkutan massal, salah satunya adanya monorail. Dimana monorail ini moda transportasi yang menerapkan teknologi menggunakan energi terbarukan atau ramah lingkungan tidak menggunakan BBM dan hanya menggunakan listrik.

Adapun rencana rute dari moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya untuk jalur monorail akan dibangun untuk jalur timur ke barat dari stasiun kejawan hingga stasiun lidah kulon. Sedangkan untuk jalur tram akan dibangun untuk jalur utara ke selatan dari stasiun joyoboyo hingga stasiun sonokembang. Jalan yang nantinya akan menjadi rute moda raya terpadu merupakan jalan yang besar di Kota Surabaya. Tingginya kendaraan bermotor di jalan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan. Adanya segala macam jenis kendaraan diantaranya mobil ringan, truk kecil, sepeda motor dan bus yang melintas di jalan tersebut ditambah lagi dengan padatnya

kendaraan yang melintas pada jam – jam tertentu dapat mengakibatkan kemacetan lalu lintas. Maka dari itu diperlukan analisa lebih lanjut mengenai besaran konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dari aktivitas transportasi dan kualitas udara yang ada di rute dari rencana moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya terkait kelayakan jalan tersebut yang nantinya dijadikan rute moda raya terpadu Surabaya.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah menggunakan metode survei primer (lapangan) dan sekunder (instansional) pada instansi terkait. Survei primer dilakukan menggunakan *traffic counting* untuk mendapatkan data jumlah kendaraan yang melintas dan mengukur kualitas udara menggunakan alat CO meter. Sedangkan survei sekunder dilakukan untuk mendapatkan data mengenai jumlah lalu lintas harian rata – rata kendaraan pada jam puncak di rute moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya, karakteristik jalan pada instansi terkait dan Studi literatur. Dalam penggunaan *software Mobilev; Road Traffic Exhaust Emission Calculation Model* diperlukan beberapa *Input* data dalam menghitung emisi gas CO kendaraan bermotor diantaranya jumlah kendaraan bermotor, panjang jalan, kategori jalan, posisi jalan, arah jalan, jumlah lajur jalan, dan tingkat kemiringan jalan. Setelah data ini terkumpul maka dapat dilakukan *input* pada *software Mobilev* yang selanjutnya akan diproses oleh *software* ini yang akan menghasilkan jumlah emisi gas CO kendaraan bermotor pada masing – masing jalan. Kemudian mengukur kualitas udara yang ada di rencana rute moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya dengan alat CO meter.

Metode Analisis

Analisa meliputi 2 tahapan yaitu tahapan pertama perhitungan kendaraan lalu lintas harian rata – rata menggunakan survei *traffic counting* untuk *input* menghitung emisi menggunakan *software Mobilev* sehingga dapat diketahui besaran emisi gas CO yang dihasilkan kemudian yang kedua yaitu menghitung kualitas udara ambien menggunakan alat CO Aeroqual. Dalam menghitung lalu lintas harian rata – rata dengan survei *traffic counting* adapun kendaraan yang

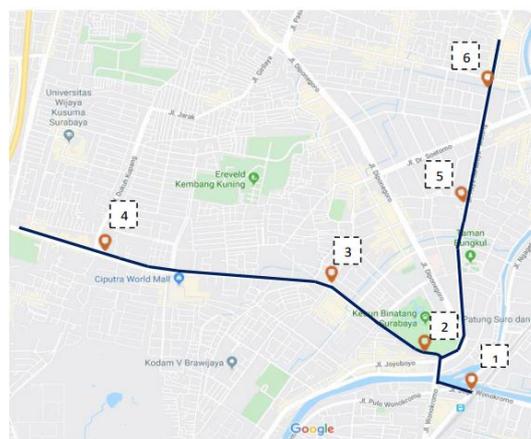
dihitung pada survei ini meliputi *Bus, Light Vehicle, Heavy Vehicle* dan *Motorcycle*. Kategori kendaraan ini disesuaikan dengan *input software Mobilev*. Survei *traffic counting* dan menghitung kualitas udara ambien dengan alat CO Aeroqual ini dilakukan pada jam puncak (*peak hour*) yaitu pada jam 07:00 – 08:00, 12:00 – 13:00 dan 16:00 -17:00 dan dilakukan pada 6 titik sampling di rencana rute monorail dan tram. Durasi dan waktu pengukuran sesuai dengan Lampiran VI Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010.

Pada tahap selanjutnya menghitung emisi gas CO kendaraan bermotor menggunakan *software Mobilev*. Untuk menghitung emisi *road transport* terutama untuk jalan utama dengan *software Mobilev*, terlebih dahulu harus dilakukan tahapan-tahapan persiapan yaitu dengan mengidentifikasi jalan diantaranya panjang jalan, kategori jalan, posisi jalan, arah jalan, jumlah lajur jalan dan tingkat kemiringan jalan. Setelah dilakukan *input data* yang telah disiapkan dan dilanjutkan meng-*input data* lalu lintas harian rata-rata yang telah didapat dari survei lapangan dan data ini dikategorikan berdasar jenis kendaraan selanjutnya *Mobilev* akan mengkalkulasi emisi kendaraan bermotor dan akan muncul *output* dari data tersebut. Begitu juga dengan pengukuran udara ambien menggunakan CO Aeroqual dibutuhkan persiapan langkah-langkah berdasarkan SNI 19-7119.9-2005.

HASIL DAN PEMBAHASAN

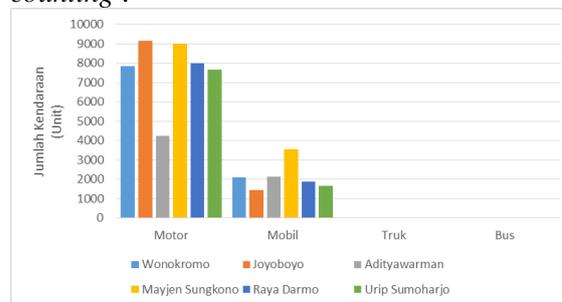
Mengidentifikasi Jumlah Kendaraan yang Melintas di Rencana Rute Moda Raya Terpadu (monorail dan tram) Surabaya

Perhitungan jumlah lalu lintas harian rata-rata di rencana rute moda raya terpadu Surabaya dilaksanakan pada hari Senin 25 November 2019 dan 2 Desember 2019, dan hari Jumat 29 November 2019 dan 6 Desember 2019 mewakili hari kerja dan hari Sabtu 30 November 2019 dan 7 Desember 2019 mewakili akhir pekan. Survei dilakukan pada 6 titik sampling di rencana rute monorail dan tram. Untuk rencana rute moda raya terpadu dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

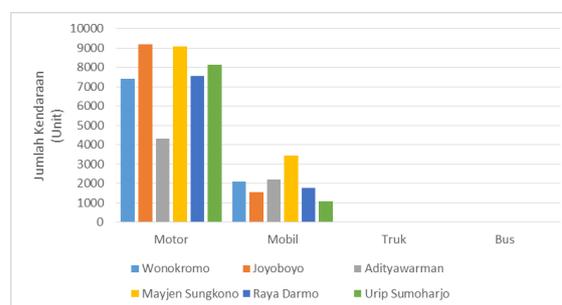


Gambar 1: Rute Monorail dan Tram

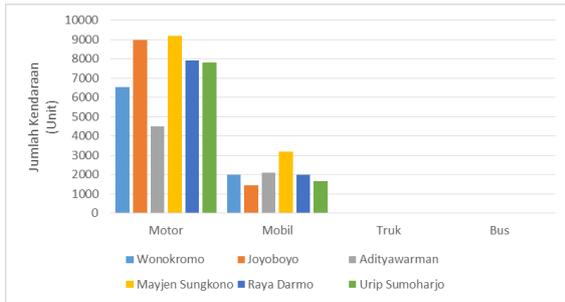
Perhitungan *traffic counting* difokuskan hanya untuk menghitung jumlah kendaraan bermotor saja dan yang berbahan bakar bensin. Sehingga jenis kendaraan yang masuk dalam kategori perhitungan *traffic counting* adalah (1) *Motor*, (2) *LDV*, (3) *HDV* dan (4) *Bus*. Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan pada 6 titik rencana rute monorail dan tram Surabaya. Berikut adalah hasil dari perhitungan *traffic counting* :



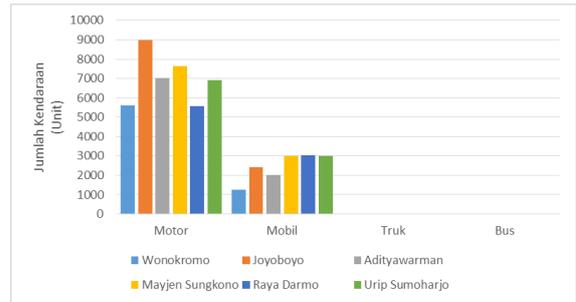
Gambar 2:Traffic Counting Senin Pagi (week 1)



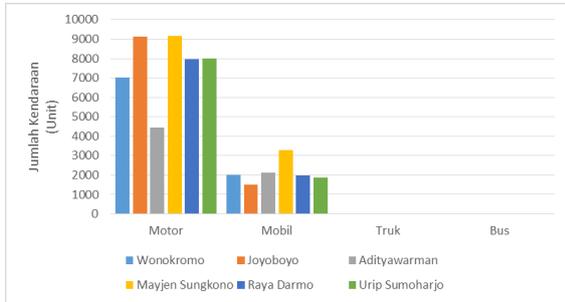
Gambar 3:Traffic Counting Senin Pagi (week 2)



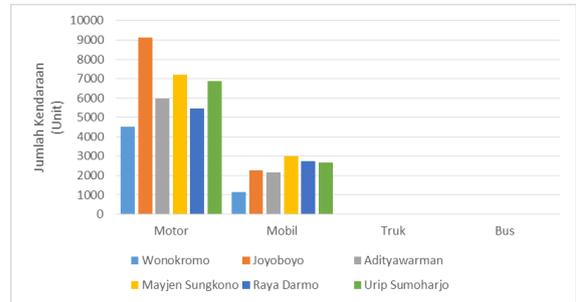
Gambar 4:Traffic Counting Jumat Pagi (week 1)



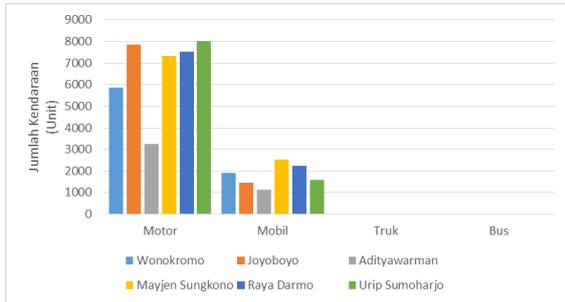
Gambar 9:Traffic Counting Senin Siang (week 2)



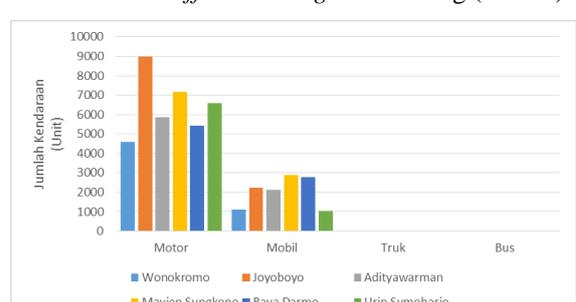
Gambar 5:Traffic Counting Jumat Pagi (week 2)



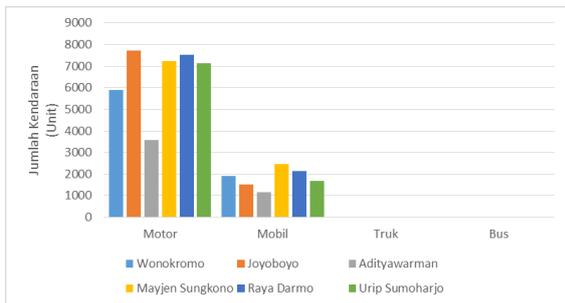
Gambar 10:Traffic Counting Jumat Siang (week 1)



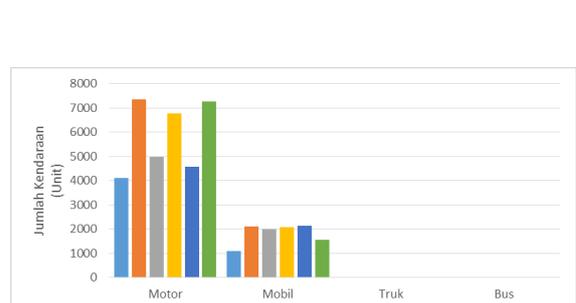
Gambar 6:Traffic Counting Sabtu Pagi (week 1)



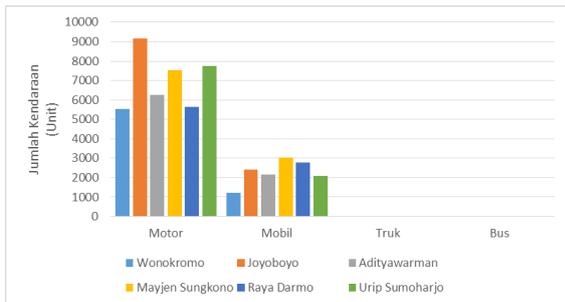
Gambar 11:Traffic Counting Jumat Siang (week 2)



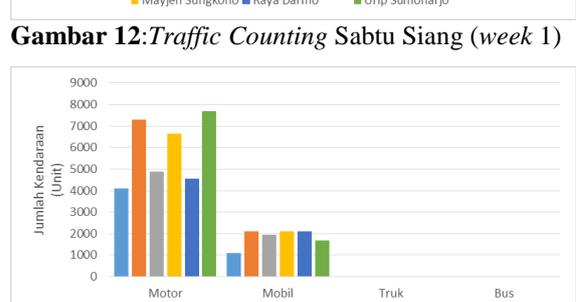
Gambar 7:Traffic Counting Sabtu Pagi (week 2)



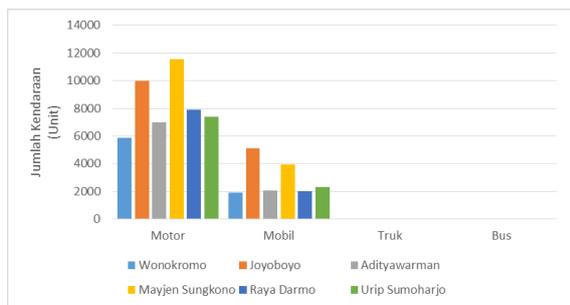
Gambar 12:Traffic Counting Sabtu Siang (week 1)



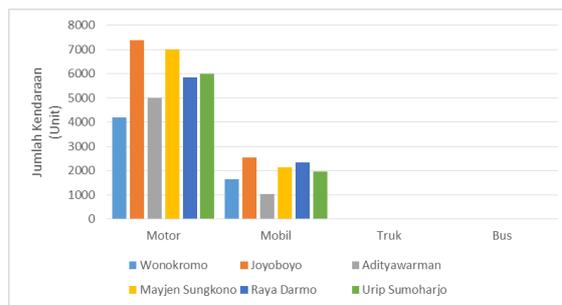
Gambar 8:Traffic Counting Senin Siang (week 1)



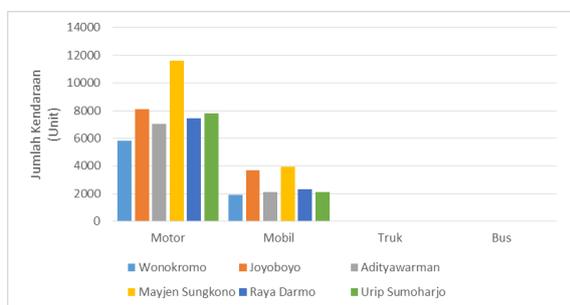
Gambar 13:Traffic Counting Sabtu Siang (week 2)



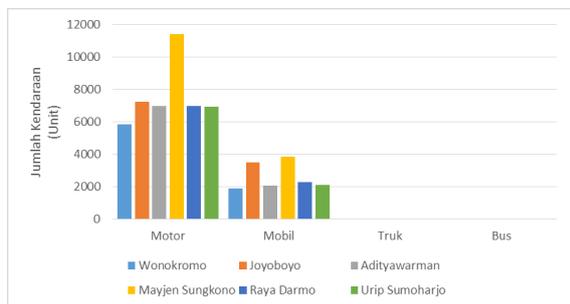
Gambar 14: Traffic Counting Senin Sore (week 1)



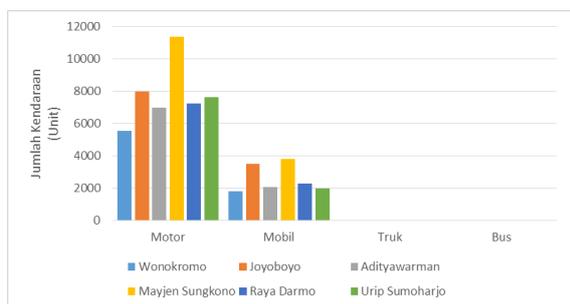
Gambar 19: Traffic Counting Sabtu Sore (week 2)



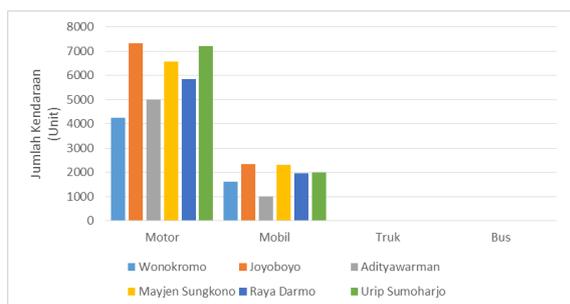
Gambar 15: Traffic Counting Senin Sore (week 2)



Gambar 16: Traffic Counting Jumat Sore (week 1)



Gambar 17: Traffic Counting Jumat Sore (week 2)



Gambar 18: Traffic Counting Sabtu Sore (week 1)

Berdasarkan hasil survei *traffic counting* yang dilakukan pada rencana rute moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan yang melintas mayoritas paling banyak dari kendaraan motor dan mobil. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa Jalan Joyoboyo dan Jalan Mayjen Sungkono ialah jalan yang paling banyak dipadati oleh kendaraan yang melintas dengan jumlah kendaraan yang rata – rata lebih dari 10000 unit. Hal itu terjadi pada hari kerja (*week day*) dimana banyak orang yang memulai aktivitasnya. Sedangkan pada hari akhir pekan jumlah kendaraan rata – rata masih dibawah 10000 unit.

Perhitungan Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Mobilev

Data hasil *traffic counting* didapatkan pada 6 jalan yang menjadi titik pengamatan studi. Perhitungan emisi ini akan dilakukan pada masing – masing jalan yang menjadi titik pengamatan studi hal ini bertujuan untuk mengetahui secara detail wilayah yang memiliki tingkat emisi karbon monoksida (CO) yang tinggi sehingga nantinya dapat tindak lanjuti arahan yang tepat sasaran. Perhitungan emisi karbon monoksida (CO) yang didapatkan melalui *Mobilev*, masih dalam tahap perhitungan timbulan emisi karbon monoksida (CO) per kilomernya belum termasuk total dari seluruh panjang ruas jalan. Untuk mendapatkan hasil timbulan emisi karbon monoksida (CO) kendaraan bermotor di sepanjang ruas jalan wilayah studi maka dilakukan perhitungan antara jumlah emisi karbon monoksida (CO) per kilometer dengan total panjang ruas jalan yang diteliti. Berikut ini merupakan pembagian jalan pada jalan yang menjadi rencana rute moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya :

Tabel 1: Pembagian Jalan Pada Titik Pengamatan

Bagian Jalan	Nama Jalan	Panjang Jalan (m)	Jumlah Lajur Jalan	Arah Jalan
Bagian 1	Jalan Wonokromo	900	4	2
Bagian 2	Jalan Joyoboyo	800	4	2
Bagian 3	Jalan Adityawarman	650	6	2
Bagian 4	Jalan Mayjen Sungkono	2410	6	2
Bagian 5	Jalan Raya Darmo	1530	8	2
Bagian 6	Jalan Urip Sumoharjo	600	8	2

Berdasarkan hasil perhitungan emisi gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang melintas pada jalan yang menjadi rencana rute moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya menggunakan *Mobilev*, didapatkan hasil perhitungan total emisi gas karbon monoksida (CO) yang terbesar dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2: Emisi Gas CO Senin Pagi (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	10630	12,755
JL. Mayjen Sungkono	12591	5,424

Tabel 3: Emisi Gas CO Senin Pagi (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	10784	12,575
JL. Mayjen Sungkono	12579	5,436

Tabel 4: Emisi Gas CO Jumat Pagi (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	10457	12,490
JL. Mayjen Sungkono	12442	5,266

Tabel 5: Emisi Gas CO Jumat Pagi (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	10633	12,415
JL. Mayjen Sungkono	12477	5,271

Tabel 6: Emisi Gas CO Sabtu Pagi (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Mayjen Sungkono	9886	3,706
JL. Raya Darmo	9806	3,513

Tabel 7: Emisi Gas CO Sabtu Pagi (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Mayjen Sungkono	9737	3,792
JL. Raya Darmo	9674	3,511

Tabel 8: Emisi Gas CO Senin Siang (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	11599	12,621
JL. Mayjen Sungkono	10590	5,255

Tabel 9: Emisi Gas CO Senin Siang (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	11392	12,603
JL. Mayjen Sungkono	10681	5,353

Tabel 10: Emisi Gas CO Jumat Siang (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	11389	12,381
JL. Mayjen Sungkono	10228	5,142

Tabel 11: Emisi Gas CO Jumat Siang (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	11242	12,378
JL. Mayjen Sungkono	10060	5,244

Tabel 12: Emisi Gas CO Sabtu Siang (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Mayjen Sungkono	8894	3,788
JL. Raya Darmo	6717	3,040

Tabel 13: Emisi Gas CO Sabtu Siang (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Mayjen Sungkono	8775	3,999
JL. Raya Darmo	6714	3,421

Tabel 14: Emisi Gas CO Senin Sore (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	15053	12
JL. Mayjen Sungkono	15491	55,180

Tabel 15: Emisi Gas CO Senin Sore (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	11809	12,098
JL. Mayjen Sungkono	15556	55,157

Tabel 16: Emisi Gas CO Jumat Sore (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	10754	11,808
JL. Mayjen Sungkono	15296	55,403

Tabel 17: Emisi Gas CO Jumat Sore (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Joyoboyo	11488	11,857
JL. Mayjen Sungkono	15193	54,942

Tabel 18: Emisi Gas CO Sabtu Sore (*week 1*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Mayjen Sungkono	8917	4,537
JL. Raya Darmo	7841	3,300

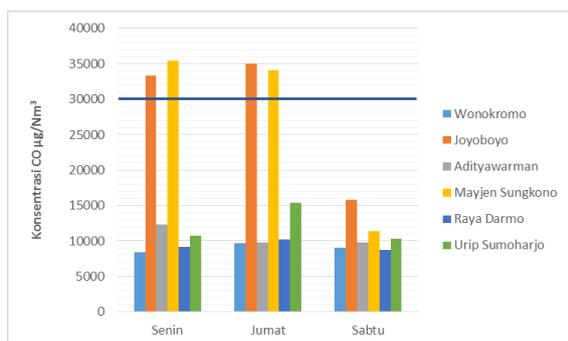
Tabel 19: Emisi Gas CO Sabtu Sore (*week 2*)

Nama Jalan	Jumlah Kendaraan	CO Total (kg/jam)
JL. Mayjen Sungkono	9157	4,560
JL. Raya Darmo	8209	3,160

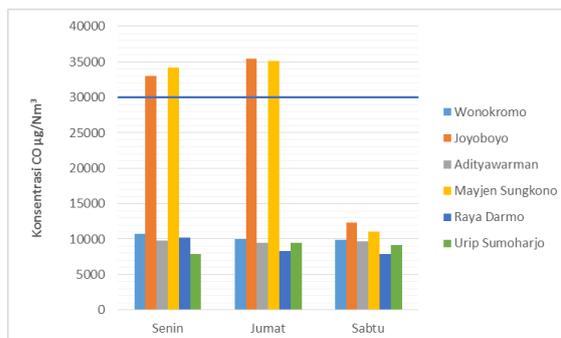
Jalan Joyoboyo dan jalan Mayjen Sungkono menghasilkan nilai emisi karbon monoksida (CO) yang paling besar pada hari kerja yang rata-rata lebih dari 5,0 kg/jam total karbon monoksida (CO) dengan jumlah kendaraan diatas 10000 unit, hal ini bisa menjadi acuan dimana dengan nilai emisi karbon monoksida (CO) yg paling rendah 5,0 kg/jam itu bisa berpotensi untuk mempengaruhi kualitas udara yang ada di sekitar akan tetapi semua tergantung dari karakteristik jalan yang ada dan udara ambien yang dihasilkan. Sedangkan pada hari akhir pekan paling tinggi emisi yang dihasilkan 4,0 kg/jam dengan jumlah kendaraan dibawah 10000 unit.

Perbandingan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dengan Baku Mutu Udara Ambien Nasional

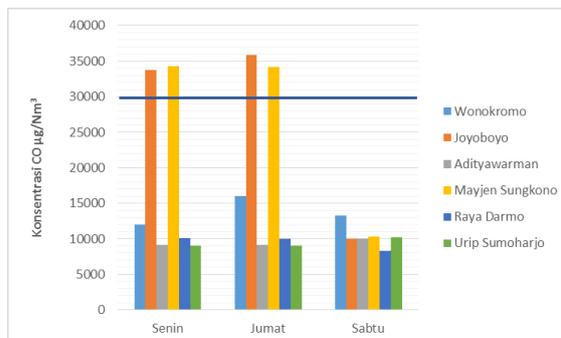
Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999, konsentrasi maksimum pencemar gas karbon monoksida (CO) di udara ambien adalah 30.000 µg/Nm³ dalam keadaan STP 25° = 298°K dan 1 atm untuk waktu pengukuran selama 1 jam. Hasil perbandingan konsentrasi karbon monoksida (CO) di rencana rute moda raya terpadu (monorail dan tram) dengan baku mutu udara Nasional Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 adalah sebagai berikut.



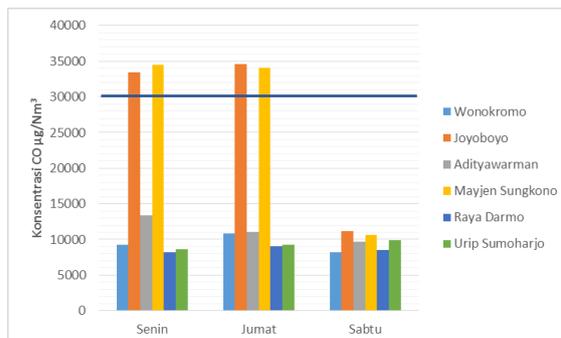
Gambar 20: Konsentrasi CO dengan Baku Mutu waktu Pagi (*week 1*)



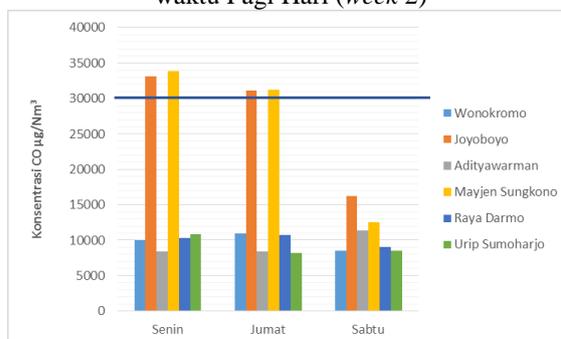
Gambar 21: Konsentrasi CO dengan Baku Mutu waktu Siang (*week 1*)



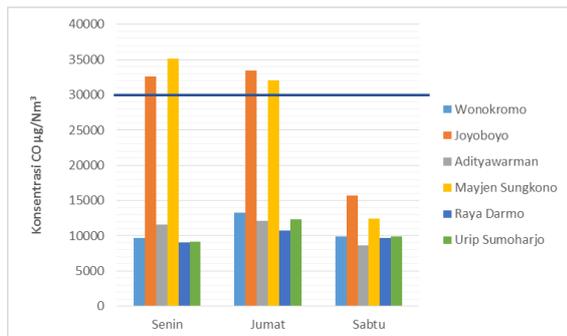
Gambar 22: Konsentrasi CO dengan Baku Mutu waktu Sore Hari (*week 1*)



Gambar 23: Konsentrasi CO dengan Baku Mutu waktu Pagi Hari (*week 2*)



Gambar 24: Konsentrasi CO dengan Baku Mutu waktu Siang Hari (*week 2*)



Gambar 25: Konsentrasi CO dengan Baku Mutu waktu Sore Hari (*week 2*)

Kualitas udara ambien yang dihasilkan dari lalu lintas di jalan Joyoboyo dan Mayjen Sungkono adalah diatas dari 30.000 µg/Nm³ yang artinya melebihi baku mutu udara ambien yang ada di Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999, yaitu batas konsentrasi pencemar gas karbon monoksida (CO) di udara ambien adalah 30.000 µg/Nm³. Dan sedangkan di hari Sabtu (*weekend*) jumlah kendaraan melintas yang dihasilkan jalan Joyoboyo dan Mayjen Sungkono masih dibawah 10000 kendaraan dan kualitas udara ambien yang dihasilkan masih dibawah dari baku mutu udara ambien nasional. Dari hasil akhir penelitian tersebut jalan Joyoboyo dan Mayjen Sungkono dapat dipertimbangkan untuk masuk kategori jalan yang nantinya layak untuk dijadikan rencana rute Moda Raya Terpadu Surabaya (monorail dan tram) jika dilihat dari parameter pencemar udara yakni gas karbon monoksida (CO).

Pengukuran Emisi Karbon Monoksida (CO) Monorail dan Tram

Pemerintah Kota Surabaya (2015) mengatakan bahwa kapasitas untuk monorail dan tram masing – masing 400 dan 200 orang untuk sekali perjalanan, sehingga ada batasan kapasitas angkut dari monorail dan tram setiap harinya. Menurut (Pemerintah Kota Surabaya (2015), dalam (Mulyani, 2017)) pembangunan jalur monorail dan tram terbagi menjadi 2 jalur, yaitu jalur utara – selatan untuk tram dan jalur barat – timur untuk monorail. Kemudian untuk mengetahui banyaknya trip/perjalanan monorail dan tram dalam satu hari, maka dalam penelitian ini menggunakan asumsi jam operasi monorail dan tram adalah 19 jam dalam sehari. Jika monorail dan tram memiliki *headway* 10 menit, maka dalam 19 jam akan memiliki sekitar 114 trip untuk setiap jalurnya. Maka dapat diketahui batasan kapasitas angkut

monorail dan tram dalam satu hari adalah sebagai berikut :

- Jalur tram = 114 trip × 200 orang/hari = 22800 orang/hari
- Jalur Monorail = 114 trip × 400 orang/hari = 45600 orang/hari
- Kapasitas = 68400 orang/hari

Untuk perhitungan beban emisi karbon monoksida (CO) monorail dan tram diasumsikan menggunakan konsumsi energi listrik per kapita dan faktor emisi dari penelitian sebelumnya (Sharma et al., 2014). Perhitungan beban emisi karbon monoksida (CO) tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E_m = EC_m \times EF_{CO} \tag{1}$$

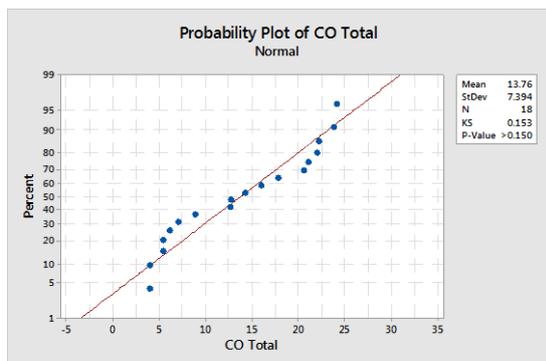
Keterangan :

- E_m = besarnya beban emisi CO dari monorail
- EC_m = total konsumsi energi listrik yang dibutuhkan
- EF_{CO} = faktor emisi

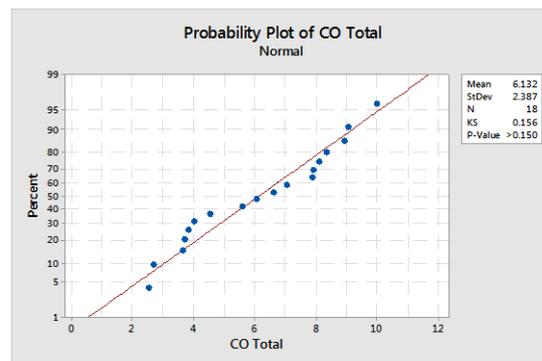
Hasil dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa besarnya emisi CO yang dihasilkan oleh monorail dan tram sebesar 17.775,80 ton CO/tahun. Dan dengan adanya MRT emisi dapat berkurang sekitar 76% apabila masyarakat berpindah dari kendaraan pribadi beralih ke transportasi massal. Untuk Jalan Joyoboyo dan Mayjen Sungkono bisa lebih dipertimbangkan masuk kategori jalan yang nantinya layak untuk dijadikan rencana rute Moda Raya Terpadu Surabaya karena nilai emisi yang dihasilkan tinggi dan mempengaruhi udara ambien sekitar.

Kelayakan Pemodelan Software Mobilev Untuk Menghitung Emisi

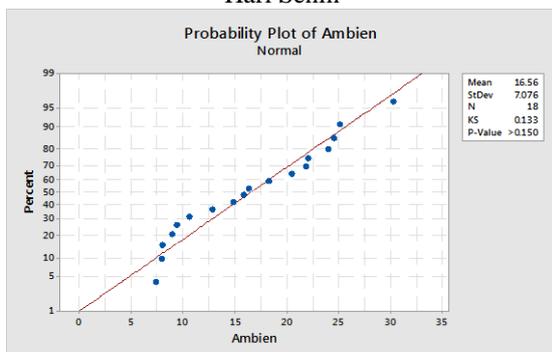
Untuk mengetahui suatu data atau hasil berjalan dengan baik atau normal maka dibutuhkan uji lebih lanjut yakni dengan menggunakan uji statistika. Uji normalitas digunakan untuk menguji apakah data atau residual data telah mengikuti berdistribusi normal. Grafik uji dapat dilihat pada gambar berikut :



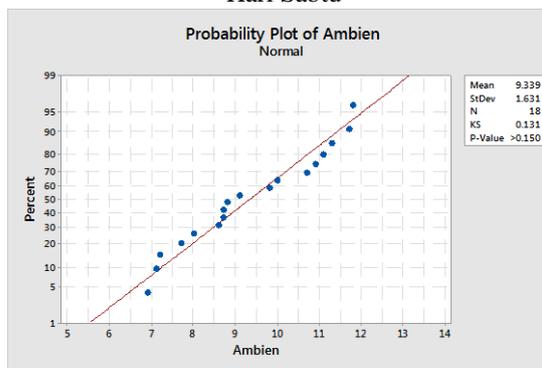
Gambar 26: Uji Normalitas Konsentrasi CO Total Hari Senin



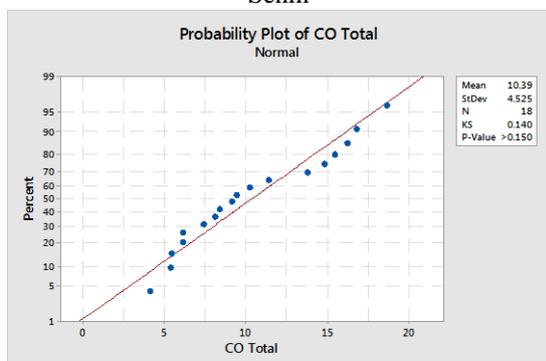
Gambar 30: Uji Normalitas Konsentrasi CO Total Hari Sabtu



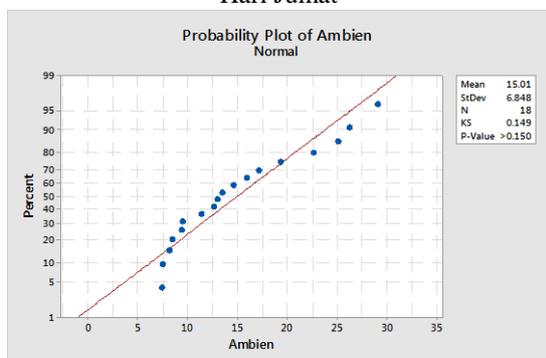
Gambar 27: Uji Normalitas Nilai Ambient Hari Senin



Gambar 31: Uji Normalitas Nilai Ambient Hari Sabtu



Gambar 28: Uji Normalitas Konsentrasi CO Total Hari Jumat



Gambar 29: Uji Normalitas Nilai Ambient Hari Jumat

Didapatkan hasil bahwa semua data mendapatkan $P_value > 0,150$ berarti $P_value > 5\%$, maka H_0 gagal ditolak yang artinya kedua data tersebut telah memenuhi asumsi normalitas. Sedangkan untuk nilai KS uji didapatkan hasil bahwa $KS\ uji < KS\ hitung (0,263)$ artinya kedua distribusi data diatas dinyatakan memenuhi asumsi normalitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Kajian Gas Karbon Monoksida (CO) Kendaraan Bermotor Pada Jalur Moda Raya Terpadu Surabaya, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perhitungan *traffic counting* yang dilakukan pada jam puncak (*peak hour*) di rencana rute moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya pada 6 ruas jalan didapatkan hasil bahwa ada 2 ruas jalan dengan rata – rata diatas 10000 kendaraan yang melintas yakni di jalan Joyoboyo dan jalan Mayjen Sungkono dimana mayoritas kendaraan yang melintas yakni motor dan mobil.
2. Jalan Joyoboyo dan jalan Mayjen Sungkono menghasilkan emisi karbon monoksida (CO) yang rata - rata lebih dari 5,0 kg/jam total karbon monoksida (CO), hal ini bisa

menjadi acuan dimana dengan nilai emisi karbon monoksida (CO) yg paling rendah 5,0 kg/jam itu bisa berpotensi untuk mempengaruhi kualitas udara yang ada di sekitar akan tetapi semua tergantung dari karakteristik jalan yang ada dan udara ambien yang dihasilkan. Sedangkan nilai udara ambien untuk parameter pencemar udara jenis karbon monoksida (CO) di rencana rute moda raya terpadu (monorail dan tram) Surabaya jalan Joyoboyo dan Mayjen Sungkono melebihi baku mutu udara ambien yang ada di Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999. Untuk emisi CO yang dihasilkan oleh monorail dan tram sebesar 17.775,80 ton CO/tahun. Emisi ini ternyata lebih kecil dari emisi yang dihasilkan oleh kendaraan pribadi.

3. Uji normalitas mengenai kelayakan pemodelan *Software Mobilev* untuk menghitung emisi didapatkan hasil bahwa distribusi data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas. Sehingga hasil perhitungan emisi CO dari pemodelan *Software Mobilev* bisa dikatakan layak atau bisa diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiastari, R. (2010). Kajian mengenai kemampuan ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi karbon di kota Surabaya. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Basuki, K. T. (2007). Penurunan Konsentrasi CO Dan NO Pada Emisi Gas Buang Dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO₂ Lokal Pada Karbon Aktif. *Jurnal Forum Nuklir*, 1(1), 45-64.
- Kusumawardani, D. N., A.M. (2017). Analisis Besaran Emisi Gas CO₂ Kendaraan Bermotor Pada Kawasan Industri SIER Surabaya. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*.
- Mulyani, S. (2017). Perubahan Emisi Karbonmonoksida Setelah Pindahan Kendaraan Pribadi Ke Kendaraan Berbasis *Online* dan Monorel-Trem Di Kota Surabaya.
- Rismaharani, T. (2008). Pengembangan Infrastruktur Kota Surabaya, Antara Problem Dan Solusi.
- Sharma, N., Singh, A., Dhyani, R., & Gaur, S. (2014). Emission reduction from MRTS projects—a case study of Delhi

metro. *Atmospheric Pollution Research*, 5(4), 721-728.