

## ANALISIS PENYEBARAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DARI SUMBER TRANSPORTASI DI JALAN RAYA KERTAJAYA INDAH SURABAYA

Guruh Annas Setyo<sup>1)</sup>, Rachmanu Eko Handriyono<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,  
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,  
Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya  
e-mail: [guruhsetyo25@gmail.com](mailto:guruhsetyo25@gmail.com)

### Abstrak

Transportasi merupakan salah satu sumber pencemaran udara terbesar di perkotaan, salah satunya di Kota Surabaya yang mengalami pertumbuhan penduduk setiap tahunnya. Hal ini berpotensi meningkatnya jumlah kendaraan bermotor sehingga menghasilkan polusi udara berupa Karbon Monoksida (CO) yang berasal dari emisi kendaraan bermotor. Jalan Raya Kertajaya Indah merupakan daerah yang mengalami kemacetan di waktu pagi dan sore hari. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan kajian kualitas udara ambien Karbon Monoksida (CO) dari sumber transportasi di Jalan Raya Kertajaya Indah dengan pengukuran langsung dan pemodelan Gauss menggunakan pemetaan penyebaran dengan software Meti-Lis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melalui survey dan observasi lapangan pada hari Senin, Rabu, dan Jum'at selama 2 minggu pada jam puncak. Hasil pengamatan pada pengukuran langsung menunjukkan bahwa nilai terbesar konsentrasi CO pada Jalan Raya Kertajaya Indah sebesar 7283  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Sedangkan hasil pemodelan gauss menunjukkan nilai konsentrasi CO tertinggi di Jalan Raya Kertajaya Indah sebesar 15058,39  $\mu\text{g}/\text{m.s}$ . Untuk sebaran dispersi CO menggunakan software Meti-Lis pada Jalan Raya Kertajaya Indah terjadi pada kawasan permukiman di Jalan Kertajaya Indah Tengah I – Jalan Kertajaya Indah IV.

**Kata kunci:** Gauss, Karbon Monoksida, Software Meti-Lis.

### Abstract

Transportation is one of the largest sources of air pollution in urban areas, one of which is in Surabaya city which experiences an increase in population every year. This has the potential to increase the number of motor vehicles resulting in air pollution in the form of Carbon Monoxide (CO) derived from motor vehicle emissions. Kertajaya Indah highway is an area that experiences congestion in the afternoon and evening. The purpose of this study was to conduct a study of carbon monoxide (CO) ambient air quality from transportation sources on Kertajaya Indah highway with direct measurement and Gauss modeling using deployment mapping with Meti-Lis software. The method used in the study was through surveys and field observations on Mondays, Wednesdays, and Fridays for 2 weeks during peak hours. The results of observations on direct measurements showed that the largest value of CO concentration on Kertajaya Indah highway amounted to 7283  $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$ . While gauss modeling results showed the highest CO concentration value on Kertajaya Indah highway of 15058.39  $\mu\text{g} / \text{m.s}$ . For the distribution of CO dispersion using Meti-Lis software on Kertajaya Indah occurs in residential areas on Kertajaya Indah Tengah I – Kertajaya Indah IV roads.

**Keywords:** Carbon Monoxide, Gauss, Meti-Lis Software.

## 1. PENDAHULUAN

Kota Surabaya merupakan kota besar dan sangat padat dengan jumlah penduduk pada tahun 2019 sebanyak 3,15 juta jiwa (BPS Kota Surabaya). Kota Surabaya menjadi pusat di beberapa sector seperti Kawasan industry, perkantoran, Pendidikan dan perdagangan yang memerlukan transportasi untuk menunjang segala kegiatannya sehingga volume lalu lintas

menjadi tinggi dan mengakibatkan kemacetan salah satunya Jalan Raya Kertajaya Indah. Kemacetan lalu lintas di Kota Surabaya terjadi pada jam – jam sibuk yaitu jam 07.00 dan 16.00 WIB.

Kendaraan roda dua mengalami peningkatan sebesar 7,03% per tahun dari 1.944.802 kendaraan tahun 2015 menjadi 2.081.449 kendaraan tahun 2016 dan 2.159.069 kendaraan pada tahun 2017 (Priyambodo). Hal ini mengakibatkan lalu lintas di Kota Surabaya memberikan dampak negatif berupa pencemaran udara dari emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan. Aktivitas kendaraan merupakan salah satu polutan utama yang dihasilkan oleh aktivitas pembakaran bahan bakar minyak seperti Karbon Monoksida (CO) yang dapat mencemari kualitas udara.

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berbau, tidak berwarna, tidak memiliki rasa, dan cenderung tidak berpengaruh kepada tumbuhan atau material tetapi memberikan dampak yang sangat buruk pada manusia (Diken et al.). Pengendalian pencemaran udara perlu dilakukan untuk mendapatkan kualitas udara yang baik salah satunya dengan mengukur kualitas udara ambien dan memetakan penyebaran dari pencemaran tersebut menggunakan software Meti-Lis. Sehingga diketahui pola sebaran gas CO di Jalan Raya Kertajaya Indah.

## **2. BAHAN DAN METODE**

### **Persiapan Penelitian**

Penelitian ini menganalisis konsentrasi CO (Karbon Monoksida) dari sumber transportasi di Jalan Raya Kertajaya Indah menggunakan persamaan Gauss dan pemetaan sebaran dengan software Meti-Lis. Lokasi pengamatan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Titik Pengamatan Jalan Raya Kertajaya Indah

## Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada tahap awal yaitu data primer berupa pengukuran langsung konsentrasi CO menggunakan alat CO Meter, menghitung jumlah kendaraan berdasarkan jenis kendaraan, laju emisi. Data sekunder diperoleh dari BMKG Perak II Surabaya berupa data factor meteorologi berupa arah dan kecepatan angin, temperatur, kelembaban, lama penyinaran matahari, dan intensitas cahaya matahari.

## Perhitungan Konsentrasi CO Menggunakan Model Gauss

Tahapan perhitungan konsentrasi CO menggunakan Model Gauss dari sumber garis adalah menghitung laju emisi kendaraan, pengaruh meteorologi dan konsentrasi CO. Arah dan kecepatan angin digunakan untuk memperkirakan pola dispersi pencemar udara.

Rumus matematis Model Gauss dapat dijabarkan sebagai berikut:

### 1. Laju Emisi

$$Q_{CO} = \left( \sum_{i=1}^n EF_i \times V \right) \times t \quad \dots (1)$$

Dimana  $Q_{CO}$ = Total laju emisi (gram/km.jam),  $EF$ = Faktor emisi setiap kendaraan (g/km),  $V$ = Jumlah kendaraan (kendaraan/jam),  $i$ = Tipe/Jenis Kendaraan,  $T$ = Lama waktu pengamatan (jam). Tabel 1 adalah tabel factor emisi kendaraan bermotor di Indonesia.

**Tabel 1.** Faktor Emisi (KLH, 2013)

No	Kategori	CO (g/km)
1	Sepeda Motor	14
2	Mobil	32,4
3	Bis	11
4	Truk	8,4

**Sumber:** KLH,2013

### 2. Pengaruh Meteorologi

$$\sigma_z = cX^d + f \quad \dots (2)$$

Dimana  $\sigma_z$ = koefisien disperse vertical (m),  $x$ = Jarak pengukuran (m),  $c$ ,  $d$  dan  $f$ = Konstanta stabilitas atmosfer. Tabel 2 adalah tabel konstan stabilitas atmosfer.

**Tabel 2.** Konstan Stabilitas Atmosfer (Martin, 1976 dalam Cooper dan Alley, 1994)

Kelas Stabilitas	a	b	x < 1 km			x > 1 km		
			c	d	f	c	d	f
a	213	0,894	440,8	1,941	9,27	459,7	2,094	-9,6
b	156	0,894	106,6	1,149	3,3	108,2	1,098	-2
c	104	0,894	61	0,911	0	61	0,911	0
d	68	0,894	33,5	0,725	-1,7	44,5	0,156	-13

Kelas Stabilitas	a	b	x < 1 km			x > 1 km		
			c	d	f	c	d	f
e	50,5	0,894	22,8	0,678	-1,3	55,4	0,35	-34
f	34	0,894	14,35	0,74	-0,35	62,6	0,18	-48,6

**Sumber:** Martin, 1976 dalam Cooper dan Alley, 1994

### 3. Konsentrasi CO

$$C(x,z) = \frac{2q}{(2\pi)^{0,5}u\sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right] \dots (3)$$

Dimana C= Konsentrasi polutan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), q= laju emisi ( $\text{g}/\text{m.s}$ ), EF= Faktor emisi ( $\text{g}/\text{km}$ ), u= kecepatan angin ( $\text{m.s}$ ), H= Ketinggian efektif sumber emisi (m),  $\sigma_z$ = Koefisien disperse vertical (m)

### Pengukuran Konsentrasi CO Secara Langsung

Pengukuran konsentrasi CO secara langsung adalah mengukur konsentrasi CO dari sumber transportasi di Jalan Raya Kertajaya Indah dengan menggunakan alat CO Meter, dengan titik koordinat berada pada koordinat  $7^\circ 16' 49.64''\text{S}$   $112^\circ 46' 44.02''\text{E}$

### Validasi Model

Penelitian ini menggunakan validasi model IOA (*Index of Agreement*). IOA merupakan ukuran standar dari tingkat kesalahan prediksi model dan memiliki rentang nilai dari 0 dan 1 (Dito dan Handriyono). Nilai 1 menunjukkan kecocokan, dan 0 menunjukkan ketidakcocokan sama sekali. Nilai IOA dihitung dengan

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n ((P_i - O) + (O_i - O))^2} \dots (4)$$

dimana P= Konsentrasi CO terhitung, O= Konsentrasi CO terukur, Omean= Konsentrasi CO rata - rata dari konsentrasi CO terukur.

### Pengolahan Data Meteorologi

Pada penelitian ini pengolahan data meteorologi dilakukan dalam 2 format yaitu format Amedas dan format Samson file. Format dalam bentuk Samson file digunakan untuk aplikasi WR- PLOT, dimana aplikasi ini digunakan untuk menggambarkan (*windrose*) arah angin dan kecepatan angin dalam satu tahun. Sedangkan format data meteorologi dalam bentuk Amedas.in.scv digunakan untuk penginputan data dalam aplikasi Meti-Lis, dimana pada aplikasi Meti-Lis hanya membaca file meteorologi dengan format tersebut.

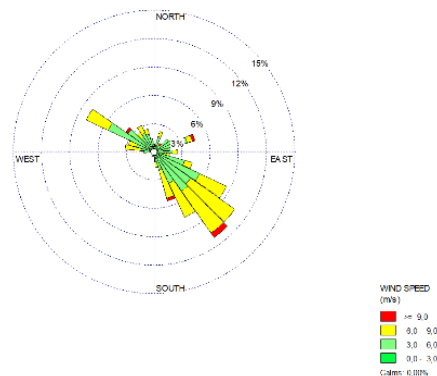
### **Pengolahan Data pada Meti-Lis**

Pada penelitian ini proses pengolahan data pada aplikasi Meti-Lis versi 2.03 yaitu dengan menginputkan data yang sesuai dengan prosedur dari aplikasi tersebut, berikut proses pengolahan data pada program Meti-Lis: *Input Objective Substance, Input Operation Pattern, Input Data Meteorologi, Input Peta, Input Line Source, Input Data Gedung, Input Data Receptor, Input Calculation Case, Isopleth.*

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kondisi Arah dan Kecepatan Angin**

Untuk mengetahui distribusi angin dalam penelitian ini digunakan software wrplot untuk menganalisis data. Data arah angin dan kecepatan angin selama 1 tahun diinputkan kedalam software. Output yang dihasilkan berupa windrose kota Surabaya dapat dilihat berupa gambar 2.



**Gambar 2.** Hasil Windrose tahun 2020

Berdasarkan gambar 2. menunjukkan hasil windrose Stasiun BMKG Perak Tahun 2020. Disajikan dalam format melingkar, Wind Rose menunjukkan frekuensi angin bertiup dari arah tertentu selama periode tertentu. Panjang masing-masing lingkaran berhubungan dengan frekuensi tiupan angin dari arah tertentu per satuan waktu. Setiap lingkaran konsentris mewakili frekuensi yang berbeda, yang berasal dari nol di pusat untuk meningkatkan frekuensi di lingkaran luar. Secara umum angin bergerak dari tenggara ke barat daya dengan frekuensi angin sekitar 10%. Jika angin berhembus cepat, maka jarak persebaran polutan akan semakin jauh.

### Hasil Pengamatan Kepadatan Lalu Lintas dan Perhitungan Beban Emisi

Hasil pengamatan yang telah dilakukan di Jalan Raya Kertajaya Indah untuk pengambilan data volume kendaraan dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Volume kendaraan

Pengamatan	Hari	Waktu	Total Kendaraan
<b>Minggu I</b>	05/04/2021	Pagi	4031
		Sore	5332
	07/04/2021	Pagi	3596
		Sore	5484
	09/04/2021	Pagi	3927
		Sore	6209
<b>Minggu II</b>	12/04/2021	Pagi	3750
		Sore	5452
	14/04/2021	Pagi	4749
		Sore	6256
	16/04/2021	Pagi	5331
		Sore	8106

**Sumber:** Hasil Pengamatan, 2021

Perhitungan laju emisi dihitung menggunakan **persamaan 1** dengan menggunakan factor emisi pada **Tabel 1** dan berikut adalah hasil dari perhitungan tersebut:

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Beban Emisi CO

Pengamatan	Hari	Waktu	Laju Emisi ( $\mu\text{g}/\text{m.s}$ )
<b>Minggu I</b>	05-Apr-21	Pagi	19573,7
		Sore	28671,3
	07-Apr-21	Pagi	17654,9
		Sore	31425,9
	09-Apr-21	Pagi	19306,4
		Sore	33696,8
<b>Minggu II</b>	12-Apr-21	Pagi	18688,6
		Sore	30947,7
	14-Apr-21	Pagi	22581,3
		Sore	32190,1
	16-Apr-21	Pagi	25360,4
		Sore	39690,6

**Sumber:** Hasil Perhitungan, 2021

Berdasarkan tabel diatas, kepadatan kendaraan tertinggi terjadi pada sore hari tanggal 16 April 2021 dengan total kendaraan yang melintas sebanyak 8106 buah dengan laju emisi yang dihasilkan sebesar 39690,6  $\mu\text{g}/\text{m.s}$

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran konsentrasi CO secara langsung menggunakan CO Meter dan perhitungan dengan Gauss. Tabel 7. merupakan hasil konsentrasi CO pengukuran langsung dan perhitungan Gauss.

**Tabel 5.** Konsentrasi CO Pengukuran langsung dan Perhitungan Gauss

Hari	Waktu	Konsentrasi pengukuran langsung ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Konsentrasi perhitungan Gauss ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
05-Apr-21	Pagi	4217	5181,38
	Sore	2300	8049,65
07-Apr-21	Pagi	1917	5380,67
	Sore	4217	15058,39
09-Apr-21	Pagi	3067	4922,31
	Sore	4983	7340,29
12-Apr-21	Pagi	4217	4101,93
	Sore	6133	7086,3
14-Apr-21	Pagi	5367	5586,18
	Sore	7283	8882,37
16-Apr-21	Pagi	6133	12143,86
	Sore	5367	14131,04

**Sumber:** Hasil Pengamatan, 2021

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat Nilai konsentrasi hasil pengukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil pemodelan. Konsentrasi CO hasil pengukuran langsung di Jalan Raya Kertajaya Indah tertinggi terjadi pada sore tanggal 16 April 2021 sebesar 6133  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan untuk konsentrasi CO hasil perhitungan Gauss di Jalan Raya Kertajaya Indah tertinggi terjadi pada sore tanggal 7 April 2021 sebesar 15058,39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sedangkan nilai terkecil yaitu pada hari Rabu (07 April 2021) Minggu I sebesar 1917  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Kecilnya nilai konsentrasi juga disebabkan oleh kondisi cuaca yang pada saat itu hujan sehingga menyebabkan sedikitnya kendaraan yang melintas jika dibandingkan dengan hari-hari yang lainnya.

Dari hasil pengukuran langsung di Jalan Raya Kertajaya Indah jika dibandingkan dengan Baku Mutu (Anonim) menyatakan bahwa konsentrasi CO pada Jalan Kertajaya Indah masih memenuhi baku mutu, dengan nilainya berada di bawah 30.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

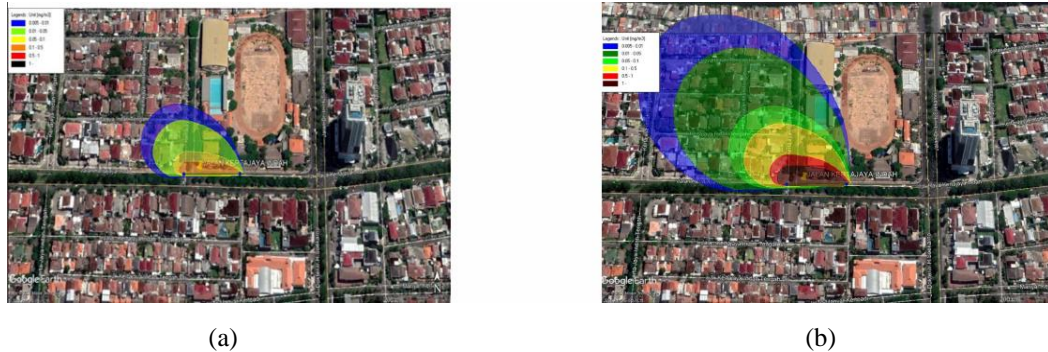
### **Validasi Model**

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa validasi CO menunjukkan nilai *Index of Agreement* (IOA) sebesar 0,8 menandakan bahwa validasi model mendekati angka 1. Nilai dengan rentang nilai 0,8-1 menandakan bahwa tingkat kesesuaian antara model dengan hasil



pengukuran tinggi, sehingga model bisa untuk digunakan atau tingkat kepercayaan model cukup tinggi (Willmott et al.).

### Sebaran Konsentrasi CO dengan Meti-Lis



**Gambar 4.** a) Sebaran CO Pengukuran langsung, b) Sebaran CO Pemodelan Gauss

Berdasarkan gambar 4. Sebaran CO pengukuran dapat dilihat hasil Windrose di Jalan Raya Kertajaya Indah menggunakan hasil windrose pada Gambar 2. angin bergerak dari tenggara menuju barat laut yang menyebabkan hasil dispersi CO menuju ke arah barat laut. Zona kuning pada Jalan Kertajaya Indah seluas 191,31 m<sup>2</sup>. Zona hijau 324,52 m<sup>2</sup> seluas dan Zona biru seluas 469,52 m<sup>2</sup>. Daerah yang terkena dampak dari polutan CO di Jalan Kertajaya Indah adalah Kawasan permukiman di Jalan Kertajaya Indah Tengah I – Jalan Kertajaya Indah IV.

Sedangkan sebaran CO pemodelan memperlihatkan bahwa angin bergerak dari tenggara menuju barat laut yang menyebabkan sebaran CO hasil pemodelan di Jalan Raya Kertajaya Indah menuju ke arah barat laut. Konsentrasi maksimum CO hasil pemodelan yaitu pada titik pengambilan sampel lalu menyebar dengan konsentrasi 5821,6 µg/m<sup>3</sup> yang ditandai dengan zona hitam seluas 153,4 m<sup>2</sup>. Zona Merah seluas 61 m<sup>2</sup>, Zona Orange seluas 315 m<sup>2</sup>, Zona Kuning 277 m<sup>2</sup>, Zona Hijau Seluas 889 m<sup>2</sup>, Zona biru seluas 977 m<sup>2</sup>. Daerah yang terkena dampak dari polutan CO di Jalan Raya Kertajaya Indah adalah Jalan Kertajaya Indah adalah Kawasan permukiman di Jalan Kertajaya Indah Tengah I – Jalan Kertajaya Indah IV.

Selain itu, dapat dilihat bahwa sebaran CO hasil pengukuran lebih kecil dibandingkan sebaran CO hasil Pemodelan. Hal ini dikarenakan masing – masing jalan memiliki karakteristik yang berbeda beda. Jalan Raya Kertajaya Indah memiliki karakteristik terdapat banyak pepohonan di sekitar jalan. Selain itu, dalam pemodelan tidak memperhitungkan keberadaan pepohonan yang dapat menjadi pereduksi gas CO. Keberadaan pepohonan



sebagai identitas kota dan estetika, pelestarian dan penyaring partikel padat, penyerap CO, CO<sup>2</sup>, dan penghasil O<sup>2</sup> sekaligus peredam kebisingan dan penahan angin (Boediningsih).

#### **4. KESIMPULAN**

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai terbesar konsentrasi CO pada Jalan Raya Kertajaya Indah sebesar 7283 µg/Nm<sup>3</sup> pengukuran pada Hari Rabu Sore, 14/04/2021 dan nilai terendah sebesar 1917 µg/Nm<sup>3</sup> pengukuran pada Hari Rabu Pagi, 07/04/2021. Seluruh hasil pengukuran masih berada di bawah baku mutu.
2. Nilai konsentrasi CO pemodelan terbesar di Jalan Raya Kertajaya Indah tertinggi pada hari Rabu Pagi 07/04/2021 sebesar 15058,39 µg/m.s. Seluruh hasil pengukuran memenuhi baku mutu.
3. Sebaran konsentrasi CO pada Jalan Raya Kertajaya Indah sebesar 211,11 µg/m<sup>3</sup>. Sebaran dispersi CO pada Jalan Raya Kertajaya Indah terjadi pada Kawasan permukiman di Jalan Kertajaya Indah Tengah I – Jalan Kertajaya Indah IV.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. Peraturan pemerintah No 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara. Jakarta. Kementrian Lingkungan Hidup, 1999.
- Boediningsih, Widyawati. "Dampak Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Polusi Udara Kota Surabaya." *Jurnal Fakultas Hukum*, vol. XX, 2011, hal. 119–38.
- Diken, Yus Damara, et al. "Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (Co) Di Sekitar Jl. Pemuda Akibat Kegiatan Car Free Day Menggunakan Program Caline4 Dan Surfer (Studi Kasus: Kota Semarang)." *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 1, 2017, hal. 1–14, <https://media.neliti.com/media/publications/192188-ID-analisis-dampak-kualitas-udara-karbon-mo.pdf>.
- Dito Febian Mahendra, dan Rachmanu Eko Handriyono. "ANALISA DISPERSI NO2 DARI KEGIATAN INDUSTRI PENGASAPAN IKAN DI TAMBAK WEDI SURABAYA MENGGUNAKAN MODEL GAUSS POINT SOURCE." *Seminar Teknologi Perencanaan, Lingkungan dan Insfratruktur FTSP ITATS*, no. 2, 2019, hal. 454–58.
- Priyambodo. "Analisis Korelasi Jumlah Kendaraan dan Pengaruhnya Terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur." *Warta Penelitian Perhubungan*, vol. 30, no. 1, 2018, hal. 59, doi:10.25104/warlit.v30i1.634.
- Surabaya, BPS Kota. Kota Surabaya Dalam Angka 2020. Diedit oleh BPS Kota Surabaya, BPS Kota Surabaya/BPS-Statistics of Surabaya Municipality, 2020, <https://surabayakota.bps.go.id/publication.html>.
- Willmott, Cort J., et al. "A refined index of model performance." *International Journal of Climatology*, vol. 32, no. 13, 2012, hal. 2088–94, doi:10.1002/joc.2419.