

Analisis Tingkat Pencemaran Udara Di Pusat Pertokoan Pancor Lombok Timur Berbasis Caline-4

Etí Kurniati*¹, Maitsa Fikri Nabila²

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa

² Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa

*e-mail: eti.kurniawati@uts.ac.id

ABSTRAK

Kepadatan lalu lintas sering dijumpai pada beberapa titik pada suatu wilayah misalnya pusat pertokoan atau pasar tradisional, tidak terkecuali pada Pusat Pertokoan Pancor (PTC) Lombok Timur. Kepadatan disebabkan oleh lokasi yang berdekatan dengan perempatan jalan yang tidak bersinyal. Akibat dari kepadatan ini yaitu terjadinya pencemaran udara dari gas buang kendaraan bermotor dengan kualitas bahan bakar minyak yang digunakan tidak baik. Penelitian ini menganalisis penyebaran konsentrasi emisi pencemaran di udara ambien salah satunya dengan menggunakan software Caline-4 yang merupakan model kualitas udara line source yang dikembangkan oleh California Department of Transportation (Caltrans), pada tiga waktu yaitu pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WITA, untuk mewakili waktu pagi, siang dan sore hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat polutan karbon tertinggi terjadi pada pagi hari sebesar 11.5 ppm, sedangkan pada siang dan sore hari tingkat polutan mulai menurun berturut-turut sebesar 3,1 ppm dan 1,2 ppm. Sementara untuk pola sebaran konsentrasinya pencemar CO pagi hari yaitu berwarna kuning-hijau dengan arah angin utara daya sebesar 0° dan berwarna kuning hijau dengan arah angin selatan pada siang dan sore hari sebesar 192°. Emisi sumber bergerak pada simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur tidak melebihi baku mutu udara menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 Tahun 1999.

Kata kunci : Caline-4; polutan CO; pusat pertokoan; simpang tak bersinyal

ABSTRACT

Traffic density is often found at some public areas like shopping center or a traditional market, one of which is Pancor Shopping Center (PTC) of the eastern corner in East Lombok. The PTC area is near the non-signal road, which potentially increase air pollution. The air pollution mainly associate with emission from motorized vehicles using poor fuel quality and traffic behavior on the road. Estimating the spread of air pollution in terms of emissions concentrations in the air, the caline-4 software is used as an air quality line source model developed by the California Department of Transportation (CALTRANS).

This study shows that the highest carbon pollutant levels occur in the morning at 07.00 am by 11.5 ppm and then the pollution decreases on 12.00 and 17.00 pm (respectively by 3.1 ppm and 1.2 ppm). The distribution pattern of concentration of CO pollutant in the morning is the green yellow with the southwest wind as a big as 0° and at the 12.00 pm and 15.00 pm as a big as 192° with the green yellow colours and south wind direction. Emission of CO from moving source at junction of PTC Pasar Pancor Lombok Timur does not exceed the quality of the governmental regulation of Republic Indonesia No.41 Tahun 1999

Keywords : Caline-4; CO Pollutant; shopping Centre; unsignalized intersection

1. Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah penduduk yang setiap tahunnya meningkat diikuti dengan pertumbuhan kepemilikan kendaraan, kepadatan lalu lintas hingga menyebabkan pencemaran udara dari sumber bergerak. Emisi transportasi merupakan pencemaran udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan bermotor. Pencemaran udara terutama terjadi jika kualitas bahan bakar minyak yang digunakan tidak baik, terjadi kemacetan lalu lintas, dan perilaku lalu lintas di jalan raya. Peningkatan volume lalu lintas yang mengalami kemacetan meningkatkan akumulasi emisi gas buang kendaraan yang dilepaskan ke lingkungan sekitar dalam waktu yang bersamaan (Aly, 2015). Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya emisi akibat arus lalu lintas adalah jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan

atau kendaraan penumpang (LV) dan kendaraan berat (HV), umur kendaraan, jenis bahan bakar yang digunakan, dan pola siklus berkendara kendaraan di jalan raya.

Salah satu wilayah yang memiliki masalah kompleks di Nusa Tenggara Barat adalah simpangan Pusat Pertokoan Pancor (PTC) yang merupakan pertemuan 4 arus jalan raya sekaligus menjadi pusat aktivitas angkutan umum dan masyarakat dalam menjalankan kebutuhannya. Selain itu juga di lokasi ini terdapat kegiatan pasar dan pertokoan yang secara tidak langsung berimbas pada penggunaan kendaraan baik pribadi maupun kendaraan umum. Rata-rata pertumbuhan kendaraan bermotor di Lombok berkisar 5% setiap tahunnya (POLRI, 2023). Hal ini tentu akan berdampak pada semakin bertambahnya jumlah volume kendaraan yang pada akhirnya dapat meningkatkan pencemaran

udara. Kepadatan transportasi di pusat perbisnisan terjadi pada jam sibuk terutama pada pagi dan sore hari. Keramaian pasar (pertokoan) dan perkantoran membuat persimpangan ini memiliki masalah yang kompleks dengan tingkat pertumbuhan lalu lintasnya. Pertemuan arus lalu lintas yang berada di simpangan PTC merupakan pertemuan pada beberapa titik keramaian di antaranya adalah Pasar Tradisional Pancor, PTC Lombok Timur, dan terminal Bus utama Kabupaten Lombok Timur. Penelitian dilakukan di PTC Lombok Timur. Lokasi tersebut dipilih karena lokasinya berada di simpang empat tak bersinyal yang ramai. Selain itu di lokasi ini masih banyak pengunjung baik yang menetap sementara maupun sekadar melewati.

Dalam estimasi penyebaran konsentrasi emisi pencemaran udara di udara ambien salah satunya dengan menggunakan *software* Caline-4 yang merupakan model kualitas udara *line source* yang dikembangkan oleh California Department of Transportation (Caltrans). Caline-4 dapat memprediksi konsentrasi zat pencemar pada titik reseptor yang terletak 500 meter dari jalan raya (Aly *et al.*, 2020).

Berdasarkan pada permasalahan yang diperoleh tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan untuk mengetahui pola sebaran serta perkiraan dampak bahan pencemar yang diterima di pusat bisnis Lombok Timur.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di hari kerja pada waktu sibuk yakni jam 07.00 pagi, 12.00 siang, dan 17.00 sore yang dilakukan selama 4 hari pada hari senin, rabu, jum'at dan minggu. Tabel 1 menunjukkan data dimensi lebar jalan pada lokasi penelitian.

Tabel 1. Nama dan ukuran lebar jalan

No	Nama Jalan	Lebar Jalan (m)
1	Kartini Utara	5.5
2	Kartini Selatan	5.51
3	Diponegoro Timur	4.17
4	Diponegoro Barat	4.17

2.2. Faktor Emisi

Faktor emisi merupakan nilai representatif yang menghubungkan jumlah polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan yang berkaitan dengan sumber polutan. Faktor emisi CO menurut jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor Emisi (EF) CO Berdasarkan Jenis Kendaraan

Kategori	CO (g/km)
Sepeda Motor	14
Mobil (bensin)	40
Mobil (solar)	2,8
Bis	11
Truk	8,4

Sumber: Peraturan Menteri LH No. 12/ 2010

Besaran emisi dapat ditentukan melalui persamaan berikut :

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n (EF_i \times V_i)}{T}$$

dimana :

- q = Besaran emisi (gram/ km)
- EF = Faktor emisi kendaraan (gram/ km)
- V = Volume kendaraan (kendaraan/ jam)
- i = Tipe/ jenis kendaraan
- T = Total Kendaraan

2.3. Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Data volume kendaraan diperoleh dari perhitungan langsung pada jam sibuk area Pasar Pancor yakni pukul 07.00 WITA untuk mewakili jam sibuk arah pergi, 12.00 WITA untuk mewakili jam sibuk istirahat, dan 17.00 (WITA) untuk mewakili jam sibuk arah balik. Ketinggian lokasi penelitian dari permukaan laut, data koordinat jalan dan reseptor diperoleh dari GPSmap 60CSx Garmin. Data lebar jalan diperoleh dari pengukuran menggunakan meteran. Data arah angin dan kecepatan angin diperoleh menggunakan alat Anemometer. Data kondisi suhu udara diperoleh menggunakan alat Termometer. Data yang telah dikumpulkan dalam penelitian dianalisis berdasarkan tujuan penelitian ini. Penelitian ini mencakup 3 tahapan yaitu input *software* WRPlot View, input Caline-4, dan terakhir input *software* Golden Surfer 12.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Estimasi Distribusi Polutan CO di Kawasan PTC Pasar Pancor menggunakan Caline 4

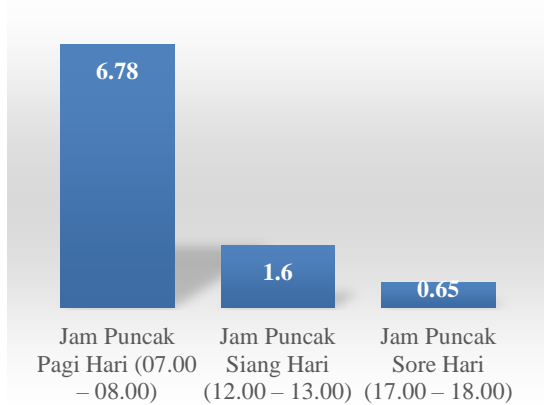
Hasil prediksi penyebaran zat pencemar CO yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor pada ruas jalan menuju reseptor diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Estimasi Konsentrasi Polutan CO di PTC Pasar Pancor Lombok Timur

No.	Reseptor	Estimasi Konsentrasi CO (ppm)		
		Jam Puncak Pagi Hari (07.00 – 08.00)	Jam Puncak Siang Hari (12.00 – 13.00)	Jam Puncak Sore Hari (17.00 – 18.00)
1.	Seruni Cafe	2,4	0,8	0,3
2.	Lombok News Lion Parcel	4,7	1,8	0,7
3.	Lombok Timur	4,7	2,4	0,9
4.	Kantor Advokat	7,5	2,5	1,0
5.	Ruko Hub	1,9	2,1	0,7
6.	SBMI Mart	5,9	3,1	1,2
7.	Warung Selong	7,2	2,6	1,0
8.	Toko Khaira	6,1	2,2	0,9
9.	Ruko Pancor	9,3	1,7	0,7
10.	Bank BRI	8,3	1,1	0,5
11.	Pegadaian Pancor	7,3	1,0	0,4
12.	Money Changer	6,6	1,0	0,5
13.	Gerbang Pasar Pancor	5,3	0,9	0,4
14.	Gedung Pasar Pancor	4,5	1,0	0,5

No.	Reseptor	Estimasi Konsentrasi CO (ppm)		
		Jam Puncak Pagi Hari (07.00 – 08.00)	Jam Puncak Siang Hari (12.00 – 13.00)	Jam Puncak Sore Hari (17.00 – 18.00)
15.	PT. CRNT	2,5	1,2	0,5
16.	Yasin Motor	9,9	1,4	0,6
17.	Pasar Selong	11,1	0,9	0,4
18.	Kedai Kopi	11,5	1,0	0,4

No.	Reseptor	Estimasi Konsentrasi CO (ppm)		
		Jam Puncak Pagi Hari (07.00 – 08.00)	Jam Puncak Siang Hari (12.00 – 13.00)	Jam Puncak Sore Hari (17.00 – 18.00)
	Pasar Pancor			
19.	Queen Coffee	10,5	1,4	0,6
20.	J&T	8,4	1,9	0,8



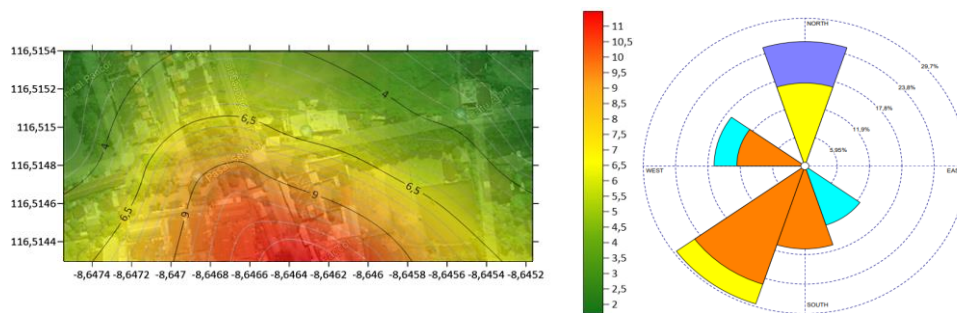
Gambar 1. Rata-rata Estimasi Konsentrasi Polutan CO (ppm) di PTC Pasar Pancor Lombok Timur

3.2. Pemetaan Sebaran Polutan

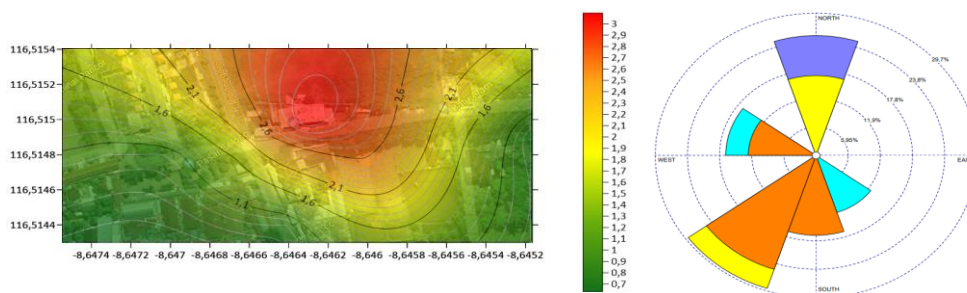
Dalam melakukan perhitungan distribusi kelas konsentrasi CO dilakukan dengan mengukur nilai konsentrasi pada tiga waktu survey yaitu pada pagi, siang dan sore hari sehingga diperoleh angka estimasi polutan konsentrasi CO seperti apada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4 .

Hasil estimasi sebaran emisi lalu lintas pada simpang empat PTC Pasar Pancor Lombok Timur dengan menggunakan model Caline-4 menunjukkan bahwa pada jam puncak pagi, reseptor Kedai Kopi Pasar Pancor memiliki tingkat polutan CO tertinggi yaitu sebesar 11,5 ppm. Sedangkan pada jam puncak siang dan sore hari reseptor SBMI Mart memiliki tingkat polutan CO tertinggi yaitu sebesar 3,1 ppm dan 1,2 ppm. Sedangkan tingkat polutan CO terendah pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari yaitu pada reseptor Seruni Café yaitu sebesar 2,4 ppm, 0,8 ppm, dan 0,3 ppm.

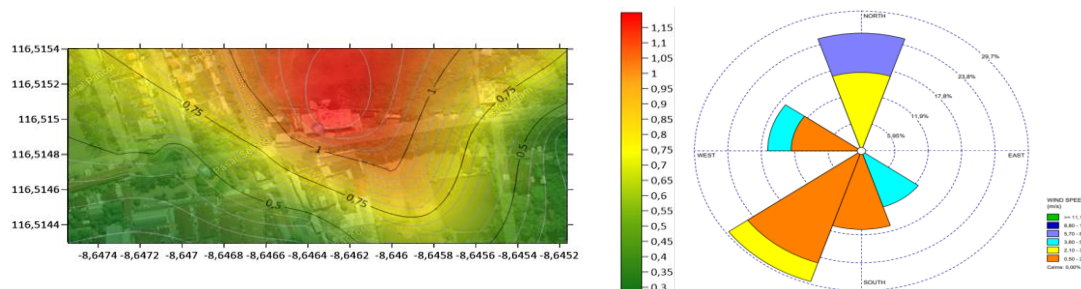
Pada simpang empat PTC Pasar Pancor Lombok Timur yaitu pada pukul 7.00 – 8.00 merupakan waktu dengan rata-rata tingkat pencemaran polutan CO tertinggi sedangkan pada jam puncak sore hari yaitu pada pukul 17.00-18.00 merupakan waktu dengan rata-rata tingkat pencemaran polutan terendah.



Gambar 2. Estimasi Konsentrasi Polutan CO di PTC Pasar Pancor Lombok Timur Jam 07.00 – 08.00



Gambar 2. Estimasi Konsentrasi Polutan CO di PTC Pasar Pancor Lombok Timur Jam 12.00 – 13.00



Gambar 3. Estimasi Konsentrasi Polutan CO di PTC Pasar Pancor Lombok Timur Jam 17.00 – 18.00

Seperti terlihat pada **Gambar 2**, sebaran pencemar simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur dominan diterima oleh reseptor selatan pada jam 07.00 sampai 08.00 dan konsentrasi polutan semakin rendah menuju utara. Sebaran polutan terbentuk dari hasil pemodelan caline berdasarkan arah angin yang terjadi pada hari tersebut. Kelas kestabilan atmosfer berada pada kelas 7 dimana kecepatan angin $< 3,5$ m/s yakni $0,56$ m/s.

Pada **Gambar 3** dan **Gambar 4** terdapat pola sebaran yang membentuk arah angin dominan ke arah selatan atau 192° . Sebaran polutan simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur terbentuk dari hasil pemodelan Caline-4 dominan diterima oleh reseptor utara pada jam 12.00-13.00 dan 17.00-18.00 serta konsentrasi polutan semakin rendah menuju selatan, barat daya, dan tenggara. Kelas kestabilan atmosfer pada jam 12.00 – 13.00 berada pada kelas 7 dimana kecepatan angin $< 3,5$ m/s yakni $2,67$ m/s, sedangkan kestabilan atmosfer pada jam 17.00 – 18.00 berada pada kelas 4 dimana kecepatan angin < 1000 m/s yakni $6,67$ m/s. Dari **Gambar 3** dan **Gambar 4** dapat dilihat bahwa pola sebaran pencemar CO cenderung membentuk pola yang hampir sama karena arah angin yang sama. Namun terjadi percepatan angin pada jam 17.00-18.00 sehingga semakin singkat waktu penyebaran polutan secara merata. Sebaliknya pada jam 12.00-13.00 kecepatan angin cenderung lambat, sehingga penyebaran polutan CO sedikit lebih lambat daripada jam 17.00.

Hasil penelitian dengan menggunakan Caline-4 dan Golden Surfer 12, menunjukkan bahwa sebaran emisi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti volume kendaraan pada setiap ruas lokasi penelitian, jumlah emisi yang dibagi dengan total kendaraan, arah angin, dan kecepatan angin. Dengan demikian, kecepatan angin dan arah angin dapat mempengaruhi pola sebaran pencemar. Pola sebaran yang terbentuk dari hasil pemodelan caline four dimana mengikuti arah angin yang terjadi. Pola sebaran pencemar CO cenderung membentuk pola yang hampir sama atau serupa jika faktor arah angin sama. Semakin cepat angin bertiup maka semakin singkat waktu pendistribusian polutan secara merata. Sebaliknya jika kecepatan angin cenderung lambat, maka waktu penyebaran polutan CO tidak cukup untuk didistribusikan secara merata. Selain itu, nilai CO yang dominan terhadap nilai baku mempengaruhi warna pada pola sebaran polutan.

3.3. Perbandingan Konsentrasi Polutan CO dengan Baku Mutu Udara

Hubungan hasil pencemar CO setiap lokasi penelitian dengan baku mutu udara CO setiap jam adalah sebagai berikut: Pencemar CO tertinggi terjadi pada pukul 07.00 WITA pada reseptor Kedai Kopi Pancor dan Pasar Selong sebesar $11,5$ ppm atau $13169,73 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan $11,1$ ppm atau $12711,66 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Jika dibandingkan dengan baku mutu udara ambien untuk parameter CO, pencemar CO di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur tidak melebihi baku mutu udara ambien dimana baku mutu udara ambien adalah $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Polutan CO tertinggi terjadi di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur pada pukul 12.00 dan 17.00 WITA pada reseptor SBMI Mart sebesar $3,1$ ppm atau $3550,10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan $1,2$ ppm atau $1374,23 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Jika dibandingkan dengan baku mutu udara ambien untuk parameter CO, pencemar CO pada lokasi reseptor SBMI Mart di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur tidak melebihi baku mutu udara ambien dimana baku mutu udara ambien adalah $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Polutan CO tertinggi terjadi di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur pada pukul 07.00 WITA pada reseptor Kedai Kopi Pancor dan Pasar Selong sebesar $11,5$ ppm atau $13169,73 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan $11,1$ ppm atau $12711,66 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Jika dibandingkan dengan baku mutu udara ambien untuk parameter CO, hasil pencemar CO di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur tidak melebihi baku mutu udara ambien dimana baku mutu udara ambien adalah $30.000 \mu\text{g} / \text{Nm}^3$. Dari ketiga waktu tersebut, pencemar CO terbesar terjadi pada pukul 07.00 WITA. Hal ini terjadi karena pada saat itu volume kendaraan lebih besar daripada waktu lainnya sehingga berdampak pada bahan pencemar yang diterima oleh reseptor di kawasan tersebut. Pencemaran CO yang diperoleh pada lokasi penelitian, dapat disimpulkan bahwa emisi sumber bergerak pada simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur tidak melebihi baku mutu udara menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Hasil Uji-T berdasarkan lokasi penelitian dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut:

Tabel 4. Hasil Uji-T

Waktu	Pagi	Siang	Sore	
Pagi		7,8262	9,8749	<i>t-stat</i>
Siang	2,1009		9,5210	
Sore	2,1009	2,1009		
<i>t-critical</i>				

Hasil pengujian hipotesis (Uji T) tingkat polutan CO di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur pada kondisi jam puncak pagi terhadap siang dan pagi terhadap sore secara berturut-turut adalah sebesar $7,82 > 2,10$ dan $9,87 > 2,10$. Hasil tingkat polutan CO siang terhadap sore adalah sebesar $9,52 > 2,10$.

Dari hasil pengujian statistika (uji t-test) tersebut, secara keseluruhan hasil tingkat polutan CO adalah sama dengan hasil analisis yang menunjukkan nilai $t\text{-stat} > t\text{-critical}$. Sehingga secara keseluruhan H_0 diterima yang menunjukkan tingkat polutan CO di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur adalah tidak sama secara statistik.

4. Kesimpulan

Polutan Karbon Monoksida (CO) tertinggi secara berurutan terdapat di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur pada pukul 7.00 WITA sebesar 11,5 ppm, pada pukul 12.00 WITA sebesar 3,1 ppm, dan 17.00 WITA sebesar 1,2 ppm. Pola sebaran konsentrasi pencemar CO di simpang PTC Pasar Pancor Lombok Timur berwarna kuning-hijau dengan arah angin utara daya yaitu 0° pada jam 07.00 WITA dan berwarna kuning hijau dengan arah angin selatan yaitu 192° pada jam 12.00 dan 17.00. Nilai setiap standar bergantung pada nilai CO masing-masing reseptor.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Tim Wakil Rektor III Universitas Teknologi Sumbawa Bidang Penelitian atas hibah penelitian yang telah diberikan kepada kami dalam menunjang kelancaran kegiatan penelitian ini. Selain itu, kami ucapkan pula rasa terima kasih kami kepada pihak-pihak yang telah

membantu dalam pengumpulan dan proses penyusunan dan analisis data penelitian.

Daftar Pustaka

- Alokabel, Koilal. (2018). Analisa Kinerja Persimpangan Tak Bersinyal Tipe T Pada Pertemuan Ruas Jalan Timor Raya dan Jalan Saratim di Kelurahan Oesapa Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*. Vol 3, No 1. ISSN 2621-9786.
- Aly S H (2015). *Emisi Transportasi* (Jakarta: Penerbar Plus)
- Aly S H, A A Amiruddin2 and D Y Winardhy (2020). Investigation of CO emissions on school areas based on Caline-4. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 419 012164
- Arnita (2015). Studi Tingkat Kualitas Udara Pada Kawasan Sekolah Katolik Rajawali Di Makassar. *Universitas Hasanuddin-Makassar*.
- Benson P (1989). CALINE 4-A Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadways. *Sacramento* (California: California Department of Transportation)
- Juniardi. (2006). Analisis Arus Lalu Lintas di Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Timoho dan Simpang Tunjung di Kota Yogyakarta). *Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Semarang*
- Kurniati, Eti., Abdul Muid., Hermansyah (2022). Analisis Simpang Tak Bersinyal pada Pusat Pertokoan Pancor (PTC) Lombok Timur. *Jurnal Informatika teknologi dan Sains, vol 4 no 4, 395-399*
- Majumdar B K, Dutta A, Chakrabarty S, Ray S (2008). Correction factors of CALINE 4: a study of automobile pollution in Kolkata. *Indian Journal of Air Pollution Control* 8(1) 1-7
- Majumdar B K, Dutta A, Chakrabarty S, Ray S (2010). Assessment of vehicular pollution in Kolkata, India, using CALINE 4 model. *Environmental monitoring and assessment* 170(1-4) 33-43
- Yudha. Agung Fitra. (2016). Analisis Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang 4 Tak Bersinyal Colombo Yogyakarta). *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*