

TA/TL/2023/1645

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN PARAMETER CO
DAN CO₂ SERTA REKOMENDASI PENANAMAN
TUMBUHAN REDUKTOR POLUTAN DI
JALAN KALIURANG KM 6**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**RAIHAN DAWI SIREGAR
19513228**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN PARAMETER CO DAN CO₂ SERTA REKOMENDASI PENANAMAN TUMBUHAN REDUKTOR POLUTAN DI JALAN KALIURANG KM 6

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



RAIHAN DAWI SIREGAR
19513228

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.
NIK. 195130102

Tanggal: 14 September 2023

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res. Eng)., Ph.D.
NIK. 095130401

Tanggal: 21 September 2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN PARAMETER CO DAN CO₂ SERTA REKOMENDASI PENANAMAN TUMBUHAN REDUKTOR POLUTAN DI JALAN KALIURANG KM 6

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa
Tanggal : 19 September 2023

Disusun Oleh:


RAIHAN DAWI SIREGAR
19513228

Tim Penguji :

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

)

Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

)

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D.

)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 12 September 2023

Yang membuat pernyataan,



Raihan Dawi Siregar

NIM: 19513228

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak 15 maret 2023 ini ialah Analisis Kualitas Udara Ambien Parameter CO dan CO₂ serta Rekomendasi Penanaman Tumbuhan Reduktor Polutan di Jalan Kaliurang Km. 6.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing, serta Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. dan Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen penguji yang telah banyak memberi saran. Ungkapan terima kasih juga amat disampaikan kepada orang tua saya yaitu Bapak Pirma Siregar, S.H. dan Ibu Abni Sahuri Nasution, S.Ag. serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya yang telah diberikan sampai saat ini dan selamanya. Tidak lupa juga teman teman seperjuangan di Teknik Lingkungan UII 2019.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 12 September 2023

Raihan Dawi Siregar

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

RAIHAN DAWI SIREGAR. Analisis Kualitas Udara Ambien Parameter CO dan CO₂ serta Rekomendasi Penanaman Tumbuhan Sebagai Reduktor Polutan Di Jalan Kaliurang Km. 6. Dibimbing oleh Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Penelitian ini dilakukan atas dasar naiknya jumlah transportasi yang menghasilkan gas polutan. Jalan Kaliurang km. 6 merupakan jalan yang padat aktivitas kendaraan yang termasuk jalan perkotaan terpadat di Yogyakarta yang menyebabkan udara tercemar. Tujuan penelitian ini untuk menguji seberapa banyak konsentrasi CO dan CO₂ di udara dengan membandingkan terhadap baku mutu dan hubungan korelasi terhadap faktor meteorologi serta rekomendasi penanaman pohon pereduksi polutan. Analisis konsentrasi CO dan CO₂ menggunakan alat CO meter selama 4 hari dengan observasi dan pengukuran langsung di 3 titik pengukuran. Hasil konsentrasi CO pada titik 1 sampai titik 3 selama 4 hari dapat dirata-ratakan sebesar 11141,786 µg/Nm³ jika dibandingkan dengan baku mutu maka hasil tersebut melebihi 10000 µg/Nm³ dalam pengukuran 1 jam. Hasil konsentrasi CO₂ yang didapat di 3 titik selama 4 hari adalah 597,54 ppm jika dibandingkan dengan baku mutu belum melebihi 1000 ppm. Hubungan Korelasi CO dan CO₂ dengan faktor meteorologis hanya terdapat korelasi yang kuat pada konsentrasi CO dengan kecepatan angin sedangkan pada CO₂ tidak memiliki hubungan yang kuat pada setiap korelasi dengan faktor meteorologi. Berdasarkan hasil konsentrasi CO melebihi baku mutu sehingga pohon yang digunakan dalam mereduksi gas polutan adalah pohon Bungur (*Lagerstroemia flos-reginae*) yang ditanam pada titik 1 sebanyak 6 pohon, pada titik 2 sebanyak 8 pohon dan pada titik 3 sebanyak 10 pohon.

Kata kunci: CO, CO₂, Faktor Meteorologis, Jalan Kaliurang, Pohon Bungur.

ABSTRACT

RAIHAN DAWI SIREGAR. *Analysis of Ambient Air Quality Parameters CO and CO₂ and Recommendations for Planting Plants as Pollutant Reductors on Jalan Kaliurang Km. 6*. Supervised by Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

*This research was conducted based on the increasing number of transportation that produces pollutant gases. Jalan Kaliurang Km. 6 is a road with a lot of vehicle activity which is one of the densest urban roads in Yogyakarta that causes air pollution. The purpose of this study is to examine how much CO and CO₂ concentrations in the air by comparing to quality standards and correlation relationships with meteorological factors and recommendations for planting pollutant-reducing trees. Analysis of CO and CO₂ concentrations using a CO meter for 4 days with direct observation and measurement at 3 measurement points. The results of CO concentrations at points 1 to point 3 for 4 days can be averaged at 11141.786 µg/Nm³ when compared to quality standards, these results exceed 10000 µg/Nm³ in 1 hour measurements. The result of CO₂ concentration obtained at 3 points for 4 days is 597.54 ppm when compared with the quality standard has not exceeded 1000 ppm. Correlation of CO and CO₂ with meteorological factors there is only a strong correlation in CO concentration with wind speed while CO₂ does not have a strong relationship in each correlation with meteorological factors. Based on the results of CO concentrations exceeding quality standards so that the trees used in reducing pollutant gases are Bungur trees (*Lagerstroemia flos-reginae*) planted at point 1 as many as 6 trees, at point 2 as many as 8 trees and at point 3 as many as 10 trees.*

Keywords: *CO, CO₂, Meteorological Factors, Jalan Kaliurang, Bungur Trees.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Definisi Pencemaran Udara.....	5
2.2 Parameter Pencemar Udara di Sektor Transportasi.....	6
2.2.1 Karbon Monoksida (CO)	6
2.2.2 Karbon Dioksida (CO ₂).....	7
2.3 Baku Mutu Udara Ambien.....	8
2.4 Pengaruh Karbon Monoksida (CO) terhadap Kesehatan	8
2.5 Pengaruh Konsentrasi CO ₂ terhadap Kesehatan	10
2.6 Faktor Meteorologi yang Mempengaruhi Kualitas Udara	10
2.7 Pengukuran Kualitas Udara <i>Roadside</i>	11
2.8 Jalur Hijau Jalan.....	12
2.9 Penyerapan Tanaman Sebagai Penyerap Polutan	13
2.10 Jenis Tanaman yang Memiliki Kemampuan Mereduksi Polutan	13
2.10.1 Pohon Bungur	14
2.10.2 Pohon Cempaka	15
2.10.3 Pohon Kupu Kupu.....	16
2.11 Rancangan Penanaman Pohon	16
2.12 Penelitian Terdahulu	20
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir Penelitian	25
3.2 Lokasi Penelitian.....	26

3.3	Pengambilan Sampel.....	27
3.3.1	Pengambilan Sampel Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara	28
3.3.2	Pengambilan Sampel Suhu Kecepatan Angin dan Arah Angin.....	28
3.4	Waktu Pengambilan Sampel	29
3.6	Metode Analisis Data.....	29
3.6.1	Konversi Data ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	30
3.6.2	Analisis Data Korelasi.....	30
3.6.3	Metode Penanaman Pohon.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Hasil Sampling Data dan Perbandingan Baku Mutu.....	34
4.2.1	Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)	34
4.2.2	Konsentrasi Karbon Dioksida (CO ₂).....	36
4.3	Hubungan CO dengan Faktor Meteorologi.....	39
4.3.1	Hubungan CO dengan Kecepatan Angin.....	39
4.3.2	Hubungan CO dengan Suhu.....	40
4.3.3	Hubungan CO dengan Kelembaban.....	41
4.4	Hubungan CO ₂ dengan Faktor Meteorologi.....	42
4.4.1	Hubungan CO ₂ dengan Kecepatan Angin.....	42
4.4.2	Hubungan CO ₂ dengan Suhu	43
4.4.3	Hubungan CO ₂ dengan Kelembaban	44
4.5	Perencanaan Pemilihan Kebutuhan Pohon Penyerap Polutan.....	45
4.5.1	Daya Serap Polutan	48
4.5.2	Kepadatan Tajuk	48
4.5.3	Nilai APTI (<i>Air Pollution Tolerance Indeks</i>).....	49
4.5.4	Pohon Terpilih.....	49
4.5.5	Karakteristik dan Perawatan Pohon Bungur	51
4.6	Desain Perencanaan Jalur Hijau Jalan.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN.....		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jarak atur pengambilan sampel	11
Gambar 2. 2 Pohon Bungur.....	15
Gambar 2. 3 Pohon Cempaka	15
Gambar 2. 4 Pohon Kupu Kupu.....	16
Gambar 2. 5 Jarak atur penanaman tumbuhan.....	18
Gambar 2. 6 Jarak titik tanam pohon dan perdu dari tepi perkerasan.....	19
Gambar 2. 7 Jarak tiap tanaman di tepi jalan.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.2 Titik pengambilan sampel di jalan Kaliurang km 6.....	26
Gambar 3.3 Testo 315-3 alat ukur konsentrasi CO dan CO ₂	28
Gambar 3.4 Thermohyrometer alat ukur Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara	28
Gambar 3.5 Anemometer alat ukur angin dan arah angin	29
Gambar 3.6 Kepadatan tajuk.....	32
Gambar 4.1 Konsentrasi CO selama 4 hari di 3 titik sampling.....	34
Gambar 4.2 Konsentrasi CO per sesi di 3 titik sampling.....	36
Gambar 4.3 Konsentrasi CO ₂ selama 4 hari di 3 titik sampling	37
Gambar 4.4 Konsentrasi CO ₂ per sesi di 3 titik sampling.....	38
Gambar 4.5 Kondisi eksisting pohon di persimpangan jalan Kaliurang Km. 6....	46
Gambar 4.6 Desain penanaman pohon Bungur di jalan Kaliurang Km. 6.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	21
Tabel 3. 1 Level Nilai Kolerasi.....	31
Tabel 4.1 Korelasi Konsentrasi CO dengan Kecepatan Angin.....	39
Tabel 4.2 Korelasi Konsentrasi CO dengan Suhu.....	40
Tabel 4.3 Korelasi Konsentrasi CO dengan Kelembaban.....	41
Tabel 4.4 Korelasi Konsentrasi CO ₂ dengan Kecepatan Angin.....	42
Tabel 4.5 Korelasi Konsentrasi CO ₂ dengan Suhu	43
Tabel 4.6 Korelasi Konsentrasi CO ₂ dengan Kelembaban	44
Tabel 4. 7 Pohon yang Terdapat di Lokasi Perencanaan	47
Tabel 4.8 Jenis Pohon Penyerap Gas Karbon Monoksida	48
Tabel 4.9 Kepadatan Tajuk dan Jumlah Daun	48
Tabel 4.10 Nilai APTI (<i>Air Pollution Tolerance Indeks</i>)	49
Tabel 4.11 Rerata Konsentrasi CO dari Hasil Pengukuran.....	50
Tabel 4.12 Kebutuhan Pohon Bungur.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data CO dan CO ₂ dengan Meteorologis Titik 1.....	65
Lampiran 2 Data CO dan CO ₂ dengan Meteorologis Titik 2.....	72
Lampiran 3 Data CO dan CO ₂ dengan Meteorologis Titik 3.....	79
Lampiran 4 Conton Perhitungan Konversi ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	86
Lampiran 5 Data Konsentrasi CO dengan Faktor Meteorologis.....	87
Lampiran 6 Data Konsentrasi CO ₂ dengan Faktor Meteorologis.....	92

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor transportasi adalah sektor yang memiliki tingkatan lebih tinggi dalam menurunkan kualitas udara daripada sektor lain yang lebih sedikit menghasilkan polutan. Pemberian gas buang kendaraan menjadi sumber polutan di lingkungan saat ini menyumbang sebesar 60-70% sedangkan ditemui sekitar 10-15% sumbangan gas buang yang bersumber dari corong asap industri. Selebihnya ditemui dari sumber pembakaran lain semisal rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan dan lainnya (BPLH DKI Jakarta, 2013). Kontaminan yang paling banyak bersumber dari kendaraan bermotor yaitu Karbon Monoksida (CO). Sedangkan kontaminan lain yang ditimbulkan dari kendaraan menghasilkan karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon (HC), sulfur dioksida (SO₂), timbal (Pb) dan karbon dioksida (CO₂), (Jansen dkk., 2011). Kendaraan dapat memproduksi Gas CO yang bisa meraih angka sampai 75% (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2013).

Menurut Dinas Perhubungan Daerah Istimewa Yogyakarta Transportasi Dalam Angka 2021, jumlah kendaraan terdaftar sebanyak 1.576.153 kendaraan berjenis mobil penumpang, bus, mobil beban dan sepeda motor pada tahun 2020 hal ini terlihat mengalami peningkatan sebesar 2% pada 4 tahun terakhir sehingga berdampak tingginya konsumsi bahan bakar. Akibat jumlah kendaraan yang tinggi mengakibatkan seringnya terjadi kemacetan khususnya di kabupaten Sleman, Yogyakarta yang bertitik di jalan Kaliurang, Ambarukmo Plaza Jalan Solo, Simpang 4 Kentungan Jalan *Ring Road* Utara, Simpang 4 Condong Catur Jalan *Ring Road* Utara, Simpang Monjali Jalan *Ring Road* Utara dan Jalan Gejayan.

Jalan Kaliurang atau biasa disebut orang Jogja “jakal” memiliki panjang jalan sepanjang 25 kilometer. Jalan inilah yang menjadi penghubung jalan utama antara kota Jogja dengan kecamatan pakem serta Kaliurang sehingga menjadikan jalan ini banyak dilalui kendaraan pribadi maupun umum dengan aktivitas

kendaraan termasuk tertinggi terutama pada kilometer 5 sampai 6 di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan sering pula mengalami kemacetan yang menimbulkan pencemaran udara.

Beberapa dampak negatif yang ditimbulkan dari gas CO dan CO₂ yaitu dapat menghasilkan gangguan kesehatan seperti pusing, sesak napas, mual dan dalam kondisi terparah bisa mengakibatkan hilangnya nyawa (Yulianti, 2014). Selain berdampak pada kesehatan manusia, gas CO dan CO₂ juga dapat mengganggu makhluk hidup lain seperti tumbuhan dan hewan, dampak terhadap tumbuhan yang ditimbulkan diantaranya dapat merusak kutikula yang mengakibatkan proses respirasi dan fotosintesis terhalang (Kurniati dkk., 2015). Sedangkan pada hewan efek gas polutan CO hampir sama dengan efek terhadap manusia yaitu kerusakan pada sistem pernapasan (Budiyono, 2010). Pada lingkungan, gas CO juga sangat berdampak, seperti tercemarnya udara sehingga mengakibatkan turunnya kualitas udara di daerah sekitar. Kemacetan di jalan umumnya dapat meningkatkan gas CO di sekitar lingkungan tersebut (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2013).

Jenis tanaman penghijauan dalam menyerap gas polutan berbahaya di udara yaitu Pohon bungur mampu menyerap 75 % gas karbon monoksida di udara per satu pohonnya atau 0,567 Ppm, pohon cempaka dengan ketinggian mencapai 30 meter dengan mampu menyerap gas polutan sebesar 73 % atau 0,52 ppm dan pohon kupu kupu yang mampu menyerap polutan sebesar 70 % atau 0,501 ppm CO (Kusminingrum, 2008). Menurut penelitian Izzah (2019), megutarakan bahwa gas CO sebesar 85% dapat diturunkan secara efektif dengan cara vegetasi jalur hijau jalan dengan pohon mahoni dibandingkan dengan jalur terbuka tanpa pohon.

Oleh sebab itu peneliti menguji konsentrasi CO dan CO₂ untuk mengetahui beban pencemaran yang disesuaikan terhadap baku mutu peraturan yang berlaku dan hubungan korelasi terhadap faktor meteorologis serta perencanaan penanaman dari rekomendasi jenis pohon terpilih sebagai pereduksi polutan sesuai dengan ukuran tata ruang jalan perkotaan di jalan Kaliurang Km. 6.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Bagaimana konsentrasi kualitas udara ambien parameter CO dan CO₂ serta perbandingan terhadap baku mutu yang berlaku di jalan Kaliurang Km. 6, D.I. Yogyakarta?
2. Bagaimana hubungan konsentrasi CO dan CO₂ dengan faktor meteorologis ?
3. Bagaimana perencanaan penanaman dan rekomendasi jenis pohon dalam mereduksi polutan CO dan CO₂?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini :

1. Menganalisis kualitas udara ambien parameter parameter CO dan CO₂ serta perbandingan terhadap baku mutu di jalan Kaliurang Km. 6, D.I. Yogyakarta.
2. Menganalisis pengaruh hubungan konsentrasi CO dan CO₂ dengan faktor meteorologis.
3. Merencanakan rekomendasi penanaman jenis pohon dalam mereduksi polutan CO dan CO₂.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini :

1. Memberikan informasi terkait nilai kualitas udara ambien parameter CO dan CO₂ akibat transportasi kendaraan di jalan Kaliurang Km. 6, D.I. Yogyakarta.
2. Memberikan informasi terkait pengaruh hubungan meteorologi terhadap konsentrasi CO dan CO₂.
3. Memberikan informasi terkait nilai hasil pemantauan kualitas udara ambien parameter CO dan CO₂ di jalan Kaliurang Km. 6, D.I. Yogyakarta dengan membuat pengendalian berupa rekomendasi penanaman pohon sebagai pereduksi polutan dan dijadikan masukan bagi pihak KLHK dan PUPR dalam merencanakan pembuatan jalur hijau.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini :

1. Lokasi penelitian berada di Jalan Kaliurang Km. 6, D.I. Yogyakarta.
2. Parameter yang di ukur adalah konsentrasi CO dan CO₂ serta faktor meteorologis (kecepatan angin, suhu dan kelembaban).
3. Pengambilan sampel berada di 3 titik Jalan Kaliurang Km. 6, D.I. Yogyakarta titik 1 di depan SPBU, titik 2 di simpang *Ring Road* dan titik 3 di simpang Pandega Sakti.
4. Waktu pengambilan sampel CO dan CO₂ dilaksanakan di bulan april dalam 1 minggu dilakukan sebanyak 4 kali yaitu 2 hari pada hari kerja dan 2 hari pada hari libur dengan pengambilan sampel pada pagi, siang dan sore hari dengan teknis pelaksanaan pemantauan dilakukan masing-masing selama 1 jam.
5. Perencanaan pembuatan jalur hijau dengan rekomendasi pohon berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor Umum: 05/PRT/M/2012 Tentang Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Pencemaran Udara

Definisi pencemaran udara berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 yaitu masuknya zat atau unsur secara di sengaja ataupun tidak sengaja ke dalam udara ambien yang bersumber dari mobilitas manusia, mengakibatkan kualitas udara ambien menurun yang mengakibatkan udara ambien tidak sehat sesuai fungsinya. Polusi udara merupakan proses ketika zat atau komponen lain yang berasal dari kegiatan manusia yang mempengaruhi kualitas udara yang dapat melebihi baku mutu yang (Waluyo, 2011). Sumber polusi udara terdiri dari 3 sumber berasal yaitu sumber perkotaan dari kendaraan dan industri dari cerobong pabrik, sumber pedesaan/pertanian dari alat pengolahan dan sumber alami seperti gunung meletus. Pencemaran udara adalah pelepasan berbagai gas, benda padat yang terbagi halus atau aerosol cair ke atmosfer yang terdispersi dengan kecepatan melebihi kapasitas alami lingkungan untuk menghilangkan, melarutkan atau menyerapnya (Nathanson, 2020).

Pencemaran udara dari sumber transportasi terbesar di Indonesia adalah gas CO sebesar 70,5%, diikuti oleh NO_x, SO_x, HC, dan partikulat. Sumber pencemaran udara terdiri dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terjadi secara ilmiah, sedangkan faktor eksternal disebabkan oleh manusia (Siburian, 2020). Berdasarkan hasil pengamatan di kota-kota besar di Indonesia kendaraan bermotor merupakan faktor yang menyokong besarnya penyebab polusi udara. Peranan sumber polusi udara dari gas buang kendaraan menjangkau 60-70%, sementara peranan gas buang hasil industri melalui cerobong asap hanya 10-15%, dan selebihnya dihasilkan oleh pembakaran dari rumah tangga seperti sampah, terjadi pembakaran hutan yang menyebabkan rusaknya udara ambien (BPLH DKI Jakarta, 2013).

2.2 Parameter Pencemar Udara di Sektor Transportasi

2.2.1 Karbon Monoksida (CO)

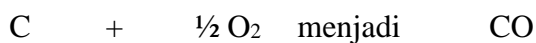
Suatu gas yang tidak berwarna, tidak beraroma, dan tidak berasa merupakan ciri dari karbon monoksida. Pembakaran sumber energi fosil dengan udara yang berupa gas buang sebagian besar merupakan sumber dari terbentuknya gas CO (Rahmah, 2017). Pergerakan kendaraan bermotor perharinya dapat mempengaruhi konsentrasi CO di atmosfer. Tingginya tingkat polusi CO berbanding lurus dengan banyaknya kendaraan bermotor. Merujuk pada penelitian Bachtiar dan Ferina di tahun 2013, pengaruh kapasitas lalu lintas, kelajuan lalu lintas, serta arah dan kecepatan angin diperkirakan adalah beberapa faktor yang menjadi asal mula dari karbon monoksida. Kemampuan karbon monoksida dalam pembentukan ikatan yang kuat dengan pigmen darah adalah hal yang menyebabkan karbon monoksida dinilai sebagai racun yang berbahaya. Gas karbon monoksida (CO) termasuk salah satu kontaminan yang sangat riskan dari kendaraan bermotor yang merusak Kesehatan. Umumnya transportasi berbahan bakar bensin memproduksi gas CO. Kendaraan bermotor menjadi asal muasal produsen utama gas CO apalagi pada kendaraan yang sudah tua, hal ini disebabkan mesin kendaraan kurang bekerja dengan baik (Basuki, 2008).

Karbon dan oksigen dapat berpautan menciptakan senyawa gas karbon monoksida (CO) akibat pembakaran yang tidak sempurna dan karbon karbon dioksida (CO₂) sebagai akibat pembakaran sempurna. Karbon monoksida di bumi bisa terwujud secara alamiah, akan tetapi asal muasal utamanya dari aktivitas manusia. Karbon monoksida yang bermula dari alam dapat bersumber dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam (Kusumaningrum, 2008).

Kadar gas CO di daerah metropolitan amat beragam. Hal ini dipengaruhi oleh faktor padatnya kendaraan bermotor yang memakai bahan bakar bensin dan pada dasarnya dijumpai kadar maksimum CO yang diproduksi pada jam-jam sibuk pada pagi hari dan sore hari (Yulianti dkk., 2014). Terciptanya gas karbon monoksida (CO) amat bergantung dari komparasi kombinasi bahan bakar dan udara yang masuk dalam ruang bakar. Bilamana ditemukan oksigen yang melampaui

perbedaan kombinasi teori/ideal (campuran menjadi terlampau kurus) maka tidak akan termaksud CO. Tetapi nyatanya CO juga tercipta pada saat keadaan kombinasinya kurus. Menurut Jayanti (2006), proses terbentuknya CO adalah :

Jika pada proses pembakaran oksigen yang dibutuhkan kurang atau tidak cukup, hal ini akan membentuk gas polutan CO dengan reaksi berikut :



Sehingga jika suhu hasil pembakaran semakin meningkat maka jumlah gas CO₂ yang terurai menjadi CO semakin tinggi. Suhu yang tinggi menyebabkan terjadinya karbon monoksida yang penyebarannya tergantung aktivitas lingkungan seperti daerah perkotaan yang padat kendaraan menyebabkan konsentrasi CO meningkat dan kegiatan industri yang menghasilkan gas (Wardhana, 2004).

2.2.2 Karbon Dioksida (CO₂)

Kegiatan manusia merupakan hal yang paling berpengaruh terhadap pemanasan global. Pergantian iklim alamiah ditimbulkan dari emisi gas rumah kaca, tepatnya CO₂ yang berasal dari kegiatan manusia. Banyak ilmuwan yang amat tertarik untuk melakukan penelitian mengenai sebab utama yang mengakibatkan emisi karbon dioksida (CO₂) pada ranah transportasi dikarenakan tingginya pemakaian energi dan melambungnya emisi karbon dioksida (CO₂) lalu lintas. Para Ahli sudah membulatkan kesimpulan tentang keterkaitan antara kemajuan ekonomi dan emisi karbon dioksida (CO₂) pada ranah transportasi. Kepemilikan mobil (stok kendaraan per kapita) tidak hanya berkorelasi positif terhadap jumlah pemakaian bahan bakar, tapi juga terwujudnya emisi yang terlampau berlebihan dan penggunaan energi. Kemajuan ekonomi dapat menguasai permintaan layanan transportasi seperti kepemilikan mobil dan kendaraan pelayanan umum yang mengakibatkan peranan krusial pada terlampaunya jumlah kendaraan, pemakaian bahan bakar dan jarak tempuh pada lalu lintas di sektor transportasi (Chen, 2017). Proses terbentuknya CO₂ menurut Jayanti (2006), pada kendaraan terjadi jika pembakaran sempurna dengan reaksi dibawah ini :

C + O₂ menjadi CO₂

Akan tetapi mekanisme dari proses ini cukup lambat dan tidak bisa mengganti keseluruhan dari residu gas CO menjadi CO₂. Oleh karenanya campuran yang kurang sekalipun akan terus menciptakan emisi gas CO. Pembakaran yang tidak menyeluruh yang diciptakan oleh karena tidak meratanya suplai/distribusi bahan bakar di dalam ruang bakar. Suhu di sekitar silinder yang rendah, sehingga mengakibatkan peristiwa *Quenching*, yaitu suhu terlampaui rendah bagi perihail pembakaran, akibatnya api tidak menggapai lokasi ini di dalam silinder (Irawan, 2006)

2.3 Baku Mutu Udara Ambien

Berlandaskan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 lampiran VII, mengenai penanganan kontaminasi udara, definisi baku mutu udara ambien merupakan patokan batas atau kadar zat, energi, dan/atau elemen yang terdapat atau yang wajib ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Standar baku mutu udara ambien parameter CO menurut PP No. 22 Tahun 2021 adalah sebesar 4.000 µg/Nm³ dalam waktu pengukuran 8 jam dan sebesar 10.000 µg/Nm³ dalam waktu pengukuran 1 jam. Untuk CO₂ baku mutu yang ditetapkan dengan pengukuran CO₂ meter berdasarkan ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) dan OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) Standards adalah dibawah 1000 ppm.

2.4 Pengaruh Karbon Monoksida (CO) terhadap Kesehatan

Gas buang karbon monoksida memiliki dampak yang krusial bagi kesehatan manusia, sebab akan mengikat sertakan hemoglobin dalam eritrosit. Fungsi dari hemoglobin yaitu menautkan oksigen guna dimanfaatkan ke dalam jaringan tubuh yang diperlukan. Kenaikann CO akan mengusik reaksi pengikatan oksigen dalam darah, hal ini disebabkan oleh daya afinitas hemoglobin CO adalah 200 kali lebih tinggi daripada ikatan hemoglobin dengan oksigen (Sarudji, 2010).

Salah satu sifat dari CO₂ yaitu bersifat racun metabolis yang akan ikut bereaksi secara metabolis dengan darah. Oleh karenanya karbon monoksida (CO) yang masuk ke dalam paru-paru akan ikut peredaran darah dan akan menghambat masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh (Wahyuni, 2018). Gas CO memiliki sifat mudah untuk bereaksi dengan darah (hemoglobin):

Hemoglobin + O₂ menjadi O₂Hb (Oksihemoglobin)

Hemoglobin + CO menjadi COHb (Karboksihemoglobin)

Ikatan karboksihemoglobin jauh lebih stabil daripada ikatan oksigen dengan darah (oksihemoglobin). Keadaan ini menyebabkan darah lebih mudah menangkap CO dan mengganggu fungsi vital darah sebagai pembawa oksigen (Yulianti dkk., 2013).

Jika Konsentrasi gas CO bernilai 3 ppm akan masuk kriteria aman bilamana waktu kontak hanya sebentar tidak melebihi peraturan. Gas CO yang bernilai 10 – 80 ppm jika dihirup dalam waktu tertentu akan mengganggu sistem saraf, rasa pusing dan sulit bernafas akibat paparan terlalu lama. Konsentrasi CO senilai 100 ppm akan mengakibatkan pingsan hingga kematian jika dalam jangka waktu lama terpapar (Whardana, 2004). Karbon monoksida praktis dihasilkan melalui proses buatan dan diperkirakan 80% berasal dari knalpot kendaraan bermotor. Konsentrasi CO di udara perkotaan menunjukkan korelasi positif dengan kepadatan lalu lintas dan korelasi negatif dengan kecepatan angin (Izzah, 2019). Efeknya bagi kesehatan karena CO dapat menggantikan oksigen yang berikatan dengan hemoglobin (Hb) dan mengikat Hb menjadi karbon monoksida hemoglobin (COHb) (Aprilia, 2017).

Gangguan kesehatan bahkan sampai kematian bisa disebabkan oleh tingginya konsentrasi gas CO. Gas CO yang tercium sampai masuk ke paru-paru akan menyertai peredaran darah dan menghambat masuknya oksigen (O₂) yang diperlukan untuk tubuh. Hal ini bisa terwujud dikarenakan gas CO memiliki sifat yang beracun secara metabolis dengan darah sehingga berikatan menjadi senyawa karboksihemoglobin (COHb). Ikatan karboksihemoglobin ini sangat seimbang dan stabil dibandingkan dengan ikatan oksigen dengan darah (oksihemoglobin).

Akibatnya darah menjadi lebih mudah menggapai CO sehingga fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen menjadi terganggu (Yulianti dkk., 2014).

2.5 Pengaruh Karbon Dioksida (CO₂) terhadap Kesehatan

Emisi CO₂ yang banyak akibat penggunaan listrik yang berlebihan dan pembuangan industri dari cerobong maupun asap kendaraan mempunyai efek buruk bagi kesehatan seperti pernafasan, pusing, tekanan darah tinggi sampai kejang yang akan terganggu akibat menghirup CO₂ dalam jangka panjang. Ketika CO₂ meningkat maka lingkungan juga akan terkena yang mengakibatkan perubahan iklim dan kerusakan ekosistem (Widjaja, 2022)

2.6 Faktor Meteorologi yang Mempengaruhi Kualitas Udara

Faktor-faktor meteorologi yang mempengaruhi kualitas udara yaitu, sebagai berikut:

1. Arah dan Kecepatan Angin

Pada dasarnya Kecepatan angin dipilih berdasarkan perbedaan antara tekanan udara dengan tempat asal dan arah angin merupakan factor pendorong. Secara umum kontaminan – kontaminan yang ada di atmosfer gas terdistribusi dari suatu bahan dalam sebuah fase berkelanjutan dari bahan lain atau terjadi dispersi dengan 2 cara yaitu factor kecepatan angin dan turbulensi atmosfer. Turbulensi mengakibatkan aliran udara terjadi dengan 2 cara yaitu pusaran mekanis dan termal (Zendrako, 2010).

2. Kelembaban dan Suhu Udara

Di atmosfer akan terjadi penurunan suhu dan tekanan udara sesuai dengan pertambahan tinggi. Udara ambien menjadi factor pengaruh pembentukan stabilitas atmosfer. Udara yang hangat akan terjadi jika gerakan atmosfer kebawah dan akan Kembali ke kontur semula. Dalam kondisi atmosfer seperti ini, gerakan vertikal akan diabaikan oleh proses pendinginan adiabatik atau pemanasan, dan atmosfer akan menjadi stabil. Penurunan tekanan terjadi akibat udara terdorong keatas akibatnya udara yang terkumpul akan tersebar. Usaha untuk menyebar luas atau

ekspansi memerlukan kinerja dalam melawan lingkungan sehingga terjadi penurunan suhu. (Yulisa dkk., 2013)

Berdasarkan penelitian jika konsentrasi CO tinggi maka faktor meteorologi berupa suhu akan naik. Sedangkan hubungan konsentrasi CO dengan Kecepatan angin berkebalikan jika kecepatan angin rendah maka konsentrasi CO akan naik (Yulianti dkk., 2014).

2.7 Pengukuran Kualitas Udara Roadside

Proses pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 19-7119.9-2005 tentang pengambilan uji kualitas udara *Roadside* yaitu dengan pedoman berdasarkan Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Jarak atur pengambilan sampel

Sumber : SNI 19-7119.9-2005

Berdasarkan Gambar 2.1 Pengukuran dilakukan dari jarak aspal jalan adalah 1 sampai 5 meter dengan ketinggian 1,5 sampai 3 meter dari permukaan sisi jalan. Pemilihan lokasi dan penentuan titik pengambilan harus mewakili lokasi yang dipantau sehingga menghasilkan data pengukuran yang diperoleh menggambarkan kondisi kualitas udara di lokasi itu. Persyaratan yang digunakan dalam pemilihan lokasi dan titik sampling yaitu memilih lokasi yang berada di stasiun pinggir jalan, kemudian letakkan alat pengambilan sampel di tempat yang alirannya bebas dengan mempertimbangkan bahwa tempat itu tidak terpengaruh oleh peristiwa adsorpsi dan adsorpsi. Penempatan peralatan sampling tempatkan di tempat yang aman dan bebas dari gangguan fisik dan hindari rawan kerusakan, bencana alam seperti

banjir. Selalu perhatikan jenis jalan seperti lebar, sempit, ngarai/jalan raya, perempatan dan kendaraan berhenti.

2.8 Jalur Hijau Jalan

Defenisi jalur hijau termasuk Ruang Terbuka Hijau (RTH) sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05 Tahun 2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan adalah area memanjang/jalur dan atau menggerombol yang fungsinya lebih bersifat terbuka, lokasi tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Kualitas dan kuantitas lingkungan perkotaan akan sangat terbantu dengan keberadaan RTH sebagai zona yang dapat mendukung lingkungan perkotaan. Ketepatan RTH harus mencermati fungsi regional dan vegetasi. Setiap vegetasi mempunyai kegunaan dan kelebihan yang berbeda, karenanya fungsi vegetasi harus disamakan terhadap fungsi regional. Hal tersebut diperlukan guna membenarkan bahwa fungsi RTH dapat tercipta dengan optimal (Lestari dkk., 2013)

Salah satu cara yang dapat dipakai untuk menciptakan keberadaan RTH di wilayah perkotaan yaitu dengan terciptanya jalur hijau, pada jalur hijau ditudungi berbagai jenis tumbuhan mulai dari tumbuhan penutup tanah hingga pohon. Untuk menunjang kenyamanan bagi pengguna jalan, keadaan pepohonan harus dalam keadaan subur dan sehat (Gumaja dkk., 2019). Tanaman yang tumbuh di jalur hijau cukup baik dalam menangkap emisi karbon yang diproduksi oleh kendaraan bermotor dan industri yang lokasinya didekat jalan (Purwasih dkk., 2013). Dampak negatif yang ditimbulkan dari sumber polusi udara terhadap masyarakat di sekitar kawasan polutan akan sangat berkurang jika menciptakan vegetasi alami atau vegetasi yang direncanakan dalam bentuk jalur hijau di sekitar sumber polusi. Daya guna vegetasi dalam memangkas kontaminan udara didasatkan oleh jenis tanaman dan struktur jalur hijau yang ditanam di sekitar sumber. Bentuk daun, dan struktur mikro permukaan daun sangat menentukan peranan daun dalam memangkas polusi udara. Demikian pula struktur yang dilihat dari tata letak dan kombinasi pohon, semak dalam green belt juga sangat menentukan daya guna pemangkasan polutan oleh vegetasi (Hakim dkk., 2017).

2.9 Penyerapan Tanaman Penyerap Polutan

Tanaman bisa dipakai sebagai bioremediasi yang berguna untuk memangkas level kontaminasi udara, sebab tanaman dapat menyerap beragam polutan seperti CO, NO, NO₂, SO₃, HF, dan O₃ (Nurfaida & Yanti, 2011). Daun merupakan bagian utama tanaman yang memiliki fungsi besar dalam menyerap polutan. Proses pemangkasan polutan bisa dipakai dengan menggunakan cara absorpsi dan adsorpsi diserap atau dikurug masuk ke struktur daun yaitu stomata. Absorpsi yaitu diserapnya polutan melalui stomata sedangkan adsorpsi yaitu menjerap polutan dengan daun hal ini masih mungkin polutan lepas (Direktorat Jenderal Hortikultura Direktorat Budidaya dan Pascapanen Florikultura, 2012). Distribusi stomata berkaitan dengan kelajuan dan intensitas transpirasi pada daun dengan melihat posisi dan jarak tertentu. Dalam batas tertentu, maka makin banyak porinya makin cepat menguap. Penguapan dapat menopang pemangkasan polusi udara dengan deposisi partikulat pada permukaan vegetasi, ataupun melakukan mekanisme menukarkan gas yang ada di stomata dalam pengurangan gas polutan (Salsabila dkk., 2020).

2.10 Jenis Tanaman yang Memiliki Kemampuan Mereduksi Polutan

Tanaman pereduksi polutan sangatlah dibutuhkan untuk mengurangi kadar polutan di udara. Menurut penelitian Kusminingrum (2008), menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi CO terbanyak terjadi pada jenis tumbuhan yaitu pohon Ganitri (*Elaeocarpus sphaericus*) dengan serapan CO sebanyak 81,53% (0,587 ppm) dan pohon bungur (*Lagerstroemia flos-reginae*) sebanyak 78,75 % (0,567 ppm), jenis tanaman semak yaitu Iriansis (*Impatiens sp*) dengan serapan CO sebanyak 88,61% (0,638 ppm), Philodendron (*Philodendron sp*) dengan serapan CO sebanyak 92,22 % (0,664 ppm) dan tanaman gabungan yaitu Galinggem + Criminil Red dengan perbandingan 2 : 1 dengan serapan CO sebanyak 79,22 % (0,244 ppm). Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap polutan CO, begitu juga ketika tanaman tersebut digabungkan. Untuk itu, bisa memilih jenis tanaman yang sesuai dengan maksud dan tujuan pemilihannya, kemudahan memperolehnya, serta kemudahan perawatannya (Kusminingrum, 2008).

Jenis tanaman lain untuk penghijauan yang bisa ditanam pada jalan terbuka tanpa ada bangunan sekitar dengan jenis pohon besar seperti pohon Mahoni, Trembesi, dan Angsana yang mampu menyerap polutan tinggi dengan keadaan lalu lintas dan industri yang padat dengan jenis polutan seperti Plumbun (Pb), Tembaga (Cu), dan Kobalt (Co). Penyerapan logam berat Plumbun (Pb) tertinggi terdapat pada pohon sampel yaitu daun Angsana dengan kerapatan transpor sedang sebesar 6,29 ppm. Hasil tertinggi diperoleh pada lokasi dengan tingkat kepadatan transportasi yang tinggi dari daun pohon Gerai Payung dengan angka 32,73 ppm (Susilastri, dkk 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Kusminingrum (2008), ada 3 jenis tumbuhan yang mampu menyerap gas polutan CO yaitu pohon Bungur, Cempaka dan Kupu Kupu dengan melihat kondisi jalan apakah memungkinkan menanam pohon yang besar maka dibutuhkan analisis ruang dan konsentrasi yang didapat untuk memilih pohon pereduksi yang akan ditanam berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05 Tahun 2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan.

2.10.1 Pohon Bungur

Pohon Bungur adalah tumbuhan yang berasal dari Asia Tenggara dan Asia Selatan yang memiliki bunga berwarna putih ungu dengan daun yang padat ketika bunganya bermekaran akan terlihat indah. Sehingga menjadikan pohon Bungur termasuk pohon berbunga indah di Indonesia yang banyak dijadikan sebagai pohon penghias dan peneduh tepi jalan berdasarkan DLHK D.I Yogyakarta. Pohon Bungur mampu menyerap 75 % gas karbon monoksida (CO) di udara per satu pohonnya atau 0,567 ppm (Kusminingrum, 2008). Pohon Bungur dapat ditanam dengan ukuran tinggi 1 sampai 15 m, luas dan lebar tajuk 1 sampai 5 m menyesuaikan pada kondisi jalan. Pohon bungur dapat tumbuh pada dataran dengan ketinggian mencapai 800 mdpl berdasarkan Dishut Jatim.



Gambar 2.2 Pohon Bungur

Sumber : dishut.jatimprov.go.id/bungur-tanaman-tepi-jalan-di-kota-blitar

2.10.2 Pohon Cempaka

Cempaka merupakan pohon dengan ketinggian mencapai 30 meter dengan mampu menyerap gas polutan sebesar 73 % atau 0,52 ppm berdasarkan penelitian Kusminingrum (2008), dan dapat menyerap polusi gas lainnya seperti NO₂ sebesar 58 % (Febrianti, 2019). Pohon ini biasa ditanam sebagai peneduh jalan yang bisa hidup pada ketinggian ketinggian 250-1500 m. Cempaka (*Michelia Champaca*) ditemukan di seluruh Indo-Cina, Malaysia, Sumatra, Jawa, dan Cina Barat Daya.



Gambar 2.3 Pohon Cempaka

Sumber : id.pinterest.com

2.10.3 Pohon Kupu Kupu

Pohon Kupu Kupu merupakan pohon yang mampu menyerap polutan sebesar 70 % atau 0,501 ppm CO (Kusminingrum, 2008). Pohon ini dapat tumbuh hingga 5-9 meter namun hanya bisa ditanam subur pada ketinggian 500 – 2000 mdpl. Dalam menyerap gas NO₂ pohon Kupu Kupu dapat menyerap 83 % (Febrianti, 2019).



Gambar 2. 4 Pohon Kupu Kupu

Sumber : ayoketaman.com

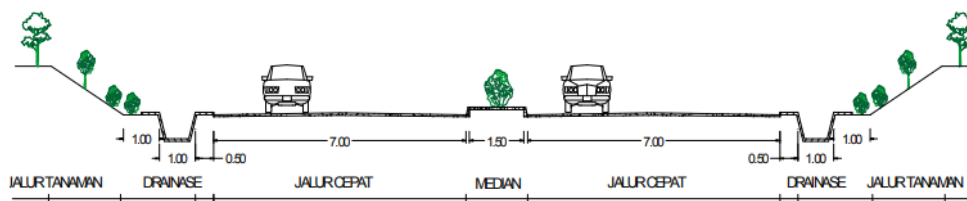
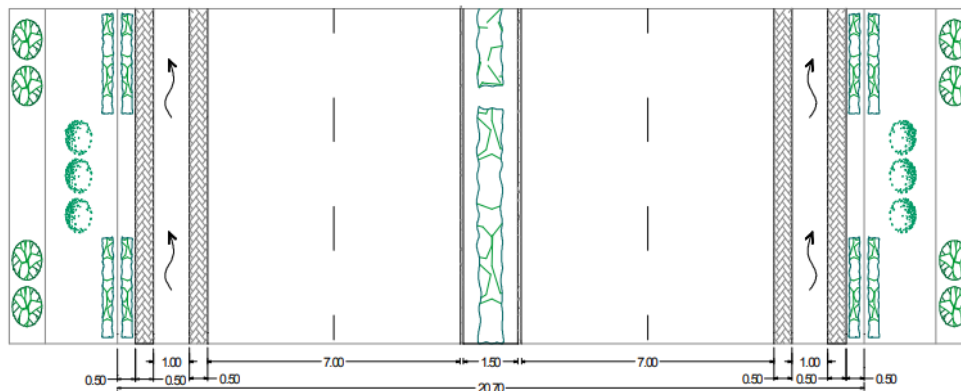
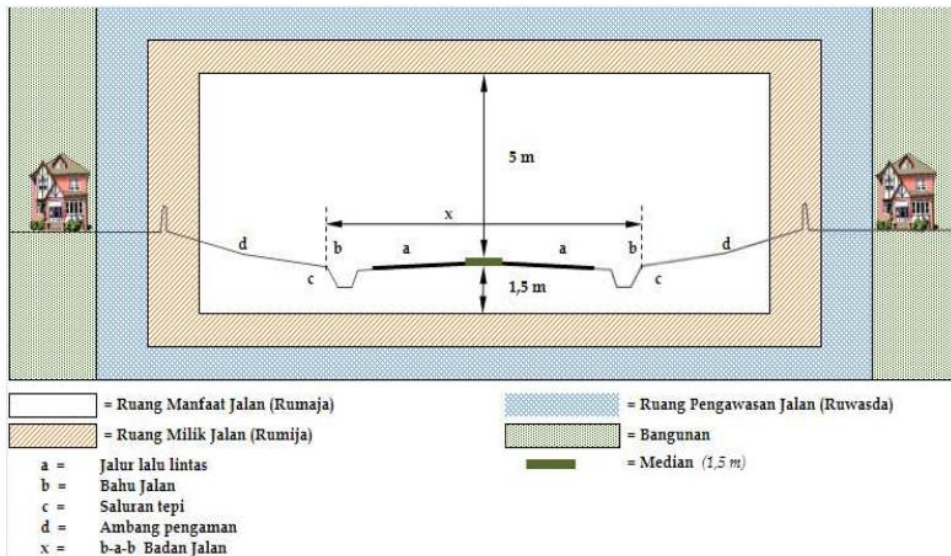
2.11 Rancangan Penanaman Pohon

Dalam melakukan penanaman pohon yang dirancang untuk jalur hijau jalan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05 Tahun 2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan yaitu dengan melakukan penentuan lokasi penanaman dibawah ini :

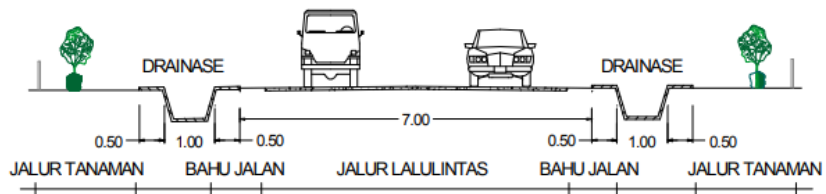
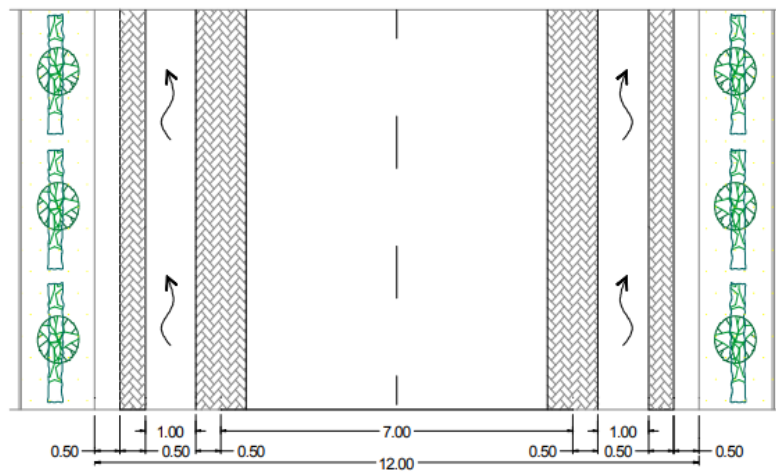
1. Penentuan jalur penanaman

Pohon pada sistem jaringan jalan dalam kota dapat ditanam pada batas-batas ruang manfaat jalan, median, atau pada garis pemisah. Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran pinggir jalan, dan ambang batas keselamatan. Ruang manfaat jalan adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman tertentu. Ruang utilitas jalan hanya diperuntukkan bagi median, perkerasan jalan, garis pemisah, bahu jalan, parit pinggir jalan, trotoar, lereng,

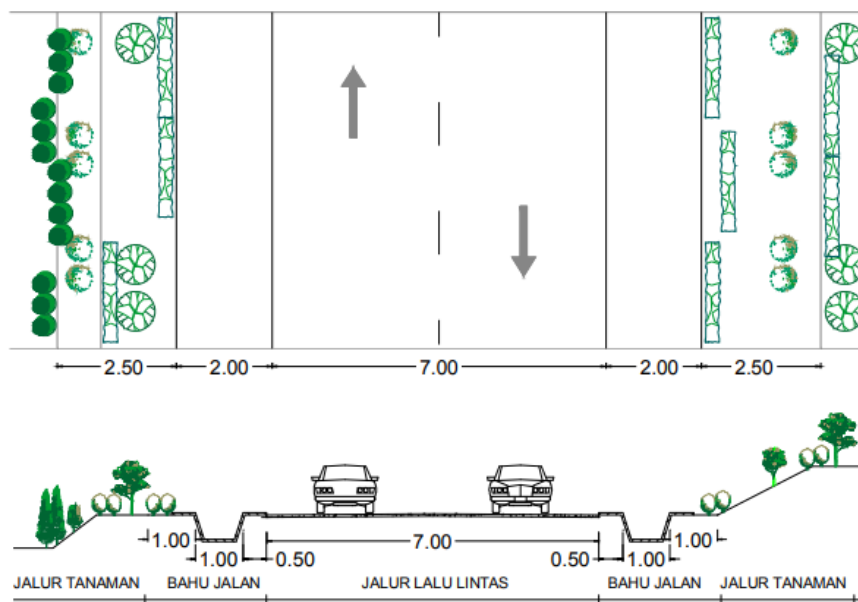
ambang batas pengaman, tanggul dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan, dan bangunan pendukung lainnya.



(a). Jalur Tanaman Pada Jalan Bermediasi dengan Lereng



(b). Jalur Tanaman Pada Jalan Tanpa Lereng



(c). Jalur Tanaman Pada Jalan Berlereng

Gambar 2.5 Jarak atur penanaman tumbuhan

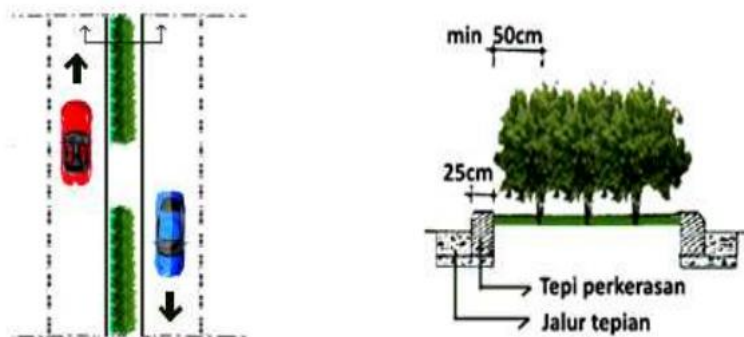
Sumber : Permen PU No. 05 Tahun 2012

2. Penempatan Tumbuhan

Tanaman jalanan harus ditempatkan di tempat atau area yang ada sesuai dengan rencana dan tetap memperhatikan aspek fungsi, keselarasan, keselarasan, keindahan dan keamanan. Sehingga harus memperhatikan jarak pohon terhadap aspal dan jarak antara tanaman di jalur jalan yang akan ditanam.



a. Jarak titik tanam pohon dengan tepi perkerasan



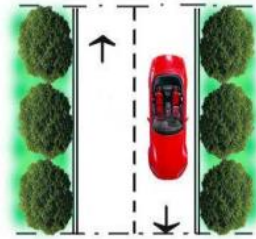
b. Jarak titik tanam perdu/semak dengan tepi perkerasan

Gambar 2.6 Jarak titik tanam pohon dan perdu dari tepi perkerasan

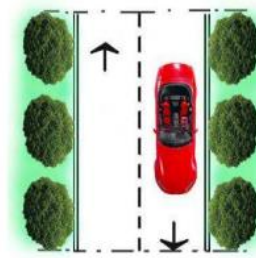
Sumber : Permen PU No. 05 Tahun 2012

Kemudian jarak antara tanaman yang akan di letakkan di jalur perencanaan dengan 2 aturan yaitu letak tanam berbaris dan letak tanam berkelompok, untuk letak tanam berbaris memiliki 2 tipe penanaman sebagai sesuai pada gambar 2.7.

- Jarak Titik Tanam Tidak Rapat



- Jarak Titik Tanam Jarang



Gambar 2. 7 Jarak tiap tanaman di tepi jalan

Sumber : Permen PU No. 05 Tahun 2012

3. Kriteria Perencanaan Penanaman

Sepanjang ruas jalan ada 2 jenis tumbuhan bisa ditanam untuk pohon di tepi jalan ditanam dengan jarak untuk wilayah perkotaan adalah 4 meter dari pinggir aspal dan untuk median jalan hanya bisa ditanam tanaman perdu/ semak, tanaman tidak boleh lebih tinggi dari rambu rambu lalu lintas dan fasilitas jalan seperti tiang listrik dan kabel sekitar jalan tidak boleh terkena pohon yang akan ditanam begitu juga dengan jalan berbentuk lengkung atau tikungan tanpa simpang. Untuk jalan persimpangan ada 2 jenis yaitu persimpangan tidak bersinyal dan persimpangan bersinyal, pada persimpangan tidak bersinyal jarak atur pohon 80 meter dari tengah persimpangan untuk kecepatan 40 km/jam dan untuk persimpangan bersinyal di perkotaan dengan jarak tanam 40 meter dari titik tengah simpang dengan kecepatan 20 km /jam dari kendaraan.

2.12 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang sudah dilakukan terdahulu sebelum penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	S Yulianti , Yulisa F ,ST.MT , Dian Rahayu J ,ST.MT (2014)	Analisis Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Ruas Jalan Gajah Mada Pontianak	Jenis penelitian yang dilakukan berjenis observasional analitik dari parameter udara ambien konsentrasi gas CO dan faktor meteorologi berupa kecepatan angin dan temperatur sebagai variabel terikat dan variabel bebas dengan jarak tempuh dengan jarak 0 meter, 5 meter, dan 10 meter dari sumber. Hasil penelitian ini dilakukan setiap hari Kamis sebagai perwakilan hari kerja dan setiap hari Minggu sebagai perwakilan hari libur yang dilakukan pada September 2013 dengan hasil konsentrasi CO tertinggi diperoleh pada hari kamis sebesar 19.955 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan kecepatan angin 0,1 m/s, dan suhu 27,7 °C dan pada hari minggu konsentrasi CO sebesar 24,944 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan kecepatan angin 0,2 m/s dan suhu 28,7 °C, pengukuran dilakukan pada titik yang sama sebanyak 6 titik di perempatan Jalan Veteran, Jalan Gajah Mada dan Jalan Pahlawan dengan jarak 0 meter.
2.	J Maharani (2019)	Perbandingan Tingkat Pencemaran Karbon Monoksida (CO) Di Ruas Jalan Ring Road Utara Gejayan	Tujuan dari riset ini yaitu guna mengetahui konsentrasi dari kontaminasi gas karbon monoksida di sekitar jalan raya dengan menilik <i>traffic</i> kepadatan lalu lintas pada jam puncak di akhir pekan dan hari kerja dengan

		<p>Yogyakarta</p> <p>Menggunakan</p> <p>Pemodelan Dispersi</p> <p>Gauss Dan</p> <p>Pengukuran</p> <p>Langsung</p>	<p>memakai pemodelan sumber garis gaussian. Survei dan observasi lapangan merupakan metode yang dipakai dalam riset ini. Analisis data dilangsungkan dengan memakai pemodelan sumber garis gaussian. Dari riset ini ditemukan hasil bahwasanya konsentrasi CO pada akhir pekan sejumlah 18285,71 ug/m³ dan pada hari kerja sejumlah 26523,81 ug/m³. Konsentrasi CO belum melampaui baku mutu yg sudah ditentukan belakangan apabila dipadankan dengan baku mutu udara ambien.</p>
3.	G Yunefa (2021)	<p>Analisis</p> <p>Konsentrasi Karbon</p> <p>Monoksida (CO)</p> <p>Akibat Aktivitas</p> <p>Transportasi Dan</p> <p>Rekomendasi</p> <p>Penanaman Pohon</p> <p>Pereduksi Polutan</p> <p>Di Jalan Arteri</p> <p>Primer Kota Padang</p>	<p>Hasil pengukuran menunjukkan pada titik 1 konsentrasi gas CO sebanyak 14.726,639 µg/m³ dan konsentrasi CO pada titik 2 sebanyak 14.623.600 µg/m³ dari hasil kegiatan kendaraan di jalan arteri primer Kota Padang yang melebihi baku mutu yang di tetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penerapan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup di 2 titik lokasi pengambilan sampel.</p>

4.	Diken Y Damara (2017)	Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) Di Sekitar Jl. Pemuda Akibat Kegiatan Car Free Day Menggunakan Program Caline 4 Dan Surfer (Studi Kasus: Kota Semarang)	Hasil penelitian mendapatkan terjadinya kenaikan jumlah kendaraan bermotor pada hari Minggu dibandingkan hari Sabtu yang terdapat di sekitar jalan Anak Muda. Keadaan tersebut terbentuk diakibatkan adanya pemindahan arus lalu lintas ke jalan alternatif lain yang juga meningkatkan asal mula pencemaran udara. Hal tersebut mengakibatkan tingginya jumlah kendaraan bermotor yang sejalan dengan naiknya konsentrasi CO di jalan alternatif. Selain itu, naik turunnya konsentrasi CO juga ditimbulkan oleh variabel meteorologi yaitu laju angin dan temperatur.
5.	Dyah R N (2018)	Analisis Kualitas Udara Ambien Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor Di Kawasan Coyudan, Surakarta	Hail yang didapat pukul 12.30-13.30 adalah jam tertinggi dari mobilitas perekonomian di daerah perbelanjaan coyudan, hal tersebut membuat kawasan itu menjadi jalur cakupan lalu lintas kendaraan motor yang padat. Pada jam tersebut memunculkan nilai yang tinggi pada emisi gas buang sebagai akibat lalu lintas di daerah perbelanjaan coyudqn, surakarta, yang mencakup parameter CO, HC, NO, dan PM. Standar kualitas udara dianggap tinggi bila dibandingkan dengan nilai kadar gas buang yang tertinggi yaitu untuk CO=1,81 ppm; HC=0,0003130 ppm; NO ₂ =1,4 ppm dan PM=6,65 u/m ³ . Maka dari itu, jika merujuk pada

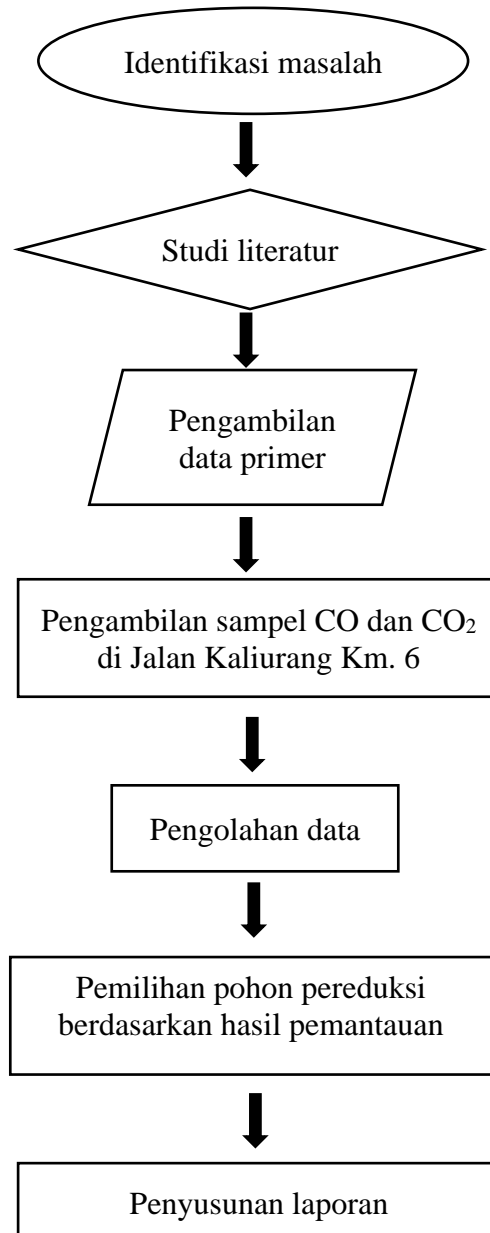
			hasil penelitian, didapati bahwa jumlah emisi gas buang dari tempat penelitian masih menangkup baku mutu udara yang diizinkan.
--	--	--	--

Berdasarkan Tabel 2.1 penelitian terdahulu berfokus pada konsentrasi CO dan hubungan terhadap faktor meteorologis serta membandingkan terhadap baku mutu yang sesuai yang dihasilkan kendaraan bermotor di ruas jalan atau hanya di satu cabang jalan sehingga pada penelitian ini diperlukan penambahan konsentrasi yaitu CO, CO₂ dan korelasi pada kecepatan angin, suhu, kelembaban serta pengendalian baik yang direkomendasikan dengan membuat perencanaan penanaman pohon sebagai reduktor polutan pada jalur persimpangan (4 cabang jalan) di titik lokasi Jalan Kaliurang Km. 6 dan menambahkan perawatan pohon agar tetap pada kondisi yang ditetapkan Permen PU tahun 2012 dengan memperhatikan kondisi eksisting wilayah perencanaan.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan seperti Gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Pada Gambar 3.2 pembuatan gambar titik sampling menggunakan QGIS 3.26.0 jarak untuk tiap titik sampling adalah untuk titik 1 ke titik 2 sepanjang 156 meter, titik 2 ke titik 3 sepanjang 131 meter dan titik 1 ke titik 3 sepanjang 287 meter. Dengan titik koordinat sebagai berikut :

1. Titik 1 (S 7°45'21.546" E 110°22'57.882")
2. Titik 2 (S 7°45'16.8876" E 110°23'00.0024")
3. Titik 3 (S 7°45'13.176" E 110°23'02.6988")

3.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dalam 2 pengambilan yaitu meteorologis menggunakan alat *multi termohygrometer* untuk suhu, kelembaban dan tekanan udara, *anemometer* untuk kecepatan dan arah angin dan pengukuran CO dan CO₂ pada udara ambien dilakukan berdasarkan Standard Instruksi Kerja Laboratorium Kualitas Udara Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan berdasarkan SNI 19-7119.9-2005 Tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara *Roadside* yaitu pengukuran dilakukan berjarak 1 meter sampai 5 meter dari batas jalan dengan ketinggian 1,5 meter sampai 3 meter dari atas permukaan jalan. Adapun alat yang digunakan dalam pengukuran CO dan CO₂ pada udara ambien diukur dengan menggunakan alat ukur CO dan CO₂ digital dengan merek Testo 315-3 dengan pembacaan konsentrasi CO dan CO₂ yang dihasilkan dengan satuan ppm yang diambil setiap 10 menit dalam 1 jam disetiap titik sampling yang ditentukan.



Gambar 3.3 Testo 315-3 alat ukur konsentrasi CO dan CO₂

3.3.1 Pengambilan Sampel Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara

Pengambilan sampel Suhu, kelembaban dan tekanan udara dilakukan selama 1 jam dengan pengambilan setiap 10 menit di masing masing titik sampling pemantauan dengan menggunakan alat Thermohygrometer yang mampu membaca selama 24 jam.



Gambar 3.4 *Thermohygrometer* alat ukur suhu, kelembaban dan tekanan udara

3.3.2 Pengambilan Sampel Kecepatan Angin dan Arah Angin

Pada dasarnya kecepatan angin dipilih berdasarakan perbedaan antara tekanan udara dengan tempat asal dan arah angin merupakan factor pendorong (Zendrako,

2010). Pengambilan sampel dilakukan setiap 10 menit sehingga menghasilkan 6 data dalam waktu 1 jam di setiap titik sampling.



Gambar 3.5 *Anemometer* alat ukur kecepatan angin dan arah angin

3.4 Waktu Pengambilan Sampel

Waktu pengambilan sampel CO dan CO₂ dilaksanakan pada bulan april 2023 selama 4 hari yaitu perwakilan hari kerja pada hari kamis dan senin, untuk hari libur yaitu sabtu dan minggu dengan pengambilan sampel pada jam-jam padat pagi 06.00 – 09.30, siang 10.00 – 13.30 dan sore 14.00-17.45 dengan teknis pelaksanaan pemantauan CO dan CO₂ dilakukan masing-masing selama 1 jam untuk setiap titik sampling, begitu juga untuk pengukuran meteorologis dilakukan pada jam yang sama dengan mengambil nilai tertinggi setiap 10 menit kemudian di rerata untuk meteorologis dalam 1 jam. Pengisian data dapat dilihat pada lampiran 1.

3.6 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang dilakukan terhadap hasil pemantauan kualitas udara CO dengan alat CO meter dengan membandingkan hasil pemantauan yang telah dilakukan dengan baku mutu yang berlaku. Dilakukan 3 analisis yaitu konversi konsentrasi dari ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, korelasi data konsentrasi polutan dengan faktor meteorologi dan rekomendasi penanaman pohon pereduksi dengan menyesuaikan terhadap Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 lampiran VII, mengenai Penanganan Kontaminasi Udara, definisi baku mutu udara ambien merupakan patokan batas atau kadar zat, energi, dan/atau elemen yang terdapat atau

yang wajib ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Standar baku mutu udara ambien parameter CO menurut PP No. 22 Tahun 2021 adalah sebesar 10.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dalam waktu pengukuran 1 jam. Metode analisis data CO₂ dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan alat CO meter dengan baku mutu yang ditetapkan dengan pengukuran CO₂ meter berdasarkan ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) dan OSHA (*Occupational Safety and health Administration*) Standards adalah dibawah 1000 ppm.

3.6.1 Konversi Data ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Berdasarkan hasil pengukuran yang didapatkan menggunakan CO meter dilakukan pengonversian data dari Ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ berdasarkan cara penelitian Anjarsari (2019), yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = \frac{C1 (\text{ppm}) \times BM}{24,45} \times 1000$$

Keterangan :

C2 = Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

C1 = Konsentrasi CO (ppm)

BM = Berat Molekul (28,01)

24,45 = Volume gas normal 25 °C, tekanan udara 760 mmHg

1000 = Angka konversi dari mg ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

3.6.2 Analisis Data Korelasi

Analisis data antara konsentrasi CO dan CO₂ dengan faktor meteorologi dilakukan dengan menggunakan analisis korelasi *Microsoft Excel Correlation*. Sehubungan antara konsentrasi gas CO dan CO₂ dengan faktor meteorologi meliputi suhu, kecepatan angin dan kelembaban. Kondisi meteorologi dianggap sebagai variabel Y dan konsentrasi gas CO dianggap sebagai variabel X (Frederick, 2015). Menurut Sugiyono (2012), tingkatan nilai korelasi pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Level Nilai Kolerasi

r (+/-)	Korelasi
0,01-1,19	Sangat Lemah
0,20-0,39	Lemah
0,40-0,59	Sedang
0,60-0,79	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

Dari Tabel 3.1 dapat ditentukan jika hasil korelasi yang didapatkan sesuai dari terlemah sampai nilai terkuat dapat menggunakan rumus dibawah ini (Sungkawa, 2013) :

$$r_{xy} = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2]\{n(\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2\}}}$$

Keterangan :

r_{xy} = Korelasi antara variabel x dan y

n = Total jumlah seluruh data

Σx = Jumlah data nilai x

Σy = Jumlah data nilai y

Untuk mempermudah proses korelasi anantara 2 variabel tersebut digunakan *microsoft excel data correlation* untuk mendapatkan nilai r pada tiap variabel yang akan dikorelasi. Jika mendapatkan $r = 1$ maka korelasi antara x dengan y adalah positif kuat, jika $r = -1$ maka korelasi yang dihasilkan negatif kuat dan jika $r = 0$ atau mendekati 0 maka korelasi antara 2 variabel lemah atau tidak ada hubungan (Syahputra, 2018).

3.6.3 Metode Penanaman Pohon

Penyaranan penanaman pohon sebagai jalur hijau jalan dilakukan dengan metode berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor Umum: 05/PRT/M/2012 Tentang Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05 Tahun 2012 Tentang Pedoman Menanam Pohon, jarak penanaman pohon yang ditetapkan yaitu 4 meter dari tepi trotoar untuk jalan perkotaan. Tanaman juga tidak boleh melebihi ketinggian kabel pada tiang listrik dan rambu rambu lalu lintas. Pada persimpangan

jalan untuk kecepatan 20 sampai 30 km/jam pohon ditanam 40 meter dari titik tengah persimpangan. Kebutuhan dan pemilihan pohon yang akan ditanam akan ditentukan setelah analisis konsentrasi CO dan CO₂ pada titik sampling yang ditentukan (Yunefa, 2021). Pohon yang ditanam berdasarkan penilaian kriteria daya serap polutan, kepadatan tajuk (daun tipis, jumlah daun) dan nilai *Air Pollution Tolerance Index* (APTI) (Febrianti, 2019).

1. Daya Serap Polutan

Dalam memilih daya serap polutan pada penelitian Kusminingrum (2008), dipilih pohon dengan tingkat penyerapan polutan tertinggi dengan teknis pelaksanaan mempersiapkan jenis tanaman untuk dimasukkan kedalam ruangan kaca berukuran panjang 2m x lebar 2m x tinggi 2m kemudian dilakukan penghembusan pada setiap ruang menggunakan mesin bahan bakar solar sebagai polutan uji, lalu diukur menggunakan alat NDIR (*Non Dispersive Infra Red*).

2. Kepadatan Tajuk

Kepadatan tajuk mempengaruhi penyerapan polutan tajuk yang rapat dapat menyerap polutan dengan baik sedangkan tajuk dengan bentuk terbuka kurang baik, berdasarkan Gambar 3.5 bentuk tajuk pohon.



Gambar 3.6 Kepadatan tajuk

Klasifikasi penilaian kepadatan tajuk 0-10% termasuk sangat jarang dengan nilai 1, nilai 2 termasuk jarang dengan persentase 11-40%, nilai 3 termasuk sedang dengan persentase 41-70% dan nilai 4 termasuk lebat dengan persentase 71-100%.

3. Nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Indeks*)

Nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Indeks*) adalah metode untuk menentukan indeks toleransi suatu pohon terhadap polutan disekitar apakah pohon tersebut mampu tumbuh dengan baik atau tidak, dengan jenis kriteria toleran, sedang dan sensitif. Untuk nilai pohon toleran pohon tersebut mampu tumbuh dengan baik di daerah dengan tingkat polusi tinggi sekalipun, untuk spesies sedang dan sensitif pohon masih dapat tumbuh didaerah tingkat polusi tinggi namun pada

tingkatan sensitif memiliki pertumbuhan pohon yang relatif rendah. Parameter yang diukur dalam menentukan nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Indeks*) adalah kadar air, asam askorbat, Ph daun, klorofil dan pergerakan peroksida asam askorbat (Febrianti, 2019).

Tabel 3. 2 Nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Indeks*)

Nama Latin	Nilai APTI	Tingkat Toleransi
<i>Ceiba petandra</i>	13,99	Sedang
<i>Vietchia merilii</i>	12,89	Sedang
<i>Mimusoph elengi</i>	12,80	Sedang
<i>Lagerstomia speciosa</i>	12,66	Sedang
<i>Switenia macrophylla</i>	12,44	Sedang
<i>Delonix regia</i>	12,41	Sedang
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	12,28	Sedang
<i>Dillenia indica</i>	12,13	Sedang
<i>Diospyros blancoi</i>	12,06	Sedang
<i>Arenga piñata</i>	12,05	Sedang
<i>Pterocarpus indicus</i>	11,84	Sensitif
<i>Bauhinia purpurea</i>	11,83	Sensitif
<i>Phoenix roebelini</i>	11,76	Sensitif
<i>Michelia champaca</i>	11,61	Sensitif
<i>Canarium commune</i>	11,41	Sensitif
<i>Schefflera grandiflora</i>	10,68	Sensitif
<i>Terminalia mantaly</i>	10,48	Sensitif
<i>Ficus benjamina</i>	10,19	Sensitif
<i>Cupressus papuana</i>	9,76	Sensitif
<i>Magnifera indica</i>	9,70	Sensitif
<i>Agathis damara</i>	8,74	Sensitif

Keterangan: Sensitif ≤ 12 , Sedang 12-16, Cukup toleran 17-20, Toleran ≥ 20

Sumber : Febrianti, 2019

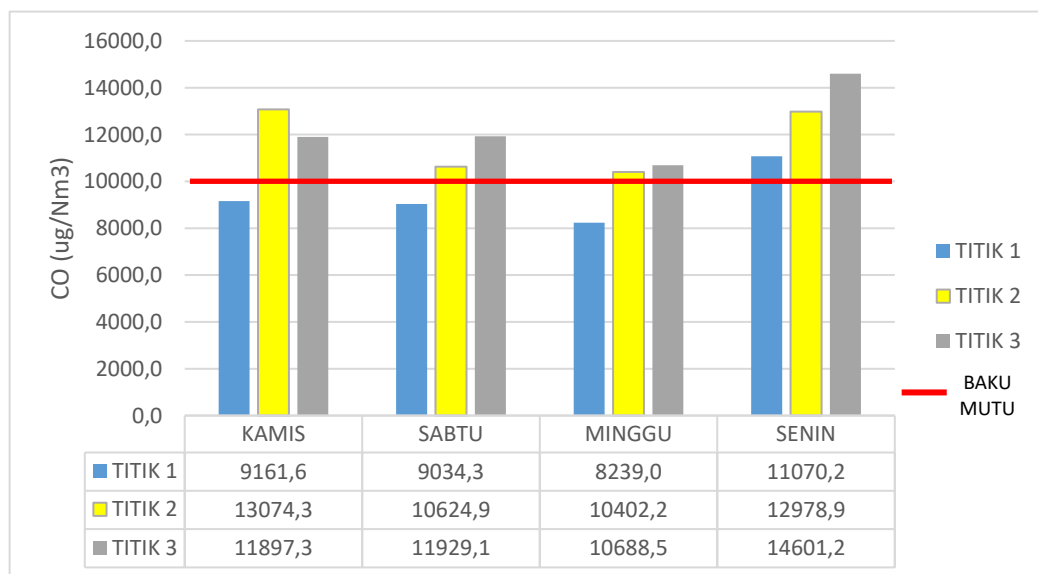
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Sampling Data dan Perbandingan Baku Mutu

4.2.1 Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Berlandaskan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 lampiran VII, Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, definisi baku mutu udara ambien merupakan patokan batas atau kadar zat, energi, dan/atau elemen yang terdapat atau yang wajib ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Standar baku mutu udara ambien parameter CO menurut PP No. 22 Tahun 2021 adalah sebesar $4.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dalam waktu pengukuran 8 jam dan sebesar $10.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dalam waktu pengukuran 1 jam. Berikut adalah grafik data pengukuran CO selama 4 hari di 3 titik dapat dilihat pada Gambar 4.1.

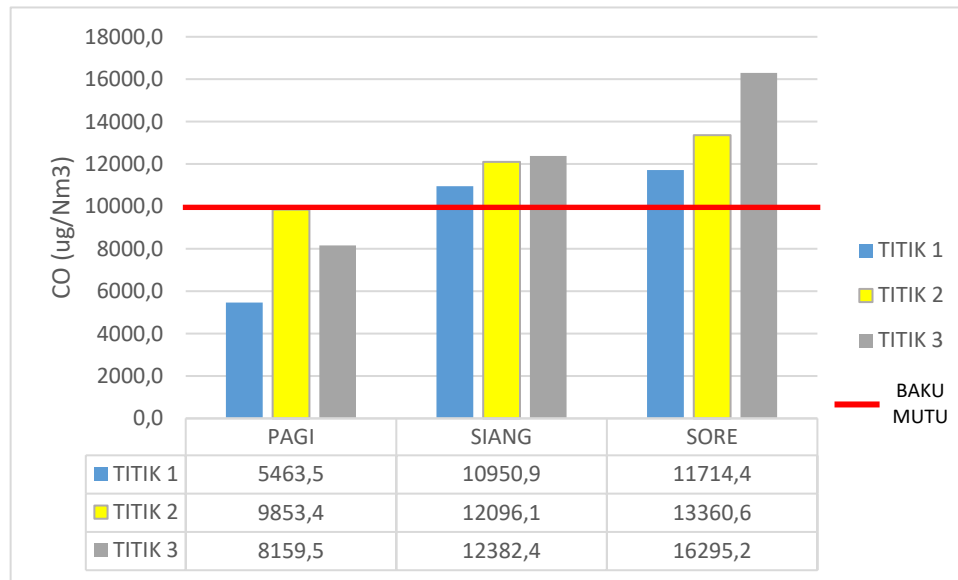


Gambar 4.1 Konsentrasi CO selama 4 hari di 3 titik sampling

Pada Gambar 4.1 rata rata pada titik 1 selama 4 hari yaitu $9376,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dibawah baku mutu, pada titik 2 selama 4 hari yaitu $11770 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ diatas baku mutu dan pada titik 3 selama 4 hari yaitu $12279,03,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ melebihi baku mutu lebih tinggi dari titik 2 karena terdapat 2 simpang yaitu menuju *ring road* dan jalan

pandega sakti dengan aktivitas kendaraan yang padat dan disertai aktivitas penduduk yang membakar sampah setiap hari pada jam sore hari menyebabkan kadar CO lebih tinggi. Pada Gambar 4.1 untuk perbandingan per hari pada hari Kamis rata rata CO di ke 3 titik adalah $11377,71 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ melebihi baku mutu, hari Sabtu dengan rata rata CO di ke 3 titik $10529,4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, untuk rata rata pada hari Minggu CO di ke 3 titik $9776,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan pada hari Senin rata rata CO di ke 3 titik sebesar $12883,43 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sehingga perbandingan yang didapat pada hari kerja (Kamis dan Senin) dengan hari libur (Sabtu dan Minggu) adalah hari kerja relatif lebih tinggi nilai CO nya dibanding dengan hari libur akibat aktivitas kendaraan lebih padat pada hari kerja. Berdasarkan penyajian data pada grafik rata rata dari titik 1 sampai 3 selama 4 hari ketika dibandingkan, konsentrasi di Titik 3 memiliki kecenderungan rata-rata nilai konsentrasi lebih tinggi dibanding titik 1 dan 2. Kondisi ini dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan yang lebih padat dan jalur jalan yang lebih sempit sehingga menyebabkan kemacetan, pada titik 2 lebih rendah karena terdapat *underpass* yaitu jalan bawah tanah atau trowongan yang berfungsi mencegah kemacetan. Titik 1 lebih rendah dari titik 2 karena terdapat pepohonan yang lebih banyak salah satunya pohon tanjung yang dapat menyerap polutan gas CO. Sehingga dimungkinkan konsentrasi CO yang dihasilkan sebagian terserap oleh pepohonan yang berada disekitar. Berdasarkan penelitian Purwasih (2013), tanaman yang tumbuh di jalur hijau cukup baik dalam menangkap emisi karbon yang diproduksi oleh kendaraan bermotor dan industri yang lokasinya didekat jalan.

Berikut adalah grafik persepsi data pengukuran CO selama 4 hari di 3 titik dapat dilihat pada Gambar 4.2.



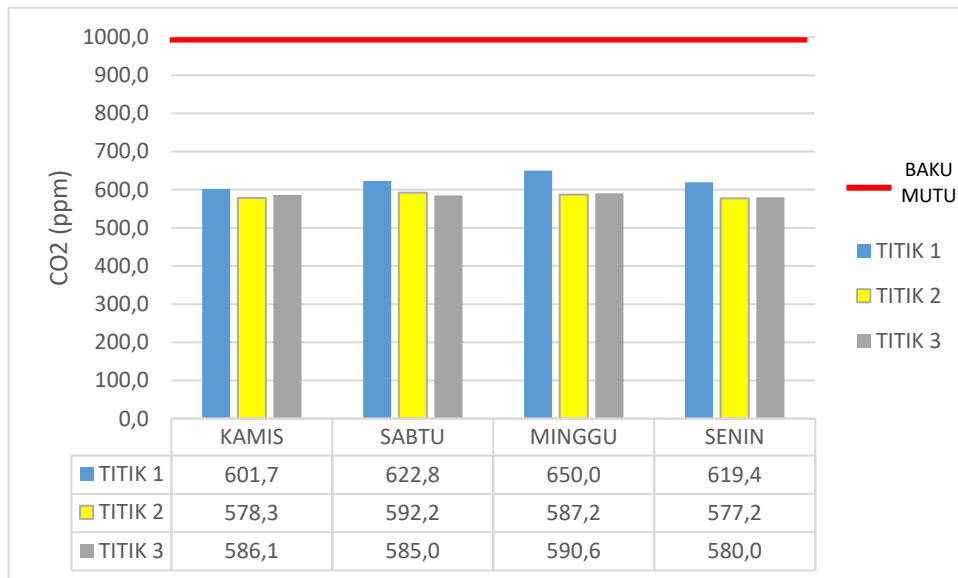
Gambar 4.2 Konsentrasi CO per sesi di 3 titik sampling

Berdasarkan Gambar 4.2 sesi pagi hari relatif rendah dengan rata rata 7825,5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dibawah baku mutu dikarenakan pada pagi hari kendaraan dan aktivitas penduduk masih sedikit, untuk pengukuran sesi siang dengan rata rata 11809,8 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ melebihi baku mutu dikarenakan aktivitas kendaraan yang tinggi dan pada sesi sore hasil CO yang didapat lebih tinggi melebihi baku mutu yaitu 13790 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang disebabkan aktivitas kendaraan dan penduduk yang membakar sampah di pekarangan rumah di pinggir jalan menyebabkan kadar CO meningkat. Kemudian diakibatkan suhu yang meningkat dan kecepatan angin yang rendah menyebabkan naikknya konsentrasi CO pada sesi siang dan sore dibanding sesi pagi yang relatif rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yulianti (2014), menyatakan bahwa jika suhu lingkungan meningkat maka konsentrasi CO naik dan jika kecepatan angin rendah maka konsentrasi CO meningkat. Hal ini membuktikan bahwa konsentrasi CO dengan kecepatan angin dan suhu memiliki hubungan atau korelasi dalam menghasilkan konsentrasi polutan di udara ambien.

4.2.2 Konsentrasi Karbon Dioksida (CO_2)

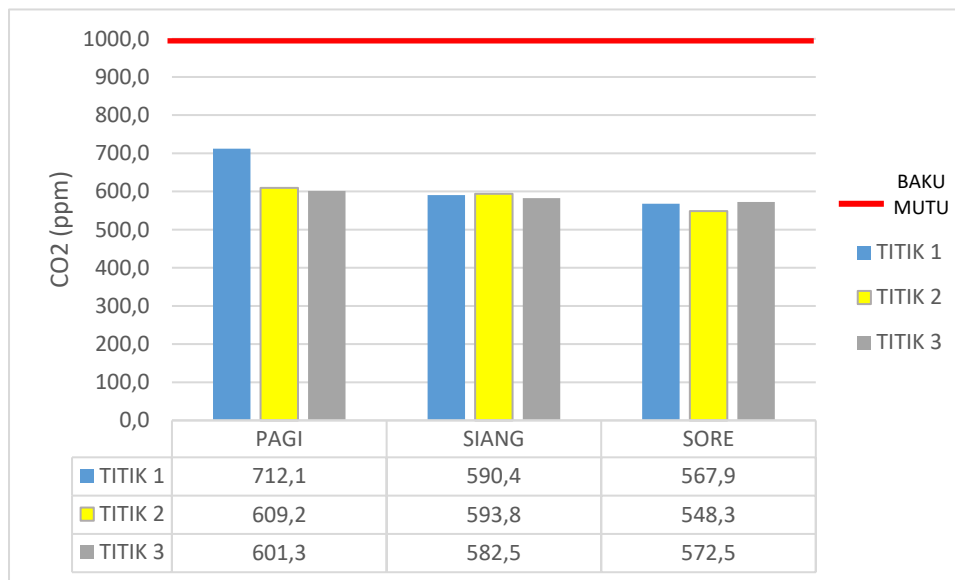
Untuk CO_2 baku mutu yang ditetapkan dengan pengukuran CO_2 meter berdasarkan ASHREA (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) dan OSHA (*Occupational Safety and health*)

Administration) Standards adalah dibawah 1000 ppm. Berikut merupakan perbandingan hasil sampling CO₂ selama 4 hari dengan 3 titik pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Konsentrasi CO₂ selama 4 hari di 3 titik sampling

Hasil grafik Gambar 4.3 pengukuran konsentrasi CO₂ masih dibawah baku mutu yang ditetapkan ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) dan OSHA (*Occupational Safety and health Administration*) Standards yaitu 1000 ppm menggunakan CO₂ meter jika mendekati 5000 ppm termasuk udara tidak aman pada 8 jam kerja. Untuk nilai rata rata CO₂ pada hari kamis 588,7 ppm masih dibawah baku mutu, pada hari sabtu 600 ppm masih dibawah baku mutu, pada hari minggu 609,25 ppm masih dibawah baku mutu dan pada hari senin 592,2 ppm masih dibawah baku mutu, jika dilihat dari hasil pengukuran 4 hari dapat di ratakan nilai CO₂ hanya sebesar 597,54 ppm yang artinya masih dibawah 1000 ppm yang merupakan baku mutu berdasarkan ASHRAE dan OSHA. Pada pengukuran per sesi dapat dilihat pada grafik perbandingan pengukuran pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Konsentrasi CO₂ per sesi di 3 titik sampling

Pada Gambar 4.4 di sesi pagi hari CO₂ relatif tinggi dengan rata rata pada titik 1 sampai titik 3 adalah 640,8 ppm dikarenakan pada malam hari tumbuhan mengeluarkan CO₂ karena laju fotosintesisnya lebih lambat dibanding siang hari karena kurangnya cahaya sehingga hanya mengeluarkan CO₂ dan tidak dapat menyerap CO₂. Ketika masuk jam 9 pagi sampai jam 6 sore kadar CO₂ lebih rendah namun akan naik jika aktivitas kendaraan tinggi dengan rata rata CO₂ di siang hari pada titik 1 sampai 3 adalah 588,9 ppm dan pada sore hari dengan rata rata di ke 3 titik yaitu 562,9 ppm dikarenakan tumbuhan mengeluarkan oksigen yang menyebabkan CO₂ yang dikeluarkan lebih rendah dibanding pagi hari karena diserap kembali oleh tumbuhan, berdasarkan penelitian Sukmawati (2015), menyebutkan sebagian besar tanaman mengeluarkan oksigen pada siang hari dengan fotosintesis dari bantuan matahari dan menyerap karbondioksida CO₂ pada siang hari sehingga menyebabkan kadar CO₂ lebih rendah, dengan begitu pada siang hari tumbuhan lebih banyak mengeluarkan oksigen dibandingkan CO₂, namun pada sesi tertentu di siang dan sore hari CO₂ naik diakibatkan oleh aktivitas manusia dan kendaraan.

Pada titik 1 lebih tinggi dikarenakan pengukuran dilakukan lebih pagi mulai pukul 06.00 wib berdasarkan penelitian Sukmawati (2015), dikarenakan tumbuhan belum berfotosintesis diakarenakan matahari belum naik diatas tumbuhan secara

merata dan belum menyerap CO₂ kembali sepenuhnya yang dihasilkan kendaraan pada malam hari, namun pada siang hari CO₂ akan berkurang diakibatkan pohon berfotosintesi yang dapat menyerap CO₂ dan mengeluarkan oksigen dengan bantuan cahaya matahari. Nilai rata rata CO₂ pada titik 1 yaitu 623 ppm, pada titik 2 yaitu 584 ppm dan pada titik 3 yaitu 585 ppm dari hasil pengukuran masih dibawah baku mutu menurut *CO₂ meter Measurement specialist* berdasarkan ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) dan OSHA (*Occupational Safety and health Administration*) Standards dibawah 1000 ppm.

4.3 Hubungan CO dengan Faktor Meteorologi

4.3.1 Hubungan CO dengan Kecepatan Angin

Hubungan CO dengan kecepatan angin terdapat pada 3 titik sampling dengan hasil perhitungan berdasarkan analisis data excel menggunakan *Correlation Data* yaitu pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Korelasi Konsentrasi CO dengan Kecepatan Angin

Titik 1		X	Y
	X	1	
	Y	-0,67575	1
Titik 2		X	Y
	X	1	
	Y	-0,61912	1
Titik 3		X	Y
	X	1	
	Y	-0,70841	1
Rata rata		-0,65319	

Keterangan

X : Konsentrasi CO

Y : Kecepatan angin

Dari tabel 4.1 hasil korelasi yang didapat diatas pada titik 1,2 dan 3 hubungan antara CO dengan kecepatan angin berkorelasi berbalik yaitu negatif kuat dengan ini berbanding sama dengan jika konsentrasi CO tinggi maka kecepatan

angin rendah dan jika sebaliknya konsentrasi CO rendah maka kecepatan angin kuat. Terlihat nilai paling kuat pada titik 3 yaitu -0,708 yang berkorelasi terbalik negatif kuat. Dengan rata rata nilai korelasi pada ke 3 titik adalah -0,65 yang bernilai korelasi negatif kuat atau berbalik. Hal ini sejalan dengan penelitian Yulianti (2014), yang mengungkapkan jika kecepatan angin turun maka konsentrasi CO akan naik begitu sebaliknya sehingga didapatkan nilai negatif (-) kuat yang didapatkan menggunakan *Correlation Data Analysis Microsoft Excel* menunjukkan antara konsentrasi karbon monoksida dengan kecepatan angin memiliki hubungan yang berkebalikan. Jika kecepatan angin tinggi maka konsentrasi karbon monoksida pada saat itu cenderung akan lebih rendah. Konsentrasi karbon monoksida menjadi lebih tinggi jika kecepatan angin pada saat itu rendah (Yulianti dkk., 2014).

4.3.2 Hubungan CO dengan Suhu

Hubungan CO dengan suhu terdapat pada 3 titik sampling dengan hasil perhitungan berdasarkan analisis data excel menggunakan *Correlation Data* yaitu pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Korelasi Konsentrasi CO dengan Suhu

Titik 1		X	Y
	X	1	
	Y	0,436082	1
Titik 2		X	Y
	X	1	
	Y	0,119179	1
Titik 3		X	Y
	X	1	
	Y	-0,62813	1
Rata rata		0,060064	

Keterangan

X : Konsentrasi CO

Y : Suhu

Dari tabel 4.2 hasil korelasi pada titik 1 didapatkan nilai korelasi 0,436 atau positif cukup, pada titik 2 hasil korelasi didapatkan 0,119 atau positif lemah dan

pada titik 3 hasil korelasi yang didapatkan negatif kuat yaitu 0,628. Dari hasil yang didapatkan korelasi antar CO dengan suhu bernilai abstrak atau tidak tetap dan acak jika dari hasil yang dilihat titik 3 adalah hasil paling kuat yang korelasi -0,628 atau negatif kuat sedangkan yang paling lemah terdapat pada titik 2 yaitu 0,119 atau lemah. Dengan rata rata nilai korelasi yaitu 0,06 yang bernilai positif lemah hal ini tidak sejalan dengan penelitian terdahulu yaitu jika suhu naik maka konsentrasi CO tinggi (Yulianti dkk., 2014). Berdasarkan penelitian Syahputra (2018), jika mendapatkan $r = 1$ maka korelasi antara x dengan y adalah positif kuat, jika $r = -1$ maka korelasi yang dihasilkan negatif kuat dan jika $r = 0$ atau mendekati 0 maka korelasi antara 2 variabel lemah atau tidak ada hubungan.

4.3.3 Hubungan CO dengan Kelembaban

Hubungan CO dengan kelembaban terdapat pada 3 titik sampling dengan hasil perhitungan berdasarkan analisis data excel menggunakan *Correlation Data* yaitu pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Korelasi Konsentrasi CO dengan Kelembaban

Titik 1		X	Y
	X	1	
	Y	-0,5194	1
Titik 2		X	Y
	X	1	
	Y	-0,1939	1
Titik 3		X	Y
	X	1	
	Y	0,63144	1
Rata rata		-0,1597	

Keterangan

X : Konsentrasi CO

Y : Kelembaban

Berdasarkan Tabel 4.3 hasil korelasi CO dengan kelembaban memiliki korelasi yang beragam mulai dari titik 1 dengan nilai korelasi yang bernilai negatif cukup, titik 2 berkorelasi negatif lemah dan titik 3 berkorelasi positif kuat. CO

dengan Kelembaban memiliki korelasi yang lemah mulai dari titik 1 dengan nilai korelasi yang bernilai negatif cukup atau sedang, titik 2 berkorelasi negatif lemah dan titik 3 berkorelasi positif kuat. Dari hasil korelasi tersebut dapat dilihat bahwa titik 3 CO paling berhubungan dengan Kelembaban sedangkan pada titik 2 berkorelasi negatif lemah, sehingga dapat di katakan korelasi antara CO dengan kelembaban tidak terkait sehingga hasil yang didapatkan beragam dari titik 1, 2 dan 3 dengan nilai rata rata korelasi pada ke 3 titik adalah -0,1597 yaitu berkorelasi negatif lemah. Berdasarkan penelitian Syahputra (2018), jika mendapatkan $r = 1$ maka korelasi antara x dengan y adalah positif kuat, jika $r = -1$ maka korelasi yang dihasilkan negatif kuat dan jika $r = 0$ atau mendekati 0 maka korelasi antara 2 variabel lemah atau tidak ada hubungan.

4.4 Hubungan CO₂ dengan Faktor Meteorologi

4.4.1 Hubungan CO₂ dengan Kecepatan Angin

Hubungan CO₂ dengan kecepatan angin terdapat pada 3 titik sampling dengan hasil perhitungan berdasarkan analisis data excel menggunakan *Correlation Data* yaitu pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Korelasi Konsentrasi CO₂ dengan Kecepatan Angin

		X	Y
Titik 1	X	1	
	Y	0,25932	1
		X	Y
Titik 2	X	1	
	Y	0,20584	1
		X	Y
Titik 3	X	1	
	Y	0,13489	1
Rata rata		0,20147	

Keterangan

X : Konsentrasi CO₂

Y : Kecepatan angin

Pada Tabel 4.4 hasil korelasi CO₂ dengan kecepatan angin memiliki korelasi lemah dari titik 1 dengan nilai korelasi 0,25 yang bernilai positif sedang, titik 2 berkorelasi positif sedang 0,20 dan titik 3 berkorelasi negatif lemah 0,13. Korelasi konsentrasi CO₂ dengan Kecepatan angin bernilai positif lemah hal ini menunjukkan tidak ada hubungan antara CO₂ dengan kecepatan angin untuk nilai rata rata pada ke 3 titik adalah 0,201 yaitu positif lemah. Berdasarkan penelitian Syahputra (2018), jika mendapatkan $r = 1$ maka korelasi antara x dengan y adalah positif kuat, jika $r = -1$ maka korelasi yang dihasilkan negatif kuat dan jika $r = 0$ atau mendekati 0 maka korelasi antara 2 variabel lemah atau tidak ada hubungan.

4.4.2 Hubungan CO₂ dengan Suhu

Hubungan CO₂ dengan suhu terdapat pada 3 titik sampling dengan hasil perhitungan berdasarkan analisis data excel menggunakan *Correlation Data* yaitu pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Korelasi Konsentrasi CO₂ dengan Suhu

		X	Y
Titik 1	X	1	
	Y	-0,53285	1
		X	Y
Titik 2	X	1	
	Y	0,435498	1
		X	Y
Titik 3	X	1	
	Y	0,619315	1
Rata rata		-0,234	

Keterangan

X : Konsentrasi CO₂

Y : Suhu

Berdasarkan Tabel 4.5 hasil yang didapatkan dari korelasi pada titik 1 korelasi berbanding terbalik dengan CO₂ naik jika suhu udara naik dengan hasil negatif sedang, pada titik 2 didapatkan korelasi positif sedang/cukup berbanding lurus dengan suhu naik jika CO₂ naik dan pada titik 3 dengan hasil korelasi positif

kuat sehingga ini berbanding sama dengan suhu naik jika CO₂ naik. Namun teori tersebut belum bisa dipastikan sebagai pengaruh suhu terhadap CO₂ dikarenakan CO₂ lebih tergantung pada makhluk hidup dan kendaraan yang menghasilkan CO₂ di tempat tersebut. Korelasi CO₂ dengan suhu di titik 1 sampai titik 3 dengan hasil rata rata pada ke 3 titik adalah -0,234 yang berkorelasi negatif lemah sehingga dapat disimpulkan tidak ada hubungan antara CO₂ dengan Suhu karena korelasi yang dihasilkan pada setiap titik berbeda dan tidak stabil. Berdasarkan penelitian Syahputra (2018), jika mendapatkan $r = 1$ maka korelasi antara x dengan y adalah positif kuat, jika $r = -1$ maka korelasi yang dihasilkan negatif kuat dan jika $r = 0$ atau mendekati 0 maka korelasi antara 2 variabel lemah atau tidak ada hubungan.

4.4.3 Hubungan CO₂ dengan Kelembaban

Hubungan CO₂ dengan kelembaban terdapat pada 3 titik sampling dengan hasil perhitungan berdasarkan analisis data excel menggunakan *Correlation Data* yaitu pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Korelasi Konsentrasi CO₂ dengan Kelembaban

		X	Y
Titik 1	X	1	
	Y	0,676396	1
		X	Y
Titik 2	X	1	
	Y	-0,26411	1
		X	Y
Titik 3	X	1	
	Y	-0,51606	1
Rata rata		0,417	

Keterangan

X : Konsentrasi CO₂

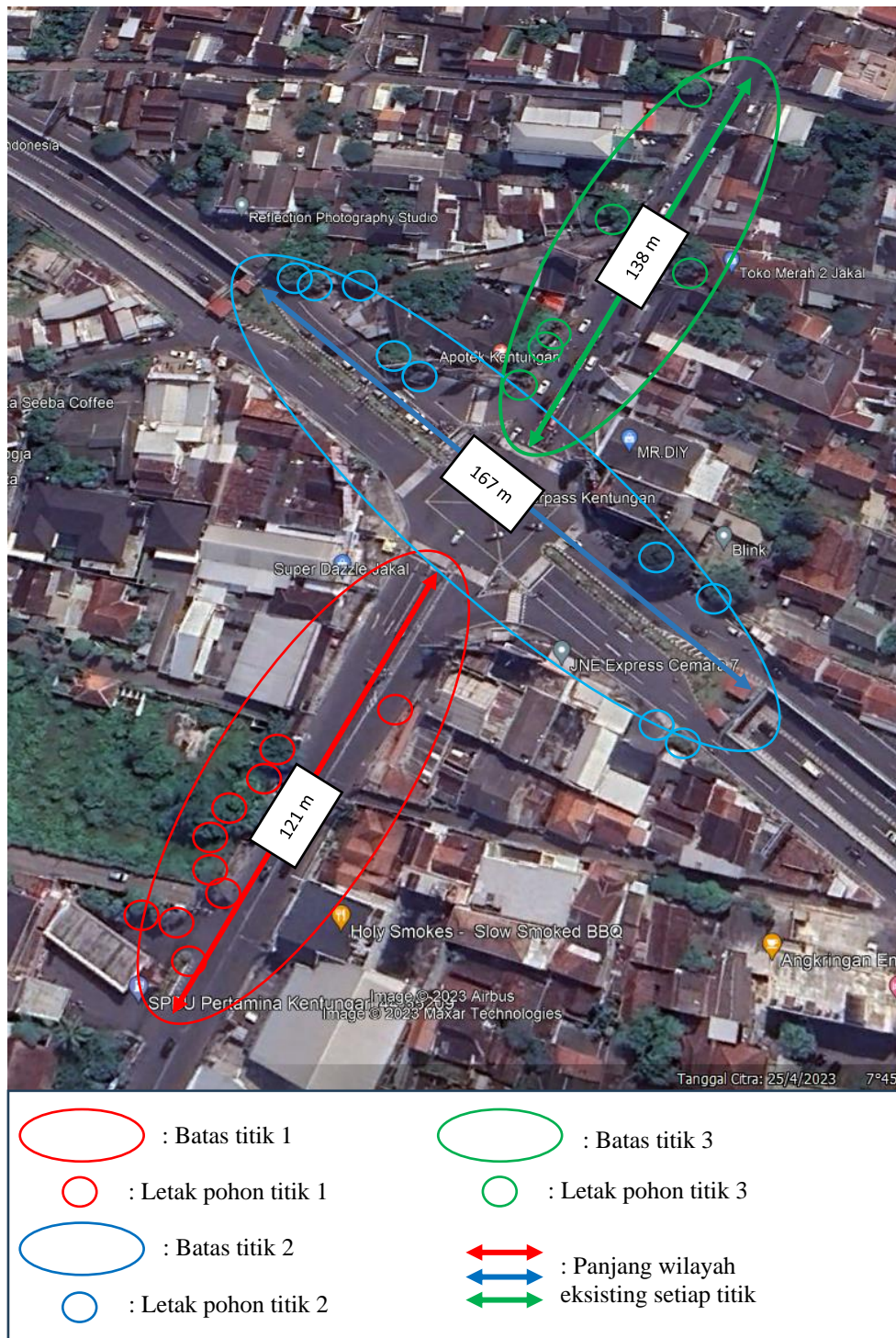
Y : Kelembaban

Pada Tabel 4.6 yang didapat pada titik 1 adalah 0,676 berkorelasi positif kuat, pada titik 2 berkorelasi negatif lemah -0,264 dan pada titik 3 berkorelasi negatif sedang -0,516. Korelasi CO₂ dengan kelembaban dengan nilai rata rata korelasi

didapat adalah 0,417 yang bernilai positif sedang pada titik 1 sampai titik 3, namun berdasarkan korelasi per titik dapat dilihat untuk titik 2 merupakan korelasi terlemah dan pada titik 1 berkorelasi positif kuat dan titik 3 berkorelasi negatif sedang. Berdasarkan penelitian Syahputra (2018) jika mendapatkan $r = 1$ maka korelasi antara x dengan y adalah positif kuat, jika $r = -1$ maka korelasi yang dihasilkan negatif kuat dan jika $r = 0$ atau mendekati 0 maka korelasi antara 2 variabel lemah atau tidak ada hubungan.

4.5 Perencanaan Pemilihan Kebutuhan Pohon Penyerap Polutan

Pemilihan pohon penyerap polutan berdasarkan petunjuk teknik penanaman spesies pohon penyerap polutan udara dari Kementerian LHK tahun 2015 disesuaikan dengan ketentuan perencanaan tata ruang pemerintah setempat berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penanaman Pohon dengan melihat kondisi iklim dan geografi wilayah jalan dengan mengatur lokasi penanaman berada didalam area jalur dengan memperhatikan aspek fungsi, keselarasan, keharmonisan, keindahan dan keselamatan. Berdasarkan hasil observasi langsung pada jalur perencanaan terdapat pohon yang tumbuh berdasarkan kondisi eksisting wilayah perencanaan dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.7.



Gambar 4.5 Kondisi eksisting pohon di persimpangan jalan Kaliurang Km. 6

Tabel 4. 7 Pohon yang Terdapat di Lokasi Perencanaan

Titik Sampling	Jenis Pohon*	Jumlah	Daya Serap Polutan/ 1 pohon**	
			CO	CO ₂
1	Pohon Mangga (<i>Mangifera indica</i>)	5	-	455 kg/tahun
	Pohon Beringin (<i>Ficus benjamina</i>)	2	-	535,90 kg/tahun
	Pohon Tanjung (<i>Mimusops elengi</i>)	3	573,74 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	591,3 kg/tahun
2	Pohon Pakel/kweni (<i>Mangifera odorata</i>)	1	-	455 kg/tahun
	Pohon Mangga (<i>Mangifera indica</i>)	2	-	455 kg/tahun
	Pohon Bambu (<i>Bambusoideae</i>)	1	-	100 ton/ha/tahun
	Pohon Kersen (<i>Muntingia calabura</i>)	1	-	175,2 kg/tahun
	Pohon Jambu (<i>Psidium guajava</i>)	1	-	250 kg/tahun
	Pohon Pinang (<i>Areca catechu</i>)	1	-	1,37 mg/m ² /menit
	Pohon Pule (<i>Alstonia scholaris</i>)	1	-	-
3	Pohon Ketapang (<i>Terminalia catappa</i>)	4	-	44,36 ton/ha/tahun
	Pohon Mangga (<i>Mangifera indica</i>)	2	-	455 kg/tahun

- : Tidak ada data

Sumber : *Observasi Langsung

**KLHK, 2015

Berdasarkan Tabel 4.7 hasil observasi langsung jenis pohon pada lokasi perencanaan sebagian besar hanya dapat menyerap polutan CO₂ sehingga diperlukan rekomendasi jenis pohon dalam menyerap CO dengan menyesuaikan hasil pengukuran konsentrasi CO dikarenakan CO₂ masih dibawah baku mutu sehingga hanya diperlukan rekomendasi pohon penyerap CO karena melewati batas baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 yaitu 10000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Kebutuhan dan pemilihan pohon yang akan ditanam akan ditentukan setelah analisis konsentrasi CO dan CO₂ pada titik sampling yang ditentukan (Yunefa, 2021). Pohon yang ditanam berdasarkan penilaian kriteria daya serap polutan, kepadatan tajuk, daun tipis, jumlah daun dan nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) (Febrianti, 2019).

4.5.1 Daya Serap Polutan

Dalam pemilihan pohon yang memiliki daya serap polutan, menurut Kusminingrum (2008), ada 3 bentuk tanaman dilihat dari bentuknya yaitu pohon, perdu dan semak sebagai penyerap polutan yang berfungsi juga sebagai peneduh jalan, penyerap kebisingan dan pemecah angin. Berdasarkan penelitian Kusminingrum (2008), berikut adalah hasil pengurangan daya serap CO yang kemudian di terapkan untuk pohon penyerap gas karbon monoksida yang akan di rencanakan di jalan Kaliurang Km. 6 pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Jenis Pohon Penyerap Gas Karbon Monoksida

No.	Jenis Tanaman	Spesies	Daya Serap CO (ppm)	Daya Serap CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Daya Serap CO (%)	Keterangan
1.	Bungur	(<i>Lagerstroemia flos-reginae</i>)	0,567	649,3251534	79	Sesuai
2.	Cempaka	(<i>Michellia champaca</i>)	0,528	604,6625767	73,00	Sesuai
3.	Kupu Kupu	(<i>Bauhinia sp</i>)	0,501	573,7423313	67,00	Sesuai

Sumber : Kusminingrum, 2008

Dari Tabel 4.8 jenis pohon yang dipilih diatas adalah sesuai dengan penelitian yang dilakukan Kusminingrum (2008), daya serap gas polutan tertinggi yaitu pada Pohon Bungur sebanyak $649,32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

4.5.2 Kepadatan Tajuk

Tahap kriteria selanjutnya adalah kepadatan tajuk, daun tipis dan banyaknya jumlah daun suatu pohon dalam menyerap polutan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Kepadatan Tajuk dan Jumlah Daun

No	Jenis Tanaman	Kepadatan Tajuk	Daun Tipis	Jumlah Daun	Persentase Rerata Daun	Keterangan
1	Bungur	3	3	3	70%	Sedang
2	Cempaka	2	2	2	40%	Jarang
3	Kupu Kupu	4	3	2	70%	Sedang

Klasifikasi:

Nilai 1 : Sangat jarang 0-10%

Nilai 2 : Jarang 11-40%

Nilai 3 : Sedang 41-70%

Nilai 4 : Lebat 71-100%

Sumber : Febrianti, 2019

Berdasarkan Tabel 4.9 penilaian kepadatan tajuk dan jumlah daun diatas nilai tertinggi pada pohon bungur dan kupu kupu dengan persentase kepadatan tajuk 70% artinya sedang dengan kepadatan tajuk nilai 3 mampu menyerap polusi dengan baik dan cocok sebagai pohon peneduh di pinggir jalan (Febrianti, 2019).

4.5.3 Nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Indeks*)

Kemudian dalam penentuan nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Index*) ada beberapa penilaian yang dilakukan bagaimana suatu pohon dalam menyerap polutan gas secara sensitif sampai toleran yaitu kandungan asam askorbat, kadar air relatif, kandungan klorofil, pH ekstrak daun, dan aktivitas peroksida asam askorbat (Sing dan Rao, 1983). Berikut merupakan nilai APTI dari pohon Bungur, Cempaka dan Kupu Kupu berdasarkan penelitian yang dilakukan terdahulu pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Nilai APTI (*Air Pollution Tolerance Indeks*)

No.	Jenis Tanaman	Spesies	Nilai APTI	Kategori Tingkat Toleran
1.	Bungur	(<i>Lagerstroemia flos-reginae</i>)	12,66	Sedang
2.	Cempaka	(<i>Michellia champaca</i>)	11,61	Sedang
3.	Kupu Kupu	(<i>Bauhinia sp</i>)	11,83	Sedang

Keterangan: Sensitif ≤ 12 , Sedang 12-16, Cukup toleran 17-20, Toleran ≥ 20

Sumber : Febrianti, 2019

Pada Tabel 4.10 nilai APTI pohon Bungur mendapatkan nilai APTI tertinggi yaitu 12,66 yang artinya pohon Bungur dapat tumbuh pada wilayah dengan kondisi udara ambien sedang sehingga mampu tumbuh dan menyerap polutan gas karbon monoksida (CO) sebesar $649,32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ melalui proses fotosintesis (Kusminingrum, 2008).

4.5.4 Pohon Terpilih

Berdasarkan hasil kriteria pemilihan pohon yang dilakukan dari hasil penelitian terdahulu terpilihlah pohon Bungur sebagai pohon pereduksi polutan CO

di Jalan Kaliurang km 6. Berdasarkan kondisi eksisting pohon Bungur dapat tumbuh dengan baik di daerah yang terbuka dengan cahaya matahari langsung. Kebutuhan pohon dilihat dari konsentrasi CO yang melebihi baku mutu yang telah di ukur selama 4 hari di 3 titik sampling pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rerata Konsentrasi CO dari Hasil Pengukuran

No	Rerata Konsentrasi CO 4 Hari	Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Baku Mutu CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
1	Titik 1	9376,278	10000
2	Titik 2	11770,05	10000
3	Titik 3	12279,03	10000
	Rata rata	11141,786	10000

Hasil pengukuran pada Tabel 4.11 titik 1 belum melebihi baku mutu, titik 2 sudah melebihi baku mutu dan titik 3 juga melebihi baku mutu dengan konsentrasi rata rata CO melebihi baku mutu yaitu $11141,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ melebihi $10000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang ditetapkan Standar baku mutu udara ambien parameter CO menurut PP No. 22 Tahun 2021 dalam pengukuran 1 jam. Pohon Bungur dapat menyerap konsentrasi karbon monoksida sebesar 0,567 ppm (Kusminingrum, 2008). Dalam menyesuaikan terhadap baku mutu sehingga dikonversi menjadi $649,32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Jumlah pohon yang akan ditanam berdasarkan observasi lapangan dengan mengukur panjang tepi dan tengah jalan berdasarkan Permen PU No. 5 Tahun 2012 yaitu pohon ditanam 40 meter dari titik tengah jalan ke tiap 4 jalan dengan jarak tiap pohon pada persimpangan sehingga pohon yang dibutuhkan dapat menyesuaikan tempat penanaman dan menyesuaikan terhadap nilai konsentrasi agar dibawah baku mutu. Pohon yang akan ditanam berukuran 2 meter dengan lebar tajuk 2 meter yang mampu menyerap konsentrasi karbon monoksida (CO) sebesar 0,567 ppm (Kusminingrum, 2008). Berdasarkan penelitian sebelumnya pemilihan jumlah pohon berdasarkan berapa polutan yang akan dikurangi tiap titik penelitian agar dibawah baku mutu (Yunefa, 2021). Pada tabel konsentrasi rata rata CO di titik 1 membutuhkan 6 pohon, pada titik 2 membutuhkan 8 pohon dan pada titik 3 membutuhkan 10 pohon Bungur. Berikut kebutuhan pohon Bungur yang akan ditanam di jalan Kaliurang Km. 6 pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Kebutuhan Pohon Bungur

No.	Titik Penanaman	Pohon Dibutuhkan	Polutan Terserap CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Polutan CO yang Tersisa ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Baku Mutu CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
1.	Titik 1	6 Pohon	3895,95092	5480,327198	10000
2.	Titik 2	8 Pohon	5194,601227	6575,451034	10000
3.	Titik 3	10 Pohon	6493,251534	5785,77596	10000

Dari Tabel 4.12 pada titik 1 dibutuhkan 6 pohon untuk menyerap 3895,95 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ CO yang akan menyisakan 5480,32 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ CO, pada titik 2 dibutuhkan 8 pohon untuk menyerap CO sebesar 5194,6 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sehingga hanya menyisakan 6575,45 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ CO di udara dan pada titik 3 dibutuhkan 10 pohon yang mampu menyerap CO sebanyak 6493,25 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang menyisakan 5785,77 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ polutan CO di udara sehingga polutan CO yang dihasilkan kendaraan dan aktivitas manusia yang menghasilkan karbon monoksida sudah dibawah baku mutu menurut PP No. 22 Tahun 2021.

4.5.5 Karakteristik dan Perawatan Pohon Bungur

Menurut Dinas Kehutanan Jawa Timur Cabang Dinas Kehutanan (CDK) Wilayah Malang pohon bungur memiliki karakteristik pohon berdaun tunggal dan beranting pendek yang memiliki ketinggian maksimal 30 meter dengan lebar tajuk maksimal 17 meter dengan ukuran diameter batang maksimal dapat melebar sampai 90 cm namun sebagian besar varietas bungur bisa tumbuh hingga setinggi 2 – 4,5 m, sementara yang lainnya bisa mencapai ketinggian 7,5 m. Akar pohon bungur tidak berbanir yang artinya akarnya tidak menjalar keluar tanah sehingga tidak merusak perkerasan tepi jalan. Kayu pohon Bungur memiliki berat jenis 0,69 gr/cm^3 yang termasuk Kelas II dalam kelas kuat kayu yaitu dengan kuat lentur 425 kg/cm^2 dan kuat desak 725 kg/cm^2 . Pohon Bungur akan menghasilkan bunga yang indah jika sudah berumur 2 sampai 3 tahun dari awal tanam yang akan berbunga setiap musim. Pohon Bungur dapat ditanam dengan kondisi iklim sedang dengan panas terik yang dapat ditanam maksimal hingga ketinggian 800 mdpl. Penanaman pohon bungur sudah dilakukan di provinsi Jawa Timur kota Blitar yang ditanam tepat di

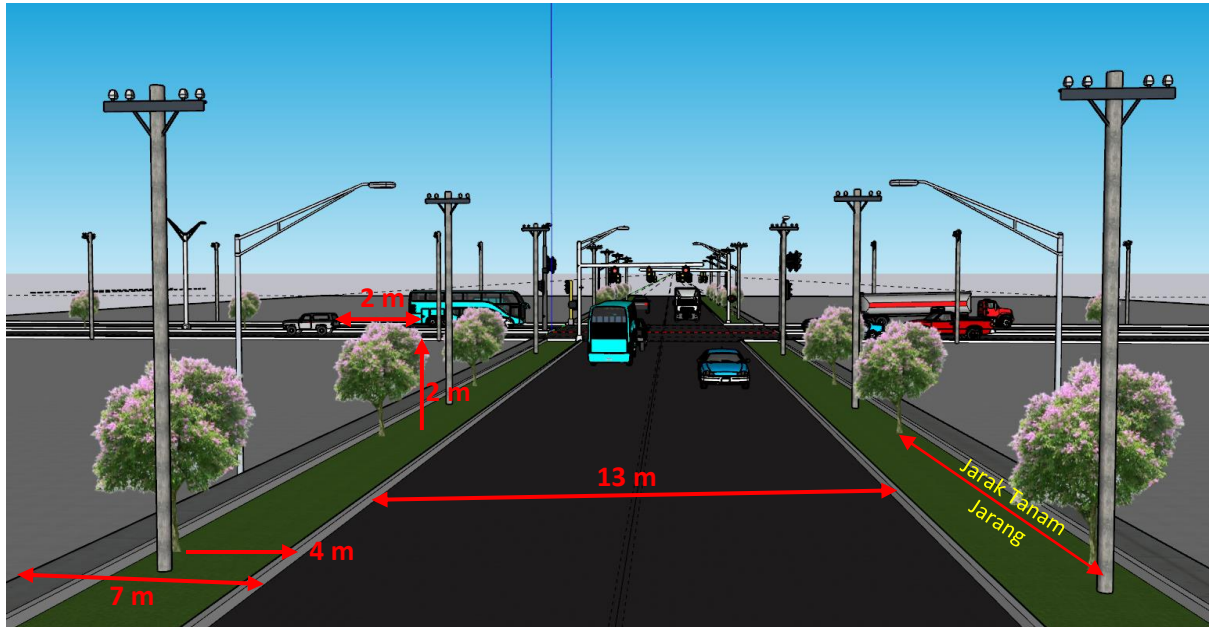
batas jalan dengan ukuran pohon 2 sampai 3 meter dengan lebar tajuk 1 sampai 3 meter dengan pemilihan jarak tanam pohon tidak rapat dan jarak ke tepi garis jalan 4 meter sesuai Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor Umum: 05/PRT/M/2012 Tentang Penanaman Pohon Pada Sistem Jaringan Jalan.

Perawatan pohon Bungur dilakukan dengan rutin dan berkala, ketika cabang pohon sudah melebar sampai mendekati batas jalan dan menutupi rambu lalu lintas dilakukan pemangkasan dan pemotongan cabang, pemotongan cabang akan menghasilkan cabang baru yang tumbuh pada musim semi sehingga harus dilakukan secara teratur. Untuk batang cabang bagian bawah dipotong sampai sesuai agar tidak menghalangi jalanan trotoar hal ini juga akan mengurangi pertumbuhan pohon yang melebar kesamping dengan pemotongan secara maksimal. pohon ini tumbuh subur pada iklim hangat dan kondisi lembap, bungur sebaiknya ditanam pada petak tanah yang berdrainase bagus dan banyak mendapatkan sinar matahari langsung. Setelah bungur ditanam, tebarkan mulsa (jerami, serbuk gergaji, sekam, atau dedaunan) di sekitar pangkal batang untuk melindunginya agar tidak kehilangan kelembapan.

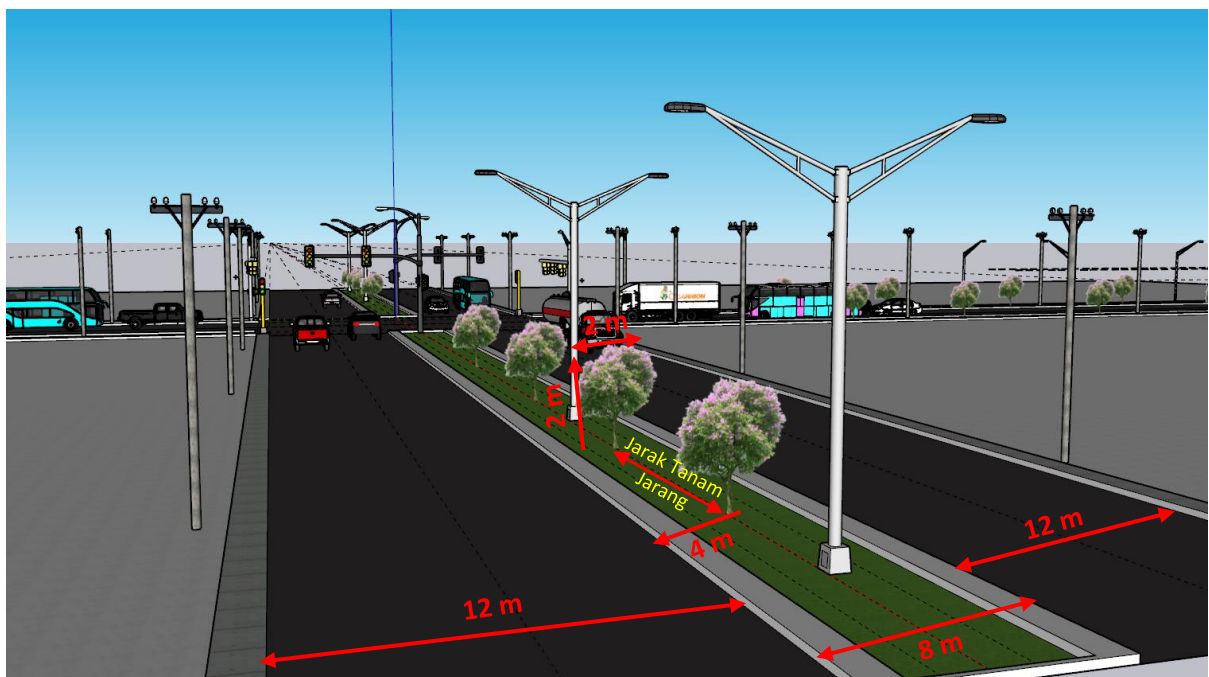
4.6 Desain Perencanaan Jalur Hijau Jalan

Pohon yang akan ditanam berukuran 2 meter dengan lebar tajuk 2 meter yang mampu menyerap konsentrasi karbon monoksida sebesar $649,32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Kusminingrum, 2008). Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor Umum: 05/PRT/M/2012 Tentang Penanaman Pohon Pada Sistem Jaringan Jalan untuk jarak atur penanaman pohon yaitu sebesar 4 meter dari tepi perkerasan untuk daerah perkotaan dengan jarak tanam antar pohon berjarang. Tanaman juga tidak boleh melebihi tinggi kabel pada tiang listrik, telepon apabila melebihi maka ranting ataupun dahan pohon tersebut dipotong. Untuk persimpangan jalan berdasarkan pedoman penanaman pohon yang diambil dari Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor Umum: 05/PRT/M/2012 Tentang Penanaman Pohon Pada Sistem Jaringan Jalan untuk persimpangan jalan penanaman pohon dimulai dari 40 meter dari titik tengah simpang jalan ke tiap cabang jalan untuk kecepatan 20 km/jam. Rancangan

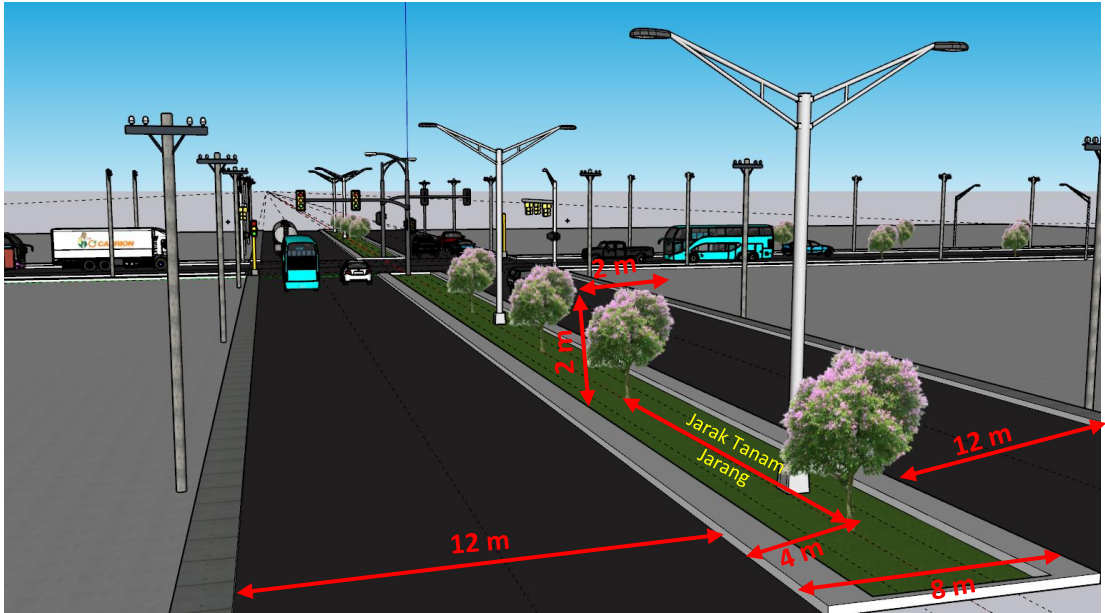
peletakan pohon Bungur di jalan Kaliurang Km. 6 pada Gambar 4.6 menggunakan software SketcUP.



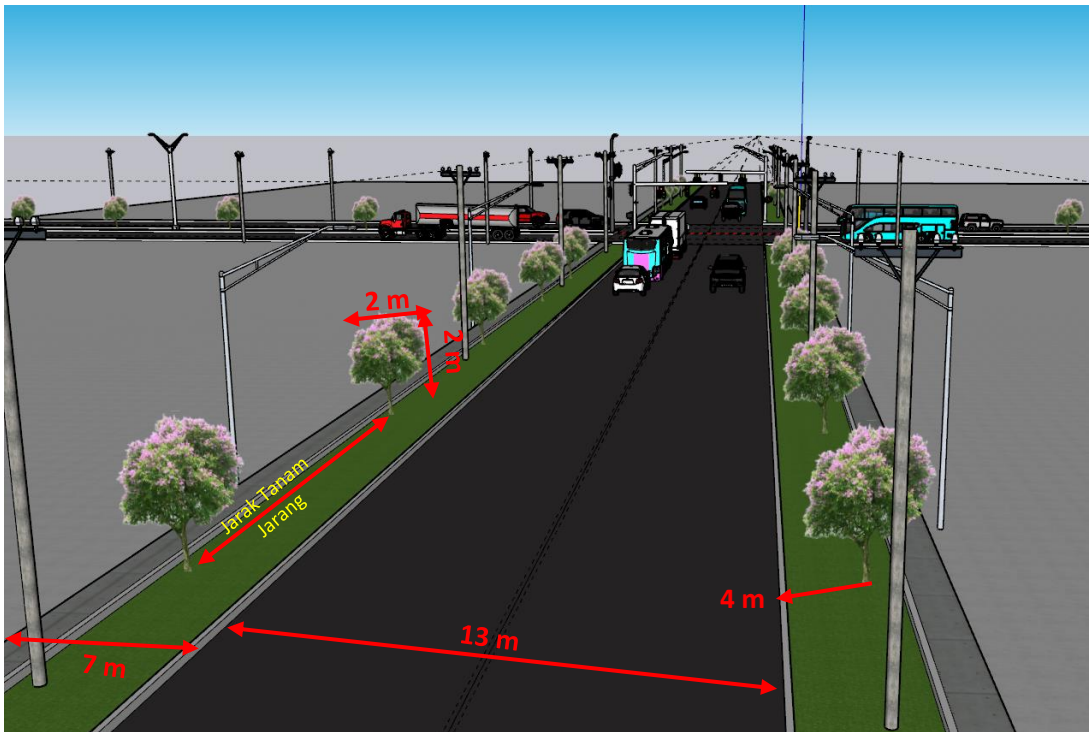
a. Titik 1 (6 pohon)



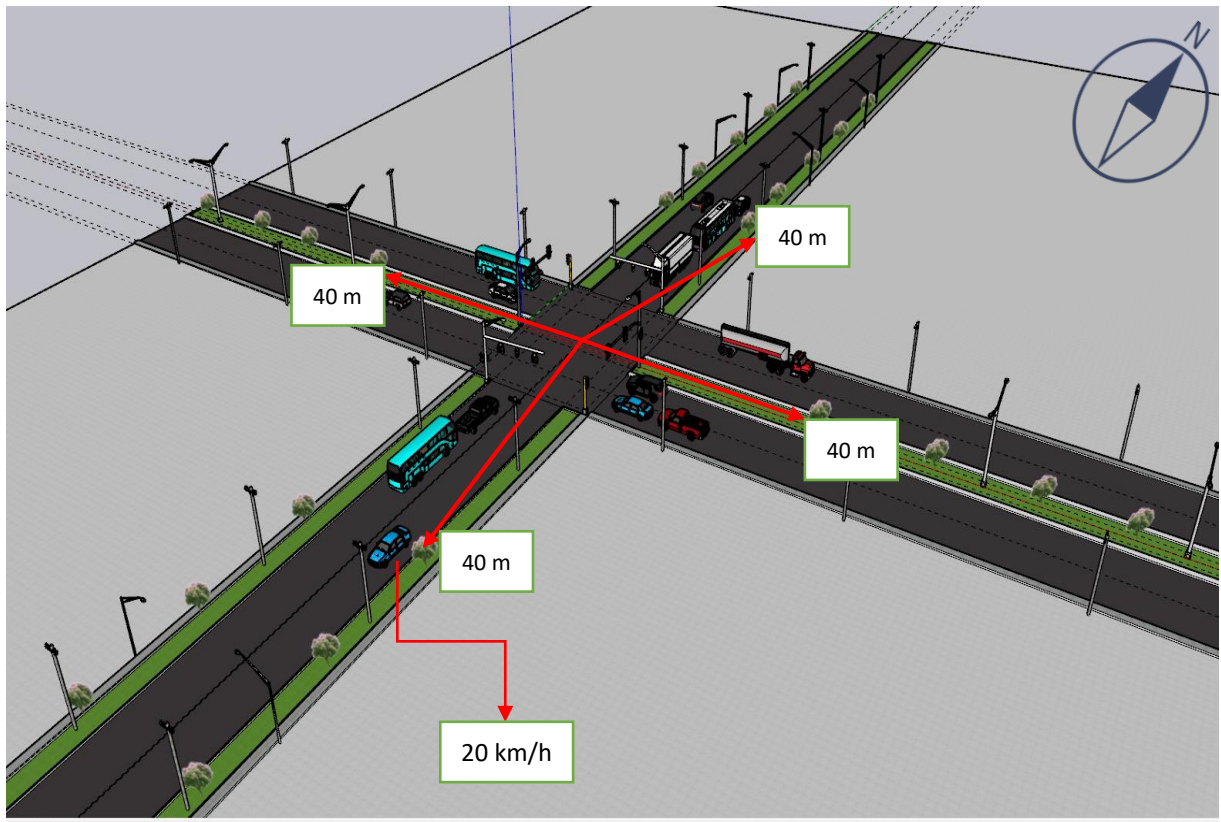
b. Titik 2 (4 pohon sebelah timur)



c. Titik 2 (4 pohon sebelah barat)



d. Titik 3 (10 pohon)



e. *Layout* perencanaan penanaman pohon Bungur

Gambar 4.6 Desain penanaman pohon Bungur di jalan Kaliurang Km. 6

Berdasarkan Gambar 4.6 perencanaan penanaman pohon bungur sebagai upaya meminimalisir gas polutan yang dihasilkan kendaraan di jalan Kaliurang Kilometer 6 merupakan perencanaan rekomendasi dari penelitian ini untuk dapat dijadikan sebagai pedoman pembuatan, perbaikan atau pembaruan jalan menuju jalur hijau jalan perkotaan yang ditanami berbagai jenis tumbuhan mulai dari tumbuhan penutup tanah hingga pohon. Untuk menunjang kenyamanan bagi pengguna jalan, keadaan pepohonan harus dalam keadaan subur dan sehat (Gumaja dkk., 2019). Tanaman yang tumbuh di jalur hijau cukup baik dalam menangkap emisi karbon yang diproduksi oleh kendaraan bermotor dan industri yang lokasinya didekat jalan (Purwasih dkk., 2013).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1) Hasil Konsentrasi CO yang didapatkan pada titik 1 selama 4 hari adalah 9376,278 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, pada titik 2 selama 4 hari didapatkan konsentrasi 11770,05 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan pada titik 3 didapatkan konsentrasi CO selama 4 hari sebesar 12279,03 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dari hasil ini dapat dirata ratakan pada jalan Kaliurang km 6 konsentrasi CO sebesar 11141,786 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ jika dibandingkan dengan baku mutu maka hasil tersebut melebihi 10000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang ditetapkan Standar baku mutu udara ambien parameter CO menurut PP No. 22 Tahun 2021 dalam pengukuran 1 jam. Hasil konsentrasi CO₂ yang didapat di jalan Kaliurang di 3 titik selama 4 hari adalah 597,54 ppm jika dibandingkan dengan baku mutu belum melebihi berdasarkan ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) dan OSHA (*Occupational Safety and health Administration*) Standards adalah dibawah 1000 ppm.
- 2) Hubungan korelasi CO dan CO₂ dengan faktor meteorologis berbanding kuat dan lemah, pada konsentrasi CO dengan kecepatan angin berkorelasi $r = -0,653$ yang berarti berkorelasi negatif kuat, CO dengan suhu berkorelasi $r = 0,06$ yang berarti tidak ada hubungan korelasi, CO dengan kelembaban didapatkan hasil $r = -0,1597$ yang berkorelasi negatif lemah. Kemudian korelasi CO₂ dengan kecepatan angin didapatkan hasil $r = 0,201$ yang berkorelasi positif lemah, CO₂ dengan suhu didapatkan hasil $r = -0,234$ yang berkorelasi negatif lemah dan CO₂ dengan kelembaban dengan hasil $r = 0,417$ yang bernilai korelasi positif sedang.
- 3) Pohon pereduksi polutan gas yang dipilih untuk ditanam di Jalan Kaliurang KM 6 adalah pohon Bungur (*Lagerstroemia flos-reginae*) yang ditanam pada titik 1 sebanyak 6 pohon, pada titik 2 sebanyak 8 pohon dan pada titik 3 sebanyak 10 pohon.

5.2 Saran

- 1) Menambahkan lebih banyak titik sampling untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
- 2) Menganalisis faktor yang mempengaruhi atau memperbarui sistem dari alat CO Meter agar lebih akurat dalam menyerap seberapa banyak polutan di jalan.
- 3) Disarankan penelitian selanjutnya mencari tempat padat industri agar konsentrasi yang dihasilkan lebih besar dan menganalisis lebih lanjut terkait kesehatan masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hakim, A. H. (2014). Evaluasi Efektivitas Tanaman Dalam Mereduksi Polusi Berdasarkan Karakter Fisik Pohon Pada Jalur Hijau Jalan Pajajaran Bogor. (*Skripsi Jurusan Arsitektur Lanskap, IPB. Bogor*)
- Anjarsari, I., Munfarida, I., & Setyowati, R. D. N. (2019). Evaluasi kualitas udara karbon monoksida akibat lalu lintas kendaraan bermotor. *Sistem: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik*, 15(1), 30-40.
- Andrea, M. F. (2019). Evaluasi Fungsi Fisik Dan Toleransi Pohon Tepi Jalan Terhadap Polusi Udara Di Lingkar Luar Kebun Raya Bogor [Skripsi]. *Bogor: Institut Petanian Bogor*.
- Aprilia, D. N., Nurjazuli, N., & Joko, T. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Gas Karbon Monoksida (CO) pada Petugas Pengumpul Tol Di Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 5(3), 367-375.
- Azzahra, F. (2020). Pengaruh Keberadaan Pohon Pelindung Terhadap Konsentrasi Co di Udara Ambien Roadside. (*Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas*)
- Azzahro, F. (2019). Penentuan Hasil Evaluasi Pemilihan Spesies Pohon Dalam Pengendalian Polusi Udara Pabrik Semen Berdasarkan Karakteristik Morfologi. *Journal of Research and Technology*, 5(2).
- Basuki, K.T. (2008). Penurunan Konsentrasi CO dan NO₂ Pada Emisi Gas Buang Menggunakan, Arang Tempurung Kelapa yang Disisipi TiO₂. *Makalah disajikan dalam Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir: Sekolah Tinggi Teknologi NuklirBATAN*. Yogyakarta. 25-26 Agustus.
- BPLH Jakarta. (2013). *Zat-zat Pencemar Udara*. Jakarta.

- Cahyono, W. E. (2011). *Kajian Tingkat Pencemaran Sulfur Dioksida dari Industri di Beberapa Daerah di Indonesia*. Berita Dirgantara, 12(4).
- Chen, W., & Lei, Y. (2017). Path Analysis of Factors in Energy-Related CO₂ Emissions from Beijing's Transportation Sector. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 50, 473-487.
- Damara, D. Y., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). 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*, 6(1), 1-14.
- Direktur Jenderal Bina Marga. 1999. *Pedoman Pemilihan Tanaman Untuk Mereduksi Polusi Udara*. No.011/T/BM/1999. Departemen Pekerjaan Umum
- Dinas Perhubungan. (2021). *Transportasi Dalam Angka 2021*. Daerah Istimewa Yogyakarta
- Eka, J. N., Mochamad, H., & Indri, S. (2014). Emisi Gas Carbon Monoksida (CO) dan Hidrocarbon (Hc) Pada Rekayasa Jumlah Blade Turbo Ventilator Sepeda Motor "Supra X 125 Tahun 2006". *Jurnal Teknik Mesin Vol, 16*, 1-6.
- Engineering ToolBox, (2008). *Carbon Dioxide Concentration - Comfort Levels*. [online] Available at: https://www.engineeringtoolbox.com/co2-comfort-level-d_1024.html [Accessed 28/05. 2023].
- Frederick, J and Wallnau, L.B. (2015). *Statistics For The Behavioral Sciences*. Canada: Nelson Education.
- Gumaja, L. M. P., Mardhiansyah, M., & Sribudiani, E. (2019). Evaluasi Kesehatan Pohon Pada Jalur Hijau Jalan Arifin Achmad Kota Pekanbaru. *Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan*, 3(1), 637915.

- Hakim, L., Putra, P. T., & Zahratu, A. L. (2017). Efektifitas Jalur Hijau Dalam Mengurangi Polusi Udara Oleh Kendaraan Bermotor. *NALARs*, 16(1), 91-100.
- Hasairin, A. (2018). Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (CO) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu-Lintas Di Medan Sunggal, Kota Medan. *Jurnal Biosains Unimed*, 4(1), 62-68.
- Indah, A. S. K., Wardiyati, T., & Setyobudi, L. (2014). *Analisa Lanskap Jalur Hijau dan Upaya Penerapan Smart Green Land Pada Ruang Terbuka Hijau* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Izzah, A. N., Nasrullah, N., & Sulistyantara, B. (2019). The Effectivity of Roadside Green Belt in Reducing the Concentration of CO Gas Pollutant. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(4), 337-342.
- Irawan, B. (2006). Pengaruh Catalytic Converter Kuningan Terhadap Keluaran Emisi Gas Carbon Monoksida dan Hidrocarbon Motor Bensin (Influence Of Catalytic Converter Brass To Output Of Emission Gas of Carbon Monoxide and Hydro Carbon Motor Gasoline).
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2013). *Buku Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*. Jakarta
- Kurniati, C., Irwanto, R.R. (2015). Evaluasi nilai APTI dan API pada *Swietenia macrophylla* dan *Agathis dammara* yang terdapat di Kampus ITB Ganesha, Bandung. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. Vol 1 : 1610-1614.
- Kusminingrum, N. (2008). Potensi Tanaman dalam Menyerap CO₂ Dan CO Untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global. *Jurnal Permukiman*, 3(2), 96-105.

- Mukono, H. J. (2011). *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Airlangga University Press.
- Nurmaningsih, D. R. (2018). Analisis Kualitas Udara Ambien Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor di Kawasan Coyudan, Surakarta. *Jurnal teknik lingkungan*, 3(2), 46-53.
- Normaliani, S.S. (2011). *Penggunaan Tumbuhan Sebagai Pereduksi Pencemaran Udara*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Nuraina. (2015). *Pengaruh Kepadatan Arus Lalu Lintas Terhadap Kualitas Udara Pada Ruas Jalan Tertentu Di Kota Lhokseumawe*. <http://aina-kesling.blogspot.com>.
- Ogy Mardi Syahputra, R. K. (2019). Pengaruh Pemberian Insentif Terhadap Efektivitas Kerja Karyawan Pada Server Pulsa Easytronik SRB Ponsel Tanjung Morawa. *Journal Of Management*
- Peraturan Pemerintah Nomor 22. (2021). *Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Presiden Republik Indonesia: Jakarta.
- Purwasih, H., Latifah, S., & Sukmana, A. (2013). Identifikasi Jenis Tanaman di Beberapa Jalur Hijau Jalan Kota Medan1 (Identification of Plant Species at a Few Street Green Belt of Medan City). *Peronema Forestry Science Journal*, 2(2), 108-116.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05. (2012). *Tentang Pedoman Penanaman Pohon Pada Sistem Jalan*. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22. (2021). *Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta.

- Sengkey, S. L., Jansen, F., & Wallah, S. E. (2011). Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(2).
- Sherli Wahyuni. (2017). *Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (Co) Terhadap Anak Sekolah Di Sd Negeri Kaka Tua Kota Makassar*. [Skripsi]. Makassar (ID) : UIN Alauddin Makassar.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmawati, T., Fitrihidajati, H., & Indah, N. K. (2015). Penyerapan Karbon Dioksida pada Tanaman Hutan Kota di Surabaya. *Jurnal Lantera Bio*, 4(1), 108-111
- Sutiawan, A. (2016). Hubungan Faktor Meteorologi terhadap Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (Co) di Jalan Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 4(1).
- Saidal Siburian, M. M., & Mar, M. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka.
- Singgih W. (2021). *Data Pemprov DKI, Kendaraan Bermotor Jadi Masalah Utama Pencemaran Udara Jakarta* : <https://megapolitan.kompas.com/read/2021/11/11/14321471/data-pemprov-dki-kendaraan-bermotor-jadi-masalah-utama-pencemaranudara?page=all>
- Singh, S. K., Rao, D. N., Agrawal, M., Pandey, J., & Naryan, D. (1991). Air pollution tolerance index of plants. *Journal of Environmental Management*, 32(1), 45-55.

- SNI 19-7119.9. (2005). *Tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Roadside*.
- Tobing, K. R. L., & Istirokhatun, T. (2013). Pengaruh Jumlah Kendaraan dan Faktor Meteorologis (Suhu, Kecepatan Angin) Terhadap Peningkatan Konsentrasi Gas Pencemar CO, NO₂, dan SO₂ Pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya, Sukun Raya, dan Ngesrep Timur V). *DIPOIPTEKS: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Undip*, 1(1), 25-28.
- Wardhana. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- WHO (World Health Organization). (2020). *Air Pollution*. <https://www.afro.who.int/health-topics/air-pollution>.
- Widjaja, G., & Gunawan, S. L. (2022). Dampak Sampah Limbah Rumah Tangga Terhadap Kesehatan Lingkungan. *Zahra: Journal of Health and Medical Research*, 2(4), 266-275.
- Yulianti, S. (2014). Analisis konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) pada ruas Jalan Gajah Mada Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1).
- Zendrato, E. (2010). *Pengukuran Kadar Gas Pencemar Nitrogen Dioksida (No₂) Di Udara Sekitar Kawasan Industri Medan* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data CO dan CO₂ dengan Meteorologis Titik 1

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Depan SPBU	Titik Sampling	1
Koordinat Lokasi	S 7°45'21.546" E 110°22'57.882"		
Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Kamis, 6 April 2023 (Pagi 06:00 - 07:00)	06:10	10 Menit Pertama	2,5	800	0,6	24,5	86,4	743,4	Barat Laut	2862,986
2		06:20	10 Menit Kedua	1,5	760	1,5	25,2	85,1	743,3	Barat Laut	1717,791
3		06:30	10 Menit Ketiga	4	720	1,8	25,9	84,8	743,2	Barat Laut	4580,777
4		06:40	10 Menit Keempat	0,5	690	2,8	26,3	82,7	743,2	Barat Laut	572,5971
5		06:50	10 Menit Kelima	3,5	600	0,2	26,7	80,6	743,2	Barat Laut	4008,18
6		07:00	10 Menit Keenam	9,5	560	0,8	27,1	78,8	743,4	Barat Laut	10879,35
Rata-rata				3,5833333	688,333333	1,2833333	25,95	83,0666667	743,2833		4103,613
1	Kamis, 6 April 2023 (Siang 10:00 - 11:00)	10:10	10 Menit Pertama	15,5	550	0,7	33,1	52,7	743,3	Barat	17750,51
2		10:20	10 Menit Kedua	14,5	550	0,5	34,2	51,7	743,3	Barat	16605,32

3		10:30	10 Menit Ketiga	5,5	560	1,5	36,7	46,1	743,3	Barat	6298,569
4		10:40	10 Menit Keempat	14	560	0,4	34,5	48,2	743,3	Barat	16032,72
5		10:50	10 Menit Kelima	12,5	550	0,8	34	50	743,2	Barat	14314,93
6		11:00	10 Menit Keenam	13	550	0,6	34,4	47,7	743,2	Barat	14887,53
Rata-rata				12,5	553,333333	0,75	34,483333	49,4	743,2667		14314,93
1	Kamis, 6 April 2023 (Sore 14:00 - 15:00)	14:10	10 Menit Pertama	7,5	610	1,6	41,1	37,1	740,8	Barat Daya	8588,957
2		14:20	10 Menit Kedua	10,5	560	0,6	36,8	45,1	740,8	Barat Daya	12024,54
3		14:30	10 Menit Ketiga	3,5	550	1,5	35,5	47,1	740,8	Barat Daya	4008,18
4		14:40	10 Menit Keempat	5,5	550	1,9	35,1	48,7	740,7	Barat Daya	6298,569
5		14:50	10 Menit Kelima	6	550	0,8	36,7	46,9	740,8	Barat Daya	6871,166
6		15:00	10 Menit Keenam	14,5	560	0,6	36,4	46,4	740,7	Barat Daya	16605,32
Rata-rata				7,9166667	563,333333	1,1666667	36,933333	45,2166667	740,7667		9066,121
Rata-rata harian				8	601,666667	1,0666667	32,455556	59,2277778	742,4389		9161,554

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Depan SPBU		Titik Sampling
Koordinat Lokasi	S 7°45'21.546" E 110°22'57.882"		
			1

Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Sabtu, 8 April 2023 (Pagi 06:00 - 07:00)	06:10	10 Menit Pertama	1,5	820	0,7	24,1	87,8	745,7	Selatan	1717,791
2		06:20	10 Menit Kedua	3,5	800	1,3	24,7	87,2	745,6	Selatan	4008,18
3		06:30	10 Menit Ketiga	2,5	790	2,1	24,9	86,9	745,7	Selatan	2862,986
4		06:40	10 Menit Keempat	5,5	730	1,4	25,3	86,5	745,9	Selatan	6298,569
5		06:50	10 Menit Kelima	7,5	650	1,3	26,9	84,1	746	Selatan	8588,957
6		07:00	10 Menit Keenam	10	600	0,6	27,1	83,8	745,9	Selatan	11451,94
Rata-rata				5,0833333	731,666667	1,2333333	25,5	86,05	745,8		5821,404
1	Sabtu, 8 April 2023 (Siang 10:00 - 11:00)	10:10	10 Menit Pertama	10,5	560	0,6	35,1	44,3	744,2	Barat Daya	12024,54
2		10:20	10 Menit Kedua	1,5	560	2,6	35,9	43,8	744,2	Barat Daya	1717,791
3		10:30	10 Menit Ketiga	3,5	560	2,1	36,4	42,7	744,2	Barat Daya	4008,18
4		10:40	10 Menit Keempat	10	560	0,7	36,7	42,5	744,2	Barat Daya	11451,94
5		10:50	10 Menit Kelima	11	570	0,5	37,2	41,6	744,1	Barat Daya	12597,14

6		11:00	10 Menit Keenam	12,5	590	0,5	39,6	37,5	744,1	Barat Daya	14314,93
Rata-rata				8,1666667	566,666667	1,1666667	36,816667	42,0666667	744,1667		9352,42
1	Sabtu, 8 April 2023 (Sore 14:00 - 15:00)	14:10	10 Menit Pertama	12,5	580	0,4	38,2	41	741,8	Barat Laut	14314,93
2		14:20	10 Menit Kedua	11,5	570	0,5	37,5	43,8	741,9	Barat Laut	13169,73
3		14:30	10 Menit Ketiga	9,5	570	1,1	37,9	42,4	741,8	Barat Laut	10879,35
4		14:40	10 Menit Keempat	10	570	0,7	37	41,7	741,8	Barat Laut	11451,94
5		14:50	10 Menit Kelima	8,5	560	1,3	36,2	44,4	742,1	Barat Laut	9734,151
6		15:00	10 Menit Keenam	10,5	570	0,5	37,4	43,9	742,1	Barat Laut	12024,54
Rata-rata				10,416667	570	0,75	37,366667	42,8666667	741,9167		11929,11
Rata-rata harian				7,8888889	622,777778	1,05	33,227778	56,9944444	743,9611		9034,31

Identitas Sampel											
Lokasi Sampel	Depan SPBU			Titik Sampling			1				
Koordinat Lokasi	S 7°45'21.546" E 110°22'57.882"										
Cuaca				Catatan			Paraf				
Musim											
No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)

1	Minggu, 9 April 2023 (Pagi 06:00 - 07:00)	06:10	10 Menit Pertama	1,5	810	0,5	26,5	82,5	743,6	Barat Daya	1717,791
2		06:20	10 Menit Kedua	2	790	1,8	25,2	83,1	743,7	Barat Daya	2290,389
3		06:30	10 Menit Ketiga	1,5	770	1,7	28,7	80,2	743,7	Barat Daya	1717,791
4		06:40	10 Menit Keempat	5,5	730	1,9	28,1	79,7	743,8	Barat Daya	6298,569
5		06:50	10 Menit Kelima	7,5	700	1,1	27,5	77,3	743,6	Barat Daya	8588,957
6		07:00	10 Menit Keenam	8	650	0,6	28,3	75,6	743,7	Barat Daya	9161,554
Rata-rata				4,3333333	741,666667	1,2666667	27,383333	79,733333	743,6833		4962,509
1	Minggu, 9 April 2023 (Siang 10:00 - 11:00)	10:10	10 Menit Pertama	5,5	600	1,5	40,1	37,1	743,1	Barat	6298,569
2		10:20	10 Menit Kedua	4	600	1,6	40,6	35,3	743,1	Barat	4580,777
3		10:30	10 Menit Ketiga	6,5	600	1,3	38,8	39,5	743,1	Barat	7443,763
4		10:40	10 Menit Keempat	7	650	1,4	47,4	30,1	743,3	Barat	8016,36
5		10:50	10 Menit Kelima	8,5	660	1,1	51,7	25,5	743,3	Barat	9734,151
6		11:00	10 Menit Keenam	7	640	0,7	48,6	26,7	743,2	Barat	8016,36
Rata-rata				6,4166667	625	1,2666667	44,533333	32,3666667	743,1833		7348,33
1	Minggu, 9 April 2023 (Sore 14:00 - 15:00)	14:10	10 Menit Pertama	8,5	580	1,2	38,7	40,7	741,2	Barat Daya	9734,151
2		14:20	10 Menit Kedua	11	590	0,5	39,4	39,5	741,2	Barat Daya	12597,14
3		14:30	10 Menit Ketiga	10,5	580	0,7	38,1	41,2	741,2	Barat Daya	12024,54

4	14:40	10 Menit Keempat	9,5	570	1,4	37,9	42,1	741,2	Barat Daya	10879,35
5	14:50	10 Menit Kelima	12	580	0,6	38,5	40,7	741,2	Barat Daya	13742,33
6	15:00	10 Menit Keenam	13,5	600	0,9	40,1	39,5	741,2	Barat Daya	15460,12
Rata-rata			10,833333	583,333333	0,8833333	38,783333	40,6166667	741,2		12406,27
Rata-rata harian			7,1944444	650	1,1388889	36,9	50,9055556	742,6889		8239,037

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Depan SPBU		Titik Sampling 1
Koordinat Lokasi	S 7°45'21.546" E 110°22'57.882"		
Cuaca	Catatan		Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Senin, 10 April 2023 (Pagi 06:00 - 07:00)	06:10	10 Menit Pertama	4,5	810	0,6	23,6	84,1	742,5	Barat	5153,374
2		06:20	10 Menit Kedua	5	790	0,5	26,5	80	742,5	Barat	5725,971
3		06:30	10 Menit Ketiga	3	710	1,9	27,4	76,8	742,4	Barat	3435,583
4		06:40	10 Menit Keempat	4	640	2,2	27,7	74,8	742,5	Barat	4580,777
5		06:50	10 Menit Kelima	7,5	610	1,2	27,4	77,5	742,5	Barat	8588,957

6		07:00	10 Menit Keenam	12,5	560	0,5	26,9	78,1	742,4	Barat	14314,93
Rata-rata				6,0833333	686,666667	1,15	26,5833333	78,55	742,4667		6966,599
1	Senin, 10 April 2023 (Siang 10:00 - 11:00)	10:10	10 Menit Pertama	11,5	660	0,4	41,2	40,4	743,5	Barat Daya	13169,73
2		10:20	10 Menit Kedua	10,5	580	0,6	36,4	48,1	743,5	Barat Daya	12024,54
3		10:30	10 Menit Ketiga	11	630	0,5	40,8	43,1	743,5	Barat Daya	12597,14
4		10:40	10 Menit Keempat	12	600	0,5	38,9	44,8	743,4	Barat Daya	13742,33
5		10:50	10 Menit Kelima	10	640	0,6	43,4	36,3	743,4	Barat Daya	11451,94
6		11:00	10 Menit Keenam	12	590	0,9	38,6	43,3	743,4	Barat Daya	13742,33
Rata-rata				11,166667	616,666667	0,58333333	39,8833333	42,6666667	743,45		12788
1	Senin, 10 April 2023 (Sore 14:00 - 15:00)	14:10	10 Menit Pertama	12,5	570	0,5	35,4	51,1	741	Barat	14314,93
2		14:20	10 Menit Kedua	11	560	0,6	33,2	54,2	740,8	Barat	12597,14
3		14:30	10 Menit Ketiga	10,5	550	0,6	31,5	58,5	741	Barat	12024,54
4		14:40	10 Menit Keempat	13	550	0,6	31,1	59	740,9	Barat	14887,53
5		14:50	10 Menit Kelima	12	550	0,4	31	59,6	740,8	Barat	13742,33
6		15:00	10 Menit Keenam	11,5	550	0,5	30,4	61,3	740,9	Barat	13169,73
Rata-rata				11,75	555	0,53333333	32,1	57,28333333	740,9		13456,03
Rata-rata harian				9,6666667	619,444444	0,7555556	32,855556	59,5	742,2722		11070,21

Lampiran 2 Data CO dan CO₂ dengan Meteorologis Titik 2

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Simpang Jakal KM 6 - Ring Road Utara	Titik Sampling	2
Koordinat Lokasi	S 7°45'16.8876" E 110°23'00.0024"		
Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Kamis, 6 April 2023 (Pagi 7:15 - 08:15)	7:25	10 Menit Pertama	11,5	660	0,7	32,8	60,2	743,6	Barat Laut	13169,73
2		7:35	10 Menit Kedua	12	650	0,5	35,7	50,1	743,8	Selatan	13742,33
3		7:45	10 Menit Ketiga	9	640	0,9	35,1	51,3	743,8	Selatan	10306,75
4		7:55	10 Menit Keempat	14,5	600	0,6	38,8	42,6	743,9	Selatan	16605,32
5		8:05	10 Menit Kelima	16	590	0,5	39,2	42,4	744	Selatan	18323,11
6		8:15	10 Menit Keenam	13,5	610	1,6	40,6	40,4	744	Selatan	15460,12
Rata-rata				12,75	625	0,8	37,033333	47,833333	743,85		14601,23
	Kamis, 6 April 2023 (Siang 11:15 - 12:15)	11:25	10 Menit Pertama	9,5	550	0,8	35,1	44,7	742,7	Barat Daya	10879,35
		11:35	10 Menit Kedua	11,5	560	1,2	35,4	45,3	742,6	Barat Daya	13169,73

		11:45	10 Menit Ketiga	10,5	590	1,5	41,5	34,8	742,5	Barat Daya	12024,54
		11:55	10 Menit Keempat	12,5	570	1,4	39,4	38,5	742,4	Barat Daya	14314,93
		12:05	10 Menit Kelima	11	600	1,6	42,1	35,4	742,2	Barat Daya	12597,14
		12:15	10 Menit Keenam	13,5	580	1,5	39,7	39,6	742,2	Barat Daya	15460,12
Rata-rata				11,416667	575	1,3333333	38,866667	39,716667	742,4333		13074,3
1	Kamis, 6 April 2023 (Sore 15:30 - 16:30)	15:40	10 Menit Pertama	4,5	550	2,5	33,1	56,3	740,4	Barat Daya	5153,374
2		15:50	10 Menit Kedua	11,5	530	0,7	32	57,1	740,5	Barat Daya	13169,73
3		16:00	10 Menit Ketiga	12	530	0,6	31,2	58,9	740,5	Barat Daya	13742,33
4		16:10	10 Menit Keempat	10,5	530	0,7	31,5	57,9	740,4	Barat Daya	12024,54
5		16:20	10 Menit Kelima	9,5	530	0,9	31,8	58,3	740,7	Barat Daya	10879,35
6		16:30	10 Menit Keenam	12,5	540	0,5	31,4	58,9	740,8	Barat Daya	14314,93
Rata-rata				10,083333	535	0,9833333	31,833333	57,9	740,55		11547,38
Rata-rata Harian				11,416667	578,333333	1,0388889	35,911111	48,4833333	742,2778		13074,3

Identitas Sampel

Lokasi Sampel	Sim pang Jakal KM 6 - Ring Road Utara	Titik Sampling	2
Koordinat Lokasi	S 7°45'16.8876" E 110°23'00.0024"		
Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Sabtu, 8 April 2023 (Pagi 7:15 - 08:15)	7:25	10 Menit Pertama	1,5	680	0,9	31,2	65,4	743,6	Selatan	1717,791
2		7:35	10 Menit Kedua	0,5	660	1,9	30,9	65,1	743,6	Selatan	572,5971
3		7:45	10 Menit Ketiga	3,5	630	2,1	32,9	60,3	743,8	Selatan	4008,18
4		7:55	10 Menit Keempat	4	600	2,3	34,1	55,2	743,8	Selatan	4580,777
5		8:05	10 Menit Kelima	12,5	580	0,5	35,7	50,9	743,6	Selatan	14314,93
6		8:15	10 Menit Keenam	13	590	0,4	37,5	45,3	743,9	Selatan	14887,53
Rata-rata				5,8333333	623,333333	1,35	33,716667	57,0333333	743,7167		6680,3
	Sabtu, 8 April 2023 (Siang 11:15 - 12:15)	11:25	10 Menit Pertama	12,5	600	0,7	41,6	36,5	743,8	Barat Daya	14314,93
		11:35	10 Menit Kedua	11	600	0,6	40,1	38,8	743,7	Barat Daya	12597,14
		11:45	10 Menit Ketiga	9	570	1,5	37,3	42,8	743,7	Barat Daya	10306,75

		11:55	10 Menit Keempat	10	580	1,1	39,9	40	743,2	Barat Daya	11451,94
		12:05	10 Menit Kelima	2,5	600	2,1	40	37,9	743,1	Barat Daya	2862,986
		12:15	10 Menit Keenam	10,5	630	1,3	44,3	31	743,2	Barat Daya	12024,54
Rata-rata				9,25	596,666667	1,2166667	40,5333333	37,83333333	743,45		10593,05
1	Sabtu, 8 April 2023 (Sore 15:30 - 16:30)	15:40	10 Menit Pertama	13,5	570	0,5	33,8	49,8	741,8	Barat Laut	15460,12
2		15:50	10 Menit Kedua	11,5	560	0,6	32,6	54,8	741,7	Barat Laut	13169,73
3		16:00	10 Menit Ketiga	9,5	560	1,4	31,6	58,9	741,7	Barat Laut	10879,35
4		16:10	10 Menit Keempat	15,5	550	0,4	31,5	58,7	741,8	Barat Laut	17750,51
5		16:20	10 Menit Kelima	14	550	0,5	31,6	59	742	Barat Laut	16032,72
6		16:30	10 Menit Keenam	12,5	550	0,6	31,2	59,4	742,1	Barat Laut	14314,93
Rata-rata				12,75	556,666667	0,6666667	32,05	56,7666667	741,85		14601,23
Rata-rata Harian				9,2777778	592,222222	1,0777778	35,4333333	50,54444444	743,0056		10624,86

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Simpang Jakal KM 6 - Ring Road Utara	Titik Sampling	2
Koordinat Lokasi	S 7°45'16.8876" E 110°23'00.0024"		
Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							CO (µg/Nm ³)
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	
1	Minggu, 9 April 2023 (Pagi 7:15 - 08:15)	7:25	10 Menit Pertama	0,5	600	0,5	31,9	61,3	743,7	Barat Daya	572,5971
2		7:35	10 Menit Kedua	3,5	600	0,7	33,2	57,2	743,8	Barat Daya	4008,18
3		7:45	10 Menit Ketiga	1,5	600	1,5	35,1	55,3	743,9	Barat Daya	1717,791
4		7:55	10 Menit Keempat	4	620	2,2	37,4	51,4	744	Barat Daya	4580,777
5		8:05	10 Menit Kelima	8,5	630	0,8	39,8	45,2	743,9	Barat Daya	9734,151
6		8:15	10 Menit Keenam	13,5	610	0,4	40	43,4	743,9	Barat Daya	15460,12
Rata-rata				5,25	610	1,0166667	36,233333	52,3	743,8667		6012,27
	Minggu, 9 April 2023 (Siang 11:15 - 12:15)	11:25	10 Menit Pertama	9,5	600	0,9	42,3	33,1	742,4	Barat	10879,35
		11:35	10 Menit Kedua	10,5	600	0,8	42,8	32	742,4	Barat	12024,54
		11:45	10 Menit Ketiga	11	570	0,6	38,3	37,9	742,4	Barat	12597,14
		11:55	10 Menit Keempat	13,5	620	0,5	41,3	34,2	742,3	Barat	15460,12
		12:05	10 Menit Kelima	12,5	620	0,7	41,6	33,6	742,4	Barat	14314,93
		12:15	10 Menit Keenam	8	600	1,6	40,8	33	742,4	Barat	9161,554
Rata-rata				10,833333	601,666667	0,85	41,183333	33,966667	742,3833		12406,27
1		15:40	10 Menit Pertama	9	560	1,1	34,4	50,4	741,2	Barat Laut	10306,75

2	Minggu, 9 April 2023 (Sore 15:30 - 16:30)	15:50	10 Menit Kedua	11,5	550	0,7	35,2	47,8	741,2	Barat Laut	13169,73
3		16:00	10 Menit Ketiga	12	550	0,6	35,1	45,5	741,2	Barat Laut	13742,33
4		16:10	10 Menit Keempat	13	540	0,5	35,5	46,7	741,2	Barat Laut	14887,53
5		16:20	10 Menit Kelima	10,5	550	0,8	34,7	48,8	741,4	Barat Laut	12024,54
6		16:30	10 Menit Keenam	11	550	0,6	32,6	53,9	741,4	Barat Laut	12597,14
Rata-rata				11,166667	550	0,7166667	34,583333	48,85	741,2667		12788
Rata-rata Harian				9,0833333	587,222222	0,8611111	37,333333	45,0388889	742,5056		10402,18

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Simpang Jakal KM 6 - Ring Road Utara	Titik Sampling	2
Koordinat Lokasi	S 7°45'16.8876" E 110°23'00.0024"		
Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Senin, 10 April 2023 (Pagi 7:15 - 08:15)	7:25	10 Menit Pertama	12,5	570	0,4	28,5	77,5	742,7	Barat	14314,93
2		7:35	10 Menit Kedua	11	580	0,6	36,1	53,4	742,7	Barat	12597,14
3		7:45	10 Menit Ketiga	10,5	600	0,7	38,8	46,7	742,7	Barat	12024,54
4		7:55	10 Menit Keempat	9	580	0,9	36,9	49,2	742,9	Barat	10306,75
5		8:05	10 Menit Kelima	8,5	570	1,2	33,7	57,1	743	Barat	9734,151

6		8:15	10 Menit Keenam	12	570	0,3	35,5	52,6	743	Barat	13742,33
Rata-rata				10,583333	578,333333	0,6833333	34,916667	56,0833333	742,8333		12119,97
	Senin, 10 April 2023 (Siang 11:15 - 12:15)	11:25	10 Menit Pertama	9,5	580	1,1	37,2	49,8	742,7	Barat	10879,35
		11:35	10 Menit Kedua	11,5	580	0,6	38	46,4	742,4	Barat	13169,73
		11:45	10 Menit Ketiga	10	630	0,7	40,7	41	742,3	Barat	11451,94
		11:55	10 Menit Keempat	11	600	0,7	39,1	44,3	742,3	Barat	12597,14
		12:05	10 Menit Kelima	12	580	0,6	37,8	49,1	742,2	Barat	13742,33
		12:15	10 Menit Keenam	10,5	640	0,4	41,5	40,3	742	Barat	12024,54
Rata-rata				10,75	601,666667	0,6833333	39,05	45,15	742,3167		12310,84
1	Senin, 10 April 2023 (Sore 15:30 - 16:30)	15:40	10 Menit Pertama	8	550	1,3	30,5	62,2	740,8	Barat Daya	9161,554
2		15:50	10 Menit Kedua	14,5	550	0,6	31,4	59,9	740,8	Barat Daya	16605,32
3		16:00	10 Menit Ketiga	13,5	550	0,5	31,1	60,9	740,7	Barat Daya	15460,12
4		16:10	10 Menit Keempat	13	560	0,6	31,7	61,2	740,8	Barat Daya	14887,53
5		16:20	10 Menit Kelima	15,5	550	0,4	31,3	61,3	740,7	Barat Daya	17750,51
6		16:30	10 Menit Keenam	11,5	550	0,7	30,7	62	740,7	Barat Daya	13169,73
Rata-rata				12,666667	551,666667	0,6833333	31,116667	61,25	740,75		14505,79
Rata-rata Harian				11,333333	577,222222	0,6833333	35,027778	54,1611111	741,9667		12978,87

Lampiran 3 Data CO dan CO₂ dengan Meteorologis Titik 3

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Simpang Jakal KM 6 - Jln. Pandega Sakti	Titik Sampling	3
Koordinat Lokasi	S 7°45'13.176" E 110°23'02.6988"		
Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Kamis, 6 April 2023 (Pagi 08:30 - 09:30)	8:40	10 Menit Pertama	1,5	590	1,5	38,5	43,1	743,6	Barat	1717,791
2		8:50	10 Menit Kedua	9,5	600	0,8	39,1	42,3	743,7	Barat	10879,35
3		9:00	10 Menit Ketiga	2,5	600	2,4	40,6	38,6	743,6	Barat	2862,986
4		9:10	10 Menit Keempat	13	660	0,4	46,9	30	743,7	Barat	14887,53
5		9:20	10 Menit Kelima	12	620	0,7	43,1	32,8	743,7	Barat	13742,33
6		9:30	10 Menit Keenam	0,5	600	1,6	41,3	34,1	743,7	Barat	572,5971
Rata-rata				6,5	611,666667	1,23333333	41,5833333	36,8166667	743,6667		7443,763
1	Kamis, 6 April 2023 (Siang 12:45 - 13:45)	12:55	10 Menit Pertama	11	560	0,8	36,9	46,3	741	Selatan	12597,14
2		13:05	10 Menit Kedua	12,5	560	1,1	36,7	45,9	740,9	Selatan	14314,93
3		13:15	10 Menit Ketiga	9,5	570	1,3	37,1	44,7	740,9	Selatan	10879,35
4		13:25	10 Menit Keempat	8,5	590	0,7	38,6	42,6	740,9	Selatan	9734,151
5		13:35	10 Menit Kelima	10,5	590	0,5	38,4	41,8	740,7	Selatan	12024,54

6		13:45	10 Menit Keenam	8,5	590	1,5	39,6	41,7	740,7	Selatan	9734,151
Rata-rata				10,083333	576,666667	0,98333333	37,883333	43,83333333	740,85		11547,38
1	Kamis, 6 April 2023 (Sore 16:45 - 17:45)	16:55	10 Menit Pertama	14,5	550	0,7	31,4	59,8	740,7	Barat Daya	16605,32
2		17:05	10 Menit Kedua	16	550	0,5	30,9	61,1	740,7	Barat Daya	18323,11
3		17:15	10 Menit Ketiga	15	580	1,5	31	61,4	740,9	Barat Daya	17177,91
4		17:25	10 Menit Keempat	13	550	0,4	30,2	64,4	740,9	Barat Daya	14887,53
5		17:35	10 Menit Kelima	15,5	600	0,5	30,3	65,6	741	Barat Daya	17750,51
6		17:45	10 Menit Keenam	13,5	590	1,4	29,6	67,3	741	Barat Daya	15460,12
Rata-rata				14,583333	570	0,83333333	30,566667	63,2666667	740,8667		16700,75
Rata-rata Harian				10,388889	586,111111	1,0166667	36,677778	47,9722222	741,7944		11897,3

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Simpang Jakal KM 6 - Jln. Pandega Sakti	Titik Sampling	3
Koordinat Lokasi	S 7°45'13.176" E 110°23'02.6988"		
Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							CO (µg/Nm ³)
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	
1	Sabtu, 8 April 2023 (Pagi 08:30 - 09:30)	8:40	10 Menit Pertama	0,5	580	2,8	38,5	44,7	742	Barat	572,5971
2		8:50	10 Menit Kedua	3,5	600	2,2	40,7	42,1	742	Barat	4008,18
3		9:00	10 Menit Ketiga	2,5	590	2,3	39,4	43,5	741,9	Barat	2862,986
4		9:10	10 Menit Keempat	10	590	0,6	39,1	41	742	Barat	11451,94
5		9:20	10 Menit Kelima	6	600	1,8	41,1	43,4	742,1	Barat	6871,166
6		9:30	10 Menit Keenam	11	600	0,6	40,9	40,3	741,9	Barat	12597,14
Rata-rata				5,5833333	593,333333	1,7166667	39,95	42,5	741,9833		6394,001
1	Sabtu, 8 April 2023 (Siang 12:45 - 13:45)	12:55	10 Menit Pertama	8,5	570	0,9	37,2	45,1	741,8	Barat Daya	9734,151
2		13:05	10 Menit Kedua	10,5	570	1,5	36,8	45,8	741,8	Barat Daya	12024,54
3		13:15	10 Menit Ketiga	10	570	0,7	36,6	46,1	741,8	Barat Daya	11451,94
4		13:25	10 Menit Keempat	7,5	580	1,5	37,7	43,8	741,9	Barat Daya	8588,957
5		13:35	10 Menit Kelima	12,5	580	0,5	38,4	42,7	741,8	Barat Daya	14314,93
6		13:45	10 Menit Keenam	12,5	590	1,3	39,1	40,7	741,8	Barat Daya	14314,93
Rata-rata				10,25	576,666667	1,0666667	37,633333	44,033333	741,8167		11738,24

1	Sabtu, 8 April 2023 (Sore 16:45 - 17:45)	16:55	10 Menit Pertama	15,5	550	0,8	31,4	61,2	742,1	Barat	17750,51
2		17:05	10 Menit Kedua	16	570	1,2	31	62,8	742,1	Barat	18323,11
3		17:15	10 Menit Ketiga	15,5	580	1,1	30,7	66,1	742,1	Barat	17750,51
4		17:25	10 Menit Keempat	14,5	600	0,9	30,8	65,7	742,1	Barat	16605,32
5		17:35	10 Menit Kelima	16	600	1,1	30,4	66	742,2	Barat	18323,11
6		17:45	10 Menit Keenam	15	610	0,4	30,1	65,8	742,3	Barat	17177,91
Rata-rata				15,416667	585	0,9166667	30,733333	64,6	742,15		17655,08
Rata-rata Harian				10,416667	585	1,2333333	36,105556	50,3777778	741,9833		11929,11

Identitas Sampel				
Lokasi Sampel	Simpang Jakal KM 6 - Jln. Pandega Sakti		Titik Sampling	3
Koordinat Lokasi	S 7°45'13.176" E 110°23'02.6988"			
Cuaca	Catatan		Paraf	
Musim				

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Minggu, 9 April 2023 (Pagi 08:30 - 09:30)	8:40	10 Menit Pertama	1,5	610	1,6	40,9	41,7	743,8	Barat	1717,791
2		8:50	10 Menit Kedua	2	600	2,5	41,7	40,9	743,7	Barat	2290,389
3		9:00	10 Menit Ketiga	1,5	600	2,7	42,9	38,3	743,6	Barat	1717,791

4		9:10	10 Menit Keempat	7,5	650	0,9	44,3	36,1	743,6	Barat	8588,957
5		9:20	10 Menit Kelima	3,5	620	1,8	42,1	38,7	743,6	Barat	4008,18
6		9:30	10 Menit Keenam	10	650	1,3	44	35,1	743,6	Barat	11451,94
Rata-rata				4,33333333	621,666667	1,8	42,65	38,466667	743,65		4962,509
1	Minggu, 9 April 2023 (Siang 12:45 - 13:45)	12:55	10 Menit Pertama	9,5	580	0,7	38,9	42,5	741,5	Barat Laut	10879,35
2		13:05	10 Menit Kedua	10	590	0,4	39,4	40,7	741,5	Barat Laut	11451,94
3		13:15	10 Menit Ketiga	11	580	0,5	38,7	40,7	741,3	Barat Laut	12597,14
4		13:25	10 Menit Keempat	10,5	600	0,6	40,3	39,1	741,5	Barat Laut	12024,54
5		13:35	10 Menit Kelima	12,5	600	0,9	41,4	36,4	741,2	Barat Laut	14314,93
6		13:45	10 Menit Keenam	12	580	0,6	38,9	40,6	741,2	Barat Laut	13742,33
Rata-rata				10,916667	588,333333	0,616667	39,6	40	741,3667		12501,7
1	Minggu, 9 April 2023 (Sore 16:45 - 17:45)	16:55	10 Menit Pertama	10	560	0,8	32,1	56,9	741,2	Barat	11451,94
2		17:05	10 Menit Kedua	13	550	1,1	31,2	60,3	741,3	Barat	14887,53
3		17:15	10 Menit Ketiga	12,5	540	0,6	30,9	61,7	741,3	Barat	14314,93
4		17:25	10 Menit Keempat	14	550	1,5	30,4	63,6	741,4	Barat	16032,72
5		17:35	10 Menit Kelima	15	570	0,6	30,3	65	741,5	Barat	17177,91
6		17:45	10 Menit Keenam	12	600	0,6	29,9	66,4	741,6	Barat	13742,33
Rata-rata				12,75	561,666667	0,866667	30,8	62,316667	741,3833		14601,23
Rata-rata Harian				9,33333333	590,555556	1,09444444	37,6833333	46,9277778	742,1333		10688,48

Identitas Sampel

Lokasi Sampel	Simpang Jakal KM 6 - Jln. Pandega Sakti	Titik Sampling	3
---------------	---	----------------	---

Koordinat Lokasi	S 7°45'13.176" E 110°23'02.6988"		
Cuaca		Catatan	Paraf
Musim			

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO ₂ (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Arah Angin	CO (µg/Nm ³)
1	Senin, 10 April 2023 (Pagi 08:30 - 09:30)	8:40	10 Menit Pertama	12,5	560	0,3	34	57,5	743,2	Barat	14314,93
2		8:50	10 Menit Kedua	11,5	580	0,5	37,6	48,1	743,3	Barat	13169,73
3		9:00	10 Menit Ketiga	10	590	0,6	38,2	47	743,4	Barat	11451,94
4		9:10	10 Menit Keempat	12	600	0,4	39,1	45	743,4	Barat	13742,33
5		9:20	10 Menit Kelima	10,5	560	0,6	35,8	52,2	743,4	Barat	12024,54
6		9:30	10 Menit Keenam	16	580	0,5	37,6	48,1	743,3	Barat	18323,11
Rata-rata				12,083333	578,333333	0,4833333	37,05	49,65	743,3333		13837,76
1	Senin, 10 April 2023 (Siang 12:45 - 13:45)	12:55	10 Menit Pertama	14	570	0,6	35,1	54	741	Barat Daya	16032,72
2		13:05	10 Menit Kedua	12,5	560	0,6	34,8	52	741	Barat Daya	14314,93
3		13:15	10 Menit Ketiga	11,5	570	0,7	36,7	49,4	741	Barat Daya	13169,73
4		13:25	10 Menit Keempat	9	570	1,1	37,3	45	741,1	Barat Daya	10306,75
5		13:35	10 Menit Kelima	13	620	0,5	40,1	41	740,9	Barat Daya	14887,53

6		13:45	10 Menit Keenam	12	640	0,6	41,2	39,7	740,9	Barat Daya	13742,33
Rata-rata				12	588,333333	0,6833333	37,533333	46,85	740,9833		13742,33
1	Senin, 10 April 2023 (Sore 16:45 - 17:45)	16:55	10 Menit Pertama	13,5	550	0,6	30,5	62,8	741	Barat	15460,12
2		17:05	10 Menit Kedua	14	550	0,4	30,2	63,2	741,2	Barat	16032,72
3		17:15	10 Menit Ketiga	13	570	1,4	30,4	63,6	741,1	Barat	14887,53
4		17:25	10 Menit Keempat	16,5	580	1,1	30	65	741,2	Barat	18895,71
5		17:35	10 Menit Kelima	15,5	590	0,4	29,3	68,6	741,1	Barat	17750,51
6		17:45	10 Menit Keenam	12,5	600	0,7	27,1	69,7	741,3	Barat	14314,93
Rata-rata				14,166667	573,333333	0,7666667	29,583333	65,4833333	741,15		16223,59
Rata-rata Harian				12,75	580	0,6444444	34,722222	53,9944444	741,8222		14601,23

Lampiran 4 Contoh Perhitungan Konversi ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Contoh perhitungan pada titik 3 hari senin 10 april 2023 jam 16:55 (sore) berikut ini :

$$C2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = \frac{C1 (\text{ppm}) \times BM}{24,45} \times 1000$$

$$C2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = \frac{13,5 (\text{ppm}) \times 28,01}{24,45} \times 1000$$

$$C2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = \frac{378,13}{24,45} \times 1000$$

$$C2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = 15,46 \times 1000$$

$$C2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = 15460,12$$

Keterangan :

C2 = konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

C1 = konsentrasi CO (ppm)

BM = Berat Molekul (28,01)

24,45 = volume gas normal 25 °C, tekanan udara 760 mmHg

1000 = angka konversi dari mg ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Lampiran 5 Data Konsentrasi CO dengan Faktor Meteorologis

Titik 1 - Titik 3		Titik 1 - Titik 3		Titik 1 - Titik 3	
CO	Kecepatan Angin	CO	Suhu	CO	Kelembaban
X	Y	X	Y	X	Y
2862,986	0,6	2862,986	24,5	2862,986	86,4
1717,791	1,5	1717,791	25,2	1717,791	85,1
4580,777	1,8	4580,777	25,9	4580,777	84,8
572,5971	2,8	572,5971	26,3	572,5971	82,7
4008,18	0,2	4008,18	26,7	4008,18	80,6
10879,35	0,8	10879,35	27,1	10879,35	78,8
17750,51	0,7	17750,51	33,1	17750,51	52,7
16605,32	0,5	16605,32	34,2	16605,32	51,7
6298,569	1,5	6298,569	36,7	6298,569	46,1
16032,72	0,4	16032,72	34,5	16032,72	48,2
14314,93	0,8	14314,93	34	14314,93	50
14887,53	0,6	14887,53	34,4	14887,53	47,7
8588,957	1,6	8588,957	41,1	8588,957	37,1
12024,54	0,6	12024,54	36,8	12024,54	45,1
4008,18	1,5	4008,18	35,5	4008,18	47,1
6298,569	1,9	6298,569	35,1	6298,569	48,7
6871,166	0,8	6871,166	36,7	6871,166	46,9
16605,32	0,6	16605,32	36,4	16605,32	46,4
1717,791	0,7	1717,791	24,1	1717,791	87,8
4008,18	1,3	4008,18	24,7	4008,18	87,2
2862,986	2,1	2862,986	24,9	2862,986	86,9
6298,569	1,4	6298,569	25,3	6298,569	86,5
8588,957	1,3	8588,957	26,9	8588,957	84,1
11451,94	0,6	11451,94	27,1	11451,94	83,8
12024,54	0,6	12024,54	35,1	12024,54	44,3
1717,791	2,6	1717,791	35,9	1717,791	43,8
4008,18	2,1	4008,18	36,4	4008,18	42,7
11451,94	0,7	11451,94	36,7	11451,94	42,5
12597,14	0,5	12597,14	37,2	12597,14	41,6
14314,93	0,5	14314,93	39,6	14314,93	37,5
14314,93	0,4	14314,93	38,2	14314,93	41
13169,73	0,5	13169,73	37,5	13169,73	43,8
10879,35	1,1	10879,35	37,9	10879,35	42,4
11451,94	0,7	11451,94	37	11451,94	41,7
9734,151	1,3	9734,151	36,2	9734,151	44,4
12024,54	0,5	12024,54	37,4	12024,54	43,9
1717,791	0,5	1717,791	26,5	1717,791	82,5

2290,389	1,8	2290,389	25,2	2290,389	83,1
1717,791	1,7	1717,791	28,7	1717,791	80,2
6298,569	1,9	6298,569	28,1	6298,569	79,7
8588,957	1,1	8588,957	27,5	8588,957	77,3
9161,554	0,6	9161,554	28,3	9161,554	75,6
6298,569	1,5	6298,569	40,1	6298,569	37,1
4580,777	1,6	4580,777	40,6	4580,777	35,3
7443,763	1,3	7443,763	38,8	7443,763	39,5
8016,36	1,4	8016,36	47,4	8016,36	30,1
9734,151	1,1	9734,151	51,7	9734,151	25,5
8016,36	0,7	8016,36	48,6	8016,36	26,7
9734,151	1,2	9734,151	38,7	9734,151	40,7
12597,14	0,5	12597,14	39,4	12597,14	39,5
12024,54	0,7	12024,54	38,1	12024,54	41,2
10879,35	1,4	10879,35	37,9	10879,35	42,1
13742,33	0,6	13742,33	38,5	13742,33	40,7
15460,12	0,9	15460,12	40,1	15460,12	39,5
5153,374	0,6	5153,374	23,6	5153,374	84,1
5725,971	0,5	5725,971	26,5	5725,971	80
3435,583	1,9	3435,583	27,4	3435,583	76,8
4580,777	2,2	4580,777	27,7	4580,777	74,8
8588,957	1,2	8588,957	27,4	8588,957	77,5
14314,93	0,5	14314,93	26,9	14314,93	78,1
13169,73	0,4	13169,73	41,2	13169,73	40,4
12024,54	0,6	12024,54	36,4	12024,54	48,1
12597,14	0,5	12597,14	40,8	12597,14	43,1
13742,33	0,5	13742,33	38,9	13742,33	44,8
11451,94	0,6	11451,94	43,4	11451,94	36,3
13742,33	0,9	13742,33	38,6	13742,33	43,3
14314,93	0,5	14314,93	35,4	14314,93	51,1
12597,14	0,6	12597,14	33,2	12597,14	54,2
12024,54	0,6	12024,54	31,5	12024,54	58,5
14887,53	0,6	14887,53	31,1	14887,53	59
13742,33	0,4	13742,33	31	13742,33	59,6
13169,73	0,5	13169,73	30,4	13169,73	61,3
13170	0,7	13170	32,8	13170	60,2
13742	0,5	13742	35,7	13742	50,1
10307	0,9	10307	35,1	10307	51,3
16605	0,6	16605	38,8	16605	42,6
18323	0,5	18323	39,2	18323	42,4
15460	1,6	15460	40,6	15460	40,4
10879	0,8	10879	35,1	10879	44,7
13170	1,2	13170	35,4	13170	45,3

12025	1,5	12025	41,5	12025	34,8
14315	1,4	14315	39,4	14315	38,5
12597	1,6	12597	42,1	12597	35,4
15460	1,5	15460	39,7	15460	39,6
5153	2,5	5153	33,1	5153	56,3
13170	0,7	13170	32	13170	57,1
13742	0,6	13742	31,2	13742	58,9
12025	0,7	12025	31,5	12025	57,9
10879	0,9	10879	31,8	10879	58,3
14315	0,5	14315	31,4	14315	58,9
1718	0,9	1718	31,2	1718	65,4
573	1,9	573	30,9	573	65,1
4008	2,1	4008	32,9	4008	60,3
4581	2,3	4581	34,1	4581	55,2
14315	0,5	14315	35,7	14315	50,9
14888	0,4	14888	37,5	14888	45,3
14315	0,7	14315	41,6	14315	36,5
12597	0,6	12597	40,1	12597	38,8
10307	1,5	10307	37,3	10307	42,8
11452	1,1	11452	39,9	11452	40
2863	2,1	2863	40	2863	37,9
12025	1,3	12025	44,3	12025	31
15460	0,5	15460	33,8	15460	49,8
13170	0,6	13170	32,6	13170	54,8
10879	1,4	10879	31,6	10879	58,9
17751	0,4	17751	31,5	17751	58,7
16033	0,5	16033	31,6	16033	59
14315	0,6	14315	31,2	14315	59,4
573	0,5	573	31,9	573	61,3
4008	0,7	4008	33,2	4008	57,2
1718	1,5	1718	35,1	1718	55,3
4581	2,2	4581	37,4	4581	51,4
9734	0,8	9734	39,8	9734	45,2
15460	0,4	15460	40	15460	43,4
10879	0,9	10879	42,3	10879	33,1
12025	0,8	12025	42,8	12025	32
12597	0,6	12597	38,3	12597	37,9
15460	0,5	15460	41,3	15460	34,2
14315	0,7	14315	41,6	14315	33,6
9162	1,6	9162	40,8	9162	33
10307	1,1	10307	34,4	10307	50,4
13170	0,7	13170	35,2	13170	47,8
13742	0,6	13742	35,1	13742	45,5

14888	0,5	14888	35,5	14888	46,7
12025	0,8	12025	34,7	12025	48,8
12597	0,6	12597	32,6	12597	53,9
14315	0,4	14315	28,5	14315	77,5
12597	0,6	12597	36,1	12597	53,4
12025	0,7	12025	38,8	12025	46,7
10307	0,9	10307	36,9	10307	49,2
9734	1,2	9734	33,7	9734	57,1
13742	0,3	13742	35,5	13742	52,6
10879	1,1	10879	37,2	10879	49,8
13170	0,6	13170	38	13170	46,4
11452	0,7	11452	40,7	11452	41
12597	0,7	12597	39,1	12597	44,3
13742	0,6	13742	37,8	13742	49,1
12025	0,4	12025	41,5	12025	40,3
9162	1,3	9162	30,5	9162	62,2
16605	0,6	16605	31,4	16605	59,9
15460	0,5	15460	31,1	15460	60,9
14888	0,6	14888	31,7	14888	61,2
17751	0,4	17751	31,3	17751	61,3
13170	0,7	13170	30,7	13170	62
1718	1,5	1718	38,5	1718	43,1
10879	0,8	10879	39,1	10879	42,3
2863	2,4	2863	40,6	2863	38,6
14888	0,4	14888	46,9	14888	30
13742	0,7	13742	43,1	13742	32,8
573	1,6	573	41,3	573	34,1
12597	0,8	12597	36,9	12597	46,3
14315	1,1	14315	36,7	14315	45,9
10879	1,3	10879	37,1	10879	44,7
9734	0,7	9734	38,6	9734	42,6
12025	0,5	12025	38,4	12025	41,8
9734	1,5	9734	39,6	9734	41,7
16605	0,7	16605	31,4	16605	59,8
18323	0,5	18323	30,9	18323	61,1
17178	1,5	17178	31	17178	61,4
14888	0,4	14888	30,2	14888	64,4
17751	0,5	17751	30,3	17751	65,6
15460	1,4	15460	29,6	15460	67,3
573	2,8	573	38,5	573	44,7
4008	2,2	4008	40,7	4008	42,1
2863	2,3	2863	39,4	2863	43,5
11452	0,6	11452	39,1	11452	41

6871	1,8	6871	41,1	6871	43,4
12597	0,6	12597	40,9	12597	40,3
9734	0,9	9734	37,2	9734	45,1
12025	1,5	12025	36,8	12025	45,8
11452	0,7	11452	36,6	11452	46,1
8589	1,5	8589	37,7	8589	43,8
14315	0,5	14315	38,4	14315	42,7
14315	1,3	14315	39,1	14315	40,7
17751	0,8	17751	31,4	17751	61,2
18323	1,2	18323	31	18323	62,8
17751	1,1	17751	30,7	17751	66,1
16605	0,9	16605	30,8	16605	65,7
18323	1,1	18323	30,4	18323	66
17178	0,4	17178	30,1	17178	65,8
1718	1,6	1718	40,9	1718	41,7
2290	2,5	2290	41,7	2290	40,9
1718	2,7	1718	42,9	1718	38,3
8589	0,9	8589	44,3	8589	36,1
4008	1,8	4008	42,1	4008	38,7
11452	1,3	11452	44	11452	35,1
10879	0,7	10879	38,9	10879	42,5
11452	0,4	11452	39,4	11452	40,7
12597	0,5	12597	38,7	12597	40,7
12025	0,6	12025	40,3	12025	39,1
14315	0,9	14315	41,4	14315	36,4
13742	0,6	13742	38,9	13742	40,6
11452	0,8	11452	32,1	11452	56,9
14888	1,1	14888	31,2	14888	60,3
14315	0,6	14315	30,9	14315	61,7
16033	1,5	16033	30,4	16033	63,6
17178	0,6	17178	30,3	17178	65
13742	0,6	13742	29,9	13742	66,4
14315	0,3	14315	34	14315	57,5
13170	0,5	13170	37,6	13170	48,1
11452	0,6	11452	38,2	11452	47
13742	0,4	13742	39,1	13742	45
12025	0,6	12025	35,8	12025	52,2
18323	0,5	18323	37,6	18323	48,1
16033	0,6	16033	35,1	16033	54
14315	0,6	14315	34,8	14315	52
13170	0,7	13170	36,7	13170	49,4
10307	1,1	10307	37,3	10307	45
14888	0,5	14888	40,1	14888	41

13742	0,6	13742	41,2	13742	39,7
15460	0,6	15460	30,5	15460	62,8
16033	0,4	16033	30,2	16033	63,2
14888	1,4	14888	30,4	14888	63,6
18896	1,1	18896	30	18896	65
17751	0,4	17751	29,3	17751	68,6
14315	0,7	14315	27,1	14315	69,7

Lampiran 6 Data Konsentrasi CO₂ dengan Faktor Meteorologis

Titik 1 - 3		Titik 1 - Titik 3		Titik 1 - Titik 3	
CO2	Kecepatan Angin	CO2	Suhu	CO2	Kelembaban
X	Y	X	Y	X	Y
800	0,6	800	24,5	800	86,4
760	1,5	760	25,2	760	85,1
720	1,8	720	25,9	720	84,8
690	2,8	690	26,3	690	82,7
600	0,2	600	26,7	600	80,6
560	0,8	560	27,1	560	78,8
550	0,7	550	33,1	550	52,7
550	0,5	550	34,2	550	51,7
560	1,5	560	36,7	560	46,1
560	0,4	560	34,5	560	48,2
550	0,8	550	34	550	50
550	0,6	550	34,4	550	47,7
610	1,6	610	41,1	610	37,1
560	0,6	560	36,8	560	45,1
550	1,5	550	35,5	550	47,1
550	1,9	550	35,1	550	48,7
550	0,8	550	36,7	550	46,9
560	0,6	560	36,4	560	46,4
820	0,7	820	24,1	820	87,8
800	1,3	800	24,7	800	87,2
790	2,1	790	24,9	790	86,9
730	1,4	730	25,3	730	86,5
650	1,3	650	26,9	650	84,1
600	0,6	600	27,1	600	83,8
560	0,6	560	35,1	560	44,3
560	2,6	560	35,9	560	43,8

560	2,1	560	36,4	560	42,7
560	0,7	560	36,7	560	42,5
570	0,5	570	37,2	570	41,6
590	0,5	590	39,6	590	37,5
580	0,4	580	38,2	580	41
570	0,5	570	37,5	570	43,8
570	1,1	570	37,9	570	42,4
570	0,7	570	37	570	41,7
560	1,3	560	36,2	560	44,4
570	0,5	570	37,4	570	43,9
810	0,5	810	26,5	810	82,5
790	1,8	790	25,2	790	83,1
770	1,7	770	28,7	770	80,2
730	1,9	730	28,1	730	79,7
700	1,1	700	27,5	700	77,3
650	0,6	650	28,3	650	75,6
600	1,5	600	40,1	600	37,1
600	1,6	600	40,6	600	35,3
600	1,3	600	38,8	600	39,5
650	1,4	650	47,4	650	30,1
660	1,1	660	51,7	660	25,5
640	0,7	640	48,6	640	26,7
580	1,2	580	38,7	580	40,7
590	0,5	590	39,4	590	39,5
580	0,7	580	38,1	580	41,2
570	1,4	570	37,9	570	42,1
580	0,6	580	38,5	580	40,7
600	0,9	600	40,1	600	39,5
810	0,6	810	23,6	810	84,1
790	0,5	790	26,5	790	80
710	1,9	710	27,4	710	76,8
640	2,2	640	27,7	640	74,8
610	1,2	610	27,4	610	77,5
560	0,5	560	26,9	560	78,1
660	0,4	660	41,2	660	40,4
580	0,6	580	36,4	580	48,1
630	0,5	630	40,8	630	43,1
600	0,5	600	38,9	600	44,8
640	0,6	640	43,4	640	36,3
590	0,9	590	38,6	590	43,3
570	0,5	570	35,4	570	51,1
560	0,6	560	33,2	560	54,2
550	0,6	550	31,5	550	58,5

550	0,6	550	31,1	550	59
550	0,4	550	31	550	59,6
550	0,5	550	30,4	550	61,3
660	0,7	660	32,8	660	60,2
650	0,5	650	35,7	650	50,1
640	0,9	640	35,1	640	51,3
600	0,6	600	38,8	600	42,6
590	0,5	590	39,2	590	42,4
610	1,6	610	40,6	610	40,4
550	0,8	550	35,1	550	44,7
560	1,2	560	35,4	560	45,3
590	1,5	590	41,5	590	34,8
570	1,4	570	39,4	570	38,5
600	1,6	600	42,1	600	35,4
580	1,5	580	39,7	580	39,6
550	2,5	550	33,1	550	56,3
530	0,7	530	32	530	57,1
530	0,6	530	31,2	530	58,9
530	0,7	530	31,5	530	57,9
530	0,9	530	31,8	530	58,3
540	0,5	540	31,4	540	58,9
680	0,9	680	31,2	680	65,4
660	1,9	660	30,9	660	65,1
630	2,1	630	32,9	630	60,3
600	2,3	600	34,1	600	55,2
580	0,5	580	35,7	580	50,9
590	0,4	590	37,5	590	45,3
600	0,7	600	41,6	600	36,5
600	0,6	600	40,1	600	38,8
570	1,5	570	37,3	570	42,8
580	1,1	580	39,9	580	40
600	2,1	600	40	600	37,9
630	1,3	630	44,3	630	31
570	0,5	570	33,8	570	49,8
560	0,6	560	32,6	560	54,8
560	1,4	560	31,6	560	58,9
550	0,4	550	31,5	550	58,7
550	0,5	550	31,6	550	59
550	0,6	550	31,2	550	59,4
600	0,5	600	31,9	600	61,3
600	0,7	600	33,2	600	57,2
600	1,5	600	35,1	600	55,3
620	2,2	620	37,4	620	51,4

630	0,8	630	39,8	630	45,2
610	0,4	610	40	610	43,4
600	0,9	600	42,3	600	33,1
600	0,8	600	42,8	600	32
570	0,6	570	38,3	570	37,9
620	0,5	620	41,3	620	34,2
620	0,7	620	41,6	620	33,6
600	1,6	600	40,8	600	33
560	1,1	560	34,4	560	50,4
550	0,7	550	35,2	550	47,8
550	0,6	550	35,1	550	45,5
540	0,5	540	35,5	540	46,7
550	0,8	550	34,7	550	48,8
550	0,6	550	32,6	550	53,9
570	0,4	570	28,5	570	77,5
580	0,6	580	36,1	580	53,4
600	0,7	600	38,8	600	46,7
580	0,9	580	36,9	580	49,2
570	1,2	570	33,7	570	57,1
570	0,3	570	35,5	570	52,6
580	1,1	580	37,2	580	49,8
580	0,6	580	38	580	46,4
630	0,7	630	40,7	630	41
600	0,7	600	39,1	600	44,3
580	0,6	580	37,8	580	49,1
640	0,4	640	41,5	640	40,3
550	1,3	550	30,5	550	62,2
550	0,6	550	31,4	550	59,9
550	0,5	550	31,1	550	60,9
560	0,6	560	31,7	560	61,2
550	0,4	550	31,3	550	61,3
550	0,7	550	30,7	550	62
590	1,5	590	38,5	590	43,1
600	0,8	600	39,1	600	42,3
600	2,4	600	40,6	600	38,6
660	0,4	660	46,9	660	30
620	0,7	620	43,1	620	32,8
600	1,6	600	41,3	600	34,1
560	0,8	560	36,9	560	46,3
560	1,1	560	36,7	560	45,9
570	1,3	570	37,1	570	44,7
590	0,7	590	38,6	590	42,6
590	0,5	590	38,4	590	41,8

590	1,5	590	39,6	590	41,7
550	0,7	550	31,4	550	59,8
550	0,5	550	30,9	550	61,1
580	1,5	580	31	580	61,4
550	0,4	550	30,2	550	64,4
600	0,5	600	30,3	600	65,6
590	1,4	590	29,6	590	67,3
580	2,8	580	38,5	580	44,7
600	2,2	600	40,7	600	42,1
590	2,3	590	39,4	590	43,5
590	0,6	590	39,1	590	41
600	1,8	600	41,1	600	43,4
600	0,6	600	40,9	600	40,3
570	0,9	570	37,2	570	45,1
570	1,5	570	36,8	570	45,8
570	0,7	570	36,6	570	46,1
580	1,5	580	37,7	580	43,8
580	0,5	580	38,4	580	42,7
590	1,3	590	39,1	590	40,7
550	0,8	550	31,4	550	61,2
570	1,2	570	31	570	62,8
580	1,1	580	30,7	580	66,1
600	0,9	600	30,8	600	65,7
600	1,1	600	30,4	600	66
610	0,4	610	30,1	610	65,8
610	1,6	610	40,9	610	41,7
600	2,5	600	41,7	600	40,9
600	2,7	600	42,9	600	38,3
650	0,9	650	44,3	650	36,1
620	1,8	620	42,1	620	38,7
650	1,3	650	44	650	35,1
580	0,7	580	38,9	580	42,5
590	0,4	590	39,4	590	40,7
580	0,5	580	38,7	580	40,7
600	0,6	600	40,3	600	39,1
600	0,9	600	41,4	600	36,4
580	0,6	580	38,9	580	40,6
560	0,8	560	32,1	560	56,9
550	1,1	550	31,2	550	60,3
540	0,6	540	30,9	540	61,7
550	1,5	550	30,4	550	63,6
570	0,6	570	30,3	570	65
600	0,6	600	29,9	600	66,4

560	0,3	560	34	560	57,5
580	0,5	580	37,6	580	48,1
590	0,6	590	38,2	590	47
600	0,4	600	39,1	600	45
560	0,6	560	35,8	560	52,2
580	0,5	580	37,6	580	48,1
570	0,6	570	35,1	570	54
560	0,6	560	34,8	560	52
570	0,7	570	36,7	570	49,4
570	1,1	570	37,3	570	45
620	0,5	620	40,1	620	41
640	0,6	640	41,2	640	39,7
550	0,6	550	30,5	550	62,8
550	0,4	550	30,2	550	63,2
570	1,4	570	30,4	570	63,6
580	1,1	580	30	580	65
590	0,4	590	29,3	590	68,6
600	0,7	600	27,1	600	69,7

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Raihan Dawi Siregar lahir di Sibuhuan, 1 Desember 2001 adalah anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Ayah bernama Pirma Siregar, S.H dan Ibu bernama Abni Sahuri Nasution, S.Ag. Sebelum kuliah dan menjadi mahasiswa di Teknik Lingkungan UII penulis bersekolah di SDN. 0514 Siali- Ali dan melanjutkan di MTsN. Sibuhuan kemudian di Madrasah Aliyah Negeri Sibuhuan, Padang Lawas, Sumatera Utara. Selain aktif dalam akademik penulis juga hobi dalam menggambar dan mendesain serta aktif dalam komunitas *game* PUBGM selama 5 tahun dan akhirnya dapat mencapai tier *Conqueror* yang merupakan tier tersulit di *game* tersebut selain itu penulis juga hobi dalam menonton bola dengan klub favorit FC Barcelona sejak dari kecil.