

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL)  
PAJANAN KARBON MONOKSIDA (CO) PADA PETUGAS  
KEAMANAN DI GERBANG UTAMA UNIVERSITAS JAMBI  
KAMPUS MENDALO**

SKRIPSI



**KHAIR RAHMANDANI FIRDAUS  
M1D119015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA, DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JAMBI**

**2024**

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL)  
PAJANAN KARBON MONOKSIDA (CO) PADA PETUGAS  
KEAMANAN DI GERBANG UTAMA UNIVERSITAS JAMBI  
KAMPUS MENDALO**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar  
Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan



**KHAIR RAHMANDANI FIRDAUS**

**M1D119015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA, DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JAMBI**

**2024**

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, 21 November 2024

Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Khair Rahmandani Firdaus', is centered on the page. The signature is written in a cursive style with some loops and flourishes.

Khair Rahmandani Firdaus

M1D119015

## RINGKASAN

Petugas keamanan Universitas Jambi yang bertugas di gerbang utama waktu kerjanya selama 11 jam dari pukul 07.00 – 18.00 WIB, waktu kerja dari hari senin sampai dengan hari jum'at. Petugas keamanan perannya sangat penting untuk menjaga keamanan serta ketertiban pada Universitas Jambi Kampus Mendalo. Dampak buruk yang akan ditimbulkan dari konsentrasi gas CO tentunya akan terasa apabila terpapar melebihi daripada baku mutu pada PP Nomor 22 Tahun 2021, yaitu sebesar  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  selama 8 jam. Kondisi yang dirasakan oleh petugas keamanan jika terpapar secara terus-menerus dikhawatirkan dapat berakibat sangat buruk bagi kesehatan mereka. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan menggunakan desain studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi CO di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo serta mengetahui tingkat risiko paparan CO bagi petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo. Pengukuran konsentrasi CO dilaksanakan 8 hari sebanyak 2 sesi perharinya untuk mewakili jam yang tidak terlalu ramai dan untuk mewakili jam yang ramai, alat yang digunakan adalah *Carbon Monoxide Meter* dan disertai pengukuran meteorologi yang meliputi suhu, kelembapan, kecepatan angin dan arah angin. Penilaian tingkat risiko paparan CO pada petugas keamanan dilakukan dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

Data hasil pengukuran CO di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo menyatakan bahwa konsentrasi CO yang didapatkan data tertinggi dengan nilai  $11041,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan untuk data terendah yang didapatkan dengan nilai  $5937,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , serta rata-rata pengukuran selama delapan hari didapatkan dengan nilai  $8210,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan tentunya rata-rata tersebut melebihi baku mutu. Penilaian risiko paparan CO terhadap petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo nilai *intake* tertinggi, yaitu sebesar  $0,9856 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$  dengan konsentrasi CO sebesar  $8210,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , waktu paparannya adalah 11 jam/hari, durasi paparannya selama 4 tahun dan berat badan petugas keamanan tersebut 65 kg, nilai *intake* yang tinggi disebabkan oleh perkalian konsentrasi CO yang melebihi batas aman yaitu sebesar  $8210,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sedangkan batas aman konsentrasi CO yang masih aman dihirup sebesar  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan waktu paparan yang panjang yaitu selama 11 jam. Hasil ini didapati setelah *intake* dibagi dengan nilai *RfC* sendiri bernilai konstan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai  $\text{RQ} \geq 1$  yang dimana berarti konsentrasi pencemaran CO tidak aman bagi kesehatan petugas keamanan.

## **SUMMARY**

*Jambi University security officers on duty at the main gate work 11 hours from 07.00 – 18.00 WIB, working hours from Monday to Friday. Security officers play a very important role in maintaining security and order at Jambi University, Mendalo Campus. The negative impacts that will arise from CO gas concentrations will of course be felt if exposure exceeds the quality standards in PP Number 22 of 2021, namely  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for 8 hours. It is feared that the conditions experienced by security officers if they are continuously exposed to them could have very bad consequences for their health. This research uses a quantitative type of research with a descriptive approach and uses an Environmental Health Risk Analysis (ARKL) study design. This research aims to determine the concentration of CO at the main gate of Jambi University, Mendalo Campus and to determine the level of risk of CO exposure for security officers at the main gate of Jambi University, Mendalo Campus. CO concentration measurements were carried out 8 days in 2 sessions per day to represent hours that were not too busy and to represent hours that were busy, the tool used was a Carbon Monoxide Meter and accompanied by meteorological measurements which included temperature, humidity, wind speed and wind direction. Assessment of the risk level of CO exposure to security officers was carried out using the Environmental Health Risk Analysis (ARKL) method.*

*Data from CO measurements at the main gate of Jambi University Mendalo Campus states that the CO concentration obtained was the highest with a value of  $11041.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , and the lowest data obtained was  $5937.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , as well as the average of measurements over eight day was obtained with a value of  $8210.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and of course this average exceeds the quality standard. Assessment of the risk of CO exposure to security officers at the main gate of Jambi University, Mendalo Campus, the highest intake value, namely  $0.9856 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$  with a CO concentration of  $8210.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , exposure time is 11 hours/day, exposure duration is 4 years old and the security officer's body weight is 65 kg, the high intake value is caused by the multiplication of the CO concentration which exceeds the safe limit, namely  $8210.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , while the safe limit for the CO concentration which is still safe to inhale is  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and the exposure time the long one is 11 hours. This result is found after the intake is divided by the RfC value itself which is constant, so it can be concluded that the RQ value is  $\geq 1$  which means the concentration of CO pollution is unsafe for the health of security officers.*

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL) PAJANAN KARBON MONOKSIDA (CO) PADA PETUGAS KEAMANAN DI GERBANG UTAMA UNIVERSITAS JAMBI KAMPUS MENDALO**, yang telah disusun oleh Khair Rahmandani Firdaus, NIM : M1D119015 telah dipertahankan didepan tim penguji pada tanggal 25 September 2024 dan dinyatakan lulus.

### Susunan Tim Penguji :

Ketua : Febri Juita Anggraini, S.T., M.T  
Sekretaris : Ir. Hariestya Viareco, B.Eng., M.Eng.  
Anggota : 1. Dr. Rizky Andre Handika, S.T., M.T., Ph.D(Eng)  
2. Shally Yanova, S.Si., M.Si  
3. Ya Syukria Putra, S.T., M.Si.

### Disetujui :

Pembimbing I

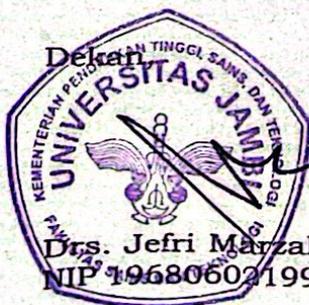
Pembimbing II



Febri Juita Anggraini, S.T., M.T.  
NIP. 198302192018032001

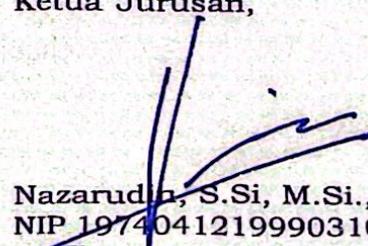
Ir. Hariestya Viareco, B.Eng., M.Eng.  
NIP. 19901111202312058

### Diketahui :



Dekan  
Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.  
NIP. 196806021993031004

Ketua Jurusan,



Nazarudin, S.Si, M.Si., Ph.D.  
NIP. 197404121999031004

## RIWAYAT HIDUP



Khair Rahmandani Firdaus adalah anak kedua dari pasangan Bapak Apriyanto dan Ibu Marwiyah. Penulis dilahirkan di Kota Jambi pada tanggal 18 Januari 2002. Penulis menempuh Pendidikan noformal dimulai dari SD Ahyaksa I Kota Jambi pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2012, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan sekolah menengah pertama (SMP) di SMPN 05 Kota Jambi hingga selesai pada tahun 2016, kemudian melanjutkan Pendidikan di sekolah menengah atas (SMA) di SMAN 01 Kota Jambi pada 2016 hingga 2019. Pada tahun 2019 penulis diterima oleh Perguruan Tinggi Negeri yaitu Universitas Jambi pada Program Studi Teknik Lingkungan. Penulis seorang yang aktif dalam kegiatan akademik maupun organisasi. Pada Tanggal 09 Juni 2022 – 09 Agustus 2022 penulis telah melaksanakan Kerja Praktik di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi, dengan usaha dan semangat, serta ketekunan, penulis sampai pada penelitian Tugas Akhir dan mengambil judul Tugas Akhir yaitu **“Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan Karbon Monoksida (CO) Pada Petugas Keamanan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo”**.

## **PRAKATA**

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena dengan limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan dengan baik Skripsi dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan Karbon Monoksida (CO) Pada Petugas Keamanan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo”.

Pada kesempatan ini, penulis sangat berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat memberikan dorongan, motivasi, dan nasehat dalam pembuatan Skripsi Tugas Akhir ini. Melalui halaman ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang membantu. Ucapan tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Febri Juita Anggraini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
2. Ibu Febri Juita Anggraini, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan masukan bagi penulis dalam menyelesaikan Skripsi Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Hariesty Viareco, B.Eng., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan bagi penulis dalam menyelesaikan Skripsi Tugas Akhir ini.
4. Kedua orang tua, saudara, orang terdekat dan tersayang penulis yang telah memberikan dukungan dan doa serta dorongan semangat dan motivasi.

Demikianlah penulis sangat menyadari bahwasanya Skripsi Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna dan tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran seluas-luasnya yang bersifat membangun dari berbagai pihak, sehingga laporan ini inginnya bisa diterima sebagai ide atau gagasan yang dapat bermanfaat. Akhir kata, sekali lagi penulis sangat berterima kasih, semoga pembaca bisa paham dan mengerti, serta bisa mengambil manfaat dari Skripsi Tugas Akhir ini, dan bermanfaat bagi pembaca maupun penulis.

Jambi, November 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN .....	ii
RINGKASAN.....	iii
<i>SUMMARY</i> .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusuan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Pencemaran Udara.....	6
2.2 Sumber Bahan Pencemaran Udara .....	6
2.3 Karbon Monoksida (CO) .....	7
2.4 Pengaruh Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan.....	7
2.5 Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Petugas Keamanan .....	8
2.6 Baku Mutu Udara Ambien .....	9
2.7 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	10
2.8 Hirarki Pengendalian Risiko .....	11
2.8 Kerangka Berpikir .....	12
2.9 Penelitian Terdahulu.....	13

III. METODOLOGI PENELITIAN .....	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	19
3.2 Skema Penelitian.....	20
3.3 Instrumen Penelitian.....	22
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.5 Teknik Pengambilan Sampel .....	24
3.6 Analisis Risiko Paparan CO Terhadap Petugas Keamanan.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Kondisi Umum Wilayah Penelitian .....	28
4.2 Hasil Pengukuran Kondisi Meteorologi di Gerbang Utama Kampus Mendalo Universitas Jambi .....	31
4.2.1 Suhu Udara (°C) .....	31
4.2.2 Kelembapan Udara (%) .....	34
4.2.3 Kecepatan Angin (m/s) dan Arah Angin .....	36
4.3 Hasil Pengukuran Jumlah Kendaraan Bermotor .....	39
4.4 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo .....	42
4.4.1 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida (CO).....	42
4.4.2 Analisis Hubungan Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO).....	46
4.5 Analisis Hubungan Faktor Meteorologi Terhadap Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO).....	48
4.5.1 Hubungan Suhu (°C) Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) ....	48
4.5.2 Hubungan Kelembapan Udara (%RH) Terhadap Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO).....	50
4.5.3 Hubungan Kecepatan Angin (m/s) Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) .....	51

4.6 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan Karbon Monoksida (CO) pada Petugas Keamanan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo .....	53
4.6.1 Identifikasi Bahaya.....	54
4.6.2 Analisis Dosis Responden.....	54
4.6.3 Analisis Paparan .....	55
4.6.4 Karakteristik Risiko Kesehatan .....	58
4.7 Manajemen Risiko .....	60
V. PENUTUP .....	63
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
DAFTAR LAMPIRAN .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Baku Mutu Pencemaran Karbon Monoksida (CO) .....	10
2. Penelitian Terdahulu .....	13
3. Hasil Pengukuran Suhu Udara.....	32
4. Hasil Pengukuran Kelembapan Udara.....	35
5. Hasil Pengukuran Kecepatan Arah Angin.....	37
6. Data Jumlah Kendaraan Bermotor Perhari .....	40
7. Konsentrasi CO di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo.....	43
8. Perhitungan <i>Intake Semua Responden Petugas Keamanan</i> .....	56
9. Perhitungan RQ semua petugas keamanan.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Berpikir .....	13
2. Peta Lokasi Penelitian.....	20
3. Skema Penelitian .....	21
4. <i>CO Meter</i> .....	22
5. <i>Hygrometer</i> .....	22
6. <i>Anemometer</i> .....	23
7. <i>Hand Tally Counter</i> .....	23
8. Timbangan.....	23
9. Detail Lokasi Titik Penelitian di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus.....	29
10. Detail Gambar dan Peletakkan Alat CO Meter.....	29
11. Lokasi Titik Penelitian Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo... 30	
12. Lokasi Titik Penelitian Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo....30	
13. Hasil Pengukuran Suhu Sesi 1 dan sesi 2.....	33
14. Hasil Pengukuran Kelembapan Udara (% RH) Sesi 1 dan Sesi 2 .....	34
15. Hasil Pengukuran Kecepatan Udara (m/s).....	36
16. Arah Sebaran dan Kecepatan Angin Gerbang Utama Universitas Jambi .....	38
17. Grafik Jumlah Kendaraan Bermotor .....	39
18. Kondisi Jalan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo.....	41
19. Letak Alat CO Meter di Pos Penjagaan Gerbang Utama Universitas Jambi .....	42
20. Grafik Perhitungan Konsentrasi CO di Universitas Jambi Kampus Mendalo ...	43
21. Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	44
22. Hubungan Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Konsentrasi CO Sesi 1 .....	45
23. Hubungan Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Konsentrasi CO Sesi 2 .....	46
24. Hubungan Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Sesi 1 ....	47
25. Hubungan Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Sesi 2....	48
26. Hubungan Kelembapan Udara Terhadap Tingkat Konsentrasi CO Sesi 1 .....	49
27. Hubungan Kelembapan Udara Terhadap Tingkat Konsentrasi CO Sesi 2 .....	50
28. Hubungan Kecepatan Angin (m/s) Terhadap Konsentrasi CO Pada sesi 1 .....	51
29. Hubungan Kecepatan Angin (m/s) Terhadap Konsentrasi CO Pada sesi 2 .....	52

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Lembar Kuisisioner Penelitian .....	68
2. Data Kecepatan dan arah angin.....	69
3. Data Jumlah Kendaraan Berdasarkan Jenisnya yang Melintas.....	69
4. Data Rata-Rata Jumlah Kendaraan yang Masuk dan Keluar.....	76
5. Hasil Pengambilan Data Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) .....	77
6. Perhitungan Intake dan RQ Pada Petugas Keamanan.....	78
7. Dokumentasi Kondisi Lapangan Ketika Pengambilan Data Konsentrasi CO..	79
8. Dokumentasi Pengambilan Data Kuisisioner Petugas Keamanan.....	80

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara terjadi akibat masuknya sejumlah bahan pencemar seperti debu, asap, gas, dan sejenisnya dalam jumlah dan bentuk tertentu yang dapat menimbulkan gangguan terhadap keberlangsungan hidup setiap makhluk. Salah satu hal yang mempengaruhi pencemaran udara dan penurunannya kualitas udara adalah emisi yang berasal dari kendaraan bermotor (Ibrahim *et al.*, 2022). Jenis emisi yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor adalah karbon Monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), hidro karbon (HC), timah hitam (Pb), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), serta sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) (Hodijah & Amin, 2014). Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) pada tahun 2012 menjelaskan bahwa, emisi yang paling banyak dihasilkan dari penggunaan kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO) berkisar 70,5%.

Gas karbon monoksida dengan rumus kimia CO adalah suatu gas yang tidak memiliki warna, serta tidak memiliki bau dan merupakan salah satu gas yang berkontribusi besar dalam penurunan kualitas udara yang diakibatkan dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar yang dihasilkan dari konsumsi kendaraan bermotor (Anggelina *et al.*, 2022). Gas karbon monoksida (CO) di udara dengan cepat masuk ke beberapa bagian tubuh antara lain darah, otak, jantung, dan otot. Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) ini mengganggu pengikatan oksigen ke darah karena lebih mudah terikat oleh darah daripada oksigen dan gas lainnya, hal tersebut jika dirasakan atau terhirup dengan kadar yang tinggi dengan rentang waktu yang lama selama bertahun-tahun dapat menyebabkan kematian (Wahyuni *et al.*, 2019).

Universitas Jambi adalah perguruan tinggi negeri yang terletak di Provinsi Jambi di Jalan Jambi – Muara Bulian dengan jumlah 35.000an mahasiswa aktif. Sebagian masyarakat kampus terutama mahasiswa dan dosen menggunakan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi, dan seperti yang diketahui kendaraan bermotor menghasilkan buangan berupa emisi salah satunya karbon monoksida (CO). Aktivitas tersebutlah yang mengakibatkan penurunannya kualitas udara sehingga udara menjadi tercemar. Pos penjagaan petugas keamanan berada tepat di dekat gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dan ditengah akses jalan masuk dan keluar kendaraan bermotor. Banyaknya kendaraan bermotor yang lewat masuk dan keluar melalui gerbang, tentunya menjadi sumber pencemaran karbon

monoksida (CO) yang berbahaya bagi petugas keamanan yang sedang bertugas dan berpatroli.

Petugas keamanan Universitas Jambi yang bertugas di gerbang utama bekerja sehari penuh tanpa adanya rotasi waktu kerja (*non-shift*), lamanya waktu kerja selama 11 jam dari pukul 07.00 – 18.00, waktu kerja dari hari senin sampai dengan hari jum'at. Petugas keamanan perannya sangat penting untuk menjaga keamanan serta ketertiban pada Universitas Jambi Kampus Mendalo. Dampak buruk yang akan ditimbulkan dari konsentrasi gas karbon monoksida (CO) tersebut tentunya akan terasa apabila terpapar melebihi daripada baku mutu pada PP Nomor 22 Tahun 2021, yaitu sebesar  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  selama 8 jam. Kondisi yang dirasakan oleh petugas keamanan jika terpapar selama bertahun-tahun dikhawatirkan dapat berakibat sangat buruk bagi kesehatan mereka.

Penelitian yang sudah dilakukan oleh Rionaldo *et al.* (2017) di sepanjang jalan depan pasar Projo Ambarawa, Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai rata-rata konsentrasi gas CO adalah  $38,45 \text{ mg}/\text{m}^3$  dan rata-rata durasi paparan 7,4 jam per hari. Terdapat 10 dari 19 titik lokasi yang diambil dan diukur yang konsentrasi gas karbon monoksidanya (CO) sudah melebihi daripada baku mutu yang sudah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah RI Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara Ambien Nasional sebesar  $30 \text{ mg}/\text{m}^3$  per jamnya. *Intake* (Ink) paparan karbon monoksida (CO) pada kategori *realtime* didapatkan nilai rata-rata  $2,94 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$ , sedangkan *intake* (Ink) pada kategori *lifetime* didapatkan nilai rata-rata  $4,76 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$ . Baik pada karakteristik risiko non karsinogenik atau *risk quotient* (RQ) *realtime* maupun *lifetime*, terdapat 5 orang responden (8,6%) dengan  $\text{RQ} \geq 1$  yang artinya tidak aman atau berisiko dari total responden sebanyak 58 orang.

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) adalah suatu usaha atau pendekatan yang bisa dipakai untuk memprediksi risiko pada kesehatan manusia, termasuk identifikasi terhadap aspek ketidakpastian, penelaahan paparan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang menempel pada pelaku yang menjadi perhatian dan karakteristik dari target spesifik (Rosyidah, 2016). Faktor paparan dari emisi gas buang kendaraan diakibatkan oleh banyaknya jumlah kendaraan bermotor yang dipakai. Keadaan ini bisa membahayakan bagi masyarakat sekitar, khususnya petugas keamanan yang sedang bertugas. Dampak negatif ini tergantung dengan lamanya terkena paparan dan lamanya paparan berlangsung, karena petugas keamanan Universitas Jambi Kampus Mendalo terpapar selama 11 jam dalam sehari

maka diperlukannya Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Metode ini diharapkan dapat mengestimasi paparan Karbon Monoksida (CO) dan tingkat risiko kesehatan yang dialami oleh petugas keamanan Universitas Jambi yang sedang menjalankan tugasnya.

Peneliti telah melakukan observasi pra penelitian dengan mengambil sampel dimana, pada jam 07.00 – 08.00 pagi dan waktu jam istirahat pada jam 12.00 -13.00 diasumsikan sebagai kriteria lalu lintas yang ramai dan terbilang cukup padat, serta jam 10.00 – 11.00 diasumsikan untuk mewakili kondisi lalu lintas yang dapat dikatakan tidak terlalu ramai. Data rata-rata yang didapatkan peneliti berkisar 13 mg/m<sup>3</sup> dengan kondisi saat pengambilan data jumlah kendaraan yang lewat masuk dan keluar tidak terlalu ramai yang disebabkan saat pengambilan data dilakukan disaat sedang liburan semester. Data konsentrasi karbon monoksida (CO) yang didapatkan akan dirata-ratakan dan kemudian akan dianalisis. Pengambilan data pada waktu berbeda bertujuan untuk melihat perbedaan kerapatan dan kepadatan penggunaan jumlah kendaraan bermotor yang lewat masuk dan keluar, sehingga nanti bisa dilihat bagaimana pengaruh kondisi lalu lintas di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo terhadap jumlah konsentrasi karbon monoksida (CO) yang timbul. Berdasarkan permasalahan di atas, maka peneliti tertarik untuk menganalisis estimasi risiko kesehatan terhadap petugas keamanan Universitas Jambi yang sedang bertugas akibat pajanan konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan data yang diperoleh terkait dampak yang akan disebabkan oleh pajanan konsentrasi karbon monoksida (CO). Berdasarkan kondisi tersebut rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa konsentrasi CO di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo?
2. Bagaimana analisis risiko kesehatan pada petugas keamanan akibat pajanan konsentrasi CO di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis konsentrasi karbon monoksida (CO) di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo.
2. Menganalisis tingkat risiko kesehatan pada petugas keamanan akibat pajanan konsentrasi CO di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo.

### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk menguraikan dan membatasi permasalahan dalam penelitian ini, maka dibutuhkan batasan suatu masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkiraan risiko kesehatan terhadap para petugas keamanan yang berada di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo akibat pajanan gas karbon monoksida (CO).
2. Populasi pada penelitian ini yaitu para petugas keamanan kampus yang berada di gerbang utama Universitas Jambi kampus mendalo. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode deskriptif analitik dengan pendekatan *cross sectional*.
3. Responden akan diwawancarai karakteristik individu dan pola aktivitas (lama pajanan, durasi pajanan, serta frekuensi pajanan).
4. Penelitian ini mengambil pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO) di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dengan menggunakan alat *Carbon Monoxide Meter*. Data dianalisis dengan menggunakan analisis risiko dan analisis univariat.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian adalah:

1. Bagi Penulis, penelitian ini diharapkan dapat dipakai penulis untuk mengembangkan wawasan dan kemampuan dalam menganalisis suatu peristiwa dan permasalahan, serta memberi kesempatan bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian lanjutan di masa yang akan datang terutama penelitian terkait Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO).
2. Bagi Universitas, penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai gambaran konsentrasi CO di sekitar wilayah Universitas Jambi Kampus Mendalo untuk pencegahan dampak kesehatan akibat dari pencemaran udara, serta bisa

memberikan informasi dan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan langkah dalam mengambil kebijakan mengenai pengendalian pencemaran udara yang berada di sekitar Universitas Jambi Kampus Mendalo.

3. Bagi Institusi Pemerintah, penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi dan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan langkah dalam mengambil kebijakan mengenai pengendalian pencemaran udara di Provinsi Jambi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pencemaran Udara

Udara merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Udara merupakan komponen kehidupan yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia maupun makhluk lainnya seperti tumbuhan dan hewan (Nurmaningsih, 2018). Pencemaran udara merupakan masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari materi lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Sumber pencemar adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya (PP No. 22, 2021).

Polusi udara merupakan hasil dari proses buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya, dari sektor produksi maupun sektor transportasi. Dengan bertambahnya jumlah manusia menyebabkan terjadinya pertambahan buangan yang mencemari udara, sehingga akan meningkatkan zat pencemar dan akan berkorelasi dengan meningkatnya jumlah orang yang mengalami gangguan pernapasan dan penyakit akibat dari konsentrasi karbon monoksida (CO) (Rosyidah, 2016).

### 2.2 Sumber Bahan Pencemaran Udara

Pencemaran udara diakibatkan oleh emisi di udara. Emisi adalah jumlah polutan yang dikeluarkan ke udara dalam satuan waktu. Emisi dapat disebabkan oleh proses alam (*biogenic emissions*) maupun kegiatan manusia (*anthropogenic emissions*). Sumber pencemaran udara yang utama berasal dari transportasi dimana hampir 60 % dari zat pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida. Emisi di atmosfer adalah penyebab polusi udara. Banyaknya suatu zat pencemar yang dibuang ke udara dalam jangka waktu tertentu disebut emisi. Emisi dapat dihasilkan dari aktivitas manusia (emisi biogenik) atau penyebab alami (emisi antropogenik). Penyebab utama polusi udara adalah transportasi, di mana karbon monoksida membentuk hampir 60% dari polutan yang dibuat dan hidrokarbon membentuk sekitar 15% (Anjasari, 2019).

Sumber pencemar bahan udara dapat terbagi atas 2 jenis, yaitu sumber yang bergerak dan sumber yang tidak bergerak. Sumber bergerak mencakup semua moda transportasi bertenaga bahan bakar fosil, sedangkan sumber tidak bergerak dapat berbentuk pabrik atau jenis industri lainnya. Berbagai jenis kontaminan udara dapat

berkontribusi terhadap polusi udara. Menurut sumbernya, pencemar dapat diklasifikasikan sebagai berasal dari sumber titik, sumber daerah dan sumber bergerak. Sumber titik merupakan polusi yang berasal dari satu titik yang terkonsentrasi di suatu tempat tertentu seperti tempat pembakaran sampah. Sumber area ialah sekumpulan dari titik-titik pencemaran di suatu tempat yang sama contohnya yaitu cerobong asap dari dapur rumah, asap pabrik industri. Sumber pencemar berikutnya yaitu sumber bergerak yang merupakan tempat terbentuknya zat pencemar udara yang tidak tetap atau bisa berpindah-pindah dari satu lokasi ke lokasi lain sebagai akibat dari pergerakan. Contoh sumber bergerak adalah sepeda motor, kendaraan, bus, dan truk (Pratiwi & Zaenab).

### **2.3 Karbon Monoksida (CO)**

Karbon Monoksida adalah gas yang memiliki sifat tidak mempunyai bau, tidak berwarna, sangat berbahaya namun biasanya tidak membuat iritasi, sangat mudah terbakar, dan tidak memiliki rasa, sehingga sangat sulit terangsang dan dirasakan oleh panca indra manusia. Karena sifat-sifat yang telah diketahui tersebut, maka gas karbon monoksida (CO) diketahui dan dijuluki sebagai *silent killer* (Rivanda, 2015). Gas karbon monoksida (CO) adalah suatu bahan toksik yang memberikan pengaruh buruk dan sangatlah berbahaya jika terhirup langsung oleh manusia.

Gas karbon monoksida (CO) sangatlah mudah terbakar di udara, menjadi cair pada suhu 81,62K (-191,5°C) dan tidak bisa larut dalam air di atas 70 °C. Karbon monoksida (CO) timbul disaat zat karbon dalam bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna (ATSDR, 2012). Gas karbon monoksida (CO) saat dilepaskan ke lingkungan akan menyatu dengan udara dan akan tetap berada di atmosfer selama rata-rata waktu lamanya sekitar 2 bulan. Gas karbon monoksida (CO) ini bukan hanya diperoleh dari kendaraan bermotor, namun juga diperoleh dari asap rokok, limbah buangan pabrik berupa asap, alat pemanas, dan pembakaran lainnya yang menghasilkan gas (Sentra Informasi Keracunan, 2022).

### **2.4 Pengaruh Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan**

Universitas Jambi Kampus Mendalo masih terletak di daerah perkotaan dan terbilang cukup padat, di daerah perkotaan dengan lalu lintas yang padat konsentrasi gas CO berkisar antara 10–15 ppm. CO yang dihirup mudah diserap oleh paru-paru dan mengalir dalam aliran darah, menghasilkan ikatan antara oksigen dan hemoglobin dalam sel darah merah (Jason *et al.*, 2017). Polutan CO yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor memberi dampak negatif bagi kesehatan

manusia. Senyawa dalam polutan CO dapat mengikat hemoglobin (Hb) yang berfungsi mengantarkan oksigen segar ke seluruh tubuh, yang menyebabkan terganggunya fungsi Hb untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh (*carboxyhemoglobin*). Berkurangnya persediaan oksigen ke seluruh tubuh akan membuat sesak napas dan dapat menyebabkan kematian dalam jangka waktu yang lama (Karliansyah, 2018).

Gas karbon monoksida (CO) adalah penyebab utama dari kematian akibat keracunan di Amerika Serikat dan lebih dari separuh penyebab keracunan fatal lainnya di seluruh dunia. Terhitung sekitar 40.000 kunjungan pasien pertahun di unit gawat darurat di Amerika Serikat yang berhubungan dengan kasus intoksikasi gas karbon monoksida (CO) dengan angka kematian sekitar 500-600 pertahun yang terjadi pada 1990an (Louise & Kristine, 2004). Di Singapura kasus intoksikasi gas karbon monoksida (CO) termasuk jarang, di Rumah sakit Tan Tock Seng Singapura pernah dilaporkan 12 kasus intoksikasi gas karbon monoksida (CO) dalam 4 tahun (1999-2003). Di Indonesia belum didapatkan data berapa kasus keracunan gas karbon monoksida (CO) yang terjadi pertahun yang dilaporkan (Handa & Tai, 2005).

Menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021, manusia yang menghirup karbon monoksida (CO) dengan dosis yang melebihi baku mutu, yaitu sebesar 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dapat menyebabkan kematian, dan masyarakat yang menghirup karbon monoksida (CO) dengan dosis sebesar 4000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tetapi secara terus-menerus melebihi 8 jam sehari selama bertahun-tahun dapat membahayakan kesehatan jantung, otak, serta paru-paru (Wilbur *et al*, 2012). Paparan gas karbon monoksida (CO) terhadap masyarakat secara rutin dan juga terus-menerus bisa mempengaruhi terhadap kesehatan manusia dan bisa mengakibatkan penyakit serangan jantung, jantung coroner, serta penyakit kardiovaskuler lainnya. Paparan karbon monoksida dalam jangka pendek masih belum dapat dipastikan dengan hubungan signifikan dan kepastian dari paparan CO terhadap serangan jantung (Lee, 2020).

## **2.5 Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Petugas Keamanan**

Tingkat pendidikan berhubungan dengan kemampuan seseorang untuk mengerti dan memahami suatu informasi, termasuk memahami tentang informasi kesehatan. Banyak masyarakat yang belum mengetahui informasi bahayanya paparan konsentrasi karbon monoksida (CO). Peran petugas keamanan sangat penting dalam menjaga kewanaman dan keselamatan masyarakat Universitas Jambi dan petugas keamanan bertugas di luar ruangan dengan intensitas waktu kerja yang

lumayan lama, namun pada umumnya mereka tidak tahu dan tidak sadar untuk memperhatikan seriusnya masalah pencemaran udara yang apabila udara yang tercemar terhirup secara terus-menerus akan menyebabkan masalah kesehatan terhadap sistem pernafasan yang sangat serius. Umur juga menjadi salah satu faktor penting dimana ketika seiring umur bertambah, maka juga akan terjadi penurunan kemampuan fisik dan psikologis seseorang.

Gas karbon monoksida (CO) dapat menyebabkan keracunan yang bersifat kronik, yaitu keracunan yang terjadi setelah seseorang terpapar gas karbon monoksida (CO) berulang-ulang kali dengan kadar rendah dan sedang. Dampak akut dari kadar yang tinggi dapat mengakibatkan kematian (Kusuma, 2013). Gas karbon monoksida (CO) ini memasuki tubuh melalui saluran inhalasi kearah paru-paru dan kemudian akan meninggalkan tubuh melalui paru-paru juga ketika kita mengeluarkan nafas, namun membutuhkan waktu sekitar satu hari penuh agar karbon monoksida benar-benar keluar dari tubuh. *The Department of Health and Human Services (DHHS)*, *The International Agency for Research on Cancer (IARC)*, dan EPA belum mengklasifikasikan karbon monoksida (CO) untuk penyebab pembentukan sel kanker (karsinogenisitas) pada manusia (ATSDR, 2012).

## **2.6 Baku Mutu Udara Ambien**

Menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 Baku Mutu Udara Ambien adalah nilai Pencemar Udara yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Baku mutu udara ambien nasional ditetapkan sebagai batas maksimum udara ambien. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pencemaran udara dan dapat meminimalisir dampak yang akan terjadi akibat pencemaran udara dengan melindungi kesehatan masyarakat dan kenyamanan masyarakat. Sebagaimana baku mutu udara untuk pencemaran CO dapat dilihat dari lampiran ke VII Peraturan Pemerintahan RI Nomor 22 Tahun 2021 yaitu, tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang mana dapat kita lihat pada Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Baku Mutu Pencemaran Karbon Monoksida (CO)

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
Karbon	1 jam	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif kontinu
Monoksida (CO)	8 jam	4000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif kontinu

Sumber: PP Nomor 22 Tahun 2021

Nilai Baku mutu udara ambien dari peraturan PP No 22 Tahun 2021 lampiran VII ini memiliki satuan  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sehingga perlu diubah dari ppm ke  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{C_1 (\text{ppm}) \times \text{BM}}{24,45} \times 1.000 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 1})$$

Keterangan:

$C_2$  = Konsentrasi CO dalam udara ambien  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$C_1$  = Konsentrasi CO dalam udara ambien hasil pengukuran (ppm)

BM = Berat Molekul CO (C= 12, O= 16)

24,45 = Volume gas pada kondisi normal 25° C, 760 mmHg (L)

1000 = Konversi dari milligram ke mikrogram

### **2.7 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)**

Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) merupakan *risk assessment* sebagai kerangka sistematis yang digunakan untuk memberi prioritas dan mitigasi risiko dalam pengambilan keputusan kesehatan masyarakat dan kesehatan lingkungan. *Risk assessment* memberikan estimasi besar risiko yang dapat diterima atau ditoleransi dalam bentuk pengelolaan risiko. (Aditama, 2012). Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan didefinisikan sebagai suatu metode untuk mengamati atau mencermati daripada potensi besarnya resiko kesehatan dengan cara mendeskripsikan masalah lingkungan yang telah diketahui setelah itu menetapkan risiko pada kesehatan manusia di lingkungan tersebut.

Melalui cara mencermati potensi besarnya resiko kesehatan setelah itu mendeskripsikan masalah lingkungan di tempat tersebut barulah kita bisa menetapkan potensi risiko yang bisa dialami oleh masyarakat yang ada pada lingkungan tersebut (Direktorat Jenderal PP dan PL Kemenkes, 2012). Pada gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo, terdapat petugas keamanan yang bekerja dalam jangka waktu tertentu secara teratur dan bergantian, sistem pergantian kerja terbagi sesuai shift kerja masing-masing dan biasanya sudah

terjadwal. Petugas keamanan bertugas berpatroli dan menjaga keamanan setempat, serta mereka harus selalu bersiaga di sekitar kampus.

Keadaan inilah yang menyebabkan petugas keamanan terpapar gas karbon monoksida (CO) oleh kendaraan bermotor yang keluar masuk kampus, maupun kendaraan yang parkir disekitar gerbang utama selama waktu kerjanya. Adanya pengaruh dari pajanan emisi gas karbon monoksida pada petugas keamanan dapat meningkatkan risiko kesehatan, dan jika terpapar terus-menerus dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan masalah kesehatan yang sangat serius. Salah satu metode untuk mengukur risiko kesehatan akibat pajanan toksikan pada orang atau komunitas terpapar adalah metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) (Aldrich & Griffith 1993).

## **2.8 Hirarki Pengendalian Risiko**

Hirarki pengendalian risiko adalah suatu urutan-urutan dalam pencegahan dan pengendalian risiko yang mungkin timbul yang terdiri dari beberapa tingkatan secara beruntun (Tarwaka, 2008). Hirarki pengendalian risiko antara lain:

1. Eliminasi (*Elimination*)

Eliminasi adalah menghilangkan suatu bahan atau tahapan proses yang berbahaya. Eliminasi dapat dicapai dengan memindahkan objek kerja atau sistem kerja yang berhubungan dengan tempat kerja yang kehadirannya pada batas yang tidak dapat diterima oleh ketentuan, peraturan atau standar baku K3 atau kadarnya melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) diperkenankan. Eliminasi adalah cara pengendalian risiko yang paling baik, karena risiko terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja di tiadakan.

2. Substitusi (*Substitution*)

Pengendalian ini dimaksudkan untuk menggantikan bahan-bahan dan peralatan yang lebih berbahaya dengan yang kurang berbahaya atau yang lebih aman, sehingga pemaparannya selalu dalam batas yang masih diterima, contohnya proses menyapu diganti dengan proses vakum.

3. Rekayasa Teknik (*Engineering Control*)

Rekayasa teknik termasuk merubah struktur objek kerja untuk mencegah seseorang terpapar kepada potensi bahaya, seperti pemberian pengaman mesin, penutup ban berjalan, pembuatan struktur pondasi mesin dengan cor beton, pemberian alat bantu mekanik, pemberian absorbensuara pada dinding ruang mesin yang menghasilkan kebisingan tinggi.

#### 4. Isolasi (*Isolation*)

Isolasi merupakan pengendalian risiko dengan cara memisahkan seseorang dari objek kerja, seperti menjalankan mesin-mesin produksi dari tempat tertutup (control room) menggunakan remote control.

#### 5. Pengendalian Administrasi (*Administration Control*)

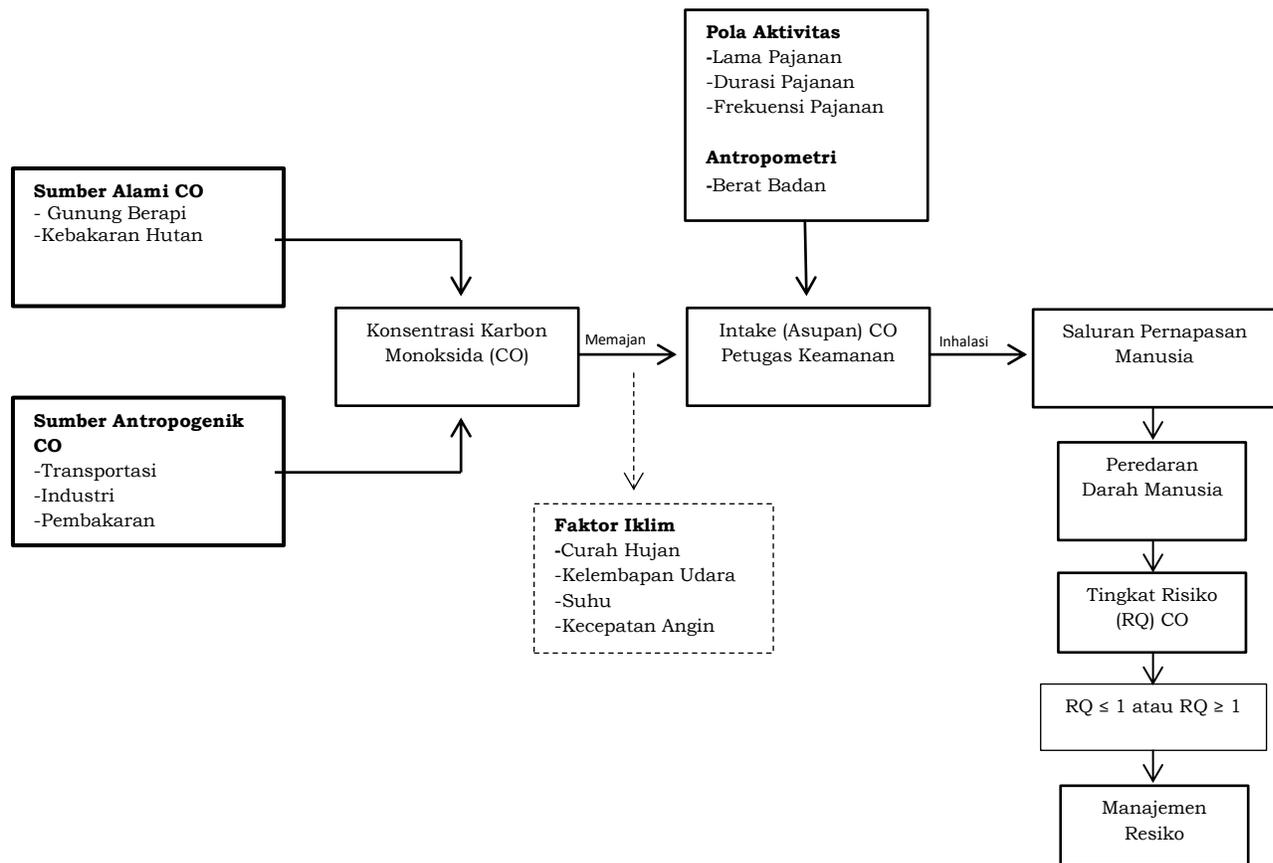
Pengendalian administrasi dilakukan dengan menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar potensi bahaya. Metode pengendalian ini sangat tergantung dari perilaku pekerjaannya dan memerlukan pengawasan yang teratur untuk dipatuhinya pengendalian administrasi ini. Metode ini meliputi; rekrutmentenaga kerja baru sesuai jenis pekerjaan yang akan ditangani. pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat, rotasi kerja untuk mengurangi kebosanan dan kejenuhan, penerapan prosedur kerja, pengaturan kembali jadwal kerja, training keahlian dan training K3.

#### 6. Alat Pelindung Diri (*personal protective equipment*)

Alat pelindung diri merupakan pilihan terakhir yang dapat kita lakukan untuk mencegah bahaya dengan pekerja. Akan tetapi penggunaan APD bukanlah pengendalian dari sumber bahaya itu. Alat pelindung diri sebaiknya tidak digunakan sebagai pengganti dari sarana pengendalian risiko lainnya. Alat pelindung diri ini disarankan hanya digunakan bersamaan dengan penggunaan alat pengendalf lainnya. Dengan demikian perlindungan keamanan dan kesehatan personel akan lebih efektif. Keberhasilan penggunaan APD tergantung jika peralatan pelindungnya tepat pemilihannya, digunakan secara benar, sesuai dengan situasi dan kondisi bahaya serta senantiasa dipelihara. (Frank, 2014).

### **2.8 Kerangka Berpikir**

Berdasarkan beberapa teori, terdapat dua jenis sumber CO yaitu sumber alami dan juga sumber buatan manusia (antropogenik). Konsentrasi CO dipengaruhi oleh sumber pencemar dan juga faktor iklim seperti curah hujan, kelembapan, suhu, dan kecepatan angin. terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi risiko pajanan CO pada populasi berisiko yaitu pola aktivitas (lama pajanan, durasi pajanan, frekuensi pajanan) dan karakteristik antropometri (berat badan). Perhitungan tingkat risiko (RQ) dipengaruhi oleh nilai *intake* dan konsentrasi rujukan (RfC). Apabila RQ lebih besar dari satu maka perlu dilakukan upaya pengelolaan risiko melalui manajemen risiko, dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Kerangka Berpikir Penelitian Yang Akan Dilaksanakan

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan Karbon Monoksida (CO) Pada Petugas keamanan Kampus di Sekitar Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo didasarkan pada penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 2.** Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Devita Nur Aprilia, Nurjazuli, dan Tri Joko, 2017.	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Karbon	Penelitian termasuk kepada jenis penelitian deskriptif pendekatan Cross sectional dan metode	Terdapat 9 titik pengukuran yang menunjukkan nilai konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) diatas

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Monoksida (CO) Pada Petugas Pengumpul Tol Di Semarang	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARK) Sampel dalam penelitian in sebanyak 54 orang petugas pengumpul tol dan juga konsentrasi gas CO di setiap gardu tol non otomatis pada gerbang tol manyaran, Tembalang, Gayamsari, dan Muktiharjo berjumlah 18 titik Pengumpulan data konsentrasi CO didapati dari hasil pengukuran menggunakan CO Analizer setiap pagi dan sore hari selama 10 menit.	baku mutu yang telah ditetapkan oleh Gubernur Jawa Tengah no.8 Tahun 2001 Frekuensi pajanan pda responden petugas pengumpul Tol Semarang adalah 8 jam, 264 hari, dan 12,9 tahun
2.	Yossi Kristin, Angelina, Nurul Amalia, Febri Juita Angraini, dan Zuli Rodhiyah, 2022.	Analisis Risiko Pajanan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Pedagang Pasar Tradisional Kota Jambi	Penelitian ini dilaksanakan di dua pasar tradisional terbesar di Kota Jambi yaitu: Pasar Angso Duo Baru dan Pasar Rakyat Talang Banjar. Pengambilan sampel konsentrasi CO, jumlah kendaraan dan kondisi meteorologi dilakukan selama 6 hari di masing-masing pasar pada saat jam padat pasar dengan	Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan selama 6 hari didapatkan konsentrasi karbon monoksida (CO) di Pasar Angso Duo Baru Kota Jambi berkisar antara 3816,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 23905,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi terendah terjadi pada hari Sabtu di titik sampling 1 dengan konsentrasi sebesar 3816,93

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			maksud untuk mendapatkan gambaran konsentrasi CO yang diterima oleh reseptor/pedagang pada saat aktivitas kendaraan sedang padat. Pada Pasar Angso Duo Baru jam padat pasarnya yaitu pukul 03.00 – 06.00 WIB dan pada Pasar Rakyat Talang Banjar yaitu pukul 05.00 – 08.00 WIB.	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi tertinggi terjadi pada hari Sabtu di titik sampling 3 dengan konsentrasi sebesar 23905,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi karbon monoksida (CO) di Pasar Rakyat Talang Banjar Kota Jambi berkisar antara 4867,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 21663,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi CO tertinggi yaitu titik kedua yaitu dengan konsentrasi sebesar 21663,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sedangkan konsentrasi CO terendah terjadi di titik 1 yaitu dengan konsentrasi CO yang sama sebesar 4867,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
3.	Putri Delia Aryagita, Khambali, dan Imam Thohari, 2017.	Analisis Risiko Pajanan Karbon Monoksida (CO) Pada Petugas Parkir Di Pasar Kapasan Surabaya Tahun	Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif. Penelitian ini juga menggunakan studi analisis risiko yaitu penelitian yang menilai risiko kesehatan pada manusia yang terpajan oleh zat-zat toksik. Pendekatan waktu pengumpulan	Konsentrasi gas CO tertinggi terletak pada titik ke 2 pada masing-masing lantai. Tingginya konsentrasi gas CO pada titik ke 2 dipengaruhi oleh kelembaban, kecepatan angin, dan kondisi dari tempat parkir Pasar Kapasan Surabaya. Besarnya nilai intake atau asupan

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			data secara Cross Sectional. Sampel pada penelitian ini adalah petugas parkir Pasar Kapasan Surabaya sebanyak 12 orang. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi gas CO, frekuensi pajanan, durasi pajanan, waktu pajanan, laju asupan, berat badan, dan kebiasaan petugas parkir (kebiasaan merokok dan memakai APD masker) dan variabel terikatnya adalah besarnya risiko atau <i>Risk Quotients (RQ)</i> . Data yang diambil terdiri dari data primer yaitu hasil lembar wawancara, hasil pengukuran gas CO, dan hasil perhitungan analisis risiko, sedangkan data sekunder diperoleh dari PD. Pasar Surya berupa profil pasar, dan denah Pasar Kapasan Surabaya. Analisis data	dipengaruhi oleh waktu pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan, dan antropometri petugas parkir (Laju asupan, berat badan, dan perilaku atau kebiasaan petugas parkir). Nilai asupan atau <i>intake</i> tertinggi terletak pada konsentrasi gas CO maksimal, dan terendah terletak pada konsentrasi gas CO minimal. Maka dari itu konsentrasi dari gas CO juga dapat mempengaruhi besarnya asupan atau intake gas CO terhadap petugas parkir. Nilai RQ pada seluruh responden yaitu $RQ > 1$ , maka dari itu seluruh petugas parkir Pasar Kapasan Surabaya berisiko terhadap pajanan gas CO dan dapat menimbulkan efek kesehatan.

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			yang digunakan adalah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan berupa perhitungan dengan rumus intake atau asupan, dan tingkat risiko atau Risk Quotients (RQ).	
4.	Rafifah Indah Chairunnisa, 2022.	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Tetap Di Sekitar Kampus 1 UIN Jakarta	Penelitian ini bertujuan menganalisis estimasi risiko kesehatan terhadap pedagang tetap yang berjualan di sekitar kampus 1 UIN Jakarta akibat pajanan gas CO. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan desain studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dan dilakukan di sekitar Kampus 1 UIN Jakarta dimulai dari April tahun 2022 – Mei tahun 2022. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pedagang tetap di sekitar Kampus 1 UIN Jakarta yang berjumlah 184 pedagang tetap. Besar sampel pada penelitian ini sebanyak 57 pedagang tetap.	Konsentrasi CO di sekitar Kampus 1 UIN Jakarta diperoleh konsentrasi pada pagi hari di ketiga titik sampel dengan rentang 52,698 – 72,173 mg/m <sup>3</sup> dan sore hari 25,203 – 29,786 mg/m <sup>3</sup> . Lokasi yang memiliki konsentrasi CO paling tinggi adalah pada jalan Jl. Pesanggrahan. Rata-rata berat badan responden yaitu 59,58 kg. Nilai median lama pajanan pada penelitian ini yaitu 10 jam/hari. Nilai median frekuensi pajanan yaitu 365 hari/tahun. Nilai median durasi pajanan yaitu 5 tahun. Rata-rata laju inhalasi pedagang tetap 14,668 m <sup>3</sup> /jam. Intake CO populasi pajanan realtime (waktu

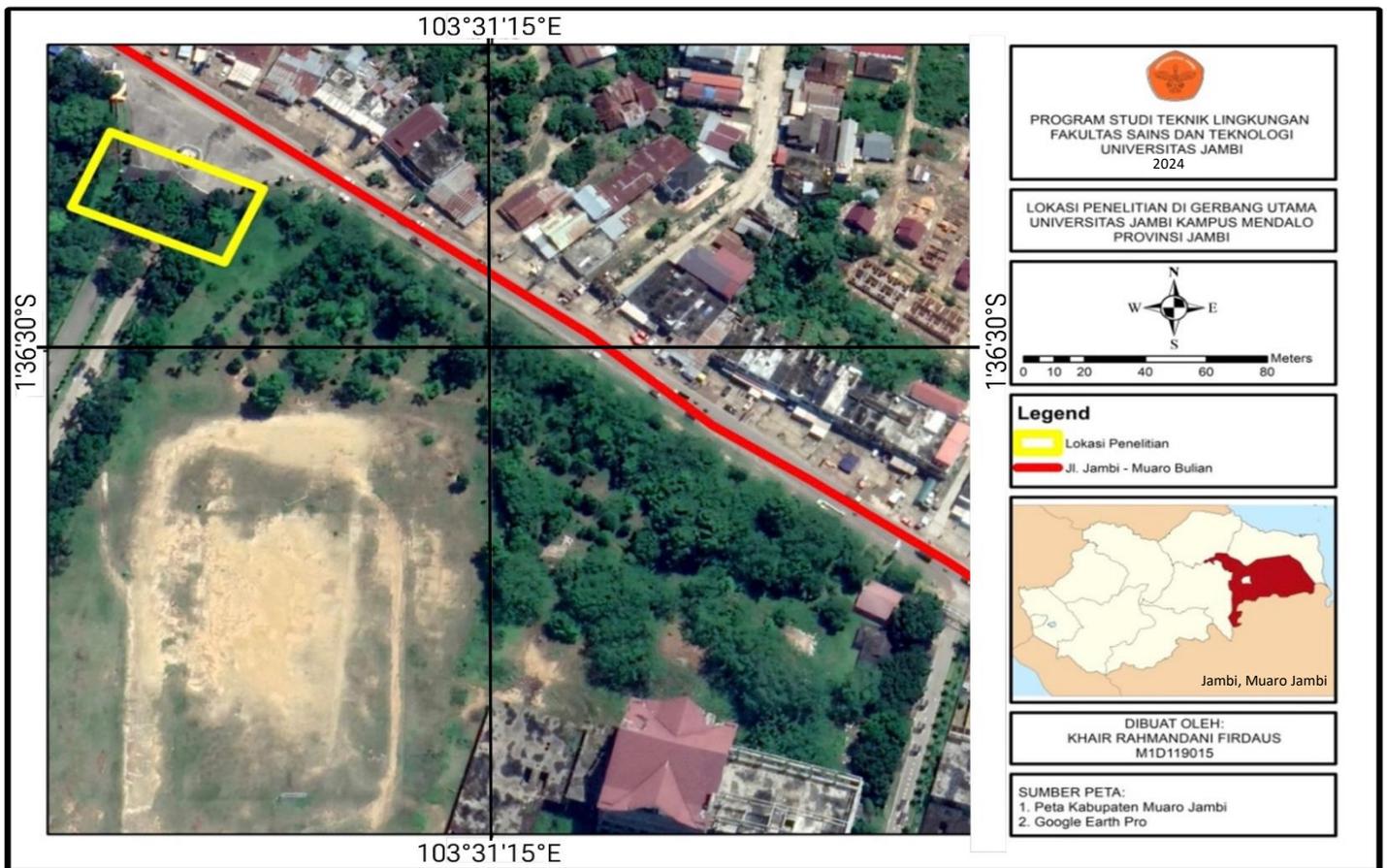
No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			<p>Teknik pengambilan sampel pedagang menggunakan accidental sampling. Responden akan diwawancarai gambaran karakteristik individu (berat badan) dan gambaran pola aktivitas (lama pajanan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan). Kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi CO di tiga titik sekitar Kampus 1 UIN Jakarta dengan menggunakan alat <i>Carbon Monoxide Meter</i> AS8700A. Data dianalisis menggunakan analisis univariat dan analisis risiko.</p>	<p>saat ini) diperoleh nilai 10,341 – 29,614 mg/kg/hari, sedangkan untuk pajanan lifespan dalam proyeksi 30 tahun kedepan dari tahun ke-5 hingga tahun ke-30, nilai RQ &gt; 1 di seluruh titik sampel atau dapat dikatakan pedagang tetap di sekitar Kampus 1 UIN Jakarta berisiko.</p>

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo Kab. Muaro Jambi, Jambi. Titik Sampling penelitian tepat di samping gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo, penelitian dilaksanakan 2 sesi setiap harinya, sesi pertama pada jam 10.00 - 11.00 WIB untuk mewakili jam yang tidak terlalu ramai dan saat sesi kedua dilakukan saat jam istirahat pada pukul 12.00 -13.00 WIB untuk mewakili jam ramai sesuai anjuran PP Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VII mengacu dari peraturan tersebut dinyatakan bahwa pengukuran karbon monoksida (CO) setidaknya dilakukan selama 1 jam. Penelitian ini dilaksanakan selama 2 minggu, lebih tepatnya 8 hari. Petugas keamanan Universitas Jambi Kampus Mendalo di gerbang utama bekerja selama 11 jam dari pukul 07.00 – 18.00, dari hari senin hingga hari kamis. Pada suatu ruas jalan terdapat hubungan antara volume dan waktu. Volume lalu lintas dipengaruhi oleh aktivitas pengguna jalan seperti saat jam berangkat kerja, istirahat makan siang dan pulang kerja, biasanya pada waktu tersebut volume lalu lintas mencapai puncaknya. Waktu jam puncak adalah waktu dimana volume lalu lintas mencapai jumlah tertingginya pada ruas jalan yang disurvei dalam rentang waktu satu jam keseluruhan waktu survei. Kemacetan memang terjadi terutama pada saat jam puncak pagi dan sore, dengan mobil pribadi masih mendominasi. Saat lalu lintas pada suatu ruas jalan tampak padat bahkan sering terjadi kemacetan dapat menjadi pertanda waktu terjadinya jam puncak (Departemen Pekerjaan Umum, 1997).

Gerbang utama merupakan akses atau jalan utama untuk memasuki kawasan kampus yang digunakan semua civitas Kampus Mendalo Universitas Jambi, serta masyarakat yang mempunyai keperluan terkait kegiatan kampus dikarenakan dengan adanya kegiatan dan aktivitas tersebut memungkinkannya adanya emisi gas karbon monoksida (CO) akibat dari kegiatan penggunaan kendaraan bermotor. Gas karbon monoksida (CO) sangat membahayakan petugas keamanan yang sedang bertugas, dan jika terhirup dengan waktu yang lama akan menyebabkan masalah kesehatan yang sangat serius, maka perlunya melakukan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Waktu penelitian dilaksanakan pada tanggal 20 November – 24 November 2023 dan pada tanggal 04 Desember – 07 Desember 2023 . Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

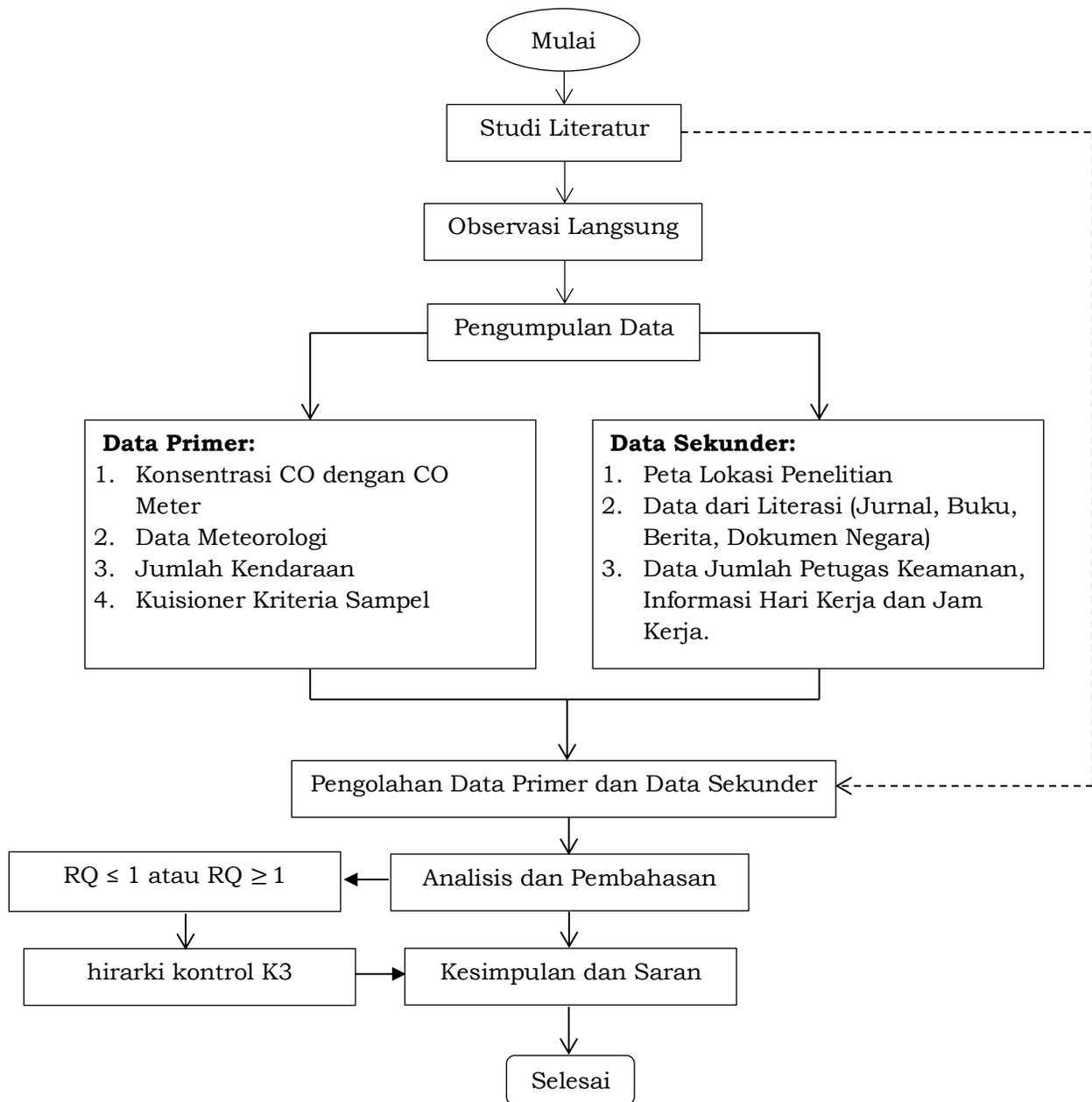


**Gambar 2.** Peta Lokasi Penelitian  
*Sumber: Google Earth, 2023.*

Berdasarkan peta lokasi diatas titik lokasi penelitian dilakukan di tepi jalan sekitar gerbang utama yang berfokus kepada para petugas keamanan dan melakukan pengukuran udara. Titik ini diambil berdasarkan tempat kerja para petugas keamanan, yaitu pos penjagaan yang berada tepat ditengah-tengah gerbang utama Kampus Mendalo Universitas Jambi.

### 3.2 Skema Penelitian

Skema penelitian disusun sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian. Skema penelitian dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Skema Penelitian

### 3.3 Instrumen Penelitian

#### 1. CO Meter

*Carbon Monoxide Meter* adalah alat yang digunakan peneliti untuk mengukur konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO), serta bisa mengukur suhu yang diukur selama penelitian berlangsung. *CO Meter* dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut.



**Gambar 4.** *CO Meter*

#### 2. Hygrometer

*Hygrometer* adalah sebuah alat ukur yang berfungsi untuk mengukur tingkat kelembapan pada suatu tempat. Alat *Hygrometer* ini dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** *Hygrometer*

#### 3. Anemometer

*Anemometer* merupakan suatu perangkat untuk mengukur kecepatan angin dan juga mengukur arah angin. Alat *Anemometer* ini bisa kita lihat pada gambar 6 sebagai berikut.



**Gambar 6.** Anemometer

#### 4. *Hand Tally Counter*

*Hand Tally Counter* adalah alat penghitung berupa angka yang dapat bertambah secara otomatis jika menekan tombol yang disediakan, dan biasanya digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang lewat secara berkala. Alat *Hand tally Counter* dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** *Hand Tally Counter*

#### 5. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menghitung berat badan responden sebagai data antropometri responden, dan kemudian data tersebut akan diolah dan dianalisis. Alat timbangan dapat dilihat dibawah ini pada gambar 8 sebagai berikut.



**Gambar 8.** Timbangan

### **3.4 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

#### **1. Data Primer**

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti. Dalam penelitian ini data pengukuran yang dilakukan di lokasi penelitian yaitu konsentrasi CO, waktu paparan, frekuensi paparan, durasi paparan dan data berat badan individu responden yang didapatkan dengan cara pengisian kuesioner yang diperoleh melalui wawancara. Jumlah kendaraan bermotor dihitung dengan menggunakan *hand tally counter*. Data kondisi meteorologi yang diukur pada lokasi sampling yaitu suhu udara dan kelembaban udara menggunakan *hygrometer*, kecepatan angin menggunakan *anemometer* dan arah angin menggunakan kompas, data tersebut dicatat secara manual pada *form* meteorologi. Selanjutnya data-data yang sudah terkumpul dan tercatat kemudian digunakan untuk menghitung *Intake* CO dalam udara dan dilanjutkan dengan perhitungan tingkat risiko.

#### **2. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data pendukung dalam melakukan penelitian, yang tidak diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah literasi pada jurnal, berita, buku, dokumen negara, serta peta lokasi penelitian yang bersumber dari *Google Earth* dan juga data jumlah anggota petugas keamanan serta informasi pergantian rotasi jam kerja petugas keamanan Universitas Jambi.

### **3.5 Teknik Pengambilan Sampel**

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

#### **1. Pengambilan Sampel Karbon Monoksida (CO)**

Pengambilan sampel karbon monoksida (CO) menggunakan alat ukur berupa CO meter dengan nama merek Lutron GCO-2008, alat ini berfungsi dengan sistem aerasor sehingga alat ini peka dan tanggap terhadap rangsangan dari gas CO, dengan cara apabila CO meter ini mendeteksi keberadaan dari gas CO maka sensor alat ini langsung mendeteksi adanya konsentrasi gas CO dan kemudian akan terbaca dan ditampilkan nilainya di layar monitor pada alat ini, nilai yang keluar pada layar monitor satuannya adalah ppm. Alat ini sanggup mengukur nilai konsentrasi gas CO mulai dari 0-1000 ppm.

## 2. Pengukuran Jumlah Kendaraan

Untuk menentukan banyaknya jumlah kendaraan yang lewat masuk dan keluar gerbang pada kegiatan kampus pada jam kerja dengan menggunakan alat *hand tally counter* dengan cara kerja apabila kita menekan tombol atas daripada alat *hand tally counter* maka akan keluar angka sebanyak berapa kali kita menekan tombol atas pada alat *hand tally counter* tersebut. Untuk menghitung jumlah kendaraan diperlukan waktu 8 hari bersamaan dengan menghitung jumlah konsentrasi CO.

## 3. Pengukuran Data Meteorologi

Pengukuran data meteorologi yang diambil pada penelitian ini adalah suhu dengan menggunakan alat CO meter, kelembapan udara dengan menggunakan alat *hygrometer*, kecepatan angin menggunakan alat *anemometer*, dan data curah hujan yang didapatkan dari BMKG. Data meteorologi ini berfungsi sebagai data pendukung untuk nantinya dikaitkan oleh data lain untuk dikelola dalam pembahasan.

## 4. Pengambilan Sampel Responden

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian *deskriptif analitik* dengan pendekatan *cross sectional*. Hal ini dikarenakan penelitian ini berusaha untuk menggambarkan fenomena atau variabel tertentu serta menganalisis pengaruh antar variabel. Pendekatan penelitian adalah kasus yaitu suatu penelitian untuk mencari pengaruh antara variabel bebas dan variabel terikat (Sastroasmoro dan Ismael, 2006). Subjek yang diwawancarai sebagai responden adalah para petugas keamanan yang berjumlah 4 orang tanpa pergantian *shift* kerja yang sedang bertugas di gerbang utama Kampus Mendalo Universitas Jambi.

### **3.6 Analisis Risiko Paparan CO Terhadap Petugas Keamanan**

Analisis paparan yang dilakukan dengan cara mengestimasi banyaknya karbon monoksida (CO) yang terpapar ke sampel setiap harinya bersamaan dengan melihat tingginya konsentrasi CO di udara, frekuensi paparan, durasi paparan dan berat badan sampel (Sherli, 2019).

Data mengenai konsentrasi CO dalam udara ambien dan data karakteristik para petugas keamanan kemudian dianalisis dengan menggunakan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Ada 2 tahap yang dilakukan untuk perhitungan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) pada penelitian kali ini (Kemenkes, 2012):

## 1. Perhitungan *Intake*

Perhitungan *intake* menentukan nilai dari analisis risiko dengan tujuan untuk mengetahui tingkat risk agent pada seluruh responden. Cara menghitung laju asupan itu ialah dengan mengamati data karbon monoksida di udara, laju asupan paparan, banyaknya paparan dalam satu tahun, durasi paparan, dan massa tubuh. Waktu perhitungan rata-rata ialah 30 tahun dikali dengan 365 hari untuk yang tidak memiliki sifat karsinogen. Berikut ini adalah rumus untuk mengetahui konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara. Rumus perhitungan *intake* non-karsinogenik yang diperoleh dari Direktorat Jenderal PP dan PL Kementerian Kesehatan tahun 2012, sebagai berikut:

$$Ink = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg} \dots\dots\dots(Persamaan 2)$$

Keterangan :

- Ink* : Intake karbon monoksida (CO) (mg/kg/hari)
- C : Konsentrasi karbon monoksida (CO) udara ambien (mg/m<sup>3</sup>)
- R : Laju Inhalasi (mg/m<sup>3</sup>)
- tE : Lama Paparan (jam/hari)
- fE : Frekuensi Paparan (hari/tahun)
- Dt : Durasi Paparan (tahun)
- Wb : Berat Badan (kg)
- tavg : Periode Waktu Rata-Rata (Dt × 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik)

Berdasarkan Direktorat Jenderal PP dan PL Kementerian Kesehatan tahun 2012:

- a. Nilai *default* fE untuk paparan pada pemukiman yaitu 350 hari/tahun dan untuk lingkungan kerja yaitu 250 hari/tahun
- b. Nilai *default* Wb yaitu didapati untuk orang dewasa Asia/Indonesia 55 kg
- c. Nilai *default* tavg yaitu didapati 30 tahun x 365 hari/tahun

## 2. Perhitungan Risiko Non Karsinogenik

Rumus untuk mengetahui karakteristik risiko (RQ) menurut Direktorat Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan tahun 2012 sebagai berikut:

$$RQ = \frac{I}{RfC} \dots\dots\dots(Persamaan 3)$$

Keterangan :

RQ : *Risk Quotient* atau Tingkat Risiko CO

I : Intake CO (mg/kg/hari)

RfC : Dosis Referensi CO (mg/kg/hari)

Tingkat resiko dinyatakan dalam angka dan tanpa satuan, jika  $RQ > 1$  maka paparan CO yang diterima atau dihirup dinyatakan tidak aman atau berbahaya terhadap kesehatan tubuh, tetapi jika  $RQ \leq 1$  maka paparan CO yang masuk ke sistem inhalasi masih dinyatakan aman.

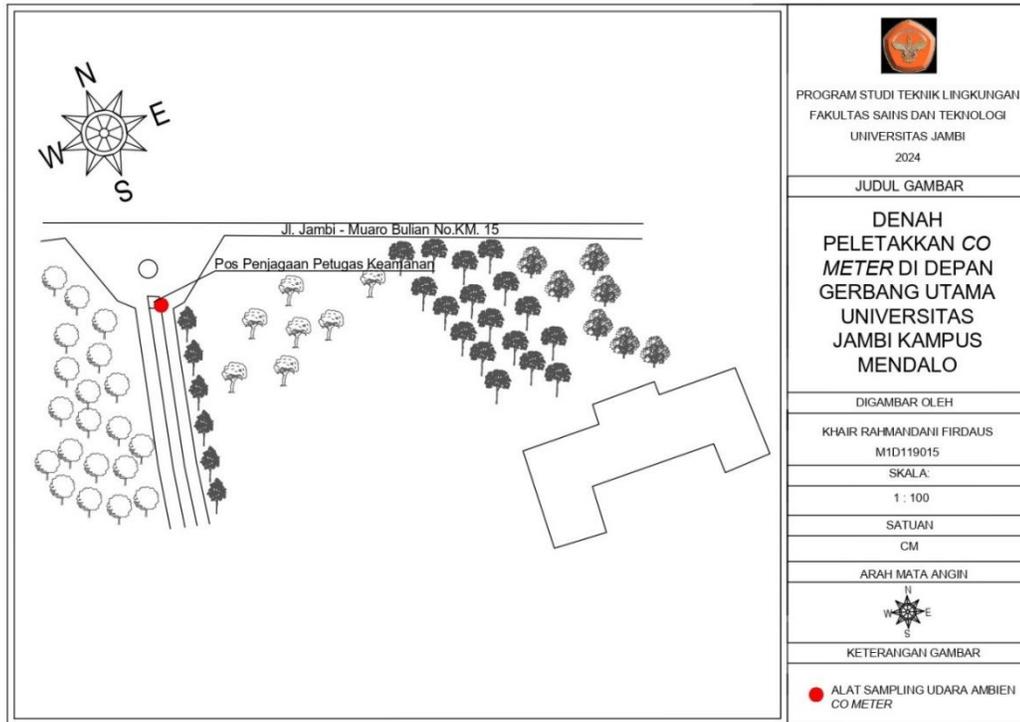
## **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Kondisi Umum Wilayah Penelitian**

Universitas Jambi terletak di Jalan Jambi – Muara Bulian Nomor Kilo Meter 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi, yang merupakan salah satu Universitas negeri yang berada di Provinsi Jambi. Universitas adalah sebuah tempat institusi pendidikan tinggi atau sebuah tempat akademik lanjutan pasca SMA (Sekolah Menengah Atas) yang memfasilitasi orang-orang untuk menuntut ilmu dan memberikan gelar akademis dalam berbagai bidang yang dipilih dan ditekuni (Mahyudin, 2019).

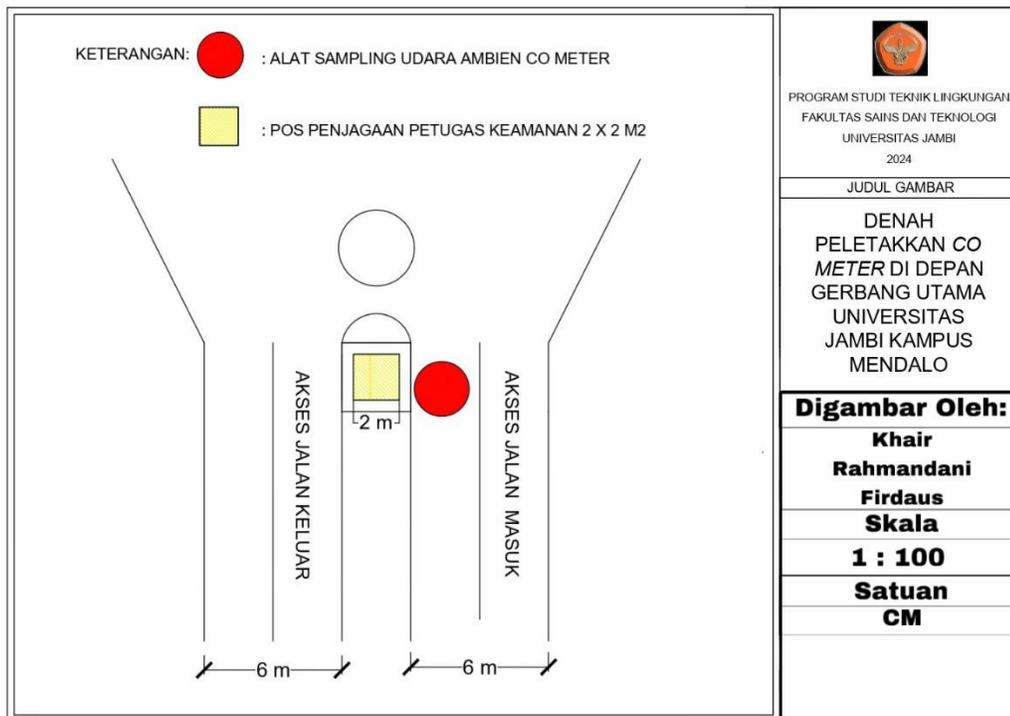
Universitas Jambi memiliki total jumlah sebanyak  $\pm 32.350$  mahasiswa aktif, memiliki tenaga pendidikan sekitar  $\pm 1400$  orang, dan juga memiliki beberapa karyawan, serta tenaga kerja lainnya (PDDIKTI, 2024). Sebagian besar masyarakat kampus terutama mahasiswa dan dosen menggunakan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi, dari kegiatan tersebut tentunya akan berdampak pada penurunan kualitas udara dan pencemaran udara pada wilayah Universitas Jambi. Gerbang utama merupakan satu-satunya akses keluar dan masuk di Universitas Jambi Kampus Mendalo pada saat ini. Akibat aktivitas keluar masuknya kendaraan tentunya mengakibatkan kondisi penurunan kualitas udara yang akan berdampak pada kesehatan petugas keamanan yang bersiaga di gerbang utama Kampus Mendalo Universitas Jambi jika terpapar dan terhirup secara terus-menerus dalam jangka waktu tertentu.

Secara geografis, pos penjagaan petugas keamanan terletak di antara  $1^{\circ}36'28.10$  Lintang Selatan dan  $103^{\circ}31'11.40$  Bujur Timur (Google Earth, 2024). luas jalan akses keluar masuk gerbang masing-masing mempunyai lebar  $\pm 6$  meter, dan lokasi daripada pos penjagaan ini terletak tepat di tengah-tengah dan berjarak  $\pm 0,5$  meter dari ruas jalan keluar masuk di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dengan total luas bangunan sebesar  $2 \times 2 \text{ m}^2$ . Gambar tersebut dapat dilihat pada gambar 9 dan 10.



**Gambar 9.** Detail Lokasi Titik Penelitian di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo

Sumber: AutoCAD 2022



**Gambar 10.** Detail Gambar dan Peletakkan Alat CO Meter

Sumber: AutoCAD, 2022

Petugas keamanan yang bersiaga disekitar gerbang utama Kampus Mendalo Universitas Jambi memiliki jam kerja selama 11 jam dari pukul 07.00 – 18.00 pada hari senin – jum'at. Keadaan lalu lintas di gerbang utama saat berlangsungnya kegiatan akademik di Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat dilihat pada gambar 11 dan 12. Gambar ini diambil pada 21 November 2023 sekitar pukul 12.00 WIB. Titik lokasi peneliti untuk mengambil sampel karbon monoksida (CO) adalah di luar tepat di samping pos penjagaan petugas keamanan dan gambar tersebut dapat dilihat pada gambar 11 dan 12 sebagai berikut.



**Gambar 11 dan Gambar 12.** Lokasi Titik Penelitian Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo  
*Sumber: Dokumentasi Pribadi*

Kriteria lokasi pengambilan sampel konsentrasi karbon monoksida (CO) berdasarkan lokasi saat ini adalah tempat satu-satunya akses jalan keluar masuk di Universitas Jambi Kampus Mendalo yang dapat dilihat pada gambar 10 diatas. Tujuan pengambilan dan memperoleh data di lokasi penelitian ini karena untuk menghitung seberapa banyak pencemaran karbon monoksida (CO) yang terpapar oleh petugas keamanan ketika bersiaga dan bekerja di sekitar gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo, maka ditetapkan titik lokasi pengambilan data berada di gerbang utama sebelah pos petugas keamanan sebagai titik yang akurat untuk mewakili pencemaran karbon monoksida (CO) yang dirasakan dan diterima

oleh petugas keamanan yang bersiaga dan bekerja. Pengukuran dilakukan selama 1 jam dan dilaksanakan 2 kali pada jam 10.00 – 11.00 untuk mewakili waktu yang tidak terlalu ramai, serta pada jam 12.00 - 13.00 untuk mewakili jam ramai, dan kemudian data yang diperoleh antara sesi 1 dan sesi 2 kemudian dijumlah lalu dibagi 2 untuk mendapatkan data rata-rata (jam/hari).

#### **4.2 Hasil Pengukuran Kondisi Meteorologi di Gerbang Utama Kampus Mendalo Universitas Jambi**

Konsentrasi polutan yang berada di udara sangat dipengaruhi oleh jumlah sumber pencemar dan juga sangat dipengaruhi oleh parameter meteorologi, diantaranya adalah suhu udara, kecepatan angin, arah angin, kelembapan udara, suhu udara, tekanan udara, dan curah hujan (Tampubolon, 2010). Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010, kondisi meteorologi adalah satu faktor penting di antara yang ada yang menjadi faktor penentu proses penurunan kualitas udara dikarenakan sebagai media perantara dan penyebaran pencemar hingga ke reseptor atau penerima. Keadaan parameter meteorologi di satu wilayah dengan wilayah lain kondisinya akan berbeda-beda, kondisi tersebut tergantung dari kondisi wilayah dan kondisi topologi dari wilayah tersebut (Agustina dkk, 2019).

Parameter meteorologi yang diukur pada penelitian ini mencakupi kelembapan udara, kecepatan angin, arah angin, serta suhu udara. Pengukuran kondisi meteorologi ini dilakukan di gerbang utama Kampus Mendalo Universitas Jambi, yaitu tempat para petugas keamanan bersiaga. Pengukuran kondisi meteorologi ini dilakukan beriringan dengan waktu pengambilan sampel udara ambien, yaitu selama 2 jam per hari, setiap harinya dibutuhkan waktu 1 jam pada pagi hari pukul 10.00-11.00 dan 1 jam lagi pada siang hari pukul 12.00-13.00 yang berlangsung selama 2 minggu, yaitu setiap hari senin – kamis. Waktu pengukuran kondisi meteorologi diambil pada 5 menit awal dan 5 menit akhir sebelum selesai pengukuran.

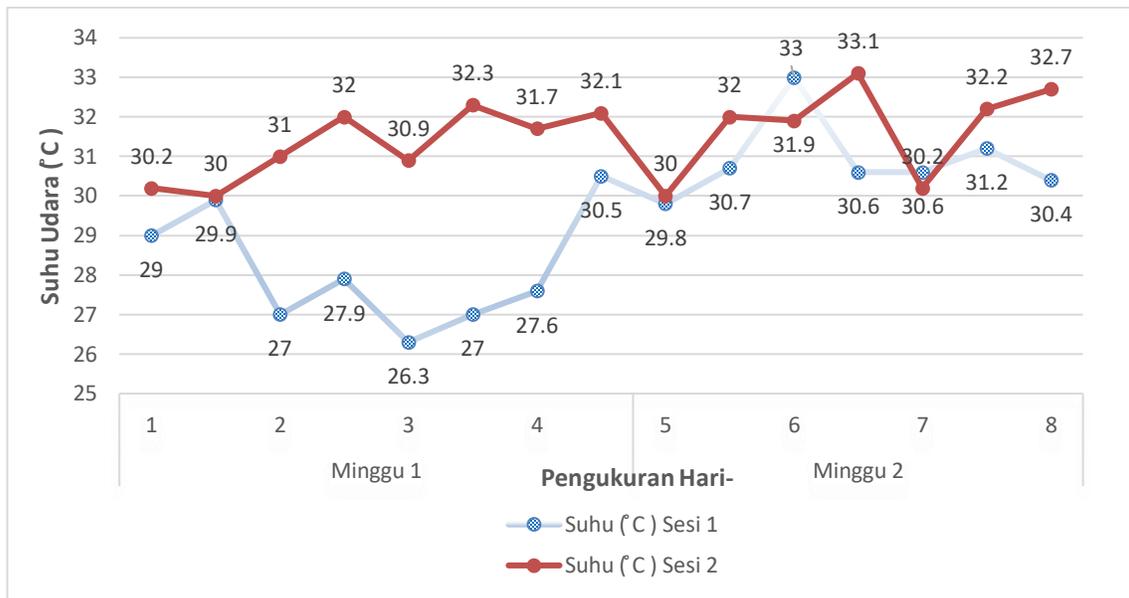
##### **4.2.1 Suhu Udara**

Pengukuran kondisi meteorologi di gerbang utama Kampus Mendalo Universitas Jambi dilaksanakan selama 2 minggu dengan, yaitu setiap hari senin - kamis pada tanggal 20 November – 24 November 2023 dan juga pada tanggal 09 Desember - 13 Desember 2023, serta dilakukan 2 kali sesi pengukuran, yaitu sesi pertama pukul 10.00 – 11.00 untuk mewakili waktu yang tidak terlalu ramai dan sesi kedua dilaksanakan pada pukul 12.00 – 13.00 untuk mewakili kondisi yang

ramai. pengukuran suhu udara dilaksanakan berbarengan dengan pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO). Pengukuran suhu udara dilakukan secara langsung dengan bantuan alat *hygrometer*. Pengukuran pada titik sampling dilaksanakan pengukuran selama 1 jam yang kemudian dicatat setiap lima menit secara manual dan pengukuran dilaksanakan 2 sesi, yaitu untuk mewakili jam yang tidak terlalu ramai dan untuk mewakili jam ramai. Hasil pengukuran suhu udara disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang bisa dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Suhu Udara

Tanggal	Pengukuran Hari Ke-	Suhu (°C)			
		sesi 1		sesi 2	
Senin, 20 November 2023	1	Awal	29	Awal	30.2
		Akhir	29.9	Akhir	30
Selasa, 21 November 2023	2	Awal	27	Awal	31
		Akhir	27.9	Akhir	32
Rabu, 22 November 2023	3	Awal	26.3	Awal	30.9
		Akhir	27	Akhir	32.3
Kamis, 23 November 2023	4	Awal	27.6	Awal	31.7
		Akhir	30.5	Akhir	32.1
Senin, 04 Desember 2023	5	Awal	29.8	Awal	30
		Akhir	30.7	Akhir	32
Selasa, 05 Desember 2023	6	Awal	33	Awal	31.9
		Akhir	30.6	Akhir	33.1
Rabu, 06 Desember 2023	7	Awal	30.6	Awal	30.2
		Akhir	31.2	Akhir	32.2
Kamis, 07 Desember 2023	8	Awal	30.4	Awal	32.7
		Akhir	31.9	Akhir	31.7
Rata-Rata Suhu (°C)		29.6		31.6	



**Gambar 13.** Hasil Pengukuran Suhu Sesi 1 dan sesi 2

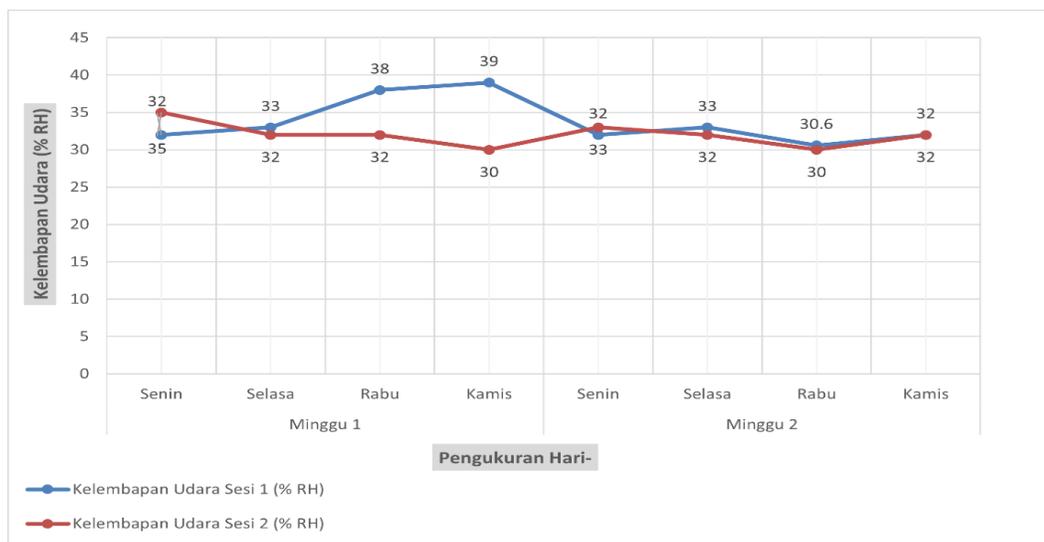
Dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 13, bahwa suhu pada tiap waktu mempunyai besaran suhu yang berbeda. Lokasi sampling gerbang utama terletak pada lokasi yang di sampingnya terdapat beberapa pohon dan tumbuhan sehingga berpengaruh terhadap faktor meteorologi yang telah diukur dan bagian depan serta belakangnya yang berada pada lokasi yang sangat terbuka, sehingga lokasi sampling tersebut condong mudah dan cepat untuk mengalami pengaruh daripada kondisi meteorologi yang berlangsung di atmosfer.

Nilai suhu udara rata-rata di Kota Jambi dalam lima tahun terakhir adalah 27,1°C, yaitu rata-rata nilai suhu yang didapatkan pada tahun 2018 sebesar 26,8°C, tahun 2019 sebesar 27,1°C, tahun 2020 sebesar 27,3°C, tahun 2021 sebesar 27,2°C dan tahun 2022 sebesar 27,2°C (BPS, 2023). Hasil pengambilan dan pengukuran data nilai suhu di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo didapatkan suhu tertinggi untuk sesi 1 yaitu 33°C pada pengukuran hari Selasa minggu kedua, yaitu sebesar 33,1°C dan didapatkan pengukuran suhu terendah adalah 27°C pada hari Selasa minggu pertama, serta rata-rata suhu yang didapatkan pada sesi 1 adalah 29,6 °C, sedangkan suhu tertinggi yang didapatkan pada sesi 2 yaitu 33,1°C dan suhu terendah yang didapatkan pada sesi kedua adalah 30°C, serta rata-rata pengukuran suhu pada sesi kedua adalah 31,6°C. Suhu rata-rata yang didapatkan di gerbang utama pada sesi 1 dan sesi 2 berada di atas suhu rata-rata Provinsi Jambi pada lima tahun terakhir.

Suhu yang didapatkan pada hari keenam di gerbang utama Universitas Jambi memiliki nilai yang lebih tinggi dikarenakan pada saat itu kondisi cuaca berlangsung sangat cerah dari pagi hingga siang hari, sehingga kondisi pada hari keenam tersebut sangat mendapatkan intensitas dari cahaya matahari, dimana hal tersebut sejalan dengan yang digagaskan oleh Cahyadi *et al* (2016), bahwa disaat kondisi lingkungan panas dan kering itu diakibatkan oleh kondisi suhu yang tinggi, keberadaan matahari sangat mempengaruhi suhu bumi dikarenakan matahari memberikan energi panas yang kemudian ditransfer ke bumi yang berakibatkan suhu di bumi juga tinggi, dan hal ini mengakibatkan polutan juga akan dengan mudah tercampur ke dalam udara. Pengaruh suhu terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO) tidak terlalu signifikan karena lebih dipengaruhi oleh variable lain yang juga diukur dalam penelitian ini seperti kendaraan bermotor dan kecepatan angin,

#### 4.2.2 Kelembapan Udara

Data kelembapan udara juga termasuk data primer yang termasuk ke data meteorologi dalam penelitian ini, pengukuran untuk memperoleh nilai kelembapan udara dilakukan secara langsung dan juga berbarengan dengan mengukur konsentrasi karbon monoksida (CO), pengukuran kelembapan udara diukur dan diperoleh dengan menggunakan alat *hygrometer*. Pengukuran kelembapan udara pada titik sampling dilaksanakan pengukuran selama 1 jam yang kemudian dicatat setiap lima menit secara manual dan pengukuran dilaksanakan 2 sesi, yaitu pada pukul 10.00 – 11.00 untuk mewakili jam yang tidak terlalu ramai dan pada pukul 12.00 – 13.00 untuk mewakili jam ramai. Hasil pengukuran suhu udara bisa dilihat pada tabel 4 dan gambar 14 sebagai berikut.



**Gambar 14.** Hasil Pengukuran Kelembapan Udara (% RH) Sesi 1 dan Sesi 2

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Kelembapan Udara

Tanggal	Pengukuran Hari Ke-	Kelembapan udara (% <i>Relative Humidity</i> )			
		sesi 1		sesi 2	
Senin, 20 November 2023	1	Awal	32	Awal	35
		Akhir	34	Akhir	35
Selasa, 21 November 2023	2	Awal	33	Awal	32
		Akhir	35	Akhir	30
Rabu, 22 November 2023	3	Awal	38	Awal	32
		Akhir	35	Akhir	30
Kamis, 23 November 2023	4	Awal	39	Awal	30
		Akhir	31	Akhir	30
Senin, 04 Desember 2023	5	Awal	32	Awal	33
		Akhir	34	Akhir	28
Selasa, 05 Desember 2023	6	Awal	33	Awal	32
		Akhir	29	Akhir	29
Rabu, 06 Desember 2023	7	Awal	30.6	Awal	30
		Akhir	31.2	Akhir	31
Kamis, 07 Desember 2023	8	Awal	32	Awal	32
		Akhir	29	Akhir	30
Rata-Rata Kelembapan Udara (% RH)		33		31	

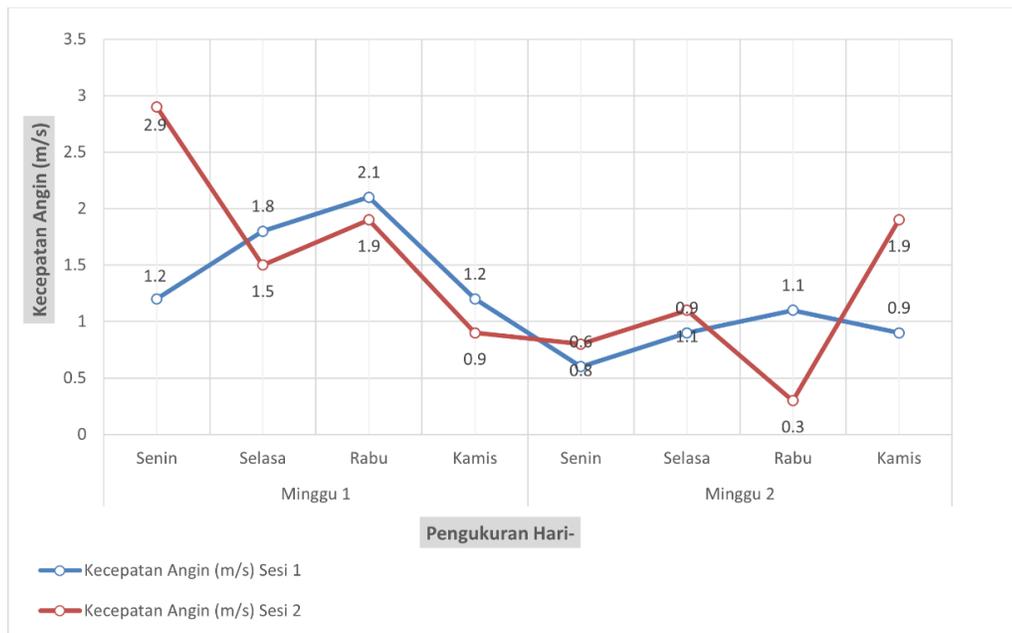
Adapun yang dapat disimpulkan mengenai hasil pengukuran kelembapan udara pada tabel 4 dan gambar 14 yaitu, dimana hasil pengukuran kelembapan udara tertinggi yang didapatkan pada sesi pertama di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo terdapat pada pengukuran hari senin minggu pertama, yaitu 39% dikarenakan cuacanya mendung, lalu di penghujung pengukuran sedikit hujan dan untuk pengukuran kelembapan udara terendah yang didapatkan pada sesi 1 yaitu, 29% pada hari selasa minggu kedua dengan kondisi cuaca cerah berawan. Hasil pengukuran tertinggi yang didapatkan pada sesi ke 2 adalah sebesar 35% dengan kondisi cuaca mendung dan data terendah yang didapatkan pada sesi adalah sebesar 28% dengan kondisi cuaca cerah.

Rata-rata kelembapan udara lima tahun terakhir pada Provinsi Jambi, yaitu didapatkan pada 2018 berkisar 85%, pada 2019 berkisar 82,08%, pada 2020 berkisar 86%, pada 2021 berkisar 85,9%, serta 2022 berkisar 86,3% (BPS, 2023).

Nilai rata-rata pengukuran kelembapan udara di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo tidak melebihi nilai rata-rata kelembapan udara di provinsi Jambi pada lima tahun terakhir yaitu pada sesi 1 sebesar 33% dan pada sesi 2 sebesar 28%. Nilai kelembapan udara berbanding terbalik dengan nilai konsentrasi gas karbon monoksida (CO), artinya kelembapan udara yang tinggi menyebabkan lebih banyak uap air yang merespon dengan partikulat zat tercemar sehingga konsentrasi partikulat tingkatannya menjadi turun dan begitu pula sebaliknya. Kelembapan udara sangat bergantung kepada suhu udara dan juga radiasi sinar matahari, udara yang lembab akan membuat partikulat dengan sangat mudah berikatan dengan air yang berada atau terkandung di dalam udara (Syech *et al*, 2017).

#### 4.2.3 Kecepatan Angin dan Arah Angin

Data kecepatan angin merupakan salah satu data primer dalam penelitian ini, pengukuran untuk kecepatan angin dihitung secara langsung dengan bantuan alat *anemometer*. Pengukuran untuk menghitung kecepatan angin dilaksanakan bersamaan dengan pengambilan dan pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO) di lokasi sampling. Pengukuran untuk menghitung kecepatan angin pada titik sampling dilaksanakan pengukuran selama 1 jam yang kemudian dicatat setiap lima menit secara manual dan pengukuran dilaksanakan 2 sesi, yaitu untuk mewakili jam yang tidak terlalu ramai dan untuk mewakili jam ramai. Hasil pengukuran suhu udara bisa dilihat pada gambar 15 dan tabel 5.



**Gambar 15.** Hasil Pengukuran Kecepatan Udara (m/s)

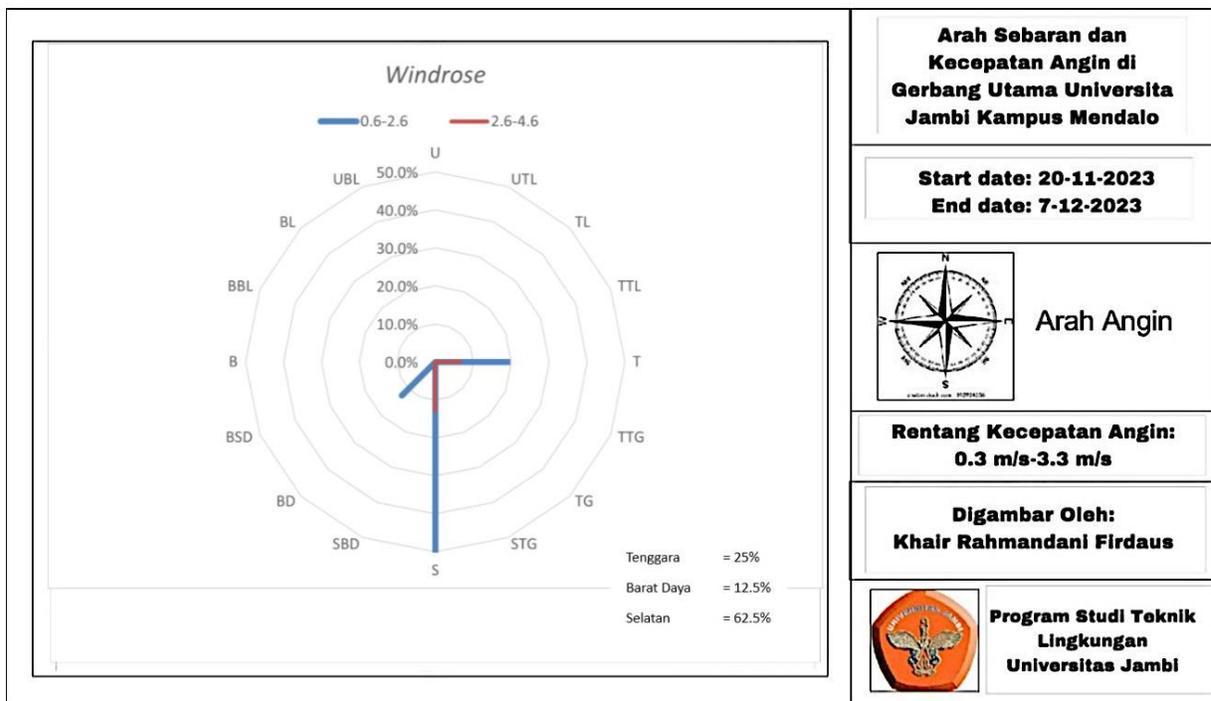
**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Kecepatan Angin

Tanggal	Pengukuran Hari Ke-	Kecepatan Udara (m/s)			
		sesi 1		sesi 2	
Senin, 20 November 2023	1	Awal	1.2	Awal	2.9
		Akhir	1.4	Akhir	3.3
Selasa, 21 November 2023	2	Awal	1.8	Awal	1.5
		Akhir	1.5	Akhir	2.9
Rabu, 22 November 2023	3	Awal	2.1	Awal	1.9
		Akhir	1.7	Akhir	1.4
Kamis, 23 November 2023	4	Awal	1.2	Awal	0.9
		Akhir	0.8	Akhir	0.7
Senin, 04 Desember 2023	5	Awal	0.6	Awal	0.8
		Akhir	0.7	Akhir	1
Selasa, 05 Desember 2023	6	Awal	0.9	Awal	1.1
		Akhir	1.1	Akhir	2.1
Rabu, 06 Desember 2023	7	Awal	1.1	Awal	0.3
		Akhir	1	Akhir	0.6
Kamis, 07 Desember 2023	8	Awal	0.9	Awal	1.9
		Akhir	2.9	Akhir	1.5
Rata-Rata		1.3		1.6	

Adapun yang dapat disimpulkan mengenai hasil pengukuran kecepatan angin pada tabel 5 yaitu, dimana hasil pengukuran kecepatan angin tertinggi yang didapatkan di gerbang utaman Universitas Jambi Kampus Mendalo pada sesi 1 adalah pada pengukuran hari kamis minggu kedua sebesar 2,9 m/s dan kecepatan angin terendah pada sesi 1 didapatkan pada hari rabu minggu kedua sebesar 0,6 m/s, dan rata-rata kecepatan angin yang didapatkan pada sesi 1 sebesar 1,3 m/s. Pengukuran yang didapatkan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo pada sesi 2 didapatkan sebesar 3,3 m/s pada hari senin minggu pertama pengukuran, sedangkan rata-rata terendah pada sesi 2 sebesar 0.3 m/s pada hari rabu minggu kedua pengukuran, serta rata-rata pengukuran yang didapatkan pada sesi 2 sebesar 1.6 m/s. Rata-rata kecepatan angin di Provinsi Jambi pada lima tahun terakhir, yaitu didapatkan pada tahun 2018 berkisar 2 m/s, pada tahun 2019 berkisar 2,3 m/s, pada tahun 2020 berkisar 1,9 m/s, pada tahun 2021 berkisar 2 m/s dan pada tahun 2022 berkisar 1,8 m/s (BPS, 2023). Rata-rata kecepatan angin

di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo pada sesi 1 sebesar 1,3 m/s dan sesi 2 sebesar 1,6, dan angka tersebut tidak ada yang melebihi dari kecepatan angin dalam lima tahun terakhir di Provinsi Jambi. Memprediksi kecepatan dan arah angin sangat sulit karena dipengaruhi oleh berbagai faktor atmosfer. Kecepatan angin yang tinggi mengakibatkan penyebaran polutan menjadi lebih mudah sehingga konsentrasinya menjadi rendah (Agustina *et al*, 2019).

Data arah angin dan kecepatan angin yang didapatkan dalam 8 hari pengambilan data di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo telah disajikan dalam berupa data mawar angin (*windrose*), dan gambar tersebut dapat dilihat pada gambar 13.



**Gambar 16.** Arah Sebaran dan Kecepatan Angin Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo

Sumber: Windrose

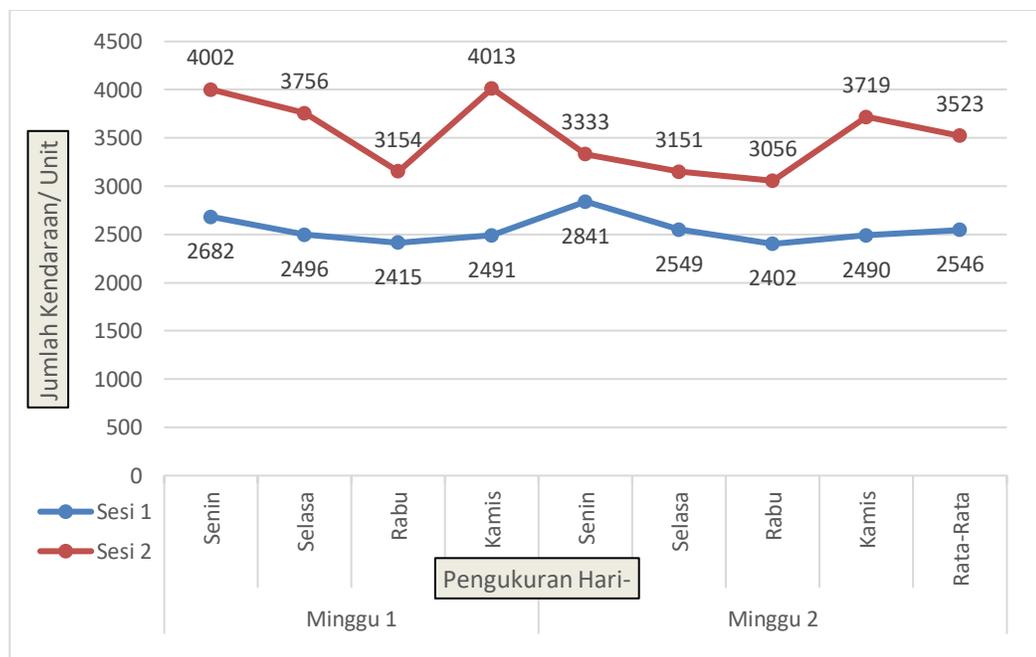
Dapat dilihat dari gambar di atas menunjukkan bahwa arah angin dominan berhembus dari arah Utara menuju arah Selatan sekitar 65%.

### 4.3 Hasil Pengukuran Jumlah Kendaraan Bermotor

Pengukuran jumlah kendaraan bermotor dihitung menggunakan aplikasi di *smartphone*, yaitu *tally counter* yang dimana untuk pelaksanaan pengukuran jumlah kendaraan bermotor ini dilaksanakan dan berlangsung selama 2 minggu, yaitu setiap hari senin - kamis pada tanggal 20 November – 24 November 2023 dan juga pada

tanggal 4 Desember – 7 Desember 2023 dan untuk waktunya sendiri dilakukan dua sesi, yaitu pada jam 10.00 – 11.00 WIB untuk mewakili waktu yang tidak terlalu ramai dan pada jam 12.00 – 13.00 WIB untuk mewakili waktu yang ramai berbarengan dengan pengambilan data meteorologi, serta pengambilan konsentrasi gas karbon monoksida (CO). Peningkatan penggunaan jumlah kendaraan bermotor adalah salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan zat pencemar udara karena gas buang. Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu sumber pencemar tersebut, berasal dari aktivitas manusia seperti pembakaran pada mesin dan penggunaan peralatan berbahan bakar gas, minyak, kayu, atau batu bara, serta pembuangan limbah padat (Dwinanti, 2018).

Hasil penelitian mengumpulkan dan menghitung data jumlah kendaraan bermotor yang melintas keluar dan masuk gerbang utama di Universitas Jambi Kampus Mendalo. Jenis-jenis kendaraan yang melintas keluar dan masuk di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo beranekaragam, yaitu sepeda motor (roda dua), mobil pribadi (roda empat), serta truk (roda delapan). Adapun data jumlah kendaraan bermotor yang sudah diperoleh bisa dilihat pada gambar 17 dan tabel 6, serta untuk melihat data klasifikasi dan rata-rata kendaraan bermotor yang lewat keluar dan masuk dapat dilihat pada lampiran 2 dan 3.



**Gambar 17.** Grafik Jumlah Kendaraan Bermotor

**Tabel 6.** Data Jumlah Kendaraan Bermotor di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo

Pengukuran Ke-	Hari/ Tanggal	Jumlah Kendaraan/ Unit	
		Sesi 1	Sesi 2
1	Senin, 20-11-23	2682	4002
2	Selasa, 21-11-23	2496	3756
3	Rabu, 22-11-23	2415	3154
4	Kamis, 23-11-23	2491	4013
5	Senin, 04-12-23	2841	3333
6	Selasa, 05-12-23	2549	3151
7	Rabu, 06-12-23	2402	3056
8	Kamis, 07-12-23	2490	3719
Rata-Rata Jumlah Kendaraan/ Unit		2546	3523

Dari tabel 6, gambar 17, dan lampiran 3 dapat dilihat bahwa total jumlah kendaraan tertinggi pada sesi 1, yaitu saat pengukuran hari senin minggu kedua pada tanggal 04 Desember 2023, yaitu dengan total jumlah kendaraan yang didapatkan berjumlah 2841 unit, sedangkan untuk jumlah kendaraan terendah yang didapatkan pada sesi 1, yaitu saat pengukuran hari rabu minggu kedua pada tanggal 06 Desember 2023, yaitu dengan total jumlah kendaraan yang didapatkan berjumlah 2402 unit dan rata-rata jumlah kendaraan yang didapatkan pada sesi 1 berjumlah 2546 unit. Jumlah kendaraan tertinggi pada sesi 2, yaitu saat pengukuran hari kamis minggu pertama pada tanggal 23 September 2023, yaitu dengan total jumlah kendaraan yang didapatkan berjumlah 4013 unit, sedangkan untuk jumlah kendaraan terendah yang didapatkan pada sesi 2, yaitu saat pengukuran hari rabu minggu kedua pada tanggal 06 Desember 2023, yaitu dengan total jumlah kendaraan yang didapatkan berjumlah 3056 unit, serta rata-rata jumlah kendaraan yang didapatkan pada sesi 2 berjumlah 3523 unit.

Berdasarkan proses ketika pengambilan data terjadi kenaikan jumlah kendaraan bermotor yang melintasi gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo pada pengukuran satu jam sesi kedua kendaraan yang dikarenakan pada jam 12.00 – 13.00 adalah waktu dimana pada jam tersebut merupakan waktu istirahat ishoma (istirahat, shalat, dan makan), jadi sebagian mahasiswa ada yang memilih keluar untuk mencari makan siang dan pulang kerumah untuk istirahat, serta ada juga mahasiswa yang akan masuk jam pelajaran kuliah, serta memilih untuk mencari makan di kantin kampus. Kondisi tersebutlah yang membuat

penggunaan jalan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo kondisinya sangat ramai. Kondisi jalan di gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat dilihat pada gambar 15 berikut ini.



**Gambar 18.** Kondisi Jalan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo  
*Sumber: Dokumen Pribadi*

#### **4.4 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo**

Pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO) dilaksanakan dan berlangsung selama 2 minggu, yaitu setiap hari senin - kamis pada tanggal 20 November – 24 November 2023 dan juga pada tanggal 4 Desember – 7 Desember 2023 dan untuk waktunya sendiri dilakukan dua sesi, yaitu pada jam 10.00 – 11.00 WIB untuk mewakili waktu yang tidak terlalu ramai dan pada jam 12.00 – 13.00 WIB untuk mewakili waktu yang ramai sesuai dengan peraturan yang berlaku dalam PP Nomor 22 Tahun 2021 lampiran VII mengacu dari peraturan tersebut disebutkan bahwa pengukuran karbon monoksida (CO) setidaknya dilakukan selama 1 jam. Data yang didapatkan dari sesi 1 dan sesi 2 dijumlahkan lalu dibagi 2 untuk mendapatkan hasil rata-rata (jam/hari), dan bersamaan dengan pengambilan data meteorologi. Pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO) diambil dan dilakukan dengan bantuan alat yang bernama *Carbon Monoxide Meter*.

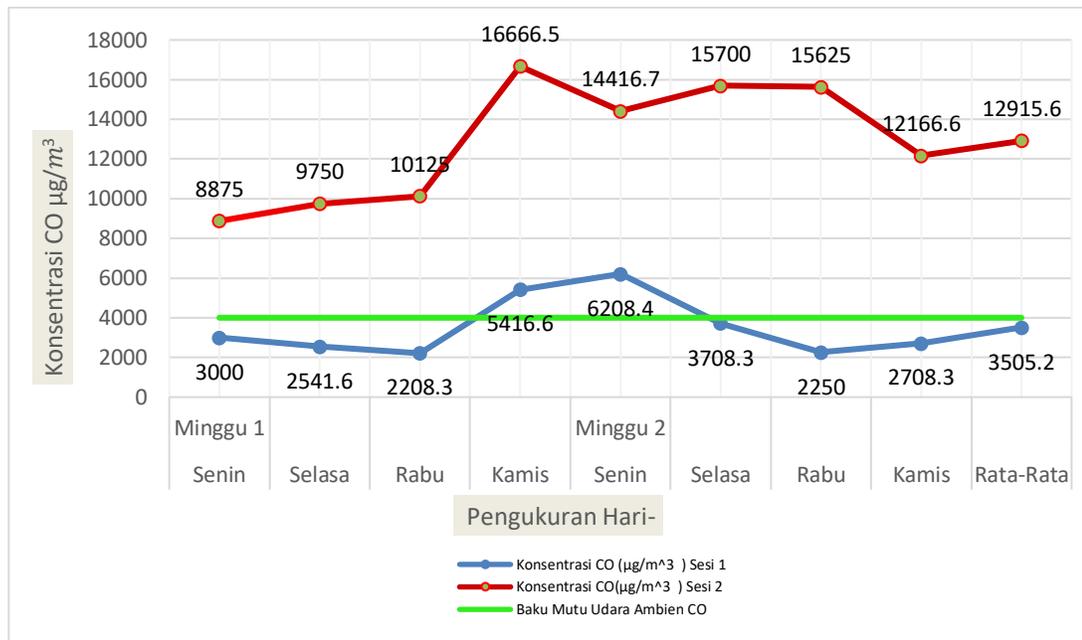
#### 4.4.1 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Alat *Carbon Monoxide Meter* ini diletakkan  $\pm 1,5$  meter dari permukaan tanah sesuai dengan rata-rata tinggi untuk bernafas dengan pencatatan data yang dihasilkan setiap 5 menit dalam waktu 1 jam pengukuran, serta alat tersebut diletakkan persis di samping pos petugas keamanan karena pos tersebut adalah tempat penjagaan dan pengawasan petugas keamanan dan berada tepat di tengah-tengah akses jalan keluar masuknya kendaraan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo, hal ini menjadi dasar untuk menempatkan alat tersebut tepat di samping pos penjagaan petugas keamanan yang berjarak  $\pm 0,5$  meter dari akses jalan. Gambar penempatan alat tersebut dapat dilihat pada gambar 16 dibawah ini.



**Gambar 19.** Letak Alat CO Meter di Pos Penjagaan Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo  
*Sumber: Dokumentasi Pribadi*

Hasil pengukuran yang didapatkan dengan alat ini satuannya adalah ppm, sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup NO. 12 Tahun 2010, baku mutu dari karbon monoksida (CO) disebutkan menggunakan satuan  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sehingga haruslah dikonversi dari ppm diubah menjadi  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  agar hasilnya sesuai dengan ketentuan yang sudah ditetapkan dalam peraturan yang berlaku. Data hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO) yang telah diambil dan didapatkan di jalan keluar dan masuk pada gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo selama delapan hari dapat dilihat lengkapnya pada lampiran 3 dan dapat dilihat pada gambar 20, serta tabel 7.



**Gambar 20.** Grafik Perhitungan Konsentrasi CO Di Universitas Jambi Kampus Mendalo

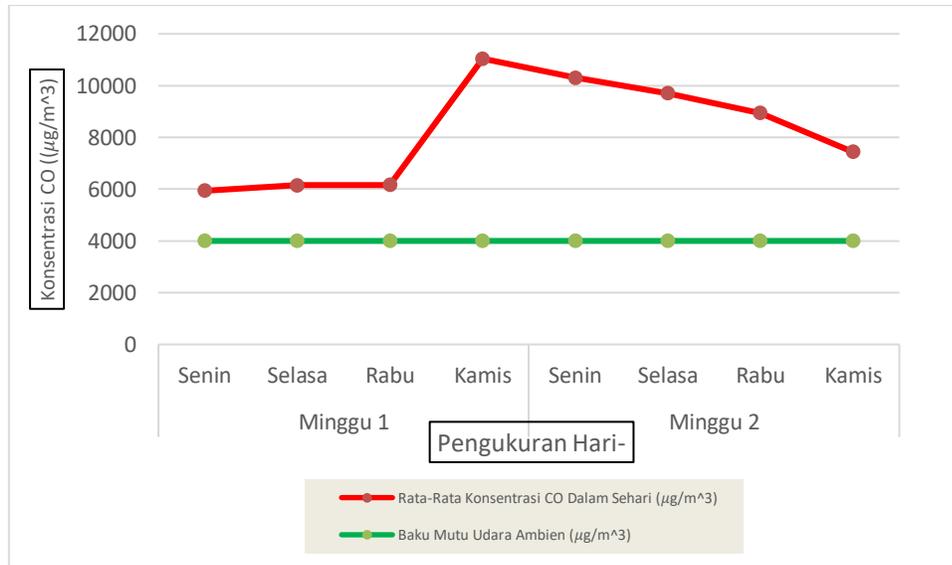
**Tabel 7.** Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo

Pengukuran	Perhitungan	Konsentrasi CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		Sesi 1	Sesi 2	Konsentrasi CO/Hari ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Senin	Minggu 1	3000	8875	11875
Selasa		2541.6	9750	12291.6
Rabu		2208.3	10125	12333.3
Kamis		5416.6	16666.5	22083.1
Senin	Minggu 2	6208.4	14416.7	20625.1
Selasa		3708.3	15700	19408.3
Rabu		2250	15625	17875
Kamis		2708.3	12166.6	14874.9
Rata-Rata/Hari		82104		

Berdasarkan gambar 20 dan tabel 7 dapat disimpulkan bahwa data tertinggi yang didapatkan pada pengukuran di sesi 1 adalah pada hari senin minggu pertama dengan nilai sebesar  $6208,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan untuk data terendah yang didapatkan pada sesi 1 pengukuran adalah hari rabu minggu pertama dengan nilai  $2208,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , serta rata-rata pengukuran selama delapan hari pada sesi 1 didapatkan dengan nilai  $3305,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil pengukuran tertinggi yang didapatkan pada sesi 2 sebesar  $16666,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pada hari kamis minggu kedua, sedangkan untuk hasil pengukuran

terendah didapatkan pada pengukuran hari senin minggu pertama sebesar 8875, serta rata-rata yang didapatkan untuk sesi 2 sebesar  $12915,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hasil konsentrasi karbon monoksida (CO) yang diambil dan didapatkan setelah dikonversi dan dibandingkan dengan baku mutu yang terdapat dalam lampiran ke VII PP No 22 Tahun 2021 yaitu tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Batas nilai yang diperbolehkan adalah  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  selama 8 jam waktu bekerja, dapat dilihat pada gambar 17 dibawah ini.

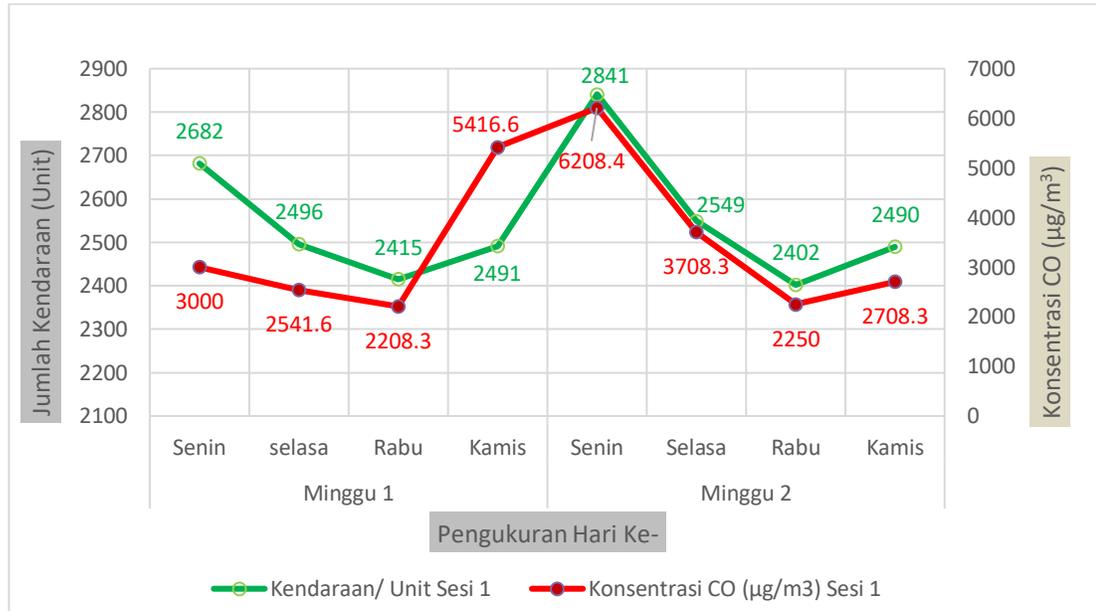


**Gambar 21.** Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

Dapat disimpulkan pada grafik di atas bahwa konsentrasi karbon monoksida (CO) yang didapatkan pada 2 minggu atau lebih tepatnya delapan hari pengambilan data untuk pengambilan data pada sesi 1 belum melewati batas baku mutu yang diperbolehkan dan tergolong masih aman, sedangkan untuk pengukuran pada sesi 2 sudah melewati batas baku mutu dan tergolong tidak aman, serta rata-rata sesi 1 dan sesi 2 dijumlahkan lalu dibagi dua per harinya adalah  $8210 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sudah melewati batas baku mutu yang diperbolehkan, yaitu  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hal tersebut apabila terpapar dalam jangka waktu tertentu selama terus-menerus akan berdampak masalah serius di sistem pernapasan pada petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo.

#### 4.4.2 Analisis Hubungan Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

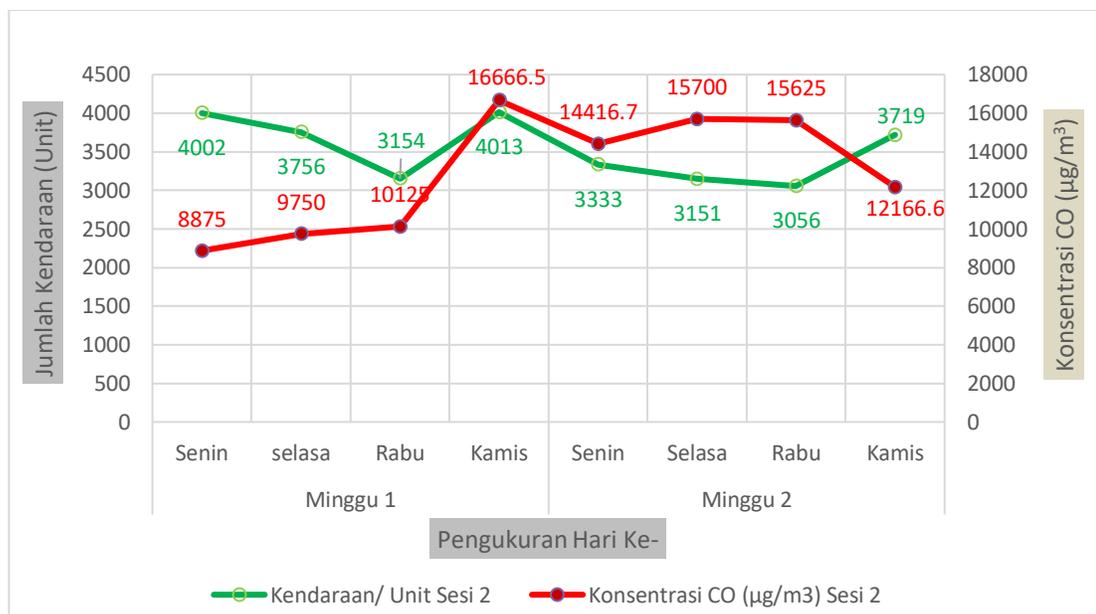
Hubungan data jumlah kendaraan terhadap konsentrasi karbon monoksida yang diperoleh dari hasil pengambilan sampel di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat dilihat pada gambar 22 dan 23.



**Gambar 22.** Hubungan Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Konsentrasi CO Sesi 1  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

Dapat disimpulkan dari gambar 22 bahwa, data jumlah kendaraan tertinggi yang diukur pada sesi 1 didapatkan pada pengukuran hari senin minggu kedua berjumlah 2841 unit dan konsentrasi karbon monoksida (CO) tertinggi pada sesi 1 juga didapatkan pada pengukuran senin minggu kedua sebesar  $6208,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dapat disimpulkan dari gambar 22 bahwa semakin banyak jumlah kendaraan bermotor yang lewat di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo, maka semakin besar pula konsentrasi karbon monoksida yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan pernyataan Pringadie (2018) yang menyatakan karbon monoksida (CO) merupakan salah satu bahan pencemar terbesar yang dihasilkan kendaraan bermotor, jika jumlah kendaraan bermotor tinggi, maka bahan pencemar yang dihasilkan juga akan tinggi, namun ada 1 hari pengukuran yang mengalami anomali, yaitu pada pengukuran hari kamis minggu pertama. Perhitungan hari kamis minggu pertama tidak sesuai dengan pernyataan Pringadie (2018), yang dimana jumlah unit kendaraan bermotor yang lewat di gerbang utama lebih kecil dari konsentrasi karbon monoksida (CO) yang didapatkan, hal tersebut dikarenakan kondisi cuaca pada

pengukuran hari keempat kondisi cuacanya hujan ringan dan mengakibatkan menurunnya jumlah pemakaian kendaraan bermotor, lalu konsentrasi karbon monoksida yang tinggi disebabkan oleh suhu yang cukup rendah yaitu sebesar 27,6 °C dan kelembapan udara yang cukup besar yaitu 35%, hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ginting (2017) yang menyatakan turunnya suhu udara akan diikuti dengan naiknya konsentrasi karbon monoksida (CO) dan sebaliknya. Suhu udara yang rendah menyebabkan menyusutnya molekul air di udara sehingga muatan air akan meningkat dan menjadi rapat, hal tersebut menyebabkan terjadinya pengendapan polutan sehingga konsentrasi karbon monoksida (CO) menjadi tinggi.



**Gambar 23.** Hubungan Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Konsentrasi CO Sesi 2  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

Dapat disimpulkan dari gambar 23 bahwa, data jumlah kendaraan tertinggi yang diukur pada sesi 2 didapatkan pada pengukuran hari Kamis minggu pertama berjumlah 4013 unit dan konsentrasi karbon monoksida (CO) tertinggi pada sesi 1 juga didapatkan pada pengukuran Kamis minggu pertama sebesar 16666,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dapat disimpulkan dari gambar 23 bahwa semakin banyak jumlah kendaraan bermotor yang lewat di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo, maka semakin besar pula konsentrasi karbon monoksida yang dihasilkan, hal ini juga sesuai dengan pernyataan Pringadie (2018), namun ada beberapa data anomali yaitu pada hari Senin, Selasa, dan Rabu minggu pertama, serta hari Kamis minggu kedua yang dimana kondisinya jumlah kendaraan yang lewat lebih banyak dibandingkan

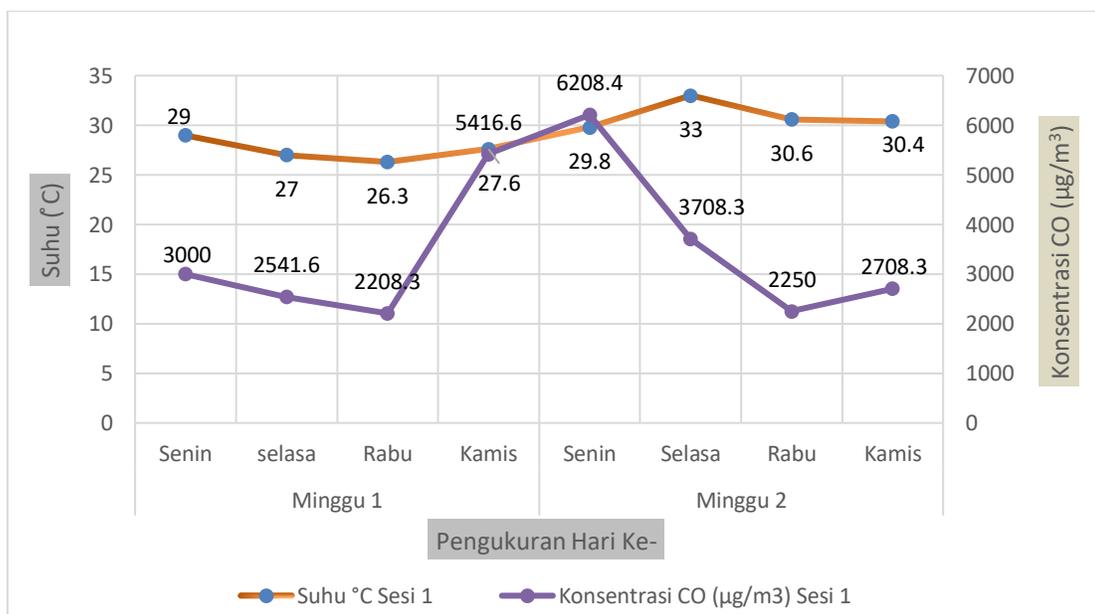
konsentrasi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan beberapa faktor diantaranya kecepatan angin yang didapatkan pada hari pengukuran senin, selasa, dan rabu dengan nilai data yang didapatkan berturut-turut 3,1 m/s, 2,2 m/s, dan 1,7 m/s, serta kecepatan angin yang didapatkan pada hari kamis minggu kedua pada sesi kedua sebesar 1,7 m/s, yang dimana menurut Supriyadi (2009), konsentrasi (CO) nilainya berbanding terbalik dengan kecepatan angin, semakin tinggi nilai kecepatan angin, maka semakin rendah pula kadar konsentrasi karbon monoksida(CO).

#### 4.5 Analisis Hubungan Faktor Meteorologi Terhadap Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Parameter meteorologi yang diukur pada penelitian ini mencakupi kelembapan udara, kecepatan angin, arah angin, serta suhu udara yang kemudian dianalisis hubungan faktor meteorologi tersebut terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO).

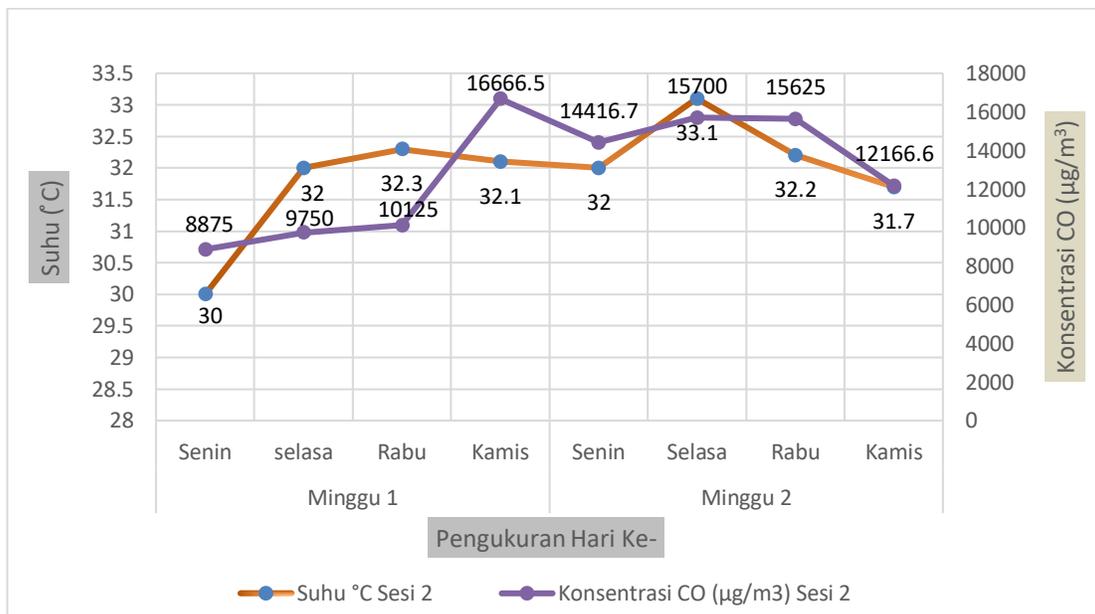
##### 4.5.1 Hubungan Suhu Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Hubungan data suhu terhadap konsentrasi karbon monoksida yang diperoleh dari hasil pengambilan sampel di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat dilihat pada gambar 24 dan 25.



**Gambar 24.** Hubungan Suhu (°C) Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Sesi 1  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

Dapat disimpulkan dari gambar 24 yaitu, konsentrasi karbon monoksida (CO) tertinggi yang diukur pada sesi 1 dengan nilai sebesar  $6208,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan suhu yang didapatkan  $29,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , sedangkan data konsentrasi karbon monoksida terendah yang didapatkan pada pengukuran sesi 1 sebesar  $2208,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan suhu yang didapatkan sebesar  $26,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dapat dilihat dari gambar 22, konsentrasi karbon monoksida (CO) cenderung tinggi saat suhu rendah. Suhu yang rendah di suatu daerah akan menyebabkan kelembaban di daerah tersebut tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Paramitha (2016) yang menyatakan bahwa zat pencemar akan terakumulasi dan dispersi polutan akan terhambat jika kelembaban udara di suatu daerah tinggi.



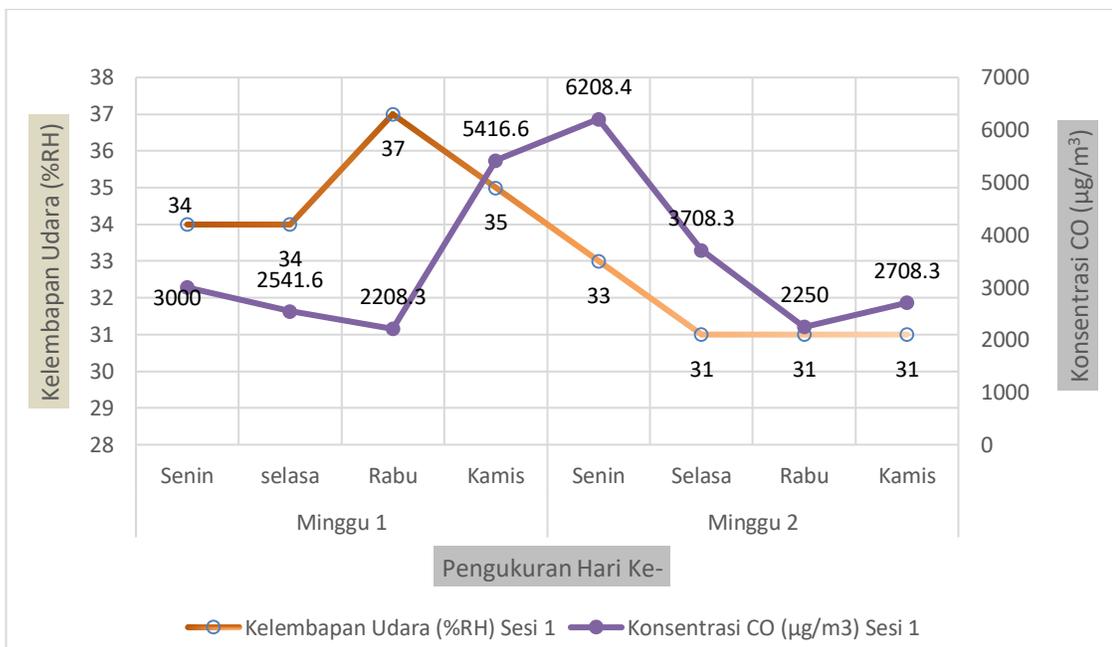
**Gambar 25.** Hubungan Suhu ( $^\circ\text{C}$ ) Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Sesi 2  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

Dapat disimpulkan dari gambar 25 yaitu, konsentrasi karbon monoksida (CO) tertinggi yang diukur pada sesi 2 didapatkan pada pengukuran hari kamis minggu pertama dengan nilai sebesar  $16666,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan suhu yang didapatkan  $32,1 \text{ }^\circ\text{C}$ , sedangkan data konsentrasi karbon monoksida terendah yang didapatkan pada pengukuran sesi 2 sebesar  $8875 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan suhu yang didapatkan sebesar  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Jika dilihat dari gambar 23, konsentrasi karbon monoksida (CO) cenderung tinggi saat suhu tinggi, hal ini berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Paramitha (2006). Jika dibandingkan dengan seluruh data yang didapatkan, konsentrasi karbon monoksida tidak terlalu dipengaruhi oleh suhu yang terukur

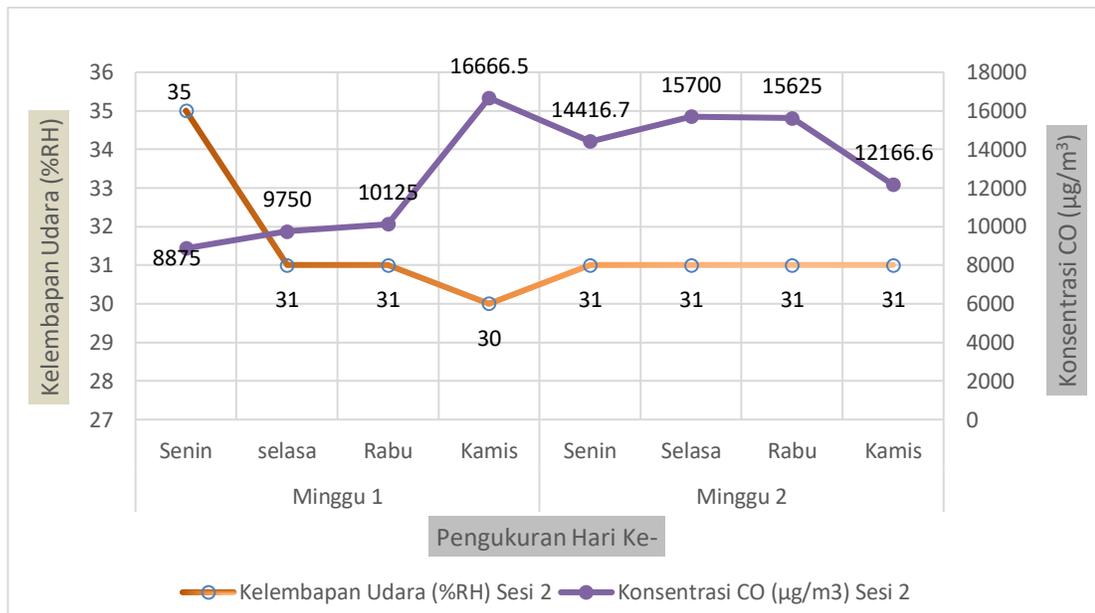
pada saat tersebut. Konsentrasi karbon monoksida cenderung tinggi pada saat suhu terukur rendah. Konsentrasi karbon monoksida tetap bisa memiliki nilai yang tinggi meskipun nilai suhu cenderung lebih rendah. Hal ini disebabkan karena pengaruh suhu terhadap konsentrasi karbon monoksida yang tidak terlalu signifikan. Konsentrasi karbon monoksida lebih dipengaruhi oleh variabel lain yang juga diukur dalam penelitian ini seperti kendaraan bermotor dan kecepatan angin.

#### 4.5.2 Hubungan Kelembapan Udara Terhadap Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Data pengaruh kelembapan udara (%RH) terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO) di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat dilihat pada gambar 26 dan 27.



**Gambar 26.** Hubungan Kelembapan Udara (%RH) Terhadap Tingkat Konsentrasi CO Sesi 1  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

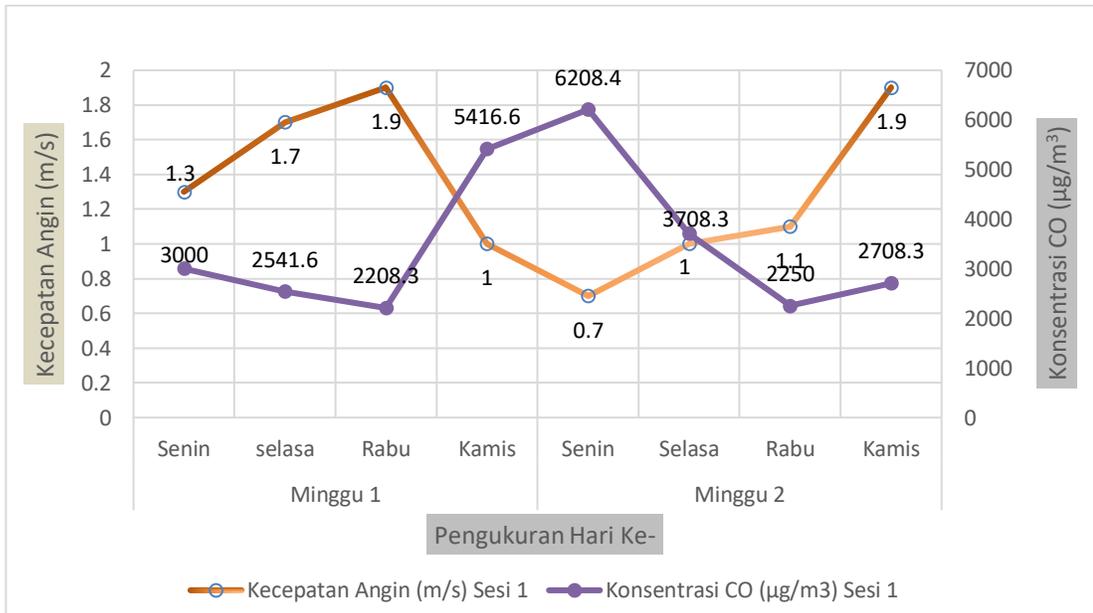


**Gambar 27.** Hubungan Kelembapan Udara (%RH) Terhadap Tingkat Konsentrasi CO Sesi 2  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

Dapat disimpulkan gambar 26 dan gambar 27, bahwa semakin tinggi konsentrasi karbon monoksida yang didapatkan, maka semakin rendah kelembapan udara yang didapatkan, sedangkan semakin rendah konsentrasi karbon monoksida yang didapatkan, maka semakin tinggi kelembapan udara yang didapatkan, hal tersebut berbanding terbalik dengan pernyataan Ginting (2017) yang menyatakan kelembapan udara akan berpengaruh terhadap peningkatan konsentrasi karbon monoksida, karena nilai kelembapan yang tinggi akan menyebabkan terbentuknya lapisan udara yang dingin sehingga akan menyebabkan terjadinya akumulasi gas karbon monoksida (CO) dan membuat pergerakan udara menjadi terhambat karena tingginya uap air dalam udara akan menjadikan kadar pencemar menjadi tinggi, Apabila nilai kelembapan udara tinggi maka konsentrasi karbon monoksida berpotensi tinggi pula.

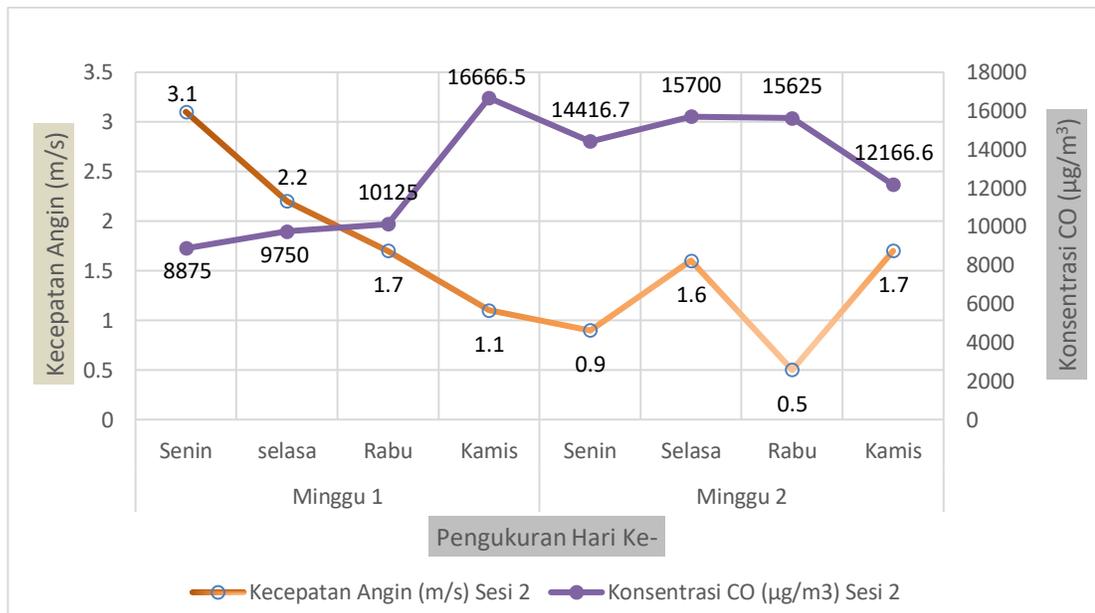
#### **4.5.3 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)**

Data pengaruh kecepatan angin terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO) di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat dilihat pada gambar 28 dan 29.



**Gambar 28.** Hubungan Kecepatan Angin (m/s) Terhadap Konsentrasi CO Pada sesi 1  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

Data pada gambar 28 menunjukkan adanya hubungan negatif atau berbanding terbalik antara kecepatan angin dan konsentrasi karbon monoksida (CO) yang diukur pada sesi 1. Dapat dilihat data konsentrasi karbon monoksida yang didapatkan pada sesi 1 pada nilai tertingginya adalah 6208,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan kecepatan angin yang didapatkan sebesar 0,7 m/s, sedangkan data konsentrasi karbon monoksida (CO) terendah yang didapatkan pada sesi 1 adalah sebesar 3000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan kecepatan angin yang didapatkan sebesar 1,3 m/s. Hubungan berbanding terbalik antara kecepatan angin dan konsentrasi karbon monoksida (CO) sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Supriyadi (2009), yang dimana konsentrasi (CO) nilainya berbanding terbalik dengan kecepatan angin, semakin tinggi nilai kecepatan angin, maka semakin rendah pula kadar konsentrasi karbon monoksida (CO). Kecepatan angin berbanding terbalik dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan, jadi hal tersebut berarti semakin besar kecepatan angin yang berhembus maka konsentrasi karbon monoksida akan semakin kecil, karena konsentrasi karbon monoksida (CO) terdispersi ke segala arah (Noviani et al, 2013).



**Gambar 29.** Hubungan Kecepatan Angin (m/s) Terhadap Konsentrasi CO Pada sesi 2  
*Sumber: Hasil Penelitian, 2023*

Data pada gambar 29 menunjukkan adanya hubungan negatif atau berbanding terbalik antara kecepatan angin dan konsentrasi karbon monoksida (CO) yang diukur pada sesi 2. Dapat dilihat data konsentrasi karbon monoksida yang didapatkan pada sesi 2 pada nilai tertingginya adalah  $16666,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan kecepatan angin yang didapatkan sebesar  $1,1 \text{ m/s}$ , sedangkan data konsentrasi karbon monoksida (CO) terendah yang didapatkan pada sesi 2 adalah sebesar  $8875 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan kecepatan angin yang didapatkan sebesar  $3,1 \text{ m/s}$ . Hubungan berbanding terbalik antara kecepatan angin dan konsentrasi karbon monoksida (CO) serasi dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Supriyadi (2009).

#### **4.6 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan Karbon Monoksida (CO) pada Petugas Keamanan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo**

Berdasarkan Direktorat Jenderal PP dan PL Kementerian Kesehatan Tahun 2012, Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan terdiri dari empat langkah yaitu melakukan identifikasi bahaya, analisis dosis responden, analisis paparan, dan karakteristik risiko. Analisis Risiko paparan CO pada petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dilakukan dengan beberapa tahapan yang diperlukan, yakni sebagai berikut:

#### 4.6.1 Identifikasi Bahaya

Pada penelitian ini bahaya yang menjadi fokus utama dalam mengganggu kesehatan para petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo adalah karbon monoksida (CO), yang merupakan gas yang tidak memiliki bau, warna dan juga rasa sehingga indra manusia kesulitan untuk merasakannya (Bachtiar *et al*, 2017). CO terbentuk dari hasil proses pembakaran tidak sempurna yang berasal dari karbon alam (Dwinanti, 2018). CO ketika berada di udara ambien sangat cepat untuk terhirup dengan manusia dan selanjutnya CO menuju darah, otak bahkan otot. Ketika CO masuk melalui paru-paru maka CO akan keluar melalui jalur paru-paru juga akan tetapi CO mengendap di tubuh selama 1 hari penuh setelah itu CO baru bisa keluar menuju jalur paru-paru (Pamungkas dkk, 2017). Bahaya yang dapat ditimbulkan CO melalui proses dimana CO merusak fungsi tubuh adalah dengan mengikat Hb pada darah, kemampuan CO di dalam mengikat Hb lebih kuat 240 kali lipat ketimbang O<sub>2</sub>. Jika CO mengikat Hb sebanyak 10% maka orang tersebut akan pusing, apabila 20% dapat menyebabkan sesak napas dan jika terus berlanjut sampai dengan lebih dari 40-50% maka dapat menyebabkan koma hingga kematian (Maryanto *et al*, 2009).

#### 4.6.2 Analisis Dosis Responden

Analisis dosis respon digunakan untuk menetapkan nilai kuantitatif toksisitas dari suatu *risk agent*, dimana bertujuan untuk mengetahui apakah berpotensi dalam menimbulkan efek yang tidak baik untuk kesehatan bagi populasi yang beresiko atau tidak bersiko. Analisis dosis responden ini dilakukan dengan mencari nilai *RFC* (*Reference Concentration*), yang merupakan nilai yang dimana dosis/konsentrasi dari pajanan harian agen risiko non karsinogenik yang diestimasi tidak menimbulkan efek yang mengganggu walaupun pajanan terjadi sepanjang hayat (Mukono, 2011). Data dosis acuan pada umumnya dikeluarkan dari *Integrated Risk Information System* (IRIS) EPA, dikarenakan belum adanya dosis acuan untuk itu nilai *RfC* didapat dari PP RI Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Lingkungan Hidup, yaitu 4000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  yang kemudian dikonversi menjadi 10  $\text{mg}/\text{m}^3$  dan kemudian disubstitusikan ke dalam nilai *default* pada Direktur Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan Tahun 2012, R: 0,83  $\text{m}^3/\text{jam}$ , W<sub>b</sub>: 55 kg, t<sub>E</sub>: 8 jam/hari, f<sub>E</sub>: 250 hari/tahun D: 30 tahun atau 10.950 hari, t<sub>avg</sub>: 30 x 365 hari/tahun.

$$RfC = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

$$RfC = \frac{4 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 8 \frac{jam}{hari} \times 250 \frac{hari}{tahun} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$RfC = 0,33076 \text{ mg/kg/hari}$$

#### 4.6.3 Analisis Paparan

Analisis paparan dilakukan dengan menghitung nilai *intake*. Perhitungan nilai *intake* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2. Komponen yang dibutuhkan dalam perhitungan nilai *intake* para petugas keamanan sebagai berikut:

##### 1. Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) yang didapatkan dan digunakan untuk dimasukkan ke dalam rumus untuk masing-masing para petugas keamanan konsentrasi rata-rata pengukuran sampling selama dua minggu yang telah diubah satuannya menjadi  $mg/m^3$  sebab untuk perhitungan ARKL menggunakan konsentrasi CO yaitu dengan satuan  $mg/m^3$  sebagaimana seperti yang sudah ditampilkan pada tabel 7 diatas. Data konsentrasi karbon monoksida (CO) yang sudah didapatkan nantinya digunakan untuk perhitungan *intake* sehingga setelah itu akan didapatkan nilai *intake*-nya yang kemudian akan disubstitusikan lagi ke perhitungan karakteristik risiko.

##### 2. Laju Inhalasi

Laju inhalasi merupakan banyaknya udara yang dihirup oleh siswa ke-4 SDN tersebut setiap jam yang dinyatakan dalam satuan  $m^3/jam$ . Berdasarkan pedoman ARKL Dirjen PP dan PL Kemenkes (2012), laju inhalasi untuk orang dewasa adalah  $0,83 m^3/jam$ , maka dari itu nantinya perhitungan *intake* menggunakan nilai  $0,83 m^3/jam$  sebab usia para petugas kemanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo semuanya berusia di atas 18 tahun atau dewasa.

##### 3. Berat Badan

Berat badan para petugas keamanan di Universitas Jambi Kampus Mendalo diambil secara langsung menggunakan timbangan pengukur berat badan, lalu data berat badan tersebut ditulis di dalam lembar kuisisioner, didapati hasil untuk empat orang petugas keamanan secara berturut-turut, yaitu 52 kg, 53 kg, 58 kg, dan 65 kg.

##### 4. Waktu Paparan ( $t_E$ )

Waktu paparan adalah lamanya waktu para petugas keamanan terpapar oleh konsentrasi karbon monoksida (CO) yang dinyatakan dalam satuan jam/hari.

Waktu paparan mulai dari hari senin hingga jum'at dan waktu yang digunakan pada penelitian ini adalah saat waktu jam yang tidak terlalu ramai yang diwakilkan pada pukul 10.00 – 11.00 WIB, serta pada saat waktu jam yang ramai yang diwakilkan pada pukul jam isoma, yaitu pada pukul 12.00 -13.00 WIB, yang nantinya data yang didapatkan dari 2 kali sesi pengambilan tersebut dijumlahkan lalu dibagi dua untuk mendapatkan hasil rata-ratanya.

5. Frekuensi Paparan ( $f_E$ )

Frekuensi paparan yaitu lama hari dalam satu tahun untuk siswa terpapar karbon monoksida (CO) ketika berada di kawasan menunggu jemputan di masing-masing sekolah dan dinyatakan dalam satuan hari/tahun. Data frekuensi paparan didapatkan melalui lamanya hari sekolah dalam satu tahun dikurangkan dengan lamanya libur naik kelas dikurangkan dengan lamanya libur nasional dan cuti bersama. Secara spesifik rumus yang digunakan untuk mencari data frekuensi paparan sebagai berikut:

*Frekuensi Paparan ( $f_E$ ): Jumlah hari akademik – Libur akhir pekan – Libur nasional dan cuti bersama*

6. Durasi Paparan ( $D_t$ )

Durasi paparan ( $D_t$ ) diartikan sebagai lamanya waktu terjadi paparan karbon monoksida (CO) terhadap para petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo saat menjaga dan bersiaga di kawasan jalan keluar masuk yang melewati gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dalam setiap tahunnya yang dinyatakan dalam satuan tahun. Pada penelitian kali ini petugas keamanan yang ditugaskan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo berjumlah empat orang dan durasi lamanya paparan yang telah dirasakan empat petugas keamanan berturut-turut, yaitu 3 bulan, 4 bulan, 8 bulan, dan 4 tahun.

7. Periode Rata-rata Hari Efek Non Karsinogenik ( $T_{avg}$ ) Karbon Monoksida (CO)

Periode rata-rata hari efek non karsinogenik didapatkan dari durasi paparan yang dikalikan dengan 365 hari. Nilai inilah yang akan di input pada perhitungan *intake* nantinya. Efek non karsinogenik adalah efek paparan pencemar yang mengenai tubuh dan tidak menyebabkan kanker.

8. Perhitungan *Intake* ( $I$ )

*Intake* atau laju asupan merupakan proses masuknya suatu pencemar atau agen resiko yang dapat menimbulkan efek kesehatan untuk tubuh manusia dan dinyatakan dalam satuan mg/kg/hari. Dalam perhitungannya *intake*

membutuhkan data primer baik itu berupa pengukuran langsung ataupun perhitungan sistematis dan juga data sekunder yang diperoleh dari penelitian dan referensi pihak lain.

Perhitungan *intake* menggunakan persamaan 2 dengan memasukkan data-data yang telah diperoleh sebelumnya dari data primer dan sekunder. Data perhitungan *intake* dapat dilihat pada lampiran. berikut salah satu contoh perhitungan *intake* petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo:

Responden 1 Petugas Keamanan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo

- Intake* : Laju asupan (mg/kg/hari)
- C (Konsentrasi CO) : 8,2104 mg/m<sup>3</sup>
- R (Laju Inhalasi) : 0,83 m<sup>3</sup>/jam
- t<sub>E</sub> (Lama Paparan tiap hari) : 11 jam/hari
- f<sub>E</sub> (Frekuensi paparan) : 250 hari/tahun
- D<sub>t</sub> (Durasi paparan) : 4 tahun
- W<sub>b</sub> (Berat badan) : 65 kg
- t<sub>AVG</sub> (Periode waktu rata-rata) : 1460 hari

$$Ink = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}} \dots\dots\dots(Persamaan 2)$$

$$Ink = \frac{8,2104 \times 0,83 \times 11 \times 250 \times 4}{65 \times 1460}$$

$$Ink = 0.78989415 \text{ mg/kg/hari}$$

Berdasarkan contoh perhitungan di atas maka dapat dilihat nilai besarnya intake berbanding lurus dengan konsentrasi, laju inhalasi, waktu paparan, frekuensi paparan, durasi paparan dan berbanding terbalik dengan berat badan dan waktu rata-rata efek non karsinogenik.

**Tabel 8.** Perhitungan *Intake* Semua Responden Petugas Keamanan

Responden	Berat Badan	CO (mg/m <sup>3</sup> )	FE (hari/tahun)	D <sub>t</sub> (tahun)	R (m <sup>3</sup> /jam)	T <sub>avg</sub> (hari)	Intake (mg/kg/hari)
1	65 kg	8.2104	250	4	0.83	1460	0.789894
2	58 kg	8.2104	250	0.33	0.83	120	0.888546
3	53 kg	8.2104	250	0.58	0.83	212	0.967367
4	52 kg	8.2104	250	0.67	0.83	245	0.985554

Dapat dilihat pada tabel 8 dan lampiran 3, perhitungan *intake* pada petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo menunjukkan nilai *intake* tertinggi, yaitu sebesar 0,9856 mg/kg/hari dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) sebesar 8,2104 mg/m<sup>3</sup>, waktu paparannya adalah 11 jam/hari, durasi paparannya selama 4 tahun dan berat badan petugas keamanan tersebut 65 kg, nilai *intake* yang tinggi disebabkan oleh perkalian konsentrasi karbon monoksida (CO) yang melebihi batas aman yaitu sebesar 8,2104 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan batas aman konsentrasi karbon monoksida (CO) yang masih aman dihirup sebesar 4 mg/m<sup>3</sup> dan waktu paparan yang panjang yaitu selama 11 jam. Kadar karbon monoksida (CO) yang melebihi baku mutu menandakan bahwa udara di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo terjadi penurunan kualitas udara. Menurut Ningsih (2012) pencemaran karbon monoksida dapat menyebabkan resiko kesehatan seperti pusing, pingsan, hingga menyebabkan kematian apabila kadar gas karbon monoksida (CO) semakin tinggi. Petugas keamanan yang mengalami paparan karbon monoksida tinggi dapat menyebabkan rasa kepala pusing, rasa cepat lelah setelah bekerja, mata berkunang-kunang jika cepat berdiri dari duduk atau jongkok. Faktor yang mempengaruhi tingginya pencemaran di Pasar Kebalen Kota Malang sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Devita dkk (2017) tingginya kadar karbon monoksida (CO) dapat disebabkan oleh banyaknya penggunaan kendaraan bermotor yang melintas. Lingkungan gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo yang setiap hari dilalui kendaraan yang keluar masuk melintasi gerbang tersebut sangat berpotensi bagi kesehatan petugas keamanan yang pada jam kerjanya terpajan secara langsung terus-menerus. Paparan secara terus menerus akan mempengaruhi jumlah asupan dari gas tersebut dimana durasi paparan berbanding lurus dengan asupan atau *intake*. Semakin lama seseorang tinggal di daerah yang tercemar maka semakin tinggi risiko terhadap gangguan kesehatan.

#### **4.6.4 Karakteristik Risiko Kesehatan**

Karakteristik risiko merupakan tahapan akhir dari Analisis Risiko Kesehatan dimana *outputnya* nanti akan disimpulkan apakah paparan CO yang memapari petugas keamanan tersebut berbahaya atau tidak bagi kesehatannya. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan antara nilai *RfC* dengan nilai *intake* yang telah dihitung sebelumnya. Karakteristik risiko dilambangkan dengan RQ apabila

nilai  $RQ \leq 1$  maka kesehatan petugas keamanan yang terpapar CO tergolong aman akan tetapi jika  $RQ > 1$  maka kesehatan petugas keamanan dinyatakan tidak aman.

Dalam menentukan karakteristik risiko menggunakan rumus sesuai dengan persamaan ke 3 dimana menggunakan data intake yang telah dihitung sebelumnya sehingga nantinya akan disubstitusikan ke persamaan 3 dan dibagi dengan nilai  $RfC$  dimana telah dihitung sesuai dengan ketetapan Direktur Jendral PP dan PL Kemenkes (2012). Data perhitungan karakteristik risiko ( $RQ$ ) seluruh responden petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat dilihat pada lampiran 4. Berikut adalah contoh perhitungan karakteristik risiko ( $RQ$ ) pada petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo:

Responden 1 petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo:

$$RQ = \frac{I}{RfC} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 3)}$$

$$I = 0,78989415 \text{ mg/kg/hari}$$

$$RfC = 0,330759651 \text{ mg/kg/hari}$$

$$RQ = \frac{I}{RfC} = \frac{0,78989415 \text{ mg/kg/hari}}{0,330759651 \text{ mg/kg/hari}} = 2,3881$$

Berdasarkan contoh perhitungan di atas tersebut karakteristik perhitungan  $RQ$  sangat dipengaruhi oleh nilai *intake* karena seperti yang diketahui untuk nilai  $RfC$  sendiri itu bersifat tetap atau tidak berubah. Dari perhitungan di atas juga dapat kita lihat bahwa responden 1 nilai  $RQ \geq 1$ ,

**Tabel 9. Perhitungan RQ semua petugas keamanan**

Responden	Berat Badan	CO	FE	Dt	R	Tavg	Intake	Rfc	RQ
1	65 kg	8.2104	250	4	0.83	1460	0.7899	0.33076	2.3881
2	58 kg	8.2104	250	0.33	0.83	120	0.8885	0.33076	2.6864
3	53 kg	8.2104	250	0.58	0.83	212	0.9674	0.33076	2.9247
4	52 kg	8.2104	250	0.67	0.83	245	0.9856	0.33076	2.9797

Dapat dilihat pada tabel 9, semua responden petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo nilai  $RQ \geq 1$  atau tidak aman yang mana menurut pedoman ARKL Kementerian Kesehatan Tahun 2012 menyatakan jika tingkat risiko dengan nilai  $RQ \geq 1$  tidak aman.

Hasil kuesioner tentang keluhan penyakit didapatkan jawaban semua responden kadang-kadang mengalami pusing, mata perih, serta semua petugas keamanan juga mempunyai kebiasaan merokok. Gejala awal yang dialami Jika seseorang menghirup gas karbon monoksida (CO) antara lain pusing, sakit kepala,

mual dan muntah, jika kondisi terus berlanjut dan semakin banyak gas karbon monoksida (CO) yang terhirup maka akan muncul gejala lanjutan seperti sesak nafas, mengalami gangguan penglihatan, mengalami gangguan konsentrasi, hilang kesadaran bahkan dapat menyebabkan kematian. Jika gas karbon monoksida (CO) terhirup selama satu jam atau pada konsentrasi karbon monoksida (CO) 50–100 ppm maka akan mengalami gangguan keseimbangan, sakit kepala, dan pusing (Prabowo, 2018). Perhitungan karakteristik risiko kesehatan pada petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat dilihat pada lampiran 5 dan menghasilkan RQ tertinggi sebesar 2,9797, lalu kemudian diikuti nilai *intake*-nya sebesar 0,9855, konsentrasi CO sebesar 9,4205  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , lama paparan selama 11 jam, jumlah tahun terjadi pajanan selama 4 tahun dan berat badan 65 kg, sedangkan nilai RQ terendah sebesar 2,3881, lalu kemudian diikuti nilai *intake*-nya sebesar 0,9855, konsentrasi CO sebesar 9,4205  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , lama paparannya 11 jam, jumlah tahun terjadi pajanan selama 8 bulan dan berat badan 52 kg.

Dilihat dari perbandingan 2 data RQ terbesar dan RQ terkecil diatas dapat disimpulkan bahwa, hubungan antara nilai intake dengan risiko kesehatan adalah berbanding lurus. Apabila nilai intake semakin besar maka semakin besar pula risiko kesehatan yang diterima manusia. Besar kadar pencemar udara juga mempengaruhi nilai RQ dan besar kadar udara juga berhubungan langsung dengan banyaknya sumber pencemar udara. Perhitungan intake berdasarkan rumus intake ARKL menunjukkan bahwa semakin berat seseorang maka semakin kecil efek dari suatu paparan (Mukono, 2006). Berat badan adalah salah satu faktor penentu yang mempengaruhi jumlah asupan yang masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi. Besarnya nilai intake berbanding lurus dengan nilai konsentrasi bahan kimia, laju asupan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan, sedangkan asupan berbanding terbalik dengan nilai berat badan dan periode waktu rata-rata. Sehingga semakin besar berat badan maka akan semakin kecil risiko kesehatannya. masa kerja menentukan lama paparan seseorang terhadap faktor risiko. Lama masa kerja seseorang meningkatkan risiko terkena penyakit pernafasan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama kerja seseorang akan semakin lama pula waktu terjadi paparan terhadap gas pencemar. Inhalasi benda asing ke dalam saluran pernafasan dapat menyebabkan peradangan di saluran pernafasan (Nukman *et al.*, 2005)

#### **4.7 Manajemen Risiko**

Manajemen risiko merupakan suatu upaya untuk melindungi populasi yang terpajan dengan berbagai cara, dapat dilakukan dengan menghindari kontak,

mengurangi kontak atau menggunakan alat pelindung diri. Namun dalam perhitungan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, manajemen risiko yang dilakukan adalah dengan menentukan batas aman yang dapat melindungi populasi, yaitu dengan menurunkan konsentrasi pajanan, mengurangi waktu pajanan dan frekuensi pajanan. Manajemen risiko kesehatan merupakan proses yang bertahap dan berkesinambungan. Tujuan utama manajemen risiko kesehatan adalah menurunkan risiko pada tahap yang tidak bermakna sehingga tidak menimbulkan efek buruk terhadap kesehatan pekerja (Seaton, 1994).

Manajemen risiko salah satu metode untuk menangani risiko sehingga diketahui apakah suatu agen risiko aman/dapat diterima atau tidak. Manajemen risiko bukan termasuk langkah ARKL melainkan tindak lanjut yang harus dilakukan jika hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman (Sulaeman, 2019). Universitas Jambi harus mulai menerapkan sistem K3 yang melindungi petugas keamanan dari paparan emisi gas kendaraan bermotor, sebaliknya petugas keamanan harus menjalankan sistem K3 yang sudah diterapkan oleh pihak manajemen.

Dapat dilihat pada gambar 30, pencegahan paparan CO terhadap petugas keamanan bisa diterapkan berdasarkan hirarki control K3 yaitu eliminasi, substitusi, kontrol teknis, administrasi dan APD. Banyak hal yang bisa dilakukan dalam rangka pencegahan dampak paparan gas CO terhadap petugas keamanan, diantaranya adalah:

1. Eliminasi (*elimination*)

Kendaraan bermotor dalam hal ini merupakan salah satu sumber pencemar yang terkait dengan sistem dan sarana transportasi. Dalam dasar penetapan kebijakan pengendalian pencemaran udara pada dasarnya mencakup banyak pertimbangan, baik aspek teknis dan teknologi pengendalian itu sendiri, maupun aspek sosial dan ekonomi yang akan terkait dengan strategi pengendalian dan teknologi pengendalian yang diterapkan. Eliminasi bisa berarti mengurangi jumlah kendaraan pribadi yang digunakan terutama yang memiliki buruk, dan uji emisi yang sering dilakukan seharusnya juga memutuskan kendaraan tersebut layak atau tidak untuk digunakan, larang penggunaan yang sudah benar-benar tidak layak. Upaya penegakan hukum ini tentunya sangat berat, namun perlu dan harus dicoba.

2. Substitusi (*substitution*)

Pemerintah harus mampu men-substitusikan kendaraan yang tidak layak jalan dengan menyediakan angkutan massal umum yang memadai, lebih tepatnya perbanyak angkutan umum berenergi Listrik dan Masyarakat juga harus terus dipahamkan pentingnya Kerjasama mengatasi masalah populasi ini. Cara lain untuk mobilisasi secara individu, untuk jarak yang memungkinkan, mahasiswa gunakanlah sepeda atau berjalan kaki.

3. Rekayasa Teknik (*enginerring control*)

Subsidi konversi mesin dari yang semula bahan bakar minyak (BBM) menjadi kendaraan listrik dan penambahan *exhaust fan* pada pos penjagaan untuk memasukkan angin segar kedalam pos penjagaan.

4. Pengendalian administrasi (*administration control*)

Pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat, rotasi kerja untuk mengurangi lama paparan setiap harinya, penerapan prosedur kerja, pengaturan kembali jadwal kerja, pelatihan keahlian K3 termasuk di dalamnya bahaya mengenai paparan gas karbon monoksida (CO) untuk petugas keamanan.

5. Alat pelindung diri (*personal protective equipment*)

Penggunaan alat pelindung diri selama bertugas misalnya penggunaan masker yang sesuai dengan peruntukan pencegahan terhirupnya gas buang kendaraan bermotor termasuk karbon monoksida (CO).

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) terhadap petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengukuran langsung yang dilaksanakan selama 2 minggu dengan, yaitu setiap hari senin - kamis pada tanggal 20 November – 24 November 2023 dan juga pada tanggal 09 Desember - 13 Desember 2023, serta dilakukan 2 kali sesi pengukuran, yaitu sesi pertama pukul 10.00 – 11.00 untuk mewakili waktu yang tidak terlalu ramai dan sesi kedua dilaksanakan pada pukul 12.00 – 13.00 untuk mewakili kondisi yang ramai didapatkan nilai konsentrasi CO tertinggi saat sesi 1 pada hari senin minggu pertama dengan nilai sebesar  $6208,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , untuk data terendah yang didapatkan pada sesi 1 pengukuran adalah hari rabu minggu pertama dengan nilai  $2208,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , serta rata-rata pengukuran selama delapan hari pada sesi 1 didapatkan dengan nilai  $3305,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil pengukuran tertinggi yang didapatkan pada sesi 2 sebesar  $16666,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pada hari kamis minggu kedua, sedangkan untuk hasil pengukuran terendah didapatkan pada pengukuran hari senin minggu pertama sebesar 8875, serta rata-rata yang didapatkan untuk sesi 2 sebesar  $12915,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Rata-rata sesi 1 dan sesi 2 dijumlahkan lalu dibagi dua per harinya adalah  $8210 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sudah melewati batas baku mutu yang diperbolehkan dalam lampiran ke VII PP No 22 Tahun 2021 yaitu tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu  $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
2. Berdasarkan analisis risiko kesehatan pada petugas keamanan akibat pajanan konsentrasi CO di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo didapatkan karakteristik risiko kesehatan pada petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo menghasilkan RQ tertinggi sebesar 2,9797, lalu kemudian diikuti nilai *intake*-nya sebesar 0,9855, konsentrasi CO sebesar  $9,4205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lama paparan selama 11 jam, jumlah tahun terjadi pajanan selama 4 tahun dan berat badan 65 kg, sedangkan nilai RQ terendah sebesar 2,3881, lalu kemudian diikuti nilai *intake*-nya sebesar 0,9855, konsentrasi CO sebesar  $9,4205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lama paparannya 11 jam, jumlah tahun terjadi pajanan selama 8 bulan dan berat

badan 52 kg. Semua responden petugas keamanan yang berjumlah 4 orang di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo nilai  $RQ \geq 1$  atau tidak aman yang mana menurut pedoman ARKL Kementerian Kesehatan Tahun 2012 menyatakan jika tingkat risiko dengan nilai  $RQ \geq 1$  dinyatakan tidak aman.

## **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan masker sebagai alat perlindungan diri pernapasan petugas keamanan yang sedang melaksanakan tugasnya tetap harus diupayakan sebagai salah satu bentuk pencegahan masuknya konsentrasi karbon monoksida (CO) ke dalam sistem pernapasan.
2. Membuka akses keluar masuk kendaraan bermotor lainnya agar pengguna kendaraan bermotor tidak terlalu padat melewati satu akses, sehingga hal tersebut akan menekan jumlah konsentrasi karbon monoksida (CO) yang tinggi.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan beberapa Universitas dengan karakteristik kawasan yang berbeda sehingga nantinya dapat terlihat Perbandingan konsentrasi karbon monoksida (CO) yang terukur di masing-masing Universitas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T. Y. (2012). *Pedoman Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)*. (2012). *Toxicological Profile for Carbon Monoxide*. Atlanta, U.S. Department Of Health and Human Services, Public Health Service.
- Agustina, Lisa, Presli Panusunan Simanjuntak, dan Aulia Nisa'ul Khoir. 2019. Pengaruh Parameter Meteorologi terhadap Konsentrasi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> di DKI Jakarta. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*. 6(2): 39-47.
- Aldrich, Tim E, and Jack Griffith. (1993). *Environmental Epidemiologi and Risk Assessment*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Anggelina, Y. K., Amalia, N., Anggraini, F. J., & Rodhiyah, Z. (2022). Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Pedagang Pasar Tradisional Kota Jambi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 8(1), 46-55.
- Anjasari I. (2019). Evaluasi Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor Di Kampus UIN Sunan Ampel Surabaya. *Jurnal Lingkungan*. 5(1), 1-87.
- Anonim, (2021). Peraturan Pemerintahan Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32, Tambahan Lembar Negara Republik Indonesia Nomor 6634. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Jambi dalam Angka 2022*, Badan Pusat Statistik Kota Jambi, Jambi.
- Cahyadi, W., Achmad, B., Suhartono, E., & Razie, F. (2016). Pengaruh Faktor Meteorologis dan Konsentrasi Partikulat terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)(Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015). *enviroscienta*, 12(3), 302-311.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK)*. Direktora Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Devita Nur A, Nurjazuli, & Tri Joko. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Karbon Monoksida Pada Petugas Pengumpul Tol di Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5(3).
- Direktorat Jenderal PP dan PL Kementerian Kesehatan Tahun 2012 Tentang Pedoman Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).
- Dwinanti, I, R. (2018). Identifikasi Paparan CO, Kebiasaan, Dan Kadar C<sub>ohb</sub> Dalam Darah Serta Keluhan Kesehatan di Basement Apartemen Waterplace. Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 10(1).
- Etikan, Ilker. (2016). *Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling*. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*.

- Ginting, I. A. P., 2017. Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Faktor Meteorologi (Suhu, Kecepatan Angin dan Kelembaban) Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Udara Ambien Roadside (Studi Kasus Pintu Tol Amplas dan Pintu Tol Tawang Morawa), Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Google Earth. 2024. *Universitas Jambi pada Google Earth*. <https://www.google.co.id/maps>. Diakses pada tanggal 13 Mei 2024.
- Hodijah, N., & Amin, B. (2014). Estimasi Beban Pencemar Dari Emisi Kendaraan Bermotor. *Dinamika Lingkungan Indonesia*. 1, 71–79.
- Ibrahim, Z., Boekoesoe, L., & Lalu, N. A. S. (2022). *Identification of Ambient Air Quality Around the City of Gorontalo*. 1(1), 24–33.
- Indonesia, Undang Undang NO. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32, Tambahan Lembar Negara Republik Indonesia Nomor 6634. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Jason J. Rose, Ling Wang, Qinzi Xu. (2017). *Carbon Monoxide Poisoning: Pathogenesis, Management, and Future Directions of Therapy*. *ATS Journal*. 195, (5)
- Karliansyah. (2018). Perbandingan Kadar Karbon Monoksida (CO) di Udara Ambien berdasarkan Keberadaan Pohon Angsana (*Pterocarpus Indicus*) di beberapa Jalan Raya. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Kemenkes. (2012). "Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)". Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemenlh. (2012). "Uji Emisi Kendaraan Bermotor". Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khairina, M. (2019). Gambaran Kadar CO Udara, CoHB Dan Tekanan Darah Pekerja Basement Pusat Perbelanjaan X Kota Malang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2).
- Kurniawati, Irma Dita, Ulfa Nurullita dan Mifbakhuddin. 2017. Indikator Pencemaran Udara Berdasarkan Jumlah Kendaraan dan Kondisi Iklim. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 12(2), 19-24.
- Kusuma Y. (2013). Pengaruh Bahan Bakar Pada Aktivitas Transportasi Terhadap Pencemaran Udara. *Sigma-Mu*, 5(1), 88–101.
- Lee KKK, Spath N, Miller MRR, Mills NLL, Shah ASVSV. (2020). *Short-term exposure to carbon monoxide and myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis*. *Environ Int*. 1(2), 143.
- Louise W Kao, Kristine A Nanagas. (2004). *Carbon Monoxide Poisoning*. *Emergency Medicine Clinics Of North America*. 985-1018.

- Mahyudin, M. (2019). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Siswa Melanjutkan Pendidikan Tinggi Ke Universitas Terbuka (Studi Kasus SLTA Negeri dan Swasta Sederajat di Provinsi Jambi). *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, 9(1), 32.
- Mukono B. (2006). Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Edisi Kedua. Surabaya: Airlangga University Press.
- Noviani,E, Tobing,K.R., Tetriana,I., Istirokhatun,T. (2013). Pengaruh jumlah kendaraan dan faktor meteorologis (suhu, kecepatan angin) terhadap peningkatan konsentrasi gas pencemar CO, NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya Sukun Raya, dan Ngesrep Timur V). *DIPOIPTEKS*, 1(1), 25-28
- Nurmaningsih D.R. (2018). Analisis Kualitas Udara Ambien Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor di Kawasan Coyudan, Surakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 46-53.
- Nukman. Atrisman, Rahman. Abdur, Warouw, Sonny, Setiadi. Moh Ichsan. (2005). Analisis dan Manajemen Risiko Kesehatan Pencemaran Udara: Studi Kasus di Sembilan Kota Besar Padat Transportasi. *Jurnal Ekologi Kesehatan*.4(2), 270–289.
- Pangkalan Data Pendidikan Tinggi. (2024). "Data Mahasiswa Universitas Jambi". [https://pddikti.kemdikbud.go.id/data\\_pt/NDg3MTU0NjktQzE2NS00ODJELUI3QkYtODdCOEEyNjhFNUEz](https://pddikti.kemdikbud.go.id/data_pt/NDg3MTU0NjktQzE2NS00ODJELUI3QkYtODdCOEEyNjhFNUEz) (diakses 05 Juni 2024).
- Paramitha, N. (2016). Hubungan Volume Kendaraan Bermotor, Suhu, Kelembaban, Arah dan Kecepatan Angin dengan Konsentrasi CO di Ruang Parkir Bawah Tanah (Dalam Ruang) dan di Ruas Jalan (Luar Ruang) (Studi Kasus : Malioboro Mall, Yogyakarta). Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan Diponegoro. Semarang.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah.
- PK Handa, DYH Tai. (2005). *Carbon Monoxide Poisoning: A Five-year Review at Tan Tock Seng Hospital, Singapore*. *Ann Acad Med Singapore*. 3(4), 611-4.
- Prabowo, K., & Muslim, B. (2018). *Penyehatan Udara*. Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan.
- Pratama, D. S. (2021). Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor Dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Di Bundaran Aloha Kabupaten Sidoarjo. Uin Sunan Ampel Surabaya.
- Pratiwi A, Zaenab Z. (2020). Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Kepadatan Kendaraan Dengan Kandungan Karbon Monoksida (CO) Di Kota Makassar Tahun 2019. *Sulolipu Media Komun Sivitas Akad dan Masy*. 20(1), 35.
- Pringadie, Heri Budi. (2019). Strategi Penanggulangan Pencemaran Udara Dari Sektor Transportasi. Teknik Planologi. Universitas Pasundan.

- Rionaldo E, Sulistiyani, Mursid R. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Gas CO Melalui Inhalasi Pada Pedagang di Sepanjang Jalan Depan Pasar Projo Ambarawa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5(5).
- Rivanda, A. (2015). Pengaruh Paparan Karbon Monoksida Terhadap Daya Konduksi Trakea. *Journal Majority*, 4(8), 153–159.
- Rosyidah, M. (2016). Polusi Udara dan Kesehatan. *Jurnal Teknik Industri*, 1(11), 5–8.
- Sastroasmoro Sudidgo, Ismael Sofyan. (2008). Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2(5).
- Sentra Informasi Keracunan. (2022). "Bahaya Karbon Monoksida". Kemkes.go.id <https://www.kemkes.go.id/article/print/22073000001/perokok-anak-masih-banyak-revisi-pp-tembakau-diperlukan.html> (diakses 19 Agustus 2023).
- Sherli Wahyuni, DKK., (2019), Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Anak Sekolah Di SD Negeri Kakatua Kota Makassar Tahun 2017. Makassar. *Jurnal Higiene*. 1(5).
- Sulaeman. (2019). Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Kualitas Kehidupan Kerja Dan Produktivitas Kerja. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Supriyadi. (2009). Penerapan *Model Finite Length Line Source* untuk Menduga Konsentrasi Polutan dari Sumber Garis (Studi Kasus di Jalan M. H. Thamrin, DKI Jakarta). Institut Pertanian Bogor. Bogo
- Syech, Riad, Usman Malik, dan Riska Fitriani. 2017. Analisis Pengaruh Partikulat Matter PM 10 terhadap Suhu, Kelembapan Udara dan Kecepatan Angin di Daerah Kulim Kota Pekanbaru. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*. 14(2),
- Tarwaka. (2008). Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Manajemen dan Implementasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press. 1032-1036.
- Wahyuni, S., Susilawaty, A., Bujawati, E., & Basri, S. (2019). Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Anak Sekolah di SD Negeri Kaka Tua Makassar Tahun 2017. *Computers and Industrial Engineering*. 2(6).
- Wilbur S, Williams M, Williams R, Scinicariello F, Klotzbach JM, Diamond GL, et al. (2012). *Toxicological profile for carbon monoxide*. US Agency Toxic Subst Dis Regist. 1-347.

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran 1. Lembar Kuisisioner Penelitian

#### KUISISIONER PENELITIAN

#### ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL) PAJANAN KARBON MONOKSIDA (CO) PADA PETUGAS KEAMANAN KAMPUS DI GERBANG UTAMA UNIVERSITAS JAMBI KAMPUS MENDALO

<b>A. Identitas Responden</b>		
A1	Nama Responden	
A2	Nomor Handphone	
A3	Tempat dan Tanggal Lahir	
A4	Umur	
A5	Berat Badan	
<b>B. Karakteristik Petugas Keamanan</b>		
B1	Sudah berapa tahun anda bekerja sebagai petugas keamanan di UNJA?	
B2	Berapa jam tiap shift lama andabekerja?	
B3	Berapa hari dalam seminggu anda bekerja?	
B4	Apakah pernah mengalami gangguan kesehatan ini, selama bekerja (jawaban bisa lebih dari satu)	a. mata perih b. pusing/ sakit kepala c. mual d. sesak nafas e. batuk f. pilek g. tremor h. kehilangan kesadaran
B5	Apakah anda menggunakan masker saat bekerja?	YA / TIDAK
B6	Apakah anda merokok?	YA / TIDAK

**Lampiran 2. Data Arah dan Kecepatan Angin di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo**

Tahun	Pengukuran Ke-	Sesi	Arah	Kecepatan (m/s)
2023	1	1	U-S	1.4
2023	1	2	U-S	0.9
2023	2	1	BL-TGR	1.5
2023	2	2	BL-TGR	1.1
2023	3	1	TL-BD	1.7
2023	3	2	TL-BD	0.8
2023	4	1	U-S	1.4
2023	4	2	U-S	2.9
2023	5	1	U-S	0.7
2023	5	2	U-S	1
2023	6	1	U-S	2.9
2023	6	2	U-S	2.1
2023	7	1	U-S	1
2023	7	2	U-S	0.6
2023	8	1	BL-TGR	2.9
2023	8	2	BL-TGR	1.9

**Lampiran 3. Data Jumlah Kendaraan Berdasarkan Jenisnya Yang Melintas di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo**

Hari & Jam		sesi	Banyak Kendaraan		
Hari	Jam		Motor	Mobil	Truk
senin/ 20 November	10:05	1	223	17	1
	10:10		198	26	0
	10:15		213	16	0
	10:20		217	21	2
	10:25		210	20	0
	10:30		183	19	0
	10:35		177	15	0
	10:40		189	14	0
	10:45		203	16	0
	10:50		198	11	0
	10:55		205	22	0
	11:00		231	17	0
	senin/ 20 November		12:05	2	301
12:10		268	13		0
12:15		306	8		0
12:20		277	23		0
12:25		283	11		0
12:30		302	16		0
12:35		305	15		0
12:40		299	12		0
12:45		403	23		0
12:50		367	15		0
12:55		316	13		0
13:00		397	20		0
selasa/ 21 November		10:05	1		207
	10:10	185		6	0
	10:15	201		9	0
	10:20	207		16	0
	10:25	201		10	0

	10:30		197	17	2
	10:35		182	15	0
	10:40		172	21	0
	10:45		196	11	1
	10:50		204	2	0
	10:55		195	6	0
	11:00		207	12	0
Selasa/ 21 November	12:05		289	7	0
	12:10		217	12	0
	12:15		253	14	0
	12:20		209	16	0
	12:25		301	8	0
	12:30		283	19	0
	12:35		292	21	0
	12:40		312	20	0
	12:45		321	6	0
	12:50		398	21	0
	12:55		307	26	0
		13:00	2	375	29
Rabu/ 22 November	10:05		201	10	0
	10:10		198	7	0
	10:15		179	12	0
	10:20		194	12	0
	10:25		178	16	1
	10:30		203	9	0
	10:35		193	6	0
	10:40		205	11	0
	10:45		189	8	0
	10:50		167	22	0
	10:55		174	13	0
		11:00	1	194	13
Rabu/ 22 November	12:05		193	9	0
	12:10		202	6	0
	12:15	2	178	8	0

	12:20		186	4	0
	12:25		195	5	0
	12:30		207	10	0
	12:35		278	11	0
	12:40		306	6	0
	12:45		276	8	0
	12:50		324	11	0
	12:55		367	23	0
	13:00		322	19	0
Kamis/ 23 November	10:05		193	21	0
	10:10		188	16	0
	10:15		203	11	0
	10:20		179	6	0
	10:25		211	8	0
	10:30		103	21	1
	10:35		192	19	0
	10:40		203	12	0
	10:45		212	7	2
	10:50		194	6	0
	10:55		173	9	0
	11:00	1	201	11	0
Kamis/ 23 November	12:05		208	12	0
	12:10		203	11	0
	12:15		198	5	0
	12:20		211	7	0
	12:25		232	8	0
	12:30		201	18	0
	12:35		248	10	0
	12:40		223	6	0
	12:45		271	12	0
	12:50		291	13	0
	12:55		284	4	0
		13:00	2	352	27
Senin/ 04 Desember	10:05	1	211	15	0

	10:10		200	23	0
	10:15		212	20	2
	10:20		230	19	0
	10:25		246	19	0
	10:30		194	22	0
	10:35		222	16	2
	10:40		234	22	0
	10:45		198	18	0
	10:50		214	19	0
	10:55		207	20	0
	11:00		235	19	2
Senin/ 04 Desember	12:05		209	9	0
	12:10		203	14	0
	12:15		162	4	0
	12:20		176	7	0
	12:25		201	4	0
	12:30		319	29	0
	12:35		298	19	0
	12:40		323	14	0
	12:45		309	11	0
	12:50		342	17	0
	12:55		267	19	0
13:00	2	354	23	0	
Selasa/ 05 Desember	10:05		192	12	0
	10:10		200	5	0
	10:15		199	12	1
	10:20		203	5	0
	10:25		211	9	0
	10:30		178	17	0
	10:35		203	15	0
	10:40		209	23	0
	10:45		187	19	1
	10:50		192	12	0
	10:55	1	195	17	0

	11:00		211	21	0
Selasa/ 05 Desember	12:05	2	209	12	0
	12:10		202	6	0
	12:15		178	12	0
	12:20		193	9	0
	12:25		176	11	0
	12:30		201	9	0
	12:35		221	12	0
	12:40		247	18	0
	12:45		231	13	0
	12:50		353	16	1
	12:55		392	11	0
	13:00		401	17	0
Rabu/ 06 Desember	10:05	1	191	13	1
	10:10		183	7	0
	10:15		178	5	0
	10:20		202	17	0
	10:25		197	22	0
	10:30		177	13	0
	10:35		209	6	0
	10:40		221	26	0
	10:45		219	16	0
	10:50		189	11	1
	10:55		167	9	0
	11:00		194	17	0
Rabu/ 06 Desember	12:05	2	276	11	0
	12:10		304	9	0
	12:15		321	13	0
	12:20		309	8	0
	12:25		324	11	0
	12:30		301	15	0
	12:35		278	10	1

	12:40		324	15	0
	12:45		332	7	0
	12:50		356	13	0
	12:55		324	15	0
	13:00		412	24	0
	10:05		203	9	0
	10:10		208	11	0
	10:15		198	3	0
	10:20		192	25	0
	10:25		187	19	0
Kamis/ 07 Desember	10:30		172	12	0
	10:35		221	8	0
	10:40		204	9	0
	10:45		195	17	0
	10:50		192	13	0
	10:55		181	21	0
	11:00	1	174	16	0
	12:05		320	13	0
	12:10		302	8	0
	12:15		321	11	0
	12:20		276	19	0
	12:25		263	13	0
Kamis/ 07 Desember	12:30		242	12	0
	12:35		332	12	0
	12:40		298	9	0
	12:45		302	8	0
	12:50		289	11	0
	12:55		322	13	0
	13:00	2	305	18	0

**Lampiran 4. Data Rata-Rata Jumlah Kendaraan Yang Masuk dan Keluar di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo**

Hari	Sesi	Waktu Pengukuran Menit Ke-												Rata - Rata/ Jam
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
		Jumlah Kendaraan												
Senin, 20-11-23	1	214	204	214	185	219	125	211	215	221	200	182	212	2729
	2	220	214	203	218	240	219	258	229	283	304	288	380	
Selasa, 21-11-23	1	211	205	191	206	195	212	199	216	197	189	187	207	2785
	2	202	208	186	190	200	217	289	312	284	335	390	341	
Rabu, 22-11-23	1	204	205	212	208	220	195	218	232	207	204	212	232	2850
	2	221	208	190	202	187	210	233	265	244	370	403	418	
Kamis, 23-11-23	1	241	242	229	240	230	202	192	203	219	209	227	248	3342
	2	310	281	314	300	294	318	320	311	426	382	329	417	
Senin, 04-12-23	1	205	190	183	219	219	190	215	247	235	201	176	211	3252
	2	287	313	334	317	335	316	289	339	339	369	339	436	
Selasa, 05-12-23	1	221	191	210	223	211	216	197	193	208	206	201	219	3126
	2	296	229	267	225	309	302	313	332	327	419	333	404	
Rabu, 06-12-23	1	212	219	201	217	206	184	229	213	212	205	202	190	3105
	2	333	310	332	295	276	254	344	307	310	300	335	323	
Kamis, 07-12-23	1	226	223	234	249	265	216	240	256	216	233	227	256	3087
	2	218	217	166	183	205	348	317	337	320	359	286	377	

Keterangan tabel :

Warna hijau : jumlah kendaraan tertinggi

Warna Merah : jumlah kendaraan terendah

**Lampiran 5. Hasil Pengambilan Data Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)**

NO	Hari/ Tanggal	Sesi		Konsentrasi CO (PPM)
1	Senin, 20 November 2023	1	3	5.9375
		2	8.875	
2	Selasa, 21 November 2023	1	2.5416	6.1458
		2	9.75	
3	Rabu, 22 November 2023	1	2.208335	6.1666675
		2	10.125	
4	Kamis, 23 November 2023	1	5.41665	11.041575
		2	16.6665	
5	Senin, 04 Desember 2023	1	6.20835	10.3125
		2	14.41665	
6	Selasa, 05 Desember 2023	1	3.708335	9.7041675
		2	15.7	
7	Rabu, 06 Desember 2023	1	2.25	8.9375
		2	15.625	
8	Kamis, 07 Desember 2023	1	2.708335	7.4374925
		2	12.16665	
Rata-Rata Konsentrasi CO/ Jam (PPM)				8.210400313

**Lampiran 6. Perhitungan Intake dan RQ Pada Petugas Keamanan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo**

Data ARKL Petugas Keamanan Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo										
nama	Lama Paparan Tiap Harinya	Berat badan	konsentrasi CO	Lama Paparan Tiap Tahunnya (FE)	Lamanya atau Jumlah tahun terjadinya pajanan (DT)	Laju Inhalasi	Periode waktu rata rata (hari) (T AVR)	Intake	Rfc	RQ
Joni Pranata	11	65	8.210400313	250	4	0.83	1460	0.78989415	0.33076	2.388121
Revan Maulana	11	58	8.210400313	250	0.33	0.83	120	0.888545801	0.33076	2.686379
Rahmat Septiand	11	53	8.210400313	250	0.58	0.83	212	0.967367253	0.33076	2.924683
Ali Hasyim	11	52	8.210400313	250	0.67	0.83	245	0.985554155	0.33076	2.979669

**Lampiran 7. Dokumentasi Kondisi Lapangan Ketika Pengambilan Data Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dan Meteorologi**



Pengambilan data konsentrasi karbon monoksida (CO) di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo



Pengambilan data meteorologi di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo

**Lampiran 8. Dokumentasi Pengambilan Data Kuisisioner Petugas Keamanan di Gerbang Utama Universitas Jambi Kampus Mendalo**



Pengisian kuisisioner pertanyaan pada petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo



Mengukur berat badan para petugas keamanan di gerbang utama Universitas Jambi Kampus Mendalo