

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN CO
TERHADAP MASYARAKAT di DALAM dan di LUAR ZONA TAMAN
PELANGI KOTA SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S.T.) pada program studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun oleh

Farhan Valiant Putra

NIM H95219045

Dosen Pembimbing

Ida Munfarida, M.Si., M.T.

Widya Nilandita, M.KL.

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Farhan Valiant Putra
Nim : H95219045
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **“ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN CO TERHADAP MASYARAKAT di DALAM dan di LUAR ZONA TAMAN PELANGI KOTA SURABAYA”**. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 13 Juli 2023

Yang Menyatakan



(FARHAN VALIANT PUTRA)

NIM. H95219045



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300
E-Mail : saintek@uinsby.ac.id Website : www.uinsby.ac.id

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
SIDANG TUGAS AKHIR**

Nama : Farhan Valiant Putra
NIM : H95219045
Judul Tugas Akhir : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan CO Terhadap Masyarakat di Dalam dan Luar Zona Taman Pelangi Kota Surabaya

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Tugas Akhir

Surabaya, 27 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1

Ida Munfarida, M.Si, M.T.

NIP. 198411302015032001

Dosen Pembimbing 2

Widva Nilandita, M.KL.

NIP. 198410072014032002

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Farhan Valiant Putra
NIM : H95219045
Judul Tugas Akhir : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan CO Terhadap Masyarakat di Dalam dan di Luar Zona Taman Pelangi Kota Surabaya

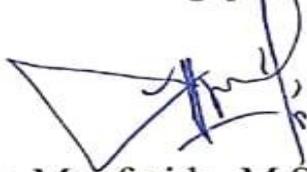
Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi

Di Surabaya, 4 Juli 2023

Mengesahkan,

Dewan Penguji,

Penguji I



Ida Munfarida, M.Si, M.T.

NIP. 198411302015032001

Penguji II



Widya Nilandita, M.KL.

NIP. 198410072014032002

Penguji III



Sarita Oktorina, M.Kes

NIP. 198710052014032003

Penguji IV



Rr. Diah Nugraheni S., M.T.

NIP. 198205012014032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Aspud Hamdani, M.Pd.

NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpustakaan@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : FARHAN VALIANT PUTRA
NIM : H95219045
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : farhan.valiant.fp@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul:

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN CO TERHADAP

**MASYARAKAT di DALAM dan di LUAR ZONA TAMAN PELANGI KOTA
SURABAYA**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 13 Juli 2023

Penulis

(Farhan Valiant Putra)

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan CO Terhadap Masyarakat di Dalam dan Di Luar Zona Taman Pelangi Kota Surabaya

ABSTRAK

Taman Pelangi Kota Surabaya adalah salah satu jalur utama yang digunakan oleh pengendara untuk mencapai Kota Surabaya maupun keluar Surabaya. Karena Taman Pelangi Kota Surabaya terletak di Jalan Ahmad Yani yang merupakan jalan raya utama yang hampir setiap hari mengalami kepadatan lalu lintas, maka berpotensi menimbulkan emisi CO yang dapat berdampak pada masyarakat di sekitar radius sumber pencemaran. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kualitas CO berdasarkan dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 di dalam dan di luar zona taman pelangi, menganalisis tingkat risiko paparan CO terhadap kesehatan masyarakat di dalam dan di luar zona taman pelangi, dan menganalisis perbedaan risiko paparan gas CO terhadap kesehatan masyarakat yang bermukim di dalam dan di luar zona taman pelangi. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui pengukuran dan observasi di lapangan. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan dan analisis statistik menggunakan One Way Anova. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi karbon monoksida di setiap titik di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam PP No.22 Tahun 2021, dengan hasil konsentrasi tertinggi yaitu 27.176 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dalam analisis Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) melalui wawancara dengan 100 responden, ditemukan bahwa terdapat 52 responden dengan nilai $RQ > 1$, yang menunjukkan risiko paparan gas CO, sedangkan 48 responden memiliki nilai $RQ < 1$, yang berarti tidak berisiko terpapar. Uji alternatif non-parametrik menggunakan uji Kruskal-Wallis yang memperoleh nilai probabilitas (Sig.) sebesar ($0,000 < 0,05$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan risiko paparan gas CO terhadap kesehatan masyarakat.

Kata Kunci : *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, Karbon Monoksida, Permukiman*

Analysis Of Environmental Health Risk CO Exposure To Communities in and Outside Zone Taman Pelangi City Of Surabaya

ABSTRACT

Taman Pelangi City of Surabaya was one of the main routes commuters used to reach and leave Surabaya. Because Taman Pelangi City of Surabaya is located on Ahmad Yani Street, a major highway that experiences traffic congestion almost every day, it can potentially emit CO emissions that can impact the surrounding community within the pollution source radius. The purpose of this study was to analyze the quality of CO based on the standards set by Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021 inside and outside the Rainbow Park zone, analyze the level of CO exposure risk to public health inside and outside the Rainbow Park zone, and analyze the differences in CO exposure risk to public health among residents inside and outside the Taman Pelangi zone. The method used was quantitative descriptive through measurement and field observation. Environmental Health Risk Analysis and statistical analysis using One Way ANOVA were conducted. The research results showed that the concentration of carbon monoxide at each point in the Residential zone of Taman Pelangi City of Surabaya exceeded the quality standard set in Government Regulation No. 22 of 2021, with the highest concentration recorded as 27.176 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In the Environmental Health Risk Analysis (EHRA) analysis through interviews with 100 respondents, it was found that there were 52 respondents with RQ values > 1 , indicating a risk of CO gas exposure, while 48 respondents had RQ values < 1 , indicating no risk of exposure. Non-parametric alternative test using the Kruskal-Wallis test obtained a probability value (Sig.) of $(0.000 < 0,05)$. Therefore, it can be concluded that there are differences in CO exposure risk to public health.

Keywords : *Carbon Monoxide, Environmental Health Risk Assessment, Settlements*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Karbon monoksida (CO)	7
2.2 Sumber Terbentuknya CO	7
2.3 Dampak CO terhadap Kesehatan	8
2.4 Baku Mutu Udara CO yang berlaku	9
2.5 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan.....	9
2.5.1 Identifikasi Bahaya (<i>Hazard Identification</i>)	10
2.5.2 Analisis Dosis Respon (<i>Dose Response Assessment</i>)	10
2.5.3 Analisis Paparan (<i>Exposure Assessment</i>).....	12
2.5.4 Karakteristik Risiko (<i>Risk Characterization</i>).....	14
2.5.5 Manajemen Risiko	14
2.5.6 Komunikasi Risiko.....	16
2.6 Integrasi Keislaman	16

2.7	Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Lokasi Penelitian	23
3.2	Waktu Penelitian	26
3.3	Kerangka Pikir.....	26
3.4	Tahapan Penelitian	27
3.5	Langkah Kerja Penelitian	29
3.5.1	Identifikasi Permasalahan	29
3.5.2	Studi Literatur	29
3.5.3	Survei Lapangan.....	29
3.5.4	Penentuan Lokasi Titik Pengambilan Sampel	29
3.5.5	Waktu pengambilan sampel	33
3.5.6	Alat dan Bahan.....	33
3.5.7	Pengumpulan Data	34
3.6	Analisis Data	39
3.6.1	Analisis Data Kuesioner.....	39
3.6.2	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	40
3.6.3	Analisis Statistik Metode Uji One Way Anova	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Lokasi Penelitian dan Titik Sampling	43
4.2	Karakteristik Responden	49
4.2.1	Jenis Kelamin	49
4.2.2	Usia	50
4.2.3	Berat Badan.....	50
4.3	Konsentrasi Karbon Monoksida (CO).....	51
4.3.1	Pengukuran Pagi Hari	52
4.3.2	Pengukuran Siang Hari	53
4.3.3	Pengukuran Sore Hari	54
4.3.4	Pengukuran Malam Hari	55
4.3.5	Perbandingan Konsentrasi CO dengan Baku Mutu Udara Ambien	58
4.4	Analisis Data	60
4.4.1	Uji Validitas Kuesioner.....	60
4.4.2	Uji Reliabilitas	62
4.4.3	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	63

4.4.4 Analisis Perbedaan Risiko Paparan Gas CO Menggunakan Metode One Way Anova.....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN : PERHITUNGAN DAN DOKUMENTASI.....	84



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

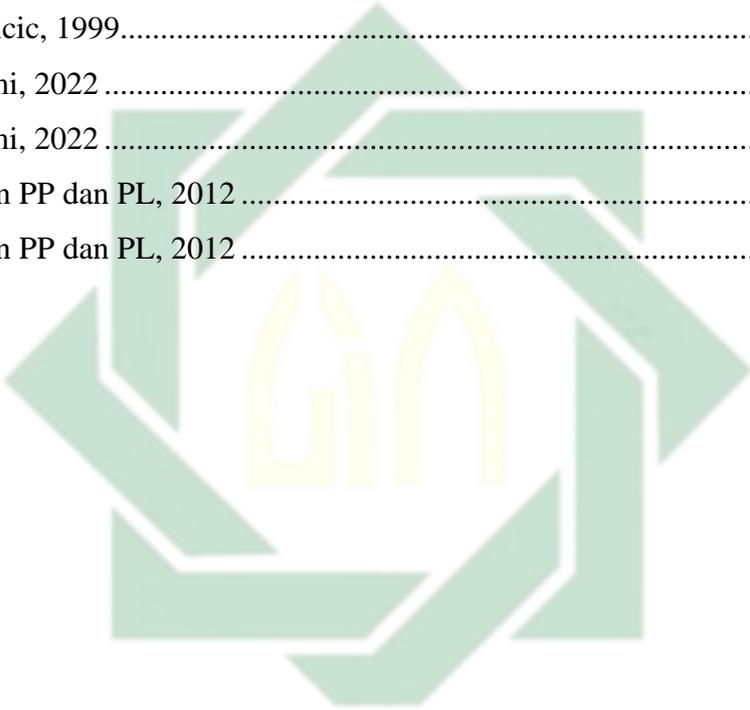
Tabel 2.1 Sumber Penghasil CO	8
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.1 Jumlah Penduduk	38
Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin	49
Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Usia.....	50
Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Berat Badan	51
Tabel 4.4 Hasil Konsentrasi Karbon Monoksida Pagi Hari.....	53
Tabel 4.5 Hasil Konsentrasi Karbon Monoksida Siang Hari.....	54
Tabel 4.6 Hasil Konsentrasi Karbon Monoksida Sore Hari.....	55
Tabel 4.7 Hasil Konsentrasi Karbon Monoksida Malam Hari.....	56
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Nilai Rata-rata Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Selama 3 Hari Pada Tiap Titik.....	57
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Nilai Rata-rata Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Selama 3 Hari.....	58
Tabel 4.10 Hasil Uji Validitas.....	61
Tabel 4.11 Nilai r Tabel	61
Tabel 4.12 Hasil Uji Reliabilitas.....	62
Tabel 4.13 Intake CO <i>Realtime</i>	67
Tabel 4.14 Intake CO <i>Lifetime</i>	67
Tabel 4.15 RQ <i>Realtime</i>	68
Tabel 4.16 RQ <i>Lifetime</i>	70
Tabel 4.17 Hasil Uji Normalitas	72
Tabel 4.18 Hasil Uji Homogenitas.....	73
Tabel 4.19 Hasil Uji Kruskal-Wallis.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Zona Taman Pelangi.....	25
Gambar 3.2 Kerangka Pikir Penelitian.....	27
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.4 Peta Pedoman Penentuan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara <i>Roadside</i>	30
Gambar 3.5 Titik Sampling CO Pada Zona Taman Pelangi	32
Gambar 3.6 CO Meter.....	36
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	43
Gambar 4.2 Kondisi Lapangan Titik 1	44
Gambar 4.3 Kondisi Lapangan Titik 2.....	45
Gambar 4.4 Kondisi Lapangan Titik 3.....	45
Gambar 4.5 Kondisi Lapangan Titik 4.....	46
Gambar 4.6 Kondisi Lapangan Titik 5.....	46
Gambar 4.7 Kondisi Lapangan Titik 6.....	47
Gambar 4.8 Kondisi Lapangan Titik 7.....	48
Gambar 4.9 Kondisi Lapangan Titik 8.....	48
Gambar 4.10 Kondisi Lapangan Titik 9.....	49
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Dengan Baku Mutu Udara Ambien.....	59
Gambar 4.12 Durasi Paparan (Dt).....	65

DAFTAR RUMUS

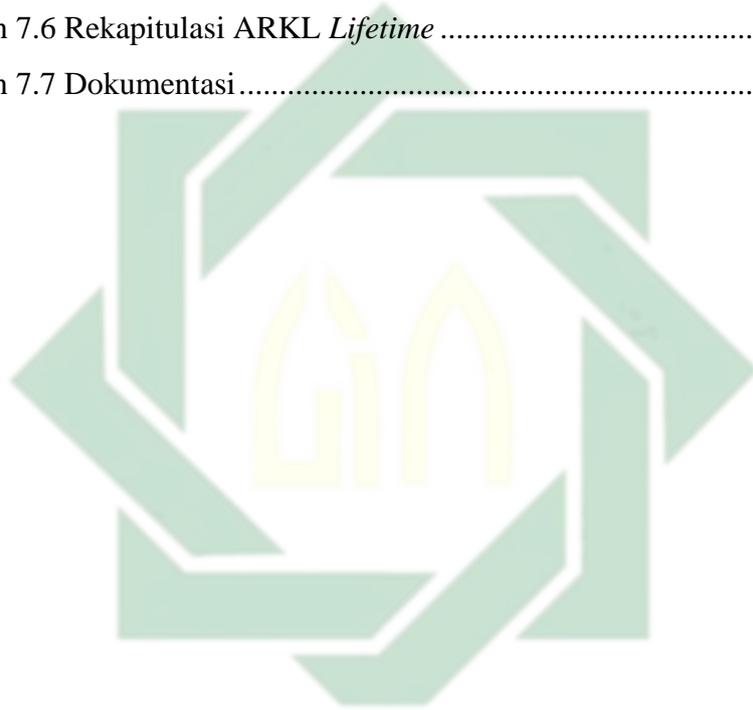
2.1 DirJen PP dan PL, 2012	13
2.2 DirJen PP dan PL, 2012	14
2.3 DirJen PP dan PL, 2012	15
2.4 DirJen PP dan PL, 2012	15
2.5 DirJen PP dan PL, 2012	15
3.1 Mihelcic, 1999.....	36
3.2 Syafmi, 2022	37
3.3 Syafmi, 2022	38
3.4 DirJen PP dan PL, 2012	40
3.5 DirJen PP dan PL, 2012	41



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

LAMPIRAN

Lampiran 7.1 Uji Validitas.....	85
Lampiran 7.2 Uji Reliabilitas.....	86
Lampiran 7.3 Lembar Kuesioner	87
Lampiran 7.4 Data Responden.....	90
Lampiran 7.5 Rekapitulasi ARKL <i>Realtime</i>	108
Lampiran 7.6 Rekapitulasi ARKL <i>Lifetime</i>	113
Lampiran 7.7 Dokumentasi.....	118



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi akan menyebabkan sektor industri dan transportasi mengalami pertumbuhan juga. Namun, kedua sektor ini memiliki dampak negatif terhadap lingkungan melalui polusi udara, yang berpotensi menurunkan kualitas udara (Mukhtar dkk., 2018). Dampaknya adalah udara yang seharusnya bersih dan digunakan sebagai sumber pernapasan, menjadi terkontaminasi dan berisiko menyebabkan masalah kesehatan pada manusia serta kerusakan pada ekosistem lingkungan. Transportasi memiliki peran penting dalam menyumbang pencemaran udara, yang dapat mencapai 70% dari total pencemaran udara saat ini. Hal ini disebabkan oleh pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna dalam mesin kendaraan, yang menghasilkan partikel padat dan gas seperti karbon monoksida, sebagai pencemar yang sering ditemukan (Gusti dkk., 2018). Faktor-faktor yang menyebabkan polusi udara dari sektor transportasi di daerah perkotaan meliputi kualitas layanan transportasi yang buruk, peningkatan jumlah kendaraan, urbanisasi, perbaikan infrastruktur jalan, dan kurangnya kesadaran masyarakat dalam mengikuti aturan berlalu lintas (Sembiring, 2020).

Surabaya termasuk kota terbesar kedua di Indonesia dan ibu kota Provinsi Jawa Timur, memiliki jumlah penduduk yang cukup besar dan aktifitas harian yang padat. Kota Surabaya pada tahun 2021 memiliki jumlah penduduk Kota Surabaya mencapai 2.880.284 jiwa (BPS, 2022). Kepadatan penduduknya termasuk kepadatan yang tinggi dan akan terus meningkat tiap tahunnya, hal tersebutlah yang menjadi penyebab terjadinya tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi di hampir semua jalan di Kota Surabaya (Zaen, 2018). Jumlah kendaraan yang berada di Kota Surabaya pada tahun 2020 mencapai 3.259.661 unit dengan kendaraan di dominasi oleh

kendaraan pribadi yaitu sepeda motor sebanyak 2.599.332 unit, mobil sebanyak 503.066 unit, dan truk sebanyak 153.102 unit (BPS, 2021b).

Emisi gas buang kendaraan dapat menghasilkan Karbon monoksida (CO), yang merupakan polutan udara utama. Gas ini memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia, meskipun efeknya tidak terlihat secara langsung dalam jangka waktu singkat. Semakin banyak jumlah kendaraan, polusi udara akan semakin meningkat. Ini disertai dengan peningkatan konsentrasi Karbon monoksida (CO), yang terutama disebabkan oleh aktivitas manusia, terutama dalam hal transportasi (Pratiwi & Zaenab, 2020). Dampak pencemaran ini dapat menyebabkan masalah kesehatan, seperti peningkatan kasus Infeksi Saluran Pernafasan Atas (ISPA) di Kota Surabaya. ISPA telah menjadi masalah kesehatan yang paling umum dihadapi oleh penduduk. Jumlah kasus ISPA yang tercatat mencapai 6.148 kasus (BPS, 2021a).

Bundaran Taman Pelangi Kota Surabaya adalah salah satu jalur utama yang digunakan oleh pengendara untuk mencapai Kota Surabaya maupun keluar Surabaya. Menurut data dari Sipanja Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Timur, bundaran Taman Pelangi Kota Surabaya terletak di area jalan nasional. Letaknya berada di bagian selatan Surabaya, tepatnya di Jl. Ahmad Yani, Kecamatan Gayungan, Surabaya (Amrizal, 2021). Jalan Ahmad Yani terletak di antara Kecamatan Wonocolo dan Kecamatan Gayungan dengan lebar 35 meter yang terdiri dari dua jalur utama. Jalan ini berfungsi sebagai Jalan Arteri Primer (Tanggara dkk., 2021). Karena memiliki lebar 35 meter, Jalan Ahmad Yani menjadi jalur utama penghubung kota Surabaya yang sering mengalami kemacetan hampir setiap hari, terutama pada jam-jam sibuk (Zanuardi & Suprayitno, 2018). Karena Taman Pelangi terletak di Jalan Ahmad Yani yang merupakan jalan raya utama yang hampir setiap hari mengalami kepadatan lalu lintas, maka berpotensi menimbulkan emisi CO yang dapat berdampak pada masyarakat sekitar radius sumber pencemaran. Polusi udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor sebesar 70 – 80 %

sedangkan pencemaran udara akibat industri dan lainnya hanya 20 – 30 % saja (Pratiwi & Zaenab, 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rosa dkk. (2015) menyatakan bahwa Jalan yang memiliki kepadatan kendaraan bermotor yang tinggi memiliki kandungan CO udara yang lebih tinggi daripada jalan yang memiliki kepadatan kendaraan bermotor yang rendah. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Wirosodarmo dkk (2020) hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi CO di Terminal Bus Arjosari dipengaruhi oleh jumlah kendaraan bermotor. Dalam analisis tersebut, ditemukan hubungan yang berbanding lurus antara jumlah kendaraan bermotor dan konsentrasi gas CO.

Kegiatan manusia dapat menjadi sumber penyebab pencemaran udara (Prabowo & Burhan, 2018), pencemaran udara disebabkan oleh zat-zat yang mencemari udara, yang biasa dikenal sebagai polutan. Setiap polutan memiliki dampak yang berbeda-beda pada lingkungan dan kesehatan manusia (Abidin & Hasibuan, 2019). Sebagaimana dalam firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surah Al-Ruum/30:41 :

لَعَلَّهُمْ عَمِلُوا الَّذِي بَعْضَ لِيُذِيقَهُم النَّاسِ أَيِّدِي كَسَبَتْ بِمَا وَالْبَحْرِ الْبَرِّ فِي

يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”

Menurut penjelasan Tafsir Ibnu Katsir mengenai Surat Ar-Rum ayat 41, ayat tersebut dapat diartikan sebagai petunjuk bahwa penurunan hasil panen dan buah-buahan disebabkan oleh banyaknya tindakan kejahatan yang dilakukan oleh para penduduknya. Abul Aliyah juga menyatakan bahwa siapa pun yang melakukan perbuatan durhaka terhadap Allah di bumi, berarti ia

telah merusak bumi, karena keberlangsungan bumi dan langit terjaga melalui ketaatan.

Proses *risk analysis* digunakan untuk mengontrol situasi atau kondisi yang dapat membahayakan organisme, sistem, atau sub/populasi tertentu. Terdapat tiga komponen dalam proses analisis risiko, yaitu penilaian risiko, manajemen risiko, dan komunikasi risiko. Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) adalah suatu proses yang dirancang untuk mengevaluasi atau memperkirakan risiko terhadap kesehatan manusia. ARKL juga mencakup identifikasi faktor ketidakpastian, penelusuran paparan tertentu, dan pertimbangan karakteristik agen dan sasaran yang spesifik (DirJen PP dan PL, 2012). Proses analisis risiko dapat diartikan sebagai suatu metode untuk mengestimasi risiko yang mungkin terjadi pada organisme sasaran, sistem, atau sub-populasi tertentu setelah terpapar oleh agen tertentu, dengan memperhitungkan faktor ketidakpastian yang terkait. Selama proses ini, karakteristik agen yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik juga diperhitungkan (Rahman, 2007). Berdasarkan uraian di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui risiko pencemaran udara terhadap masyarakat di dalam dan di luar kawasan taman pelangi berdasarkan parameter CO dan kesehatan masyarakat yang tinggal di dalam dan di luar kawasan taman pelangi kota Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan adanya latar belakang di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas udara CO berdasarkan dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 di dalam dan di luar zona taman pelangi?
2. Bagaimana tingkat risiko pajanan CO terhadap kesehatan masyarakat di dalam dan di luar zona taman pelangi?

3. Bagaimana perbedaan risiko pajanan gas CO terhadap kesehatan masyarakat yang bermukim di dalam dan di luar zona taman pelangi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Menganalisis kualitas udara CO berdasarkan dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 di dalam dan di luar zona taman pelangi.
2. Menganalisis tingkat risiko pajanan CO terhadap kesehatan masyarakat di dalam dan di luar zona taman pelangi.
3. Menganalisis perbedaan risiko pajanan gas CO terhadap kesehatan masyarakat yang bermukim di dalam dan di luar zona taman pelangi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dapat diambil berdasarkan identifikasi masalah di atas adalah:

1. Sumber polutan yang dianalisis dalam penelitian hanya berasal dari sumber bergerak, yaitu gas karbon monoksida (CO) di udara Kota Surabaya.
2. Studi ini difokuskan pada gas karbon monoksida hasil dari kendaraan bermotor pada udara
3. Penelitian ini dilakukan di permukiman yang berada di zona Taman Pelangi.
4. Sampling gas karbon monoksida (CO) dilakukan dengan menggunakan alat CO Meter
5. Sampling gas CO dengan CO Meter dilakukan selama 3 hari yaitu pada dengan durasi sampling masing-masing 1 jam. Pembagian interval waktu pengukuran konsentrasi CO di tiap titik sampling adalah sebagai berikut:

- a. Waktu Pagi hari pada jam 06.00-09.00 (Pagi)
 - b. Waktu Siang hari pada jam 12.00-14.00 (Siang)
 - c. Waktu Sore hari pada jam 16.00-18.00 (Sore)
 - d. Waktu Malam hari pada 18.00-22.00 (Malam)
6. Penelitian ini menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dan uji statistik *parametrik* ANOVA One Way.

1.5 Manfaat

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Meningkatkan pemahaman dan pengetahuan peneliti mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan serta membantu pengembangan pemikiran dalam menetapkan strategi pengendalian masalah lingkungan di daerah permukiman.

2. Bagi Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya

Penelitian ini dapat memberikan masukan bagi instansi terkait untuk mengambil tindakan dalam mengendalikan polusi udara terutama di kawasan permukiman yang berzona di taman pelangi.

3. Bagi Akademisi

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian yang sejenis, baik di wilayah yang sama maupun di wilayah yang lebih luas dan dalam.

4. Bagi Masyarakat

Menjadi bahan edukasi kepada masyarakat mengenai bahaya akibat paparan Karbon Monoksida (CO) di permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya apabila melewati baku mutu yang telah ditetapkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang sering kali tidak terdeteksi sampai paparan menyebabkan koma atau kematian. Keracunan karbon monoksida adalah keracunan fatal yang umum terjadi di seluruh dunia. Efek toksik CO menyebabkan hipoksia jaringan dan mengakibatkan komplikasi sistemik dan neurologis (Anjarsari, 2019).

Sistem pembakaran yang kurang sempurna pada bahan karbon menghasilkan Gas karbon monoksida (CO). Meskipun gas CO dapat dipadatkan pada suhu di bawah -192°C , kebanyakan gas CO berasal dari emisi kendaraan bermotor dan proses pembakaran bahan bakar fosil seperti gas buang (Anwar dkk., 2019). Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu jenis polutan udara yang berasal dari aktivitas transportasi atau industri di banyak kota perkotaan (Wang dkk., 2019).

2.2 Sumber Terbentuknya CO

Proses alami dapat menghasilkan gas CO di lingkungan, namun sumber utama gas ini adalah aktivitas manusia. Sumber alami karbon monoksida termasuk oksidasi logam atmosfer, badai petir, kebakaran laut dan hutan. Sedangkan sumber emisi CO dari aktivitas manusia berasal dari kendaraan mekanis, terutama yang menggunakan bensin atau bahan bakar fosil (Jihan, 2019). Menurut Peraturan Pemerintah No.12 Tahun 2010, emisi karbon dioksida berasal dari kegiatan seperti cerobong pembangkit listrik, *boiler*, dan pemanas bahan bakar.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di negara-negara industri, sumber pencemaran gas CO terbesar berasal dari penggunaan bahan bakar

fosil (minyak bumi, batu bara) pada mesin transportasi (Damara dkk., 2017). Hal ini bisa dilihat pada **Tabel 2.1** sebagai berikut:

Tabel 2.1 Sumber Penghasil CO

Sumber Pencemar CO	Persentase
Transportasi	63,8%
Pembakaran Stasioner	1,9%
Kegiatan Industri	9,6%
Pembuangan Limbah Padat	7,8%
Kegiatan lain	16,9%

(Sumber : Damara dkk., 2017)

2.3 Dampak CO terhadap Kesehatan

Gas CO merupakan salah satu jenis pencemar udara yang tidak mudah dideteksi secara fisik karena tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna. Hal ini membuat sulit untuk menilai potensi risiko keracunan CO. Pada suhu -192°C , gas CO berwujud cair. Konsentrasi gas CO di udara biasanya sangat rendah, sekitar 0,1 ppm. Namun, di kota-kota yang padat kendaraan bermotor, emisi CO dapat mencapai 10-15 ppm, yang dapat menyebabkan penurunan berat badan janin, peningkatan kematian bayi, dan kerusakan otak. Gas CO dapat mengikat hemoglobin dalam darah dan menggantikan oksigen, membentuk senyawa yang disebut COHb, menghilangkan fungsi utamanya sebagai pembawa oksigen.

Keracunan CO dapat bermanifestasi sebagai gejala ringan seperti pusing, sakit kepala dan mual, serta gejala berat seperti penurunan kapasitas fisik, penyakit kardiovaskular, serangan jantung dan kematian. Untuk membantu penderita keracunan ringan, mereka diberi kesempatan untuk menghirup oksigen agar CO dalam darah dapat diganti dengan oksigen (Sugiarti, 2009):



(Sumber : Sugiarti, 2009)

2.4 Baku Mutu Udara CO yang berlaku

Menurut aturan yang ditetapkan dalam PP No.12 Tahun 2010, baku mutu udara *ambien* merujuk pada batasan atau kandungan zat, energi, dan/atau komponen yang harus terdapat atau seharusnya tidak terdapat, serta/atau unsur pencemar yang ditentukan dalam udara *ambien*.

Baku mutu pencemar CO telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 yaitu sebesar $10.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam waktu pengukuran 1 jam, dan $4000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau $4 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam waktu pengukuran 8 jam.

2.5 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Proses *risk analysis* digunakan untuk mengontrol situasi atau kondisi yang dapat membahayakan organisme, sistem, atau sub/populasi tertentu. Terdapat tiga komponen dalam proses analisis risiko, yaitu penilaian risiko, manajemen risiko, dan komunikasi risiko. Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) adalah suatu proses yang dirancang untuk mengevaluasi atau memperkirakan risiko terhadap kesehatan manusia. ARKL juga mencakup identifikasi faktor ketidakpastian, penelusuran paparan tertentu, dan pertimbangan karakteristik agen dan sasaran yang spesifik (DirJen PP dan PL, 2012).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengenali, mengukur, mengawasi, dan mengelola dampak negatif dari potensi bahaya lingkungan terhadap kesehatan manusia, baik dalam lingkungan laboratorium maupun di lapangan. Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk menentukan efek, respons, atau perubahan yang terjadi pada tubuh manusia akibat paparan pada tingkat tertentu, serta mengacu pada standar keamanan yang telah ditetapkan.

Fokus dari penelitian ini adalah mengidentifikasi risiko, memahami hubungan antara dosis dan respons, mengukur faktor risiko paparan, dan mengevaluasi risiko dan dampaknya terhadap masyarakat secara keseluruhan (DirJen PP dan PL, 2012).

2.5.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya adalah langkah pertama dalam penilaian risiko kesehatan lingkungan. Definisi risiko didefinisikan sebagai proses penentuan apakah paparan risiko dapat meningkatkan risiko masalah kesehatan (kanker, cacat lahir, dan lainnya) (*National Research Council Staff*, 1983).

Identifikasi risiko digunakan untuk menemukan faktor risiko spesifik yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan jika tubuh terpapar. Fase ini harus menjawab pertanyaan tentang zat berbahaya tertentu, di mana media lingkungan bahaya yang ada, berapa banyak zat/bahan kimia yang ada di lingkungan di media, dan gejala kesehatan apa yang mungkin terjadi (DirJen PP dan PL, 2012).

2.5.2 Analisis Dosis Respon (*Dose Response Assessment*)

Analisis dosis-respons adalah metode untuk menentukan hubungan antara dosis obat berisiko dan efek kesehatan yang merugikan pada populasi yang terpapar dan memperkirakan dampak peristiwa ini pada populasi berisiko yang telah digunakan obat tersebut. Langkah analisis dosis-respons ini dimaksudkan untuk: (DirJen PP dan PL, 2012)

1. Suatu agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia dapat diketahui melalui jalur pajanan (*pathways*),
2. Memahami perubahan gejala atau dampak kesehatan yang timbul akibat peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh manusia menjadi tujuan utama,

3. Untuk mencapai tujuan tersebut, penting untuk mengetahui nilai dosis referensi (RfD), konsentrasi referensi (RfC), atau faktor slope (SF) dari agen risiko yang bersangkutan.

Spesifikasi dosis referensi (RfD), dosis referensi (RfC), dan faktor kemiringan (SF) adalah sebagai berikut: (DirJen PP dan PL, 2012)

1. RfD disebut dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya dan nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko ialah RfC, sedangkan referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik ialah SF (*slope factor*),
2. Nilai-nilai RfD, RfC, dan SF ini diperoleh melalui hasil penelitian, baik yang dilakukan pada manusia secara langsung maupun melalui ekstrapolasi dari penelitian pada hewan percobaan ke manusia,
3. *Integrated Risk Information System (IRIS)* merupakan sumber yang dapat diakses melalui situs www.epa.gov/iris, yang sangat bermanfaat dalam mengidentifikasi nilai RfD, RfC, dan SF untuk agen risiko tertentu,
4. Namun, jika nilai RfD, RfC, atau SF tidak tersedia, nilai-nilai tersebut dapat diturunkan dari parameter penilaian lainnya, seperti NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), MRL (*Minimum Risk Level*), atau standar kualitas udara ambien yang ditetapkan dalam NAAQS (*National Ambient Air Quality Standard*). Dalam hal ini, dosis eksperimental harus memperhitungkan faktor *antropometri* yang jelas, seperti berat badan (Wb), waktu eksposur (tE), faktor koreksi inhalasi (fE), dan durasi pajanan (Dt). Jika RfD, RfC, dan SF tidak tersedia, maka nilainya dapat diturunkan dari besaran penilaian lainnya seperti NOAEL (*No Observed Adverse Effect*

Level), LOAEL (*Lowets Observed Adserve Effect Level*), MRL (*Minimum Risk Level*), baku mutu kualitas udara ambien pada NAAQS (*National Ambien Air Quality Standard*) Namun, dosis eksperimental harus mencakup faktor *antropometri* yang jelas seperti Wb, tE, fE, dan Dt.

Dalam literatur, nilai RfD sering diungkapkan sebagai jumlah miligram (mg) zat yang dikonsumsi per kilogram (kg) berat badan per hari, yang ditulis sebagai mg/kg/hari. Sedangkan, satuan konsentrasi referensi (RfC) dinyatakan dalam miligram (mg) zat per meter kubik (m³) udara, dan singkatannya adalah mg/m³. Untuk mengubah konsentrasi referensi menjadi satuan mg/kg/hari, perlu memperhitungkan laju inhalasi dan berat badan individu yang terpapar.

Nilai Rfc untuk CO belum terdapat pada IRIS (*Integrated Risk Information System*) maupun MRL (*Minimum Risk Level*) tabel, sehingga nilai konsentrasi referensi untuk CO diturunkan dari baku mutu oleh WHO. Baku mutu CO menurut Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Nilai variabel dalam mencari nilai *intake* menggunakan nilai *default* yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan dalam pedoman ARKL, yaitu laju inhalasi (R) sebesar 0,83 m³/jam, jumlah jam pajanan (tE) sebesar 24 jam/hari, jumlah hari pajanan setiap tahun (fE) sebesar 350 hari/tahun, jumlah tahun terjadi pajanan (Dt) sebesar 30 tahun, berat badan (Wb) sebesar 55 kg, dan periode waktu efek non karsinogenik (tavg) sebesar 30 tahun x 365 hari/tahun = 10.950 hari.

2.5.3 Analisis Pajanan (*Exposure Assessment*)

Pajanan merujuk pada proses organisme terkena bahaya tertentu melalui inhalasi, konsumsi makanan atau air, atau penyerapan

melalui kulit dari kontaminan yang berasal dari sumber primer atau sekunder di lingkungan (McGraw-Hill Companies, 1996).

Proses yang disebut sebagai analisis pajanan atau *exposure assessment* adalah upaya untuk mengukur atau memperkirakan seberapa sering, kuat, dan lama manusia terpapar oleh zat-zat lingkungan tertentu, atau untuk memperkirakan pajanan yang mungkin terjadi akibat pelepasan bahan kimia baru ke lingkungan. Analisis ini mencakup berbagai faktor seperti lamanya pajanan, waktu dan cara terpaparnya, ukuran dan karakteristik populasi yang terpapar, serta tingkat ketidakpastian dalam perkiraan yang dilakukan. (National Research Council Staff, 1983).

Analisis pemajanan atau *exposure assessment*, yang juga dikenal sebagai penilaian kontak, bertujuan untuk mengidentifikasi jalur-jalur pajanan terhadap agen risiko tertentu agar jumlah asupan yang diterima oleh individu dalam populasi berisiko dapat dihitung (Rahman, 2007).

Perhitungan asupan dilakukan dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan (DirJen PP dan PL, 2012):

$$Intake (I) = \frac{c \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tAVG} \quad 2.1$$

Dengan pengertian:

I = asupan (*intake*) (mg/kg/hari)

C = konsentrasi *risk agent* di udara (mg/m³)

R = laju asupan atau konsumsi (0,83 m³/jam untuk inhalasi dewasa)

t_E = waktu pajanan (24 jam/hari dikarenakan berada di permukiman)

f_E = frekuensi pajanan (350 hari/tahun)

D_t = durasi pajanan (tahun)

W_b = berat badan (kg)

t_{avg} = periode rata-rata harian (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik)

2.5.4 Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*)

Karakterisasi risiko adalah metode yang digunakan untuk memperkirakan dampak kesehatan dari berbagai paparan yang dijelaskan dalam studi paparan. Karakteristik risiko ini diperoleh melalui kombinasi analisis paparan dan analisis respons dosis. Dalam konteks efek non-kanker, karakteristik risiko ini dijelaskan menggunakan Rasio Risiko (RQ). Nilai RQ dihitung dengan membagi dosis efek non-kanker dengan dosis referensi yang telah ditetapkan (RfD atau RfC). Apabila nilai RQ lebih besar dari 1 ($RQ > 1$), maka risiko kesehatan dianggap ada atau substansial, dan perlu dilakukan pemantauan secara berkala. Namun, jika nilai RQ kurang dari atau sama dengan 1 ($RQ \leq 1$), maka risiko tersebut dianggap tidak memerlukan pengendalian khusus. Meskipun demikian, semua kondisi tetap harus dipantau agar nilai numerik RQ tidak melebihi 1. (Dirjen PP dan PL, 2012).

$$RQ = \frac{I}{RfC} \quad 2.2$$

Keterangan :

RQ = *risk quotient*

RfC = reference concentration (studi literatur)

$RQ > 1$ memiliki risiko dan perlu pengelolaan risiko

$RQ \leq 1$ tidak memiliki risiko

2.5.5 Manajemen Risiko

Setelah melakukan karakterisasi risiko berdasarkan ARKL (Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan), langkah selanjutnya adalah melakukan manajemen risiko jika karakteristik bahaya yang

diidentifikasi menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman atau berisiko terhadap kesehatan. Manajemen risiko mencakup berbagai langkah yang bertujuan untuk mengendalikan atau mengurangi risiko yang ada. Salah satu langkah dalam manajemen risiko adalah menghitung dosis aman (C_{aman}), durasi aman paparan harian (tE_{aman}), dan frekuensi paparan per tahun aman (fE_{aman}) untuk individu yang terpapar. Durasi paparan harian (tE) hanya relevan untuk paparan melalui inhalasi. Dengan menggunakan informasi ini, langkah-langkah dapat diambil untuk memastikan bahwa dosis paparan tetap berada dalam batas aman yang ditentukan. Hal ini dapat mencakup pengaturan waktu, pengurangan dosis, atau penggunaan perlindungan pribadi untuk mengurangi paparan bahaya ke tingkat yang dapat diterima secara kesehatan.

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan (DirJen PP dan PL, 2012) :

$$C_{aman} = \frac{Rfc \times Wb \times tAVG}{R \times tE \times fE \times Dt} \quad 2.3$$

$$fE_{aman} = \frac{Rfc \times Wb \times tAVG}{R \times tE \times fE \times Dt} \quad 2.4$$

$$tE_{aman} = \frac{Rfc \times Wb \times tAVG}{R \times tE \times fE \times Dt} \quad 2.5$$

2.5.6 Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko melibatkan penyampaian informasi terkait asal usul, tingkat bahaya, dan tingkat akseptabilitas suatu risiko, serta memberikan informasi mengenai tindakan yang diambil untuk mengendalikan risiko tersebut. Tujuan dari komunikasi risiko adalah untuk menyampaikan informasi risiko kepada masyarakat (khususnya populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak-pihak terkait lainnya. Komunikasi risiko merupakan langkah tindak lanjut yang dilakukan setelah melaksanakan Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Tanggung jawab untuk melakukan komunikasi risiko ini ada pada pemrakarsa atau pihak yang bertanggung jawab atas terjadinya risiko. Melalui komunikasi risiko yang efektif, informasi yang relevan dan jelas dapat disampaikan kepada masyarakat untuk membantu mereka memahami risiko yang ada dan tindakan yang dilakukan dalam pengendalian risiko tersebut (DirJen PP dan PL, 2012).

Dalam komunikasi risiko, bahasa yang digunakan harus lengkap dan mudah dipahami, memuat semua informasi yang diperlukan tanpa menyembunyikan apapun. komunikasi risiko dapat digunakan untuk mengkomunikasikan risiko, menggunakan media komunikasi yang ada seperti media massa, televisi, radio (DirJen PP dan PL, 2012).

2.6 Integrasi Keislaman

Q.S Al-Araf ayat 56

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ ۚ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ (56)

Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepadanya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik (56).”

Dari ayat di atas dapat disimpulkan bahwa Allah SWT menciptakan dunia dengan sempurna sehingga makhluk hidup dapat memenuhi kebutuhan mereka. Untuk menjaga keseimbangan dan harmoni di dunia, manusia dilarang merusak lingkungan termasuk melakukan tindakan yang dapat menyebabkan pencemaran udara. Sebaliknya, manusia disarankan untuk menjaga lingkungan dengan melakukan berbagai tindakan kecil maupun besar yang dapat mengurangi pencemaran udara.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan CO terhadap masyarakat pada di dalam dan diluar zona taman pelangi kota Surabaya didasarkan pada penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 2.2** berikut :

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1	(Syafmi, 2022)	Analisis Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Dan Risiko Kesehatan Lingkungan Terhadap masyarakat Di Permukiman Bukit	Kadar gas CO di Bukit Karang Putih masih berada di bawah standar yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. CO berasal dari beberapa sumber seperti PT. Semen Padang, lalu lintas kendaraan, dan tambang batu kapur. Hasil penelitian yang melibatkan wawancara dengan 100 responden menunjukkan bahwa tidak ada yang berisiko terpapar penyakit akibat gas CO.

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
		Karang Putih kota Padang	
2	(Chairunnisaa, 2022)	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Tetap Di Sekitar Kampus 1 UIN Jakarta	Konsentrasi karbon monoksida di sekitar Kampus 1 UIN Jakarta tinggi, responden memiliki pajanan selama 5 tahun dengan laju inhalasi pedagang tetap 14,668 m ³ /jam. Saat ini, nilai intake CO pada populasi pajanan masih dalam batas aman, namun proyeksi 30 tahun ke depan menunjukkan risiko terpapar karbon monoksida yang tinggi.
3	(Lestari, 2021)	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Pajanan CO Pada Pedagang Di Pasar Kebalen Kota Malang	Pasar Kebalen di Kota Malang memiliki risiko kesehatan lingkungan yang tinggi bagi pedagang dengan besarnya risiko rata-rata sebesar 1,337 mg/kg/hari. Konsentrasi rata-rata karbon monoksida di Pasar Kebalen adalah 26,063 mg/m ³ dan 40 responden memiliki risiko yang tidak aman bagi kesehatan. Pencemaran CO di pasar ini berasal dari aktivitas seperti memasak, pembakaran sampah, dan kendaraan bermotor di jalan raya yang dekat dengan pasar. Semakin besar nilai intake, semakin besar pula nilai RQ yang diterima oleh pedagang.
4	(Mentari dkk., 2021)	Analisis Risiko Pajanan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Di Sepanjang Jalan Depan Pasar Bandar Buat Kota Padang	Pengukuran pengukuran gas karbon monoksida (CO) di sepanjang jalan depan Pasar Bandar Buat Kota Padang menunjukkan bahwa konsentrasi CO masih berada di bawah standar yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Nomor 21 tahun 2021. Meskipun demikian, perhitungan intake secara realtime dan intake sepanjang hidup menunjukkan adanya risiko terpapar CO bagi para pedagang yang beroperasi di sekitar area penelitian tersebut. Penambahan jumlah penduduk,

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
			kendaraan, area pabrik, serta pengurangan ruas jalan di sekitar lokasi penelitian dapat meningkatkan konsentrasi CO di udara. Oleh karena itu, penting bagi pedagang untuk mematuhi peraturan penggunaan masker, dan diharapkan Dinas Lingkungan Hidup untuk melakukan pengukuran dan studi dampak secara rutin terhadap konsentrasi gas CO di sekitar Pasar Bandar Buat.
5	(Hazsya dkk., 2018)	Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Dan Faktor-Faktor Resiko Dengan Konsentrasi COHb Dalam Darah Pada Masyarakat Beresiko Di Sepanjang Jalan Setiabudi Semarang	Pada jalan Setiabudi, terdapat konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) yang tinggi, yaitu antara 11.000 hingga 13.000 µg/m ³ pada 3 titik lokasi. Masyarakat yang tinggal di sepanjang jalan Setiabudi Semarang memiliki risiko mengalami konsentrasi COHb dalam darah yang tidak normal sebesar 54,5% atau 18 responden. Terdapat hubungan antara lama paparan dan kebiasaan merokok dengan konsentrasi COHb dalam darah pada masyarakat tersebut dengan nilai p kurang dari 0,05.
6	(Jadoon dkk., 2022)	<i>Exploring Health Impacts of Occupational Exposure to Carbon Monoxide in the Labour Community of Hattar Industrial Estate</i>	150 responden lokasi pengujian (industri baja, pengolahan, dan makanan) memiliki Saturasi karbon monoksida non invasif (SpCO%) yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan responden di lokasi kontrol. Responden lokasi pengujian terpapar emisi karbon monoksida tinggi setiap hari dalam durasi waktu yang lebih lama, yang dapat menyebabkan masalah pernapasan dan kulit. Di industri baja, SpCO% maksimum mencapai 17%, menunjukkan risiko penyakit yang lebih tinggi. Oleh karena itu, perlu mengurangi konsentrasi karbon monoksida dengan memodifikasi peralatan dan melarang pembakaran ban plastik sebagai

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
			sumber biofuel alternatif. Pembakaran bahan semacam itu perlu dilarang karena dapat menurunkan kualitas udara dan kesehatan pekerja industri. Perlu mencari sumber energi ramah lingkungan alternatif dan sistem pemantauan permanen oleh Badan Perlindungan Lingkungan (EPA) untuk mengurangi emisi udara yang mengkhawatirkan dari industri dan negara.
7	(Abbey dkk., 2022)	<i>Carbon Monoxide (CO) Pollution in the Niger Delta area of Nigeria and Its Impact on Foeto-Maternal Health</i>	Studi ini tidak menemukan kasus keracunan CO di Delta Niger, tetapi tidak dapat dikesampingkan sepenuhnya karena mungkin salah didiagnosis. Namun, Delta sangat dipengaruhi oleh polusi CO karena Nigeria menjadi negara terdepan dalam pembakaran gas, yang menghasilkan konsentrasi CO yang tinggi di area tersebut. Tiga dari empat kilang Nigeria yang berkontribusi terhadap polusi CO2 terletak di Delta Niger, dengan dua di antaranya di sebuah desa bernama Alesa. Penduduk yang tinggal di dekat pipa minyak dan stasiun aliran terkena konsentrasi CO ambien yang tinggi, dan kendaraan berasap di jalan menambah masalah. Konsentrasi CO di dalam ruangan juga tinggi karena penggunaan kayu bakar dan minyak tanah untuk memasak dan generator untuk penerangan. Studi ini mengungkapkan patogenesis, presentasi, investigasi, dan pengobatan keracunan CO dan menyoroti kemungkinan keracunan akut dan kronis pada kehamilan, yang dapat menyebabkan berbagai efek samping. Terapi oksigen hiperbarik mendesak harus dimulai jika ada tanda-tanda klinis keracunan,

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
			terutama bila konsentrasi karboksi-hemoglobin > 20%.
8	(Rose dkk., 2018)	<i>Clinical Outcomes and Mortality Impact of Hyperbaric Oxygen Therapy in Patients with Carbon Monoxide Poisoning</i>	Penelitian mengevaluasi lebih dari 1.000 kasus keracunan CO pada orang dewasa dan menemukan bahwa jumlah pasien yang dirawat di rumah sakit meningkat menjadi 27%, lebih tinggi dari perkiraan sebelumnya sebesar 11%. Hampir 10% pasien memerlukan perawatan intensif, dan hampir 20% pasien harus dipindahkan ke rumah sakit. Studi acak kontrol sulit untuk menguji manfaat mortalitas, sehingga penelitian ini dapat memberikan bukti asosiasi manfaat HBO2 dengan kelangsungan hidup yang lebih baik baik pada pengaturan akut maupun jangka panjang dalam keracunan CO. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menyarankan perlunya investigasi lebih lanjut mengenai kemanjuran HBO2 dalam kasus keracunan CO.
9	(Wang dkk., 2019)	<i>Carbon monoxide and risk of outpatient visits due to cause-specific diseases: a time-series study in Yichang, China</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa CO terkait dengan kunjungan rawat jalan yang lebih tinggi, serta peningkatan risiko beberapa penyakit seperti RED, CVD, GSD, GID, dan NPD, terutama selama musim panas. Temuan ini menekankan pentingnya pengaturan kadar CO ambien dan menerapkan langkah-langkah pencegahan penyakit di daerah dengan tingkat polusi yang lebih rendah. Mereka juga berfungsi sebagai pesan peringatan kepada masyarakat umum mengenai dampak kesehatan potensial dari CO atmosfer.
10	(Yang dkk., 2020)	<i>Analysis of particulate matter and carbon monoxide emission</i>	Penelitian menunjukkan bahwa faktor emisi CO, PM2.5, dan PM10 dari kendaraan ringan di Shanghai semakin menurun seiring dengan peningkatan kualitas bahan bakar dan standar

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
		<i>rates from vehicles in a Shanghai tunnel</i>	emisi yang lebih ketat. Namun, semua faktor emisi masih melebihi standar ventilasi terowongan. Faktor emisi CO di terowongan Shanghai Yan'an masih sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kota-kota Amerika di bawah kondisi meteorologi yang sama, tetapi perbedaannya semakin kecil setiap tahun. Pengendalian emisi CO penting untuk kesehatan manusia dan dapat dilakukan dengan cara seperti pertukaran udara dan pemasangan perangkat pembersih. Skema ventilasi terowongan yang baru juga dapat membantu memenuhi tantangan pertumbuhan lalu lintas yang tinggi secara lebih efisien.

Sumber : Diolah dari berbagai sumber, 2023

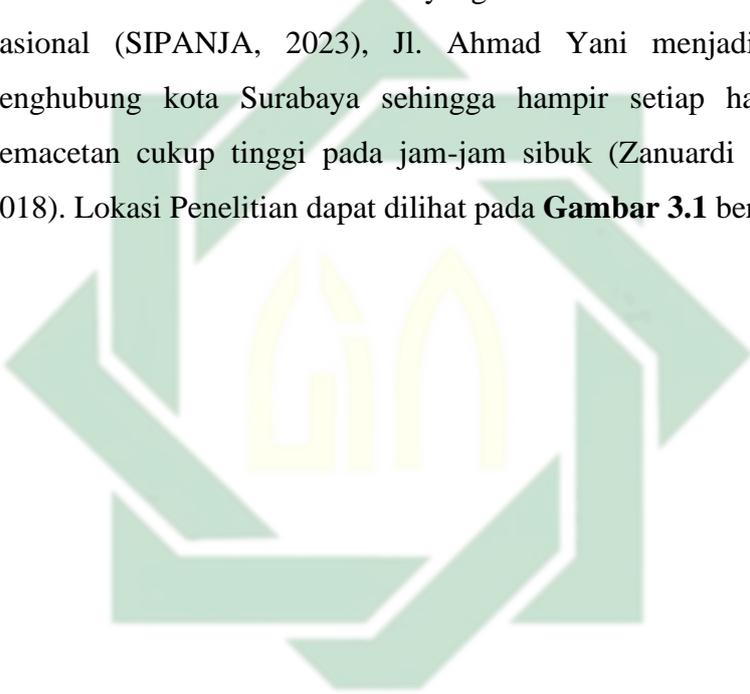
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan pada zona taman pelangi yang berlokasi di Jalan Ahmad Yani dengan titik koordinat $7^{\circ}19'38''\text{S}$ $112^{\circ}43'52''\text{E}$. Jalan Ahmad Yani yang termasuk ke dalam kategori jalan nasional (SIPANJA, 2023), Jl. Ahmad Yani menjadi jalur utama penghubung kota Surabaya sehingga hampir setiap hari mengalami kemacetan cukup tinggi pada jam-jam sibuk (Zanuardi & Suprayitno, 2018). Lokasi Penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1** berikut:

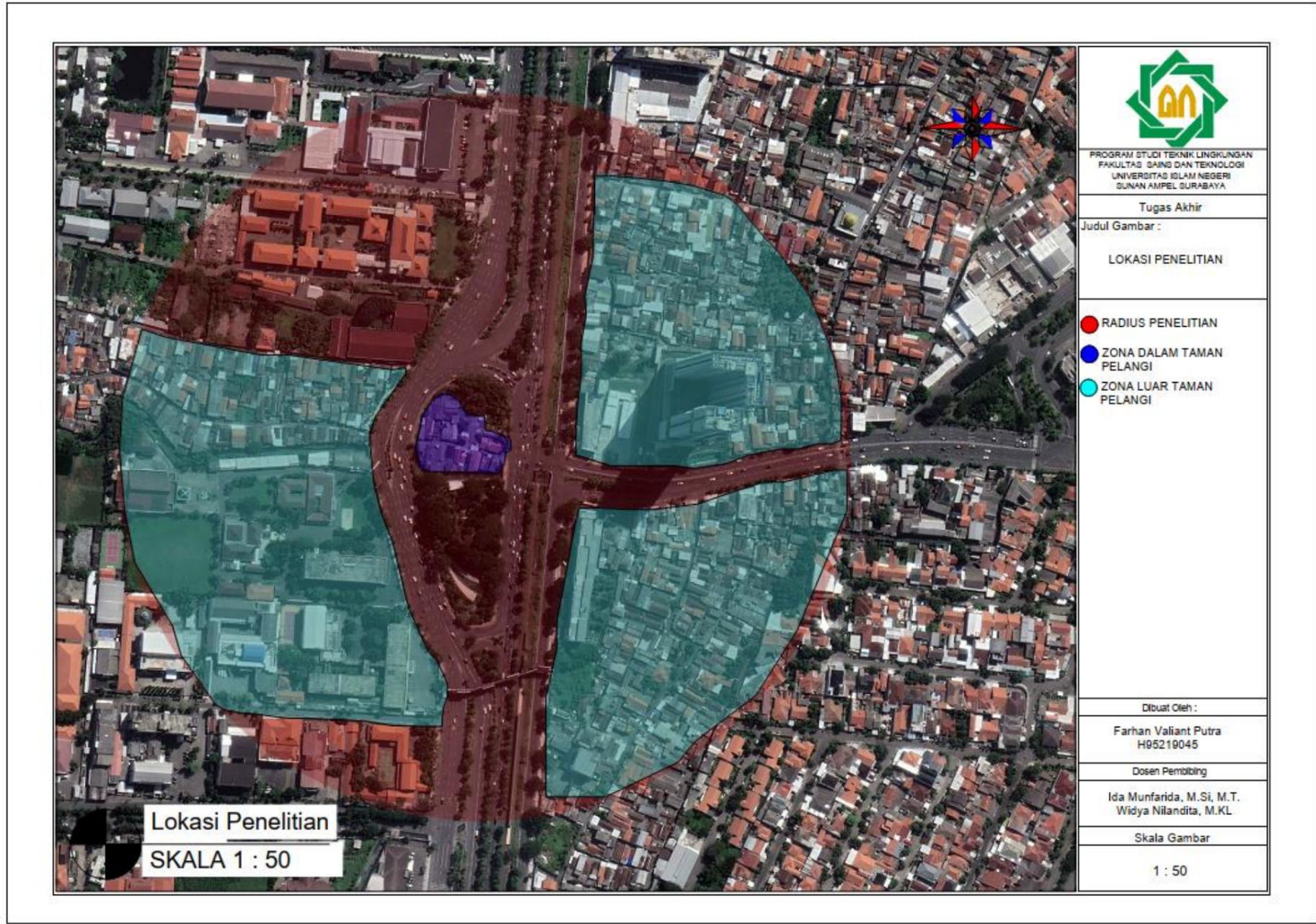


UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Halaman Sengaja Dikосongkan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



UIN
S U

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Zona Taman Pelangi

(Sumber : Analisis, 2023)

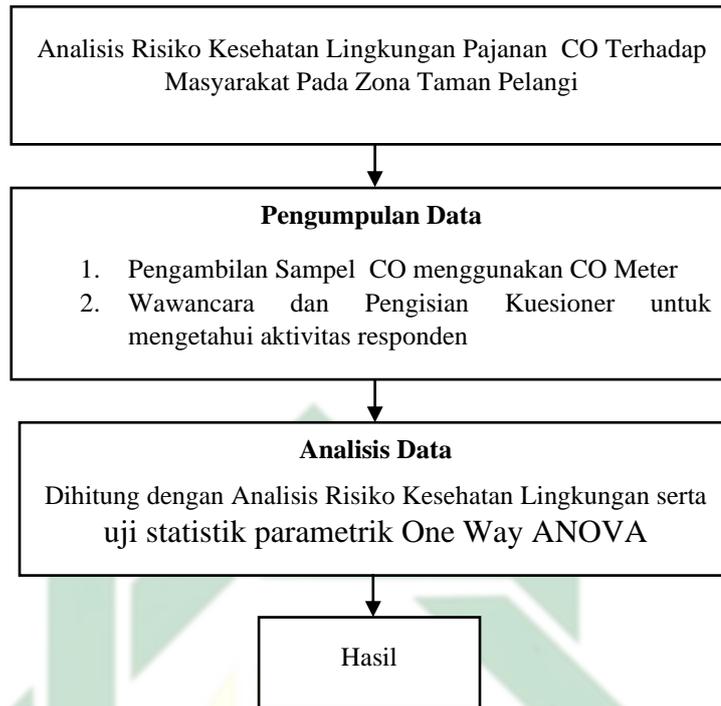
Pada penelitian ini diambil radius sejauh 300 m dari titik pusat yang berada di tengah permukiman bundaran taman pelangi, hal ini berdasarkan penelitian oleh (Gusrianti dkk., 2017) yang diperoleh hasil CO pada jarak 300 m mendekati baku mutu menurut PP nomor 41 tahun 1999. Maka dari itu peneliti mengambil radius untuk penelitian sejauh 300 m, dikarenakan akan menghasilkan dampak yang paling besar kepada masyarakat.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan CO Terhadap Masyarakat di Dalam dan di Luar Zona Taman Pelangi” ini dilakukan selama 6 bulan yaitu mulai tanggal Maret 2023 sampai dengan Agustus 2023.

3.3 Kerangka Pikir

Dalam penelitian ini, digunakan suatu kerangka pikir yang dikategorikan sebagai suatu alur sistematis. Tujuannya adalah untuk mencapai hasil penelitian yang baik dan optimal. Kerangka pikir ini dirancang untuk memvisualisasikan tujuan penelitian dan dapat dilihat dalam **Gambar 3.2** di bawah ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi CO terhadap masyarakat pada zona taman pelangi. Yang kemudian di analisa perkiraan risiko kesehatan lingkungan akibat paparan CO menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) serta uji statistik *parametrik* One Way ANOVA. Kemudian dari kajian dan pembahasan tersebut dapat memberikan kesimpulan dan saran untuk arah penelitian selanjutnya.

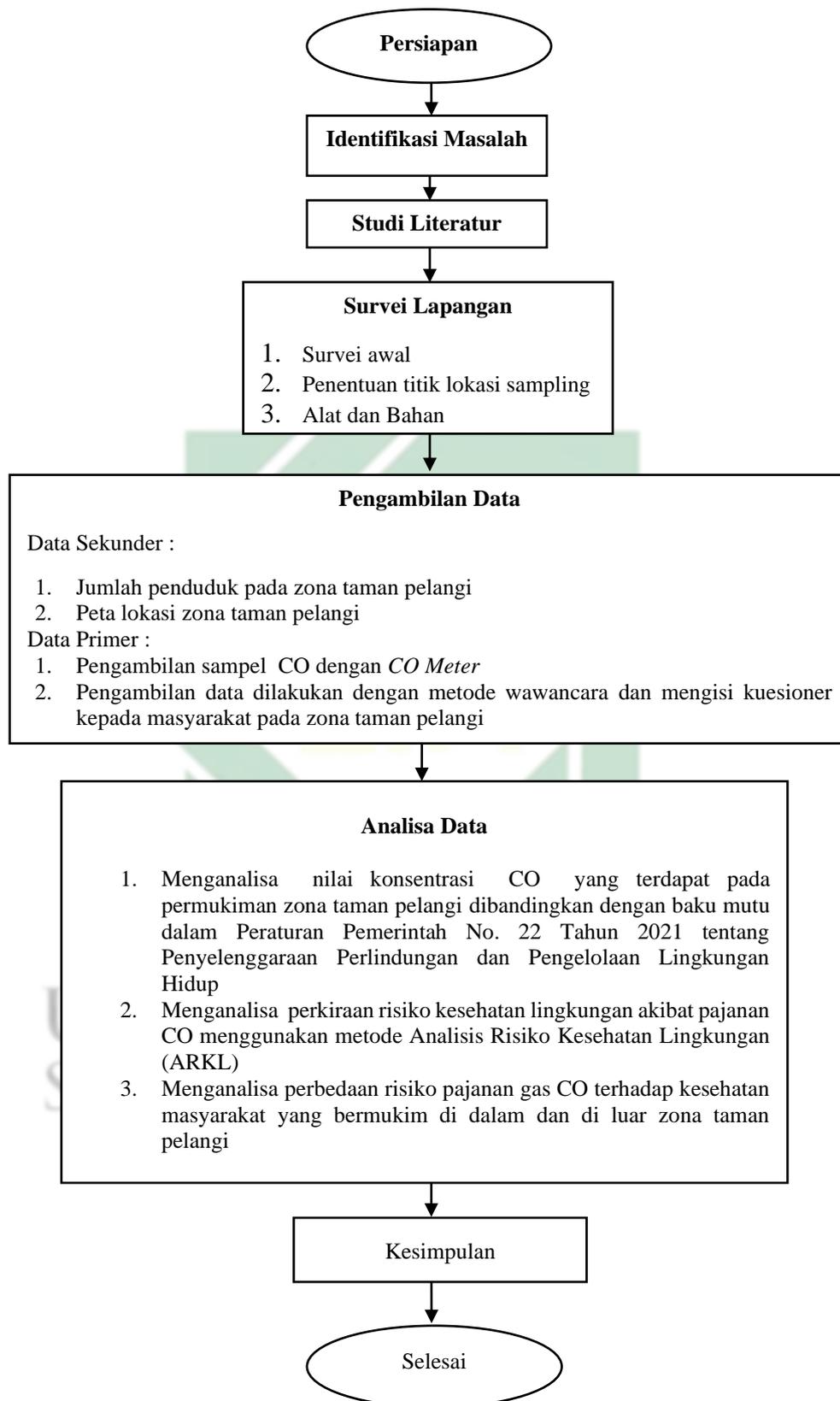


Gambar 3.2 Kerangka Pikir Penelitian

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu sebagai berikut identifikasi masalah, studi literatur, survei lapangan, analisa data dan kesimpulan penelitian, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.3** berikut :

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

3.5 Langkah Kerja Penelitian

Pada penelitian Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan CO perlu dilakukan pengukuran langsung di lokasi penelitian yakni permukiman di zona taman pelangi. Adapun langkah kerja pada penelitian seperti berikut ini:

3.5.1 Identifikasi Permasalahan

Dilakukan identifikasi masalah dengan tujuan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi akibat aktivitas transportasi di lokasi penelitian. Identifikasi ini dilakukan dengan fokus pada aspek pencemaran udara yang disebabkan oleh kegiatan transportasi.

3.5.2 Studi Literatur

Literatur dapat diperoleh dari buku-buku terkait, jurnal-jurnal yang berhubungan dengan penelitian, peraturan pemerintah, undang-undang, dan lain-lain. Literatur yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengertian dan sumber pencemaran udara, keadaan cuaca yang mempengaruhi kualitas udara *ambien*, pengertian dan karakterisasi karbon monoksida (CO), sumber pencemaran gas CO, pengaruh gas CO, Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), dan penelitian terkait.

3.5.3 Survei Lapangan

Pada tahap awal penelitian dilakukan survei lapangan guna mengetahui kondisi *eksisting* yang terdapat di lokasi penelitian.

3.5.4 Penentuan Lokasi Titik Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di Bundaran Taman Pelangi, dan penentuan lokasi titik sampling didasarkan pada standar SNI 19-7119.9-2005 bagian 9 yang mengatur penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara di jalan raya. Mengacu pada peraturan tersebut, penulis memilih lokasi sampling di permukiman yang terletak di zona Taman Pelangi. Pemilihan titik lokasi tersebut harus mewakili area yang menjadi sumber emisi karbon monoksida

sehingga dapat memberikan gambaran kondisi kualitas udara di permukiman yang terletak di zona Taman Pelangi. Penentuan lokasi titik sampling mengacu pada **Gambar 3.4** sesuai dengan SNI 19-7119.9-2005 berikut:



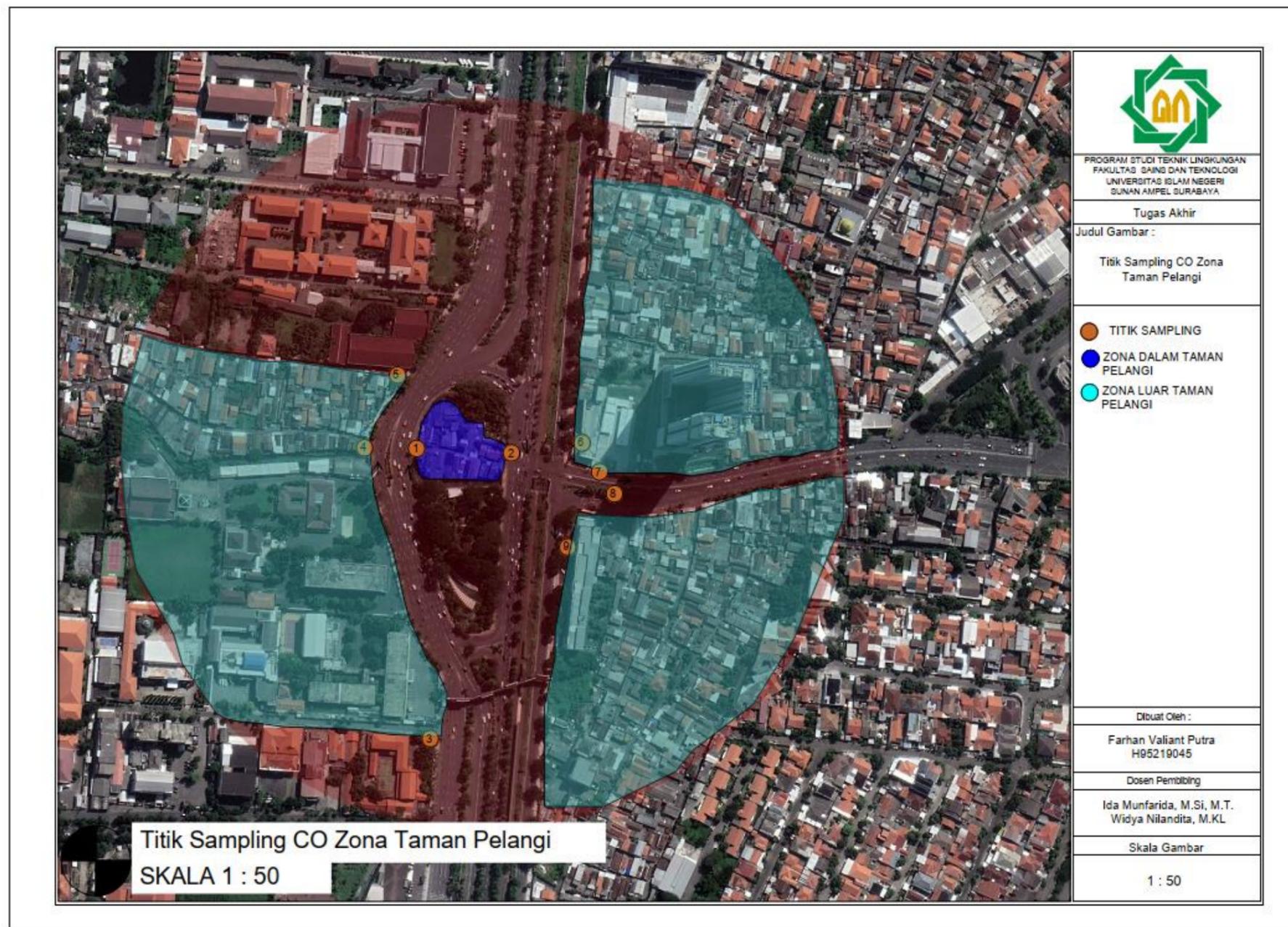
Gambar 3.4 Peta Pedoman Penentuan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*

(Sumber: BSN, 2005)

Penentuan lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini mengacu pada standar SNI 19-7119-2005 bagian 9 yang mengatur tentang penentuan lokasi pengambilan contoh dalam uji pemantauan kualitas udara ambien. Bagian ini menekankan pentingnya memilih lokasi titik sampel yang dapat mewakili wilayah yang sedang dipantau. Berdasarkan ketentuan tersebut, terdapat total 9 titik lokasi yang akan digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini, dengan tujuan untuk mewakili permukiman di zona taman pelangi. Berikut adalah daftar lokasi titik sampling yang akan digunakan dalam penelitian ini, untuk lebih jelasnya terdapat pada **Gambar 3.5**.

1. Titik sampel pertama terletak di Jalan Jemur Gayungan I yang berada di tengah Bundaran Taman Pelangi. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang melintas dari Jalan A. Yani menuju Surabaya,

2. Titik sampel kedua juga terletak di Jalan Jemur Gayungan I di tengah Bundaran Taman Pelangi. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang melintas dari Jalan A. Yani menuju Sidoarjo,
3. Lokasi titik sampel ketiga terletak di Jalan A. Yani. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang bergerak dari Jalan Ahmad Yani menuju Jalan Gayung Kebonsari,
4. Titik sampel keempat terletak di Jalan Jemur Gayungan I, di seberang taman pelangi. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang bergerak dari Jalan Ahmad Yani menuju Jalan Jemur Gayungan I,
5. Lokasi titik sampel kelima terletak di Jalan Jemur Gayungan II. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang bergerak dari Jalan Ahmad Yani menuju Jalan Jemur Gayungan II,
6. Titik sampel keenam terletak di Jalan Ahmad Yani. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang bergerak dari Jalan Ahmad Yani menuju Jalan Siwalankerto,
7. Lokasi titik sampel ketujuh terletak di Jalan Raya Jemursari. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang bergerak dari Jalan Ahmad Yani menuju SIER,
8. Titik sampel kedelapan terletak di Jalan Raya Jemursari. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang bergerak dari Jalan Raya Jemursari menuju Ahmad Yani,
9. Lokasi titik sampel kesembilan terletak di Jalan Ahmad Yani. Sumber emisi di lokasi ini berasal dari kendaraan yang bergerak dari Jalan SIER menuju Ahmad Yani.



Gambar 3.5 Titik Sampling CO Pada Zona Taman Pelangi

(Sumber : Analisis, 2023)

3.5.5 Waktu pengambilan sampel

Pada penelitian ini, waktu pengambilan sampel karbon monoksida (CO) mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010 tentang pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah. Pengukuran jumlah kendaraan bermotor, konsentrasi CO dilakukan selama 3 hari yaitu pada 2 hari libur dan 1 hari kerja tepatnya pada hari Sabtu representatif hari setengah kerja dan setengah libur dan Minggu sebagai representatif hari libur, serta hari Senin sebagai representatif hari kerja dengan durasi sampling masing-masing 1 jam. Pembagian interval waktu pengukuran konsentrasi CO di tiap titik sampling adalah sebagai berikut:

- a. Waktu Pagi hari pada jam 06.00-09.00 (Pagi)
- b. Waktu Siang hari pada jam 12.00-14.00 (Siang)
- c. Waktu Sore hari pada jam 16.00-18.00 (Sore)
- d. Waktu Malam hari pada jam 18.00-22.00 (Malam)

3.5.6 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk membantu mengungkap data yang digunakan dari penelitian yang akan dilakukan. Instrumen penelitian yang digunakan :

- a. Kuesioner

Untuk mengumpulkan data dalam suatu penelitian, digunakan kuesioner yang berisi serangkaian pertanyaan untuk memperoleh informasi atau respons (Notoatmodjo, 2018). Dalam penelitian ini, kuesioner digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang karakteristik responden seperti usia, berat badan, tingkat konsumsi, waktu, frekuensi, dan durasi paparan.

Usia yang digunakan sebagai responden merupakan usia dewasa yang di mana usia tersebut merupakan masyarakat dengan usia lebih dari 12 tahun yang di mana hal tersebut tercantum di dalam pedoman ARKL (DirJen PP dan PL, 2012).

b. CO meter

Alat pengukur gas karbon monoksida di udara yang digunakan adalah CO meter. CO meter ini berfungsi untuk mengukur kadar karbon monoksida dengan menggunakan satuan ppm (part per million). Model CO meter yang digunakan dalam penelitian ini adalah AS8700A.

3.5.7 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data yang dibedakan menjadi:

1. Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari referensi beberapa literatur terkait bisa dari jurnal, buku atau yang lainnya. Dalam penelitian ini data sekunder yang dibutuhkan yaitu:

- a. Jumlah Penduduk pada zona taman pelangi
- b. Peta lokasi penelitian pada zona taman pelangi

2. Pengambilan Data Primer

Sampel yang diambil pada penelitian ini adalah konsentrasi CO yang berada di kawasan permukiman zona taman pelangi dan pengisian kuesioner dibagikan ke masyarakat di sekitar area pengambilan sampel untuk menilai aktivitas responden. Untuk pengukuran sampel konsentrasi CO menggunakan alat CO Meter.

a. Pengambilan Konsentrasi CO

Pengambilan konsentrasi CO menggunakan metode pembacaan langsung (*real time* sampling) menggunakan bantuan alat CO meter dengan satuan ppm (*part per million*) model AS8700A sebagai alat ukur.

Berikut merupakan langkah-langkah menggunakan alat CO meter (Lestari, 2021):

- a. Tekan tombol *on/off* untuk menghidupkan atau mematikan pengukur CO.
- b. Setelah daya dinyalakan, meteran akan masuk ke mode deteksi, dan level CO akan ditampilkan sebagai mode pemindai. Terdapat 4 mode yang tersedia dalam mode deteksi, yaitu:
 - Mode pemindaian: Memindai kadar CO dan menampilkan nilai kadar saat ini,
 - Mode maksimum: Mendeteksi kadar CO dan menampilkan nilai maksimum yang tercatat,
 - Mode minimum: Menemukan kadar CO dengan menentukan nilai minimum yang tercatat,
 - Mode tahan: Tetap menampilkan level CO yang sama ketika beralih ke mode ini.
- c. Tekan tombol mode untuk beralih ke mode lain yang tersedia.
- d. Untuk menyalakan lampu latar, tekan tombol lampu latar. Simbol lampu latar akan muncul, dan tekan tombol lagi untuk mematikannya.

Dengan mengikuti langkah-langkah tersebut, pengguna dapat melakukan pengukuran konsentrasi karbon monoksida menggunakan alat CO meter model AS8700A dengan satuan ppm secara *real-time*.



Gambar 3.6 CO Meter

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Setelah didapatkan hasil perhitungan menggunakan alat CO Meter dengan satuan ppm hasil pengukuran tersebut harus diubah ke dalam satuan mg/m^3 agar dapat dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku yaitu pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 yaitu untuk $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atau $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam waktu 1 jam dan $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atau $4 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam waktu pengukuran 8 jam. Rumus konversi CO dari ppm ke satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mihelcic, 1999).

$$C \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) = C \text{ ppm}_v \times MW \times \frac{1.000 P}{R \cdot T} \quad 3.1$$

Keterangan :

C : Konsentrasi CO dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ppm_v : Konsentrasi CO dalam ppm

MW : Berat Molekul (28g/mol)

P : Tekanan (1 atm)

R : Konstanta (0,082 L-atm/mol. K)

T : Temperatur (K= °C+273)

b. Pengisian kuesioner dan Wawancara

Wawancara dilakukan dengan menggunakan kuesioner kepada masyarakat yang bermukim di zona taman pelangi. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik antropometri dan pola aktivitas masyarakat. Data karakteristik

antropometri dan pola aktivitas diperlukan untuk mencari nilai *intake* masing-masing titik, dan data tersebut tercantum pada pertanyaan kuesioner. Kuesioner akan berisi pertanyaan mengenai informasi umum, kebiasaan harian, dan riwayat kesehatan responden, termasuk jenis kelamin, berat badan, aktivitas sehari-hari, gejala penyakit atau keluhan yang dirasakan, serta penyakit bawaan dan lainnya.

Pengisian lembar kuesioner dilakukan pada saat wawancara langsung dengan masyarakat di sekitar lokasi penelitian oleh peneliti. Peneliti mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang ada pada lembar kuesioner kepada masyarakat secara langsung. Penentuan jumlah sampel untuk pengambilan data kuesioner menggunakan rumus Slovin. Rumus tersebut sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)} \quad 3.2$$

Keterangan :

- n : Jumlah sampel
N : Jumlah populasi
e : *Margin of error*

Ketentuan dalam rumus Slovin:

1. Nilai e = 0,1 (10%) untuk populasi dalam jumlah besar
2. Nilai e = 0,2 (20%) untuk populasi dalam jumlah kecil

Rentang sampel yang dapat diambil dari Teknik Slovin adalah antara 10-20% dari populasi penelitian.

Berdasarkan Neuman (2014), ketentuan dalam penentuan jumlah populasi adalah sebagai berikut:

- Populasi kecil untuk jumlah penduduk <1.000 jiwa;
- Populasi menengah untuk jumlah penduduk 1.000 ≤ penduduk ≤ 10.000 jiwa;
- Populasi besar untuk jumlah penduduk >10.000 jiwa.

Jumlah populasi dalam penelitian ini adalah 23.465 jiwa sehingga persentase kesalahan yang digunakan adalah 0,1 (10%) dan hasil perhitungan dibulatkan untuk mencapai kesesuaian. Perhitungan untuk mengetahui jumlah sampel dapat dilihat pada **Tabel 3.1** sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jumlah Penduduk

Wilayah	Jumlah Penduduk
RT 01 RW 03 Kelurahan Gayungan	54
RT 02 RW 03 Kelurahan Gayungan	153
RT 03 RW 03 Kelurahan Gayungan	176
Kelurahan Jemur Wonosari	23.082
Jumlah	23.465

(Sumber : Diolah dari berbagai sumber, 2023)

Perhitungan untuk mengetahui jumlah sampel dapat dilihat sebagai :

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)} \quad 3.3$$

$$n = \frac{23.465}{1 + (23.465 \times 0,1^2)}$$

$$s = 99,57 \sim 100 \text{ Responden}$$

Untuk pembagian jumlah responden tersebar sesuai titik sampling menjadi 9 titik sampling, dapat dihitung seperti berikut

$$\text{Responden per titik} = \frac{100}{9}$$

$$\text{Responden per titik} = 11,11 \sim 11 \text{ Responden per titik.}$$

c. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk melihat sah atau tidaknya kuesioner yang telah dibuat, menilai sah atau tidaknya pertanyaan yang terdapat pada kuesioner yang digunakan untuk penelitian. Uji validitas dilakukan dengan cara membandingkan nilai r hitung (*Pearson Correlation*) dengan

nilai r tabel. Jika r hitung $>$ r tabel maka variabel penelitian dinyatakan valid dan sebaliknya jika r hitung $<$ r tabel berarti variabel tidak valid. Uji validitas pada penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 100 responden untuk kemudian dilakukan analisis menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 26.

3.6 Analisis Data

3.6.1 Analisis Data Kuesioner

1. Uji Validitas

Validitas merupakan kemampuan alat ukur untuk mengukur sasaran ukurnya. Uji validitas digunakan untuk mengukur seberapa tepat suatu uji menjalankan fungsinya, apakah alat ukur yang telah disusun menjalankan fungsinya dengan baik. Uji validitas digunakan untuk mengukur sah atau tidaknya suatu kuesioner, mengukur sah atau tidaknya setiap pernyataan atau pertanyaan yang digunakan dalam penelitian. Setiap pernyataan atau pertanyaan yang terdapat di kuesioner pada uji validitas diukur dengan cara menghubungkan total dari setiap pertanyaan atau pernyataan dengan total keseluruhan tanggapan atas pertanyaan atau pernyataan yang digunakan dalam setiap variabel (Darma, 2021). Kriteria uji validitas adalah dengan membandingkan nilai r hitung (*Pearson Correlation*) dengan nilai r tabel. Nilai r hitung (*Pearson Correlation*) ini yang nantinya akan digunakan sebagai penentu valid atau tidaknya item pertanyaan yang digunakan untuk mendukung penelitian. Kriteria uji validitas adalah sebagai berikut (Darma, 2021) :

1. r hitung $>$ r tabel : instrumen penelitian valid
2. r hitung $<$ r tabel : instrumen penelitian tidak valid (invalid)

2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas mengukur kemantapan dan konsistensi jawaban responden terhadap pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan dimensi variabel ranking dalam kuesioner. Uji reliabilitas ditunjukkan dengan nilai alpha cronbach, jika nilai $\alpha > 0,50$ maka konstruk soal tersebut reliabel.

3.6.2 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Data yang dikumpulkan akan dianalisis menggunakan metode analisis risiko dengan menghitung jumlah CO yang di terima oleh masing-masing individu per kilogram berat badan per hari oleh individu. Untuk menghitung jumlah CO yang dikonsumsi, akan digunakan rumus analisis risiko dengan memperhitungkan nilai konsentrasi CO yang diukur, informasi *antropometri*, dan pola aktivitas individu.

Setelah itu, nilai *intake* CO akan dibandingkan dengan nilai referensi yang akan menghasilkan RQ menggunakan persamaan yang telah ditentukan (DirJen PP dan PL, 2012):

$$Intake (I) = \frac{c \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tAVG} \quad 3.4$$

Dengan pengertian:

I = asupan (*intake*) (mg/kg/hari)

C = konsentrasi *risk agent* di udara (mg/m³)

R = laju asupan atau konsumsi (0,83 m³/jam untuk inhalasi dewasa)

tE = waktu pajanan (24 jam/hari dikarenakan berada di permukiman)

fE = frekuensi pajanan (350 hari/tahun)

D_t = durasi pajanan (tahun)

W_b = berat badan (kg)

t_{avg} = periode rata-rata harian (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik)

$$RQ = \frac{I}{Rfc} \quad 3.5$$

Dengan pengertian:

RQ = *risk quotient*

RfC = *reference concentration* (studi literatur)

RQ > 1 memiliki risiko dan perlu pengelolaan risiko

RQ ≤ 1 tidak memiliki risiko

Perkiraan penilaian risiko kesehatan lingkungan di tingkat lokal berdasarkan nilai *intake* dan tingkat risiko akan dihitung untuk setiap responden.

Nilai Rfc untuk CO belum terdapat pada IRIS (*Integrated Risk Information System*) maupun MRL (*Minimum Risk Level*) tabel, sehingga nilai konsentrasi referensi untuk CO diturunkan dari baku mutu oleh WHO. Baku mutu CO menurut Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Nilai variabel dalam mencari nilai *intake* menggunakan nilai *default* yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan dalam pedoman ARKL, yaitu laju inhalasi (R) sebesar 0,83 m³/jam, jumlah jam pajanan (tE) sebesar 24 jam/hari, jumlah hari pajanan setiap tahun (fE) sebesar 350 hari/tahun, jumlah tahun terjadi pajanan (Dt) sebesar 30 tahun, berat badan (Wb) sebesar 55 kg, dan periode waktu efek non karsinogenik (tavg) sebesar 30 tahun x 365 hari/tahun = 10.950 hari.

3.6.3 Analisis Statistik Metode Uji One Way Anova

Penelitian ini dilakukan analisis statistik dengan jenis metode uji *one way* ANOVA menggunakan *software* SPSS. Uji ANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh utama dan pengaruh interaksi dari variabel independen kategorikal terhadap variabel dependen metrik, pengaruh interaksi adalah pengaruh bersama dua

atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen (Ayani & Fitriainingsih, 2022).

Sebelum melakukan uji ANOVA, perlu dilakukan pengujian normalitas dan homogenitas data yang diperoleh. Jika data tersebut terdistribusi normal dan homogen, maka dapat dilanjutkan dengan uji statistik ANOVA One Way. Namun, jika data tidak terdistribusi normal dan tidak homogen, maka selanjutnya data akan dianalisis dengan menggunakan uji statistik Kruskal-Wallis (Nidianti dkk., 2022).

Analisis data dan pembahasan akan dilakukan secara deskriptif serta dibuat ke dalam bentuk grafik dan tabel yang akan ditampilkan dalam penelitian ini. Selanjutnya data akan diolah menggunakan uji statistik *parametrik* menggunakan One Way Anova. Uji Anova memiliki syarat yaitu data harus terdistribusi normal dengan menggunakan uji *normalitas* Kruskal-Wallis. Nilai standar signifikansi pada uji *normalitas* dan uji homogenitas satu jika (Sig.) bernilai $> 0,05$ tidak terjadi perbedaan yang signifikan maka H_0 diterima sedangkan jika, data $< 0,05$ terjadi perbedaan yang signifikan maka H_0 ditolak serta data tersebut dianggap tidak terdistribusi normal dan tidak homogen. Pengujian statistik dapat ditentukan sebagai berikut:

- Hipotesis awal (H_0) tidak ada perbedaan risiko pajanan gas CO terhadap kesehatan masyarakat di zona taman pelangi,
- Hipotesis alternatif (H_1) memiliki perbedaan risiko pajanan gas CO terhadap kesehatan masyarakat di zona taman pelangi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian dan Titik Sampling

Taman Pelangi Kota Surabaya memiliki luas sekitar 12.835 meter persegi. Di area Bundaran Taman Pelangi, terdapat pemukiman warga yang terdiri dari satu Rukun Tetangga (RT) yaitu RT 01, yang termasuk dalam wilayah administrasi RW 03 Kelurahan Gayungan. Taman Pelangi Kota Surabaya terletak di Jalan Ahmad Yani, Kelurahan Gayungan, Kecamatan Gayungan, Kota Surabaya. Jalan Ahmad Yani terletak antara Kecamatan Wonocolo dan Kecamatan Gayungan, memiliki lebar 35 meter dan terdiri dari dua jalur utama. Jalan ini berperan sebagai Jalan Arteri Primer dan dilengkapi dengan jalur hijau atau ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai estetika jalan, menyerap CO, dan menjaga keseimbangan ekologi. Penelitian ini dilakukan di Taman Pelangi Kota Surabaya karena bundaran ini sering mengalami kemacetan terutama pada pagi dan sore hari (Tanggara dkk., 2021).



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini mengacu pada standar SNI 19-7119-2005 bagian 9 yang mengatur tentang penentuan lokasi pengambilan contoh dalam uji pemantauan kualitas udara *ambien*. Bagian ini menekankan pentingnya memilih lokasi titik sampel yang dapat

mewakili wilayah yang sedang dipantau. Berdasarkan ketentuan tersebut, terdapat total 9 titik lokasi yang akan digunakan untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini, dengan tujuan untuk mewakili pemukiman di Zona Taman Pelangi. Berikut merupakan kondisi *eksisting* 9 titik lokasi pengambilan sampel :

a. Titik Sampling 1

Titik sampling 1 terletak di Jalan Jemur Gayungan I yang berada di tengah area Bundaran Taman Pelangi, dengan titik koordinat $7^{\circ}19'37''S$ $112^{\circ}43'51''E$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan A. Yani Sidoarjo menuju ke Surabaya. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.2 Kondisi Lapangan Titik 1

b. Titik Sampling 2

Titik sampling 2 terletak di Jalan Jemur Gayungan I yang berada di tengah area Bundaran Taman Pelangi, dengan titik koordinat $7^{\circ}19'37''S$ $112^{\circ}43'53''E$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan Surabaya menuju ke A. Yani Sidoarjo. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.3 Kondisi Lapangan Titik 2

c. Titik Sampling 3

Titik sampling 3 terletak di Jalan Ahmad Yani dengan titik koordinat $7^{\circ}19'44''\text{S}$ $112^{\circ}43'51''\text{E}$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan A. Yani menuju ke Gayung Kebonsari. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.4 Kondisi Lapangan Titik 3

d. Titik Sampling 4

Titik sampling 4 terletak di Jalan Jemur Gayungan I dengan titik koordinat $7^{\circ}19'36''\text{S}$ $112^{\circ}43'50''\text{E}$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan A. Yani menuju ke Jemur Gayungan

I. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.5 Kondisi Lapangan Titik 4

e. Titik Sampling 5

Titik sampling 5 terletak di Jalan Jemur Gayungan II dengan titik koordinat $7^{\circ}19'35''S$ $112^{\circ}43'51''E$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan A. Yani menuju ke Jemur Gayungan II. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.6 Kondisi Lapangan Titik 5

f. Titik Sampling 6

Titik sampling 6 terletak di Jalan Ahmad Yani dengan titik koordinat $7^{\circ}19'37''\text{S}$ $112^{\circ}43'55''\text{E}$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan A. Yani menuju ke Siwalankerto. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.7 Kondisi Lapangan Titik 6

g. Titik Sampling 7

Titik sampling 7 terletak di Jalan Ahmad Yani dengan titik koordinat $7^{\circ}19'38''\text{S}$ $112^{\circ}43'55''\text{E}$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan Jemursari menuju ke SIER. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.8 Kondisi Lapangan Titik 7

h. Titik Sampling 8

Titik sampling 8 terletak di Jalan Ahmad Yani dengan titik koordinat $7^{\circ}19'38''S$ $112^{\circ}43'56''E$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan Raya Jemursari menuju ke A. Yani. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.9 Kondisi Lapangan Titik 8

i. Titik Samping 9

Titik sampling 9 terletak di Jalan Ahmad Yani dengan titik koordinat $7^{\circ}19'39''S$ $112^{\circ}43'54''E$ dengan sumber emisi berasal kendaraan dari Jalan SIER menuju ke A. Yani. Pada

titik ini dilakukan pengambilan sampel karbon monoksida, kuesioner mengenai pajanan CO.



Gambar 4.10 Kondisi Lapangan Titik 9

4.2 Karakteristik Responden

4.2.1 Jenis Kelamin

Karakteristik responden masyarakat yang tinggal di Taman Pelangi Kota Surabaya terdiri dari dua jenis kelamin, yaitu laki-laki dan perempuan. Hasil penelitian tentang distribusi frekuensi jenis kelamin dapat ditemukan dalam **Tabel 4.1** berikut :

Tabel 4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Frekuensi	%
Laki-Laki	58	58%
Perempuan	42	42%
Jumlah	100	100%

(Sumber : Analisis, 2023)

Dari **Tabel 4.1** tersebut, dapat dilihat bahwa jumlah responden laki-laki sebanyak 58 responden dengan persentase 58%, sedangkan jumlah responden perempuan sebanyak 42 responden dengan persentase 42%.

4.2.2 Usia

Karakteristik responden masyarakat yang tinggal di area Taman Pelangi Kota Surabaya juga dianalisis berdasarkan variabel usia, yang dibagi menjadi delapan kelas dengan total frekuensi sebanyak 100 responden, yang setara dengan 100% dari jumlah responden. Informasi lebih lanjut dapat ditemukan dalam **Tabel 4.2** berikut :

Tabel 4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Usia

Usia	Frekuensi	%
13 - 21	19	19%
22 -30	21	21%
31- 39	23	23%
40 - 48	14	14%
49 - 57	12	12%
58 - 66	8	8%
67 - 75	2	2%
76 - 84	1	1%
Jumlah	100	100%

(Sumber : Analisis, 2023)

Berdasarkan **Tabel 4.2** tersebut, dapat diketahui bahwa jumlah responden terbanyak berada dalam rentang usia 31-39 tahun, dengan jumlah 23 responden dan persentase 23%. Sementara itu, jumlah responden paling sedikit terdapat dalam rentang usia 78-86 tahun, hanya 1 responden dengan persentase 1%. Besarnya risiko seseorang dipengaruhi oleh usia individu tersebut. Semakin dewasa seseorang maka risiko yang didapatkan juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena masyarakat yang lebih tua memiliki imun atau pertahanan tubuh yang lebih rendah daripada masyarakat yang berusia muda (Syafmi, 2022).

4.2.3 Berat Badan

Karakteristik responden masyarakat yang bermukim di area Taman Pelangi Kota Surabaya dengan variabel berat badan

dikelompokkan menjadi 5 kelas dengan jumlah frekuensi 100 dan persentase sebanyak 100% seperti pada **Tabel 4.3** di bawah ini :

Tabel 4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Berat Badan

Berat Badan	Frekuensi	%
30 - 50	14	14%
51 - 71	75	75%
72 - 92	9	9%
93 - 113	0	0%
114 - 134	2	2%
Jumlah	100	100%

(Sumber: Analisis, 2023)

Berdasarkan **Tabel 4.3** distribusi frekuensi berat badan masyarakat didapatkan jumlah masyarakat dengan berat badan paling banyak berada di antara usia 51-71 kg dengan jumlah 75 responden dengan persentase 75% dan jumlah masyarakat dengan usia paling sedikit memiliki usia antara 114-134 kg dengan jumlah 2 responden dengan persentase 2%.

4.3 Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Pengambilan sampel karbon monoksida (CO) dilakukan di permukiman sekitar Taman Pelangi menggunakan 9 titik sampel. Pengukuran dilakukan selama 3 hari pada tanggal 6, 7, dan 8 Mei 2023. Waktu pengambilan sampel dibagi menjadi 4 interval: pagi hari (06.00-09.00), siang hari (12.00-14.00), sore hari (16.00-18.00), dan malam hari (18.00-22.00). Setiap interval pengukuran berlangsung selama 1 jam. Prosedur pengambilan sampel mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2010 tentang Pedoman Teknis Pemantauan Kualitas Udara *Ambien*. Baku mutu konsentrasi karbon monoksida yang digunakan mengacu pada Lampiran VII Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Namun, hasil pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini dinyatakan

dalam satuan ppm karena menggunakan alat CO meter yang menghasilkan satuan tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan konversi satuan ppm menjadi satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ agar dapat dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan oleh peraturan pemerintah.

Berikut ini adalah contoh perhitungan konversi satuan ppm menjadi $\mu\text{g}/\text{m}^3$ menggunakan **Rumus 3.1**. Misalnya, pada hari Sabtu pada titik 1 dan interval pagi hari, konsentrasi karbon monoksida yang terukur adalah 8,5 ppm. Dengan suhu udara di lapangan sebesar 32°C (atau 305 K), tekanan udara 1 atm, konstanta gas universal 0,082, dan berat molekul karbon monoksida 28 g/mol, maka hasil konversi ppm ke $\mu\text{g}/\text{m}^3$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) &= C \text{ ppm}_v \times MW \times \frac{1.000 P}{R.T} \\
 &= 8,5 \text{ ppm} \times 28 \text{ g/mol} \times \frac{1000 \times 1 \text{ atm}}{0,082 \text{ L-atm/K mol} \times 305 \text{ K}} \\
 &= 8,5 \times 28 \times \frac{1000}{25,1} \\
 &= 9.504 \mu\text{g}/\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, nilai konsentrasi karbon monoksida pada hari Sabtu pada titik 1 dan interval pagi hari yang telah dikonversi adalah sebesar $9.504 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil perhitungan konversi karbon monoksida dari satuan ppm ke $\mu\text{g}/\text{m}^3$ juga dilakukan untuk titik-titik lain.

4.3.1 Pengukuran Pagi Hari

Pengukuran interval pagi hari dilakukan pada pukul 06.05-09.05 WIB menggunakan alat CO meter. Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida pada interval pagi hari dari 9 titik sampel dapat dilihat pada **Tabel 4.4** berikut:

Tabel 4.4 Hasil Konsentrasi Karbon Monoksida Pagi Hari

Rata-rata Pagi				
Karbon Monoksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Titik	Hari			Rata-rata
	Sabtu	Minggu	Senin	
1	9504	12891	20234	14118
2	14679	12820	14661	14054
3	7131	8253	12383	9256
4	7291	7733	15331	10118
5	9656	11311	14763	11910
6	11459	18100	12445	14001
7	7616	13412	13876	11635
8	16302	11828	16526	14885
9	14814	6709	16156	12559

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata konsentrasi karbon monoksida tertinggi pada permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya dengan interval pengukuran 3 hari terjadi pada titik 8 dengan nilai konsentrasi rata-rata sebesar $14.885 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan nilai rata-rata konsentrasi karbon monoksida paling rendah terjadi pada titik 3 dengan nilai rata-rata sebesar $9.256 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dari hasil pengukuran keseluruhan, nilai konsentrasi karbon monoksida permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya dengan interval waktu pagi hari tertinggi terjadi pada hari Senin titik 1 yaitu sebesar $20.234 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai terendah terjadi pada hari Minggu pada titik 9 yaitu sebesar $6.709 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3.2 Pengukuran Siang Hari

Pengukuran interval siang hari dilakukan pada pukul 12.30-14.30 WIB menggunakan alat CO meter. Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida pada interval siang hari dari 9 titik sampel dapat dilihat pada **Tabel 4.5** berikut:

Tabel 4.5 Hasil Konsentrasi Karbon Monoksida Siang Hari

Rata-rata Siang				
Karbon Monoksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Titik	Hari			Rata-rata
	Sabtu	Minggu	Senin	
1	7336	12578	19189	13034
2	12761	17692	15824	15426
3	7827	6058	8011	7299
4	8761	7266	15280	10436
5	9598	8850	14770	11073
6	10990	14248	12472	12570
7	9503	8937	11924	10122
8	16768	10613	13971	13784
9	14813	11266	8385	11488

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Berdasarkan **Tabel 4.5** di atas, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata konsentrasi karbon monoksida tertinggi di permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya dalam interval waktu pengukuran 3 hari terjadi pada titik 2, dengan nilai konsentrasi rata-rata mencapai $15.426 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sementara itu, nilai rata-rata konsentrasi karbon monoksida terendah terjadi pada titik 3, dengan nilai rata-rata sebesar $7.299 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dalam pengukuran keseluruhan, titik 1 pada hari Senin menunjukkan konsentrasi karbon monoksida tertinggi dalam interval siang hari, yaitu sebesar $19.189 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan titik 3 pada hari Minggu menunjukkan konsentrasi terendah, yaitu sebesar $6.058 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3.3 Pengukuran Sore Hari

Pengukuran interval sore hari dilakukan pada pukul 15.00-18.00 WIB menggunakan alat CO meter. Pengukuran dilakukan lebih awal dikarenakan keterbatasan alat ukur CO Meter, hal ini didukung oleh penelitian Nampira dkk (2017) yang menyatakan bahwa penelitian ini mempunyai keterbatasan alat ukur untuk mengetahui faktor-faktor lain misalnya merokok, infeksi, dan kepekaan terhadap paparan polusi udara, dan sebagainya. Hasil

pengukuran konsentrasi karbon monoksida pada interval pagi hari dari 9 titik sampel dapat dilihat pada **Tabel 4.6** berikut:

Tabel 4.6 Hasil Konsentrasi Karbon Monoksida Sore Hari

Rata-rata Sore				
Karbon Monoksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Titik	Hari			Rata-rata
	Sabtu	Minggu	Senin	
1	7407	9348	34475	17077
2	12853	17814	15928	15531
3	7828	6058	10994	8293
4	8818	7501	10912	9077
5	9662	7504	12186	9784
6	11014	8032	12505	10517
7	9569	10508	16696	12258
8	16888	8066	17440	14132
9	14914	9943	11591	12150

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Berdasarkan pada **Tabel 4.6** di atas, dapat diamati bahwa nilai rata-rata konsentrasi karbon monoksida tertinggi di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya dalam interval waktu pengukuran 3 hari terjadi pada titik 1, dengan nilai konsentrasi rata-rata mencapai $17.077 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sementara itu, nilai rata-rata konsentrasi karbon monoksida terendah terjadi pada titik 3, dengan nilai rata-rata sebesar $8.293 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dalam pengukuran keseluruhan, titik 1 pada hari Senin menunjukkan konsentrasi karbon monoksida tertinggi dalam interval sore hari, yaitu sebesar $34.475 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan titik 3 pada hari Minggu menunjukkan konsentrasi terendah, yaitu sebesar $6.058 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3.4 Pengukuran Malam Hari

Pengukuran interval malam hari dilakukan pada pukul 18.05-22.05 WIB menggunakan alat CO meter. Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida pada interval pagi hari dari 9 titik sampel dapat dilihat pada **Tabel 4.7** berikut:

Tabel 4.7 Hasil Konsentrasi Karbon Monoksida Malam Hari

Rata-rata Malam				
Karbon Monoksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Titik	Hari			Rata-rata
	Sabtu	Minggu	Senin	
1	7433	13025	34808	18422
2	12935	13024	16039	13999
3	7936	13224	11107	10756
4	8845	13971	10913	11243
5	9762	12935	12229	11642
6	11144	9785	12607	11178
7	9594	10385	16756	12245
8	16997	8499	17471	14322
9	14958	8654	11698	11770

Sumber : Hasil Analisa, 2023

Selanjutnya berdasarkan data pada **Tabel 4.7** di atas, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata konsentrasi karbon monoksida tertinggi di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya dalam interval waktu pengukuran 3 hari terjadi pada titik 1, dengan nilai konsentrasi rata-rata mencapai $18.422 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sementara itu, nilai rata-rata konsentrasi karbon monoksida terendah terjadi pada titik 3, dengan nilai rata-rata sebesar $10.756 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dalam pengukuran keseluruhan, titik 1 pada hari Senin menunjukkan konsentrasi karbon monoksida tertinggi dalam interval malam hari, yaitu sebesar $34.808 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan titik 1 pada hari Sabtu menunjukkan konsentrasi terendah, yaitu sebesar $7.433 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Berdasarkan data pengukuran yang telah diambil, hasil rekapitulasi data selama 3 hari dalam 4 interval waktu pada 9 titik adalah pada **Tabel 4.8** sebagai berikut :

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Nilai Rata-rata Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Selama 3 Hari
Pada Tiap Titik

Rata-rata Pagi			Rata-rata Siang			Rata-rata Sore			Rata-rata malam			Rata-rata	
Karbon Monoksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)													
Titik	Hari			Hari			Hari			Hari			
	Sabtu	Minggu	Senin	Sabtu	Minggu	Senin	Sabtu	Minggu	Senin	Sabtu	Minggu	Senin	
1	9504	12617	20234	7336	12578	19189	7407	9348	34475	7433	13025	34808	15663
2	14679	12820	14661	12761	17692	15824	12853	17814	15928	12935	13024	16039	14753
3	7131	8253	12383	7827	6058	8011	7828	6058	10994	7936	13224	11107	8901
4	7291	7733	15331	8761	7266	15280	8818	7501	10912	8845	13971	10913	10218
5	9656	11311	14763	9598	8850	14770	9662	7504	12186	9762	12935	12229	11102
6	11459	18100	12445	10990	14248	12472	11014	8032	12505	11144	9785	12607	12067
7	7616	13412	13876	9503	8937	11924	9569	10508	16696	9594	10385	16756	11565
8	16302	11828	16526	16768	10613	13971	16888	8066	17440	16997	8499	17471	14281
9	14814	6709	16156	14813	11266	8385	14914	9943	11591	14958	8654	11698	11992

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Hasil perhitungan tersebut diperoleh dengan mengambil rata-rata nilai konsentrasi karbon monoksida pada 9 titik selama 3 hari pada interval waktu yang sama. Berdasarkan **Tabel 4.8** tersebut, dapat diketahui bahwa rata-rata konsentrasi karbon monoksida tertinggi pada pengukuran 3 hari terjadi di titik 1, mencapai $15.663 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini disebabkan karena pada titik 1 sering terjadi penumpukan kendaraan yang diakibatkan oleh kemacetan arus lalu lintas menuju Jalan SIER yang mengakibatkan peningkatan konsentrasi karbon monoksida. Di sisi lain, konsentrasi karbon monoksida terendah terjadi pada titik 3, sebesar $8.901 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini disebabkan karena pada titik 3 kendaraan tidak mengalami kemacetan dikarenakan jalur mobil dan motor dibedakan sehingga tidak terjadi penumpukan kendaraan.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi data selama 3 hari dalam 4 interval waktu dapat dilihat pada **Tabel 4.9** :

Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Nilai Rata-rata Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Selama 3 Hari

Rekapitulasi nilai rata-rata			
Karbon Monoksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Waktu	Hari		
	Sabtu	Minggu	Senin
Pagi	10939	11420	15153
Siang	10252	10834	13314
Sore	10258	9419	15859
Malam	11500	11500	15958

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

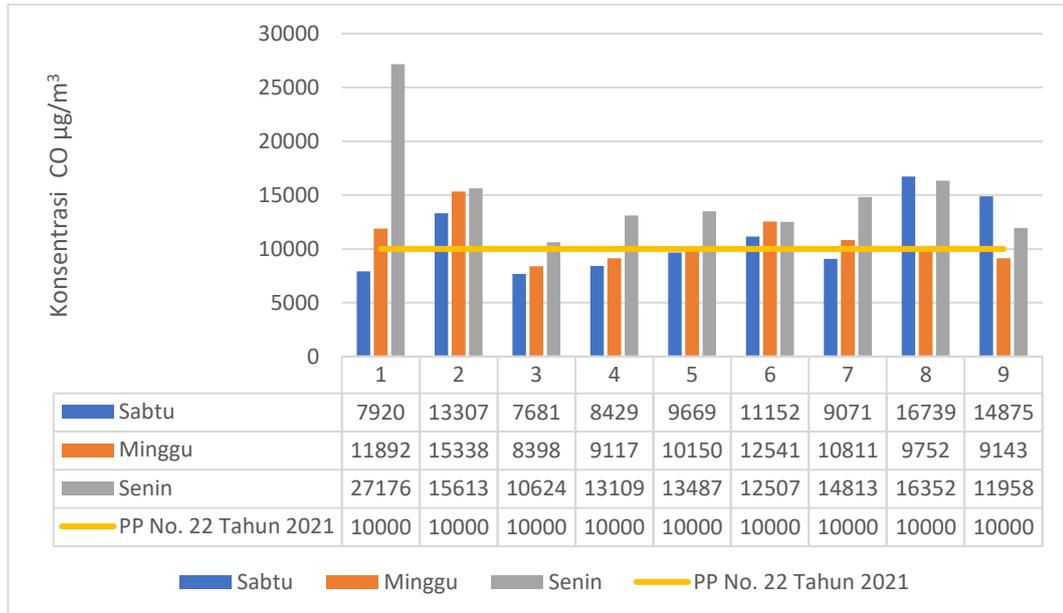
Hasil perhitungan tersebut diperoleh dengan mengambil rata-rata nilai konsentrasi karbon monoksida pada 9 titik selama 3 hari pada interval waktu yang sama. Berdasarkan **Tabel 4.9** tersebut, dapat diketahui bahwa konsentrasi karbon monoksida tertinggi terjadi pada hari Senin dengan interval waktu malam hari, mencapai $15.958 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini disebabkan oleh peningkatan aktivitas kendaraan bermotor saat jam pulang kerja dan aktivitas transportasi masyarakat pada saat yang sama, yang mengakibatkan peningkatan konsentrasi karbon monoksida. Di sisi lain, konsentrasi karbon monoksida terendah terjadi pada hari Minggu dengan interval waktu sore hari, sebesar $9.419 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini disebabkan oleh rendahnya aktivitas transportasi masyarakat pada hari libur.

4.3.5 Perbandingan Konsentrasi CO dengan Baku Mutu Udara Ambien

Selama 3 hari pengukuran dan pada 9 titik pengambilan sampel, nilai konsentrasi karbon monoksida di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya bervariasi sesuai dengan baku mutu udara ambien nasional yang diatur oleh Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Parameter pencemar karbon monoksida memiliki batas maksimum sebesar $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk pengukuran selama 1 jam. **Gambar 4.11** menunjukkan grafik perbandingan konsentrasi karbon monoksida dengan baku mutu

udara *ambien* Nasional PP No.22 Tahun 2021 di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya selama 3 hari pada 9 titik sampel.

Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Dengan Baku Mutu Udara Ambien



(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Grafik dalam **Gambar 4.11** memperlihatkan perbandingan nilai konsentrasi rata-rata selama 3 hari pengukuran pada 9 titik sampel. Titik sampling 1 menunjukkan konsentrasi CO tertinggi, karena merupakan titik sampel di permukiman yang berada dekat dengan jalan raya dengan aktivitas transportasi yang padat. Salah satu sumber konsentrasi CO yang tinggi selama pengukuran adalah knalpot kendaraan bermotor, dengan nilai konsentrasi tertinggi sebesar 27.176 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada hari Senin, yang merupakan hari kerja. Sementara itu, titik sampling 3 menunjukkan konsentrasi terendah, yaitu 7.681 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pada hari Sabtu. Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida di setiap titik di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya menunjukkan bahwa nilai tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh PP No.22 Tahun 2021, yaitu 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Faktor yang mempengaruhi tingginya konsentrasi karbon monoksida di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya

adalah lokasi permukiman yang berada di jalan raya sebagai jalur utama antara Surabaya dan Sidoarjo, khususnya di Jalan Ahmad Yani Kel. Gayungan, Kota Surabaya.

Faktor yang menyebabkan tingginya pencemaran di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muzayyid (2014), yang menyatakan bahwa Kadar karbon monoksida yang tinggi dapat disebabkan oleh keberadaan kendaraan bermotor. Kemacetan lalu lintas dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi karbon monoksida di suatu lokasi. Beberapa faktor yang memengaruhi terjadinya kemacetan meliputi parkir kendaraan di tepi jalan yang menghambat pergerakan kendaraan lain, bahkan dapat menyebabkan keadaan berhenti, serta keberadaan angkutan umum yang berhenti untuk menunggu atau menurunkan penumpang, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap polusi udara.

4.4 Analisis Data

4.4.1 Uji Validitas Kuesioner

Uji validitas dilakukan untuk menilai legalitas kuesioner dan pertanyaannya. Uji validitas dilakukan dengan membandingkan nilai r hitung (*Pearson Correlation*) dengan nilai r tabel. Jika nilai r hitung lebih besar dari nilai r tabel, maka variabel penelitian dianggap valid. Sebaliknya, jika nilai r hitung lebih kecil dari nilai r tabel, maka variabel dianggap tidak valid. Pada penelitian ini, uji validitas dilakukan dengan mendistribusikan kuesioner kepada 100 responden, dan kemudian dilakukan analisis menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) versi 26. Berikut merupakan ringkasan hasil uji validitas dapat dilihat pada **Tabel 4.10** berikut :

Tabel 4.10 Hasil Uji Validitas

Variabel/Pertanyaan	r hitung	r tabel	Keterangan
Jenis Kelamin	0,439	0,195	Valid
Lama Keluhan	0,244	0,195	Valid
Konsultasi Dokter	0,302	0,195	Valid
Terakhir Konsultasi	0,321	0,195	Valid

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Penentuan validitas ditentukan berdasarkan nilai r tabel. Nilai r tabel dengan jumlah responden sebanyak 100 dengan signifikan 5% adalah sebesar 0,195. Nilai r tabel dapat di lihat pada **Tabel 4.11** Hasil nilai r hitung uji validitas kuesioner di atas 0,195 hal ini menunjukkan bahwa kuesioner valid.

Tabel 4.11 Nilai r Tabel

N	The Level Of Significan		N	The Level Of Significan	
	5%	1%		5%	1%
3	0,997	0,999	38	0,320	0,413
4	0,950	0,990	39	0,316	0,408
5	0,878	0,959	40	0,312	0,403
6	0,811	0,917	41	0,308	0,398
7	0,754	0,874	42	0,304	0,393
8	0,707	0,834	43	0,301	0,389
9	0,666	0,798	44	0,297	0,384
10	0,632	0,765	45	0,294	0,380
11	0,602	0,735	46	0,291	0,376
12	0,576	0,708	47	0,288	0,372
13	0,553	0,684	48	0,284	0,368
14	0,532	0,661	49	0,281	0,364
15	0,514	0,641	50	0,279	0,361
16	0,497	0,623	55	0,266	0,345
17	0,482	0,606	60	0,254	0,330
18	0,468	0,590	65	0,244	0,317
19	0,456	0,575	70	0,235	0,306
20	0,444	0,561	75	0,227	0,296
21	0,433	0,549	80	0,220	0,286
22	0,432	0,537	85	0,213	0,278

N	The Level Of Significan		N	The Level Of Significan	
	5%	1%		5%	1%
23	0,413	0,526	90	0,207	0,267
24	0,404	0,515	95	0,202	0,263
25	0,396	0,505	100	0,195	0,256
26	0,388	0,496	125	0,176	0,230
27	0,381	0,487	150	0,159	0,210
28	0,374	0,478	175	0,148	0,194
29	0,367	0,470	200	0,138	0,181
30	0,361	0,463	300	0,113	0,148
31	0,355	0,456	400	0,098	0,128
32	0,349	0,449	500	0,088	0,115
33	0,344	0,442	600	0,080	0,105
34	0,339	0,436	700	0,074	0,097
35	0,334	0,430	800	0,070	0,091
36	0,329	0,424	900	0,065	0,086
37	0,325	0,418	1000	0,062	0,081

(Sumber : Kamilah, 2015)

4.4.2 Uji Reliabilitas

Suatu kuesioner dikatakan reliabel jika jawaban seseorang terhadap pertanyaan adalah konsisten atau stabil dari waktu ke waktu. Statistik ini berguna untuk mengetahui apakah pengukuran yang akan kita buat andal, di mana biasanya reliabilitas suatu instrumen dapat diterima jika memiliki *alpha cronbach* minimal 0,50. Pada uji ini reliabel jika *alpha* hitung lebih besar dari 0,50 di mana kriteria sebagai berikut : $\alpha \geq 0,50$ artinya instrumen reliabel dan $\alpha < 0,50$ artinya instrumen tidak reliabel (Wati, 2017).

Dari hasil uji reliabilitas dengan menggunakan komputer program SPSS 26 didapatkan koefisien reliabilitas sebesar 0,508. Ringkasan hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada **Tabel 4.12** berikut:

Tabel 4.12 Hasil Uji Reliabilitas

Hasil Uji	Keterangan
0,543	Reliabel

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Nilai suatu instrumen dikatakan reliabel bila nilai *Alpha Cronbach* lebih besar dari 0,50. Hasil uji reliabilitas pada **Tabel 4.12** menunjukkan bahwa variabel memiliki *Alpha Cronbach* lebih besar dari 0,50. Jadi, dapat disimpulkan bahwa kuesioner reliabel.

4.4.3 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

1. Analisis Dosis Respon

Analisis dosis respon digunakan untuk menetapkan nilai kuantitatif toksisitas suatu agen risiko untuk setiap bentuk spesi kimia. Toksisitas sebagai dosis referensi menggunakan nilai *Reference Concentration* (RfC) untuk pajanan dengan jalur inhalasi. Nilai RfC untuk CO belum terdapat pada IRIS (*Integrated Risk Information System*) maupun MRL (*Minimum Risk Level*) tabel, sehingga nilai konsentrasi referensi untuk CO diturunkan dari baku mutu oleh WHO. Baku mutu CO menurut Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Nilai variabel dalam mencari nilai *intake* menggunakan nilai *default* yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan dalam pedoman ARKL, yaitu C merupakan baku mutu udara CO *ambien* berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 yaitu 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ yang dikonversikan menjadi 10 mg/m^3 laju inhalasi (R) sebesar 0,83 m^3/jam , jumlah jam pajanan (tE) sebesar 24 jam/hari, jumlah hari pajanan setiap tahun (fE) sebesar 350 hari/tahun, jumlah tahun terjadi pajanan (Dt) sebesar 30 tahun, berat badan (Wb) sebesar 55 kg, dan periode waktu efek non karsinogenik (tavg) sebesar 30 tahun x 365 hari/tahun = 10.950 hari. Berikut hasil RfC yang diperoleh dari persamaan rumus pedoman ARKL:

$$RfC = \frac{c \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tAVG}$$

$$Rfc = \frac{10 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 24 \frac{jam}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$Rfc = 3,472976 \sim 3,473 \text{ mg/kg/hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai RfC gas CO yang digunakan pada penelitian ini sebesar 3,473 mg/kg/hari.

2. Analisis Paparan

Analisis paparan merupakan suatu analisis yang digunakan untuk menentukan jumlah kuantitatif atau konsentrasi agen risiko dengan suatu agen atau benda asing pada durasi dan frekuensi paparan tertentu (*intake* dari agen risiko). Data yang dibutuhkan untuk analisis paparan di antaranya :

a. Waktu Paparan (tE)

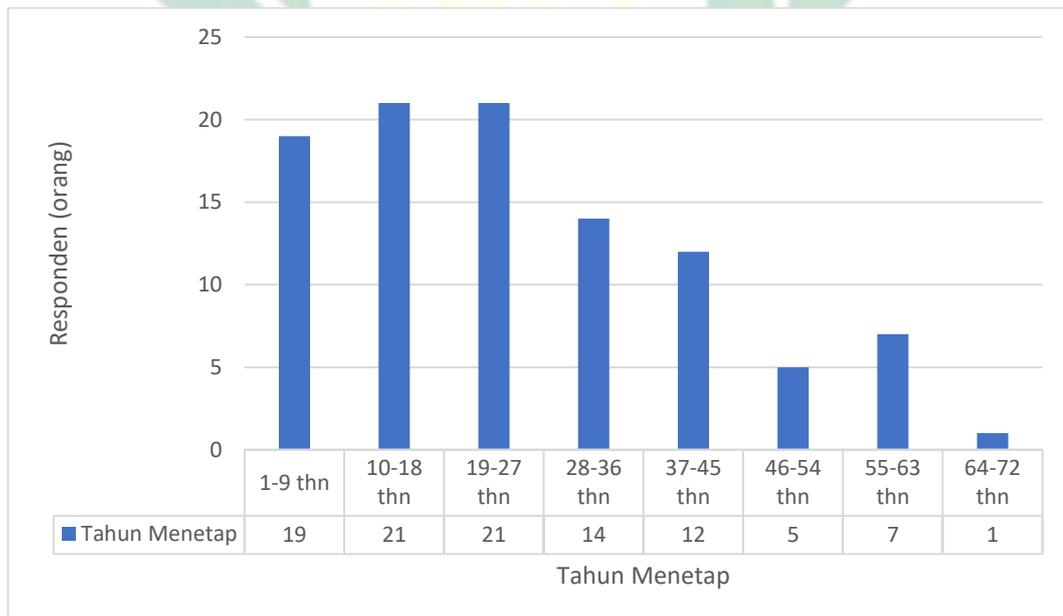
Waktu paparan responden pada penelitian ini ditentukan berdasarkan berapa lama responden terpapar gas pencemar CO dalam satuan jam/hari. Hal ini ditandai dengan berapa lama responden beraktivitas di luar rumah. Berdasarkan pedoman ARKL disebutkan bahwa waktu paparan pada pemukiman ialah 24 jam/hari maka dalam penelitian ini digunakan waktu paparan 24 jam/hari tersebut.

b. Frekuensi Paparan (fE)

Frekuensi paparan adalah seberapa lama responden terpapar gas pencemar CO dalam satuan hari/tahun. Hal ini ditandai dengan berapa hari responden meninggalkan rumah untuk bepergian keluar kota dalam setahun. Berdasarkan pedoman ARKL disebutkan bahwa frekuensi paparan pada pemukiman ialah 350 hari/tahun maka dalam penelitian ini digunakan waktu paparan 350 hari/tahun tersebut.

c. Durasi Pajanan (Dt)

Durasi pajanan merupakan seberapa lama responden terpapar gas pencemar dalam setahun. Durasi pajanan terbagi menjadi dua, pajanan *realtime* dan *lifetime*. Pajanan *realtime* merupakan lama pajanan sebenarnya yang didapatkan dari hasil wawancara langsung dengan responden, sedangkan pajanan *lifetime* merupakan durasi pajanan seumur hidup (30 tahun) yang didapatkan dari nilai pedoman ARKL. Durasi pajanan *realtime* pada penelitian ini ditandai dengan sudah berapa lama responden menetap di lokasi penelitian tersebut. Berdasarkan Hasil wawancara dengan responden didapatkan rata-rata responden telah menetap selama 25 tahun. Lebih jelasnya mengenai durasi pajanan dapat dilihat pada **Gambar 4.12** berikut :



Gambar 4.12 Durasi Pajanan (Dt)

d. *Intake* Karbon Monoksida (CO)

Perhitungan nilai *intake* dilakukan dengan menambahkan nilai konsentrasi gas CO yang dikonversikan dari $\mu\text{g}/\text{m}^3$ menjadi mg/m^3 , waktu pajanan, frekuensi pajanan,

dan durasi pajanan yang kemudian dibandingkan dengan berat badan responden dan waktu rata-rata responden terpapar gas CO. Nilai *intake* dibedakan menjadi *intake realtime* dan *lifetime*. Hal yang membedakan *intake realtime* dengan *lifetime* adalah durasi pajanannya (*Dt*). *Intake realtime* menggunakan nilai *Dt* berdasarkan kenyataan responden, sedangkan *intake lifetime* menggunakan nilai *Dt* sebesar 30 tahun yang didapatkan dari pedoman ARKL. Responden berjumlah 100 responden yang tinggal di sekitar lokasi sampling (9 titik). Setiap responden akan berbeda-beda konsentrasi gas pencemarnya sesuai dengan titik samplingnya. Berikut merupakan contoh perhitungan *intake realtime* pada titik 1 untuk R1 :

$$Intake_{Realtime} = \frac{c \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tAVG}$$

$$Intake_{Realtime} = \frac{16 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 24 \frac{jam}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 15 tahun}{58 kg \times 10.950 hari}$$

$$Intake_{Realtime} = 2,579 mg/kg.hari$$

Dan berikut merupakan contoh perhitungan *intake lifetime* pada titik 1 untuk R1 :

$$Intake_{Lifetime} = \frac{c \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tAVG}$$

$$Intake_{Lifetime} = \frac{16 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 24 \frac{jam}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 30 tahun}{58 kg \times 10.950 hari}$$

$$Intake_{Lifetime} = 5,158 mg/kg.hari$$

Berikut merupakan *intake CO Realtime* :

Tabel 4.13 Intake CO *Realtime*

Intake Realtime	Frekuensi	%
0,162 - 1,464	25	25%
1,465 - 2,766	23	23%
2,767 - 4,068	14	14%
4,069 - 5,370	17	17%
5,371 - 6,672	10	10%
6,673 - 7,974	8	8%
7,975 - 9,276	2	2%
9,277 - 10,571	1	1%
Jumlah	100	100%

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Berdasarkan hasil pada **Tabel 4.13** dapat dilihat bahwa nilai *intake* CO *realtime* dengan rentang 0,162 mg/kg.hari – 10,571 mg/kg.hari. Nilai *intake* dengan frekuensi terbanyak terdapat pada rentang 0,162 mg/kg.hari – 1,464 mg/kg.hari dengan nilai frekuensi sebesar 25%.

Tabel 4.14 Intake CO *Lifetime*

Intake Realtime	Frekuensi	%
1,720 - 2,489	8	8%
2,490 - 3,259	16	16%
3,260 - 4,030	29	29%
4,031 - 4,800	26	26%
4,801 - 5,570	15	15%
5,571 - 6,340	4	4%
6,341 - 7,110	1	1%
7,111 - 7,873	1	1%
Jumlah	100	100%

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Berdasarkan hasil pada **Tabel 4.14** dapat dilihat bahwa nilai *intake* CO *realtime* dengan rentang 1,720 mg/kg.hari – 7,873 mg/kg.hari. Nilai *intake* dengan frekuensi terbanyak terdapat pada rentang 3,260 mg/kg.hari – 4,030 mg/kg.hari dengan nilai frekuensi sebesar 29%.

e. Karakteristik Risiko (RQ)

1. Tingkat Risiko *Realtime*

Karakteristik risiko pajanan non karsinogenik merupakan penentu apakah suatu agen risiko berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat atau tidak. Karakteristik risiko (RQ) *Realtime* didapatkan dari hasil bagi nilai *intake Realtime* dengan dosis *respon* agen risiko (RfC). Setiap responden akan berbeda-beda karakteristik risiko sesuai dengan titik samplingnya. Berikut merupakan contoh perhitungan *RQ realtime* pada titik 1 untuk R1 :

$$RQ_{Realtime} = \frac{Intake_{Realtime}}{RfC}$$

$$RQ_{Realtime} = \frac{2,579}{3,472}$$

$$RQ_{Realtime} = 0,743$$

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan nilai RQ *Realtime* pada 9 titik dapat dilihat pada **Tabel 4.15** di bawah ini:

Tabel 4.15 RQ *Realtime*

Titik	RQ <i>Realtime</i>	Risiko
1	1,249	Berisiko
2	1,450	Berisiko
3	0,141	Tidak Berisiko
4	0,791	Tidak Berisiko
5	0,911	Tidak Berisiko
6	0,988	Tidak Berisiko
7	1,053	Berisiko
8	0,923	Tidak Berisiko
9	1,195	Berisiko

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Berdasarkan dari hasil RQ *Realtime* di atas diperoleh bahwa responden yang memiliki nilai $RQ < 1$ terdapat pada titik 3 sampai 6 dan 8 sehingga dapat dikatakan tidak berisiko, sedangkan responden yang memiliki nilai $RQ > 1$ terdapat titik 1,2,7 dan 9 sehingga dapat dikatakan berisiko. Hal tersebut berbanding lurus dengan penelitian Lestari, 2021 yang menyatakan bahwa Berdasarkan karakteristik risiko terhadap paparan karbon monoksida di Pasar Kebalen Kota Malang, didapatkan hasil bahwa dari 40 responden, terdapat risiko atau kondisi yang tidak aman bagi kesehatan, sedangkan 19 responden tidak menghadapi risiko serupa.

2. Tingkat Risiko *Lifetime*

Karakteristik risiko pajanan non karsinogenik merupakan penentu apakah suatu agen risiko berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat atau tidak. Karakteristik risiko (RQ) *Lifetime* didapatkan dari hasil bagi nilai intake *Lifetime* dengan dosis respon agen risiko (RfC). Hal ini dilakukan untuk melihat apakah ada risiko yang terjadi pada 30 tahun mendatang kepada masyarakat yang bermukim di Zona Taman Pelangi.

$$RQ_{Lifetime} = \frac{Intake_{Lifetime}}{RfC}$$

$$RQ_{Lifetime} = \frac{5,158}{3,472}$$

$$RQ_{Lifetime} = 1,485$$

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan nilai RQ *Lifetime* pada 9 titik dapat dilihat pada **Tabel 4.16** di bawah ini :

Tabel 4.16 RQ Lifetime

Titik	RQ Lifetime	Risiko
1	1,469	Berisiko
2	1,498	Berisiko
3	0,793	Tidak Berisiko
4	0,939	Tidak Berisiko
5	1,109	Berisiko
6	1,021	Berisiko
7	1,012	Berisiko
8	1,343	Berisiko
9	1,149	Berisiko

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

Berdasarkan dari hasil RQ Lifetime di atas diperoleh bahwa responden yang memiliki nilai $RQ < 1$ terdapat pada titik 3 dan 4 sehingga dapat dikatakan tidak berisiko, sedangkan responden yang memiliki nilai $RQ > 1$ terdapat pada titik 1,2,5 sampai 9 sehingga dapat dikatakan berisiko. RQ Lifetime yang diperoleh memiliki rentang nilai sebesar 0,793 – 1,694 yang berarti kelompok populasi dinyatakan berisiko pada 30 tahun mendatang. Hal ini berbanding lurus pada penelitian yang dilakukan oleh Chairunnisaa, 2022 yang menyatakan bahwa proyeksi nilai RQ pada pagi hari maupun RQ pada sore hari di titik sampel 1 dari tahun ke-5 hingga tahun ke-30 mengalami peningkatan nilai tiap tahunnya. Untuk nilai RQ pada pagi hari maupun sore hari di tahun ke-5 hingga tahun ke-30 diperoleh nilai > 1 yaitu dengan rentang nilai sebesar 4,306 – 65,109 yang berarti kelompok populasi titik sampel 1 dinyatakan berisiko dari tahun ke-5 hingga tahun ke-30.

f. Pengendalian Risiko

Bahaya paparan CO yang umum diketahui adalah sesak napas, pusing, muntah-muntah, gagal pernapasan hingga kematian. Hal ini disebabkan terjadinya ikatan antar hemoglobin dengan CO di dalam darah sehingga oksigen tidak ditransfer ke seluruh organ tubuh. Bahaya paparan CO yang cukup berat ini perlu diperhatikan oleh masyarakat. Hal yang bisa dilakukan dalam rangka pencegahan dampak paparan gas CO terhadap masyarakat adalah penggunaan alat pelindung diri selama beraktivitas di luar ruangan misalnya penggunaan masker yang sesuai dengan peruntukan pencegahan terhirupnya gas buang kendaraan bermotor termasuk CO (Herman dkk., 2019).

4.4.4 Analisis Perbedaan Risiko Paparan Gas CO Menggunakan Metode One Way Anova

Analisa kuantitatif diperlukan untuk mengetahui perbedaan dampak paparan CO terhadap kesehatan masyarakat di masing-masing titik sampling pada permukiman zona taman pelangi maka dilakukan uji analisis dampak paparan CO terhadap kesehatan masyarakat menggunakan *software* SPSS 26. Sebelum melakukan uji ANOVA, perlu dilakukan pengujian normalitas dan homogenitas data yang diperoleh. Jika data tersebut terdistribusi normal dan homogen, maka dapat dilanjutkan dengan uji statistik ANOVA One Way (Nidianti dkk., 2022).

1. Uji Normalitas dan Homogenitas

Sebelum melakukan uji perbandingan, perlu dilakukan uji normalitas pada data untuk menentukan apakah menggunakan ANOVA atau Kruskal Wallis. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan tingkat signifikansi sebesar 0,05 atau 5% (Irfandi, 2020) untuk menentukan keputusan. Dasar pengambilan keputusan adalah sebagai berikut: 1) jika nilai Sig. (signifikansi)

atau probabilitas $< 0,05$, maka data tidak terdistribusi secara normal, 2) jika nilai Sig. (signifikansi) atau probabilitas $> 0,05$, maka data terdistribusi secara normal (Kurniasih, 2014). Hasil uji normalitas dapat dilihat pada **Tabel 4.17** :

Tabel 4.17 Hasil Uji Normalitas

<i>Tests of Normality</i>							
TITIK SAMPLING					Shapiro-Wilk		
					<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
RQ	TITIK 1	0,210	12	0,152	0,855	12	0,042
	TITIK 2	0,109	11	,200*	0,954	11	0,691
	TITIK 3	0,217	11	0,156	0,856	11	0,051
	TITIK 4	0,164	11	,200*	0,912	11	0,256
	TITIK 5	0,183	11	,200*	0,913	11	0,268
	TITIK 6	0,238	11	0,081	0,847	11	0,039
	TITIK 7	0,210	11	0,189	0,816	11	0,015
	TITIK 8	0,323	11	0,002	0,720	11	0,001
	TITIK 9	0,153	11	,200*	0,929	11	0,403

*. *This is a lower bound of the true significance.*

a. Lilliefors Significance Correction

(Sumber: Analisis, 2023)

Berdasarkan **Tabel 4.17** di atas dapat dilihat bahwa nilai Sig. Pada titik 1 (0,42), titik 6 (0,39), titik 7 (0,15), dan titik 8 (0,001) $< 0,05$ sehingga dapat dikatakan tidak berdistribusi normal.

Uji homogenitas digunakan untuk menentukan apakah varian dari beberapa populasi sama atau tidak. Uji ini merupakan prasyarat dalam analisis Anova. Asumsi yang mendasari analisis

Anova adalah bahwa populasi data terdistribusi secara normal dan varian dari beberapa populasi adalah homogen atau sama. Dasar pengambilan keputusan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut: 1) jika nilai Sig. (signifikansi) atau probabilitas $< 0,05$, maka varian dari dua atau lebih kelompok populasi data dianggap tidak sama, 2) jika nilai Sig. (signifikansi) atau probabilitas $> 0,05$, maka varian dari dua atau lebih kelompok populasi data dianggap sama (Kurniasih, 2014). Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada **Tabel 4.18** :

Tabel 4.18 Hasil Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.
RQ	<i>Based on Mean</i>	4,330	08	91	0,000
	<i>Based on Median</i>	3,286	8	91	0,003
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	3,286	8	63,459	0,004
	<i>Based on trimmed mean</i>	4,241	8	91	0,000

(Sumber: Analisis, 2023)

Berdasarkan **Tabel 4.18** di atas dapat dilihat bahwa nilai Sig. *Based on Mean* $0,000 < 0,05$ sehingga dapat dikatakan tidak homogen. Kesimpulan yang dapat diambil dari uji normalitas dan homogenitas adalah, bahwa data berdistribusi tidak normal dan tidak mempunyai varian yang sama (homogen). Dikarenakan data berdistribusi tidak normal, dan tidak memiliki varian yang sama (homogen), maka untuk uji hipotesis menggunakan uji alternatif yaitu uji non parametrik Kruskal-Wallis. Hal ini sesuai dengan penelitian Irfandi (2020) yang menyatakan bahwa dikarenakan hasil uji *normalitas* dari ketiga jurusan tersebut masih ada yang tidak normal maka kita menggunakan pendekatan non parametrik dengan uji Kruskal-Wallis. Adapun penelitian Kurniasih (2014)

menyatakan bahwa kesimpulan yang dapat diambil dari uji normalitas dan homogenitas adalah, bahwa data berdistribusi tidak normal dan mempunyai varian yang sama (homogen). Dikarenakan data berdistribusi tidak normal, namun memiliki varian yang sama (homogen), maka untuk uji hipotesis menggunakan uji non parametrik Kruskal-Wallis.

2. Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis adalah suatu metode statistik non-parametrik yang menggunakan peringkat data dan bertujuan untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan antara dua atau lebih kelompok variabel bebas dan variabel terikat yang memiliki skala data numerik (interval/rasio) atau skala ordinal. Uji ini serupa dengan uji One-Way ANOVA yang parametrik, namun dapat digunakan sebagai alternatif jika asumsi normalitas tidak terpenuhi. Kruskal-Wallis dapat digunakan untuk lebih dari dua kelompok, misalnya tiga, empat, atau lebih. Karena ini adalah uji non-parametrik, asumsi normalitas tidak perlu dipenuhi dan tidak perlu dilakukan uji normalitas terlebih dahulu. Hipotesis yang diuji dalam uji Kruskal-Wallis adalah sebagai berikut: (Afitriani, 2016):

- a. Jika nilai P-value $< 0,05$ maka H_0 ditolak, artinya terdapat perbedaan antara kedua sampel.
- b. Jika nilai P-value $> 0,05$ maka H_0 diterima, artinya terdapat kesamaan antara kedua sampel.

Berikut merupakan hasil uji Kruskal-Wallis dapat dilihat pada **Tabel 4.19** :

Tabel 4.19 Hasil Uji Kruskal-Wallis

<i>Test Statistics^{a,b}</i>	
	RQ
Kruskal-Wallis H	30,419
df	8

Asymp. Sig. 0,000

a. Kruskal
Wallis Test

b. Grouping

Variable:

TITIK

SAMPLING

(Sumber: Analisis, 2023)

Dapat dilihat pada **Tabel 4.19** bahwa nilai probabilitas (Sig.) = 0.000, sehingga $0.000 < 0.05$, maka H_0 ditolak. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa ada perbedaan risiko pajanan gas CO terhadap kesehatan masyarakat. Hal ini sejalan dengan penelitian Chairunnisa, 2022 yang menyatakan bahwa *intake* CO populasi pajanan *realtime* (waktu 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 $RQ > 1$ di seluruh titik sampel atau dapat dikatakan pedagang tetap di sekitar Kampus 1 UIN Jakarta berisiko yang hal tersebut dipengaruhi oleh nilai dosis dan lama paparan yang diterima oleh pedagang tetap di sekitar Kampus 1 UIN Jakarta. Adapun pada penelitian Lestari, 2021 yang menyatakan bahwa Rata-rata jumlah asupan yang diterima oleh pedagang di Pasar Kebalen adalah sebesar 3,469 mg/kg/hari. Jumlah asupan ini dipengaruhi oleh lamanya waktu pedagang berada dalam lingkungan yang terpapar serta berat badan mereka. Selanjutnya, hasil karakteristik risiko terkait paparan karbon monoksida di Pasar Kebalen Kota Malang menunjukkan bahwa sebanyak 40 responden menghadapi risiko atau kondisi yang tidak aman bagi kesehatan, sementara 19 responden tidak menghadapi risiko serupa. Hasil karakteristik risiko ini diperoleh dari membagi jumlah asupan yang diterima oleh pedagang dengan RfC karbon monoksida. Semakin tinggi jumlah asupan yang diterima oleh pedagang, semakin tinggi pula nilai RQ yang diterima.



Halaman Sengaja Dikосongkan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut :

1. Pengukuran konsentrasi karbon monoksida di setiap titik di Permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya menunjukkan bahwa kadar tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam PP No.22 Tahun 2021, yaitu $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi karbon monoksida tertinggi terjadi pada hari senin yaitu $27.176 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tingginya konsentrasi karbon monoksida di permukiman zona Taman Pelangi Kota Surabaya disebabkan oleh lokasinya yang berada di jalan raya utama yang menghubungkan Surabaya dan Sidoarjo, yaitu Jalan Ahmad Yani, Kel. Gayungan, Kota Surabaya.
2. Dalam perhitungan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) melalui wawancara dengan 100 responden, ditemukan bahwa nilai *intake realtime* terbesar terjadi di titik 1 sebesar $10,571 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$, dan nilai *intake lifetime* terbesar juga terdapat di titik 1 sebesar $7,873 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$. Selain itu, nilai *RQ realtime* terbesar terjadi di titik 1 dengan nilai $3,044$ dalam rentang $0,047 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$ hingga $3,044 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$, sedangkan nilai *RQ lifetime* terbesar juga terdapat di titik 1 dengan nilai $2,267$ dalam rentang $0,495 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$ hingga $2,267 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$. Berdasarkan hasil tersebut, terdapat 52 responden dengan nilai $\text{RQ} > 1$, yang menunjukkan risiko paparan gas CO, sedangkan 48 responden memiliki nilai $\text{RQ} < 1$, yang berarti tidak berisiko terpapar.
3. Uji alternatif non-parametrik menggunakan uji Kruskal-Wallis yang didapatkan nilai probabilitas (Sig.) adalah $0,000$, yang berarti $0,000 < 0,05$, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan risiko paparan gas CO terhadap kesehatan masyarakat.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian pada gas pencemar lain seperti SO^2 , No^2 , PM_{10} dan TSP dikarenakan gas CO bukan satu-satunya pencemar yang dapat menyebabkan keluhan di masyarakat
2. Perlu dilakukan perhitungan konsentrasi selama 8 jam atau 24 jam agar lebih menggambarkan kondisi konsentrasi CO pada permukiman pada Zona Taman Pelangi Kota Surabaya



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abbey, M., Adebari, O. O., Green, K. I., & Chinko, B. C. (2022). Carbon Monoxide (Co) Pollution In The Niger Delta Area Of Nigeria And Its Impact On Foeto-Maternal Health. *Scholars International Journal Of Obstetrics And Gynecology*, 5(2), 57–64.
- Abidin, J., & Hasibuan, F. A. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara.
- Afitriani, R. (2016). Pengaruh Ukuran Perusahaan, Profitabilitas, Tangibility, Pertumbuhan Penjualan, Dan Risikobisnis Terhadap Struktur Modal Padaperusahaan Subsektor Makanan Dan Minumanyang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Dan bursa Malaysia Periode 2010-2014. Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Jakarta.
- Amrizal, Z. (2021). Pemetaan Dan Analisis Konsentrasi Particulate matter 10 (Pm10) Dan Kebisingan Di Bundarantaman Pelangi Kota Surabaya. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Anjarsari, I. (2019). Evaluasi Kualitas Udara Karbon Monoksida (Co) Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor Di Kampus I Uin Sunan Ampel Surabaya.
- Anwar, F. S., Mallongi, A., & Maidin, M. A. (2019). Kualitas Udara Ambien Co Dan Tsp Di Permukiman Sekitar Kawasan Industri Pt. Semen Tonasa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Maritim*, 2(1). <https://doi.org/10.30597/Jkmm.V2i1.10060>
- Ayani, S., & Fitrianiingsih, Y. (2022). Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Tailing Bauksit Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*).
- BPS. (2021a). Jumlah Kasus Penyakit Menurut Kabupaten/Kota Dan Jenis Penyakit Di Provinsi Jawa Timur.
- BPS. (2021b). Jumlah Kendaraan Bermotor Yang Didaftarkan Menurut Kabupaten/Kota Dan Jenis Kendaraan Di Provinsi Jawa Timur.

- BPS. (2022). Kota Surabaya Dalam Angka 2022.
- BSN. (2005). Sni-19-7119.9-2005 Udara Ambien Bagian 9 Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Roadside.
- Chairunnisaa, R. I. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Karbon Monoksida (Co) Pada Pedagang Tetap Di Sekitar Kampus 1 Uin Jakarta. Uin Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Damara, D. Y., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (Co) Di Sekitar Jl. Pemuda Akibat Kegiatan Car Free Day Menggunakan Program Caline4 Dan Surfer (Studi Kasus: Kota Semarang). 6(1).
- Dirjen Pp Dan Pl. (2012). Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Arkl). Direktorat Jenderal PP Dan PL Kementerian Kesehatan Ri.
- Gusrianti, D., Tarigan, A. P. M., & Suryati, I. (2017). Analisis Sebaran Karbon Monoksida Dari Sumber Transportasi Dari Jalan Sisingamangaraja Dengan Metode Finite Length Line Source Berbasis Sistem Informasi Geografis. Jurnal Dampak, 14(1), 41. <https://doi.org/10.25077/Dampak.14.1.41-51.2017>
- Gusti, A., Arlesia, A., & Anshari, L. H. (2018). Penurunan Derajat Kesehatan Pedagang Akibat Paparan Debu Pm10 Di Kawasan Pasar Siteba Kota Padang. Media Kesehatan Masyarakat Indonesia, 14(3), 233. <https://doi.org/10.30597/Mkmi.V14i3.4260>
- Hazsya, M., Nurjazuli, & Lanang D. (2018). Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida (Co) Dan Faktor-Faktor Resiko Dengan Konsentrasi Cogh Dalam Darah Pada Masyarakat Beresiko Di Sepanjang Jalan Setiabudi Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 6.
- Irfandi, M. (2020). Analisis Perbandingan Rata-Rata Nilai Ujian Nasional Sma/Ma Di Kota Malang Antara Jurusan Ipa, Ips, Dan Bahasa Pada Mata Pelajaran Matematika Tahun Ajaran 2018/2019 Dengan Metode Uji Kruskal-Wallis.

Jurusan Matematika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Jadoon, S., Nawazish, S., Mahmood, Q., Rafique, A., Sohail, S., & Zaidi, A. (2022). Exploring Health Impacts Of Occupational Exposure To Carbon Monoxide In The Labour Community Of Hattar Industrial Estate. *Atmosphere*, 13(3), 406. <https://doi.org/10.3390/Atmos13030406>

Kamilah, E. N. (2015). Pengaruh Keterampilan Mengajar Guru Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Akuntansi.

Kurniasih, R. F. (2014). Efektivitas Pelaksanaan Praktikum Sistematika Hewan Vertebrata Di Laboratorium Biologi Ums Ditinjau, Dari Penggunaan Lembar Kerja Mahasiswa. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Lestari, A. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Co Pada Pedagang Di Pasar Kebalen Kota Malang. *Stikes Widyagama Husada Malang*.

Mcgraw-Hill Companies. (1996). *Risk Assessment And Management Handbook For Environmental, Health, And Safety Professionals*.

Mentari, S. A. F. B., Firdani, F., & Rahmah. (2021). Analisis Risiko Paparan Gas Karbon Monoksida (Co) Pada Pedagang Di Sepanjang Jalan Depan Pasar Bandar Buat Kota Padang. *Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja Dan Lingkungan (Jk31)*, Volume 02 N0.2.

Mihelcic. (1999). *Fundamentals Of Environmental Engineering*.

Mukhtar, R., Aprishanty, R., & Fauzy, R. (2018). Perhitungan Indeks Kualitas Udara DKI Jakarta Menggunakan Berbagai Baku Mutu. 12, No. 1, 1–52.

National Research Council Staff. (1983). *Risk Assessment In The Federal Government Managing The Process*. National Academy Press.

Nidianti, E., Susanti, D., Basiroh, S., & Dewi, A. P. (2022). Pemeriksaan Kadar Alanin Aminotransferase (Alt) Terhadap Lama Paparan Karbon Monoksida

Pada Pekerja Bengkel Di Jemur Wonosari Surabaya. *Klinikal Sains : Jurnal Analis Kesehatan*, 10(1), 1–9.
https://doi.org/10.36341/Klinikal_Sains.V10i1.2385

Pamungkas, R. E., & Rahardjo, M. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Arkl) Akibat Paparan Karbon Monoksida (Co) Melalui Inhalasi Pada Pedagang Di Sepanjang Jalan Depan Pasar Projo Ambarawa Kabupaten Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5.

Prabowo, K., & Burhan, M. (2018). *Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan Penyehatan Udara*. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Pratiwi, A., & Zaenab, Z. (2020). Faktor—Faktor Yang Mempengaruhi Kepadatan Kendaraan Dengan Kandungan Karbon Monoksida (Co) Di Kota Makassar Tahun 2019. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 20(1), 35. <https://doi.org/10.32382/Sulolipu.V20i1.1471>

Rahman, A. (2007). *Public Health Assessment: Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan Dan Aplikasinya Untuk Manajemen Risiko Kesehatan (Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan Dan Industri)*. Universitas Indonesia.

Rose, J. J., Nouraie, M., Gauthier, M. C., Pizon, A. F., Saul, M. I., Donahoe, M. P., & Gladwin, M. T. (2018). Clinical Outcomes And Mortality Impact Of Hyperbaric Oxygen Therapy In Patients With Carbon Monoxide Poisoning: *Critical Care Medicine*, 46(7), E649–E655.
<https://doi.org/10.1097/Ccm.00000000000003135>

Sembiring, E. T. J. (2020). Risiko Kesehatan Pajanan Pm_{2,5} Di Udara Ambien Pada Pedagang Kaki Lima Di Bawah Flyover Pasar Pagi Asemka Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 101–120.
<https://doi.org/10.5614/J.Tl.2020.26.1.7>

Sipanja. (2023). *Sistem Informasi Prasarana Jalan Dinas Perhubungan Jawa Timur. Dinas Perhungan Jawa Timur*.

- Sugiarti. (2009). Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia.
- Syafmi, T. T. (2022). Analisis Konsentrasi Karbon Monoksida (Co) Dan Risiko Kesehatan Lingkungan Terhadap Masyarakat Di Permukiman Bukit Karang Putih Kota Padang. Universitas Andalas Padang.
- Tanggara, M. A. P., Agustin, I. W., & Hariyani, S. (2021). Kinerja Jalan Di Kota Surabaya Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan. 10.
- Wang, Y., Yao, C., Xu, C., Zeng, X., Zhou, M., Lin, Y., Zhang, P., & Yin, P. (2019). Carbon Monoxide And Risk Of Outpatient Visits Due To Cause-Specific Diseases: A Time-Series Study In Yichang, China. *Environmental Health*, 18(1), 36. <https://doi.org/10.1186/S12940-019-0477-3>
- Wati, M. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Dan Profesionalisme Guru Melalui Kualitas Pendidikan Terhadap Kepuasan Orang Tua Pada Tk Sang Pemimpin Banjarmasin. Vol 13, Nomor 3, 231–244.
- Yang, Q., Shen, H., & Liang, Z. (2020). Analysis Of Particulate Matter And Carbon Monoxide Emission Rates From Vehicles In A Shanghai Tunnel. *Sustainable Cities And Society*, 56, 102104. <https://doi.org/10.1016/J.Scs.2020.102104>
- Zaen, B. S. (2018). Analysis Of Dust Concentration, No2 Concentration, And Pulmonary Disfunction On Woman's Sweeper In Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 49. <https://doi.org/10.20473/Jkl.V10i1.2018.49-58>
- Zanuardi, A., & Suprayitno, H. (2018). Analisa Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas Di Jalan Ahmad Yani Surabaya Melalui Pendekatan Knowledge Discovery In Database. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 2(1). <https://doi.org/10.12962/J26151847.V2i1.3767>