

**TUGAS AKHIR**

**STUDI TEMPORAL KUALITAS UDARA AMBIEN SO<sub>2</sub> DAN  
NO<sub>2</sub> DI RUAS JALAN UTAMA DAN AREA PERMUKIMAN DI  
KECAMATAN WATES, KABUPATEN KULON PROGO, D.I  
YOGYAKARTA**

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



**ALIEF RIZKI HIDAYATULLAH  
20513107**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2025**

**TUGAS AKHIR**

**STUDI TEMPORAL KUALITAS UDARA AMBIEN SO<sub>2</sub> DAN NO<sub>2</sub> DI RUAS JALAN UTAMA DAN AREA PERMUKIMAN DI KECAMATAN WATES, KABUPATEN KULON PROGO, D.I YOGYAKARTA**

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



**ALIEF RIZKI HIDAYATULLAH  
20513107**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing 1 :

**Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.**  
Nik : 195130102  
Tanggal : 20 Februari 2025

Disetujui,  
Dosen Pembimbing 2 :

**Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.**  
Nik : 155131304  
Tanggal : 26 Februari 2025

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan :



**Any Juliani, S.T., M.Sc., Res. Eng, Ph.D.**  
Nik : 045130401  
Tanggal : 20/2 2025

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN (STUDI KASUS:  
RUAS JALAN UTAMA DAN KAWASAN PERMUKIMAN)**

Telah diterima dan disahkan oleh tim penguji

Hari : Rabu

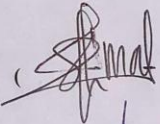
Tanggal : 19 Februari 2023

Disusun Oleh :

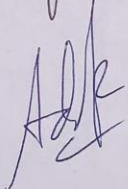
**ALIEF RIZKI HIDAYATULLAH**  
20513107

**Tim Penguji :**


**Penguji 1 : Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.**

(  )

**Penguji 2 : Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.**

(  )

**Penguji 3 : Ikrom Mustofa, S.Si., M.Sc.**

(  )

## PERNYATAAN

Dengan ini saya Alief Rizki Hidayatullah menyatakan bahwa :

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

Yogyakarta, 14 Februari 2025

Ya... ..taan



Alief Rizki Hidayatullah

20513107

## KATA PENGANTAR

### *Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT. Dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "(Studi Temporal Kualitas Udara Ambien SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di Ruas Jalan Utama dan Area Permukiman Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta)." Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S-1 di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terdapat banyak faktor yang berkontribusi dalam penyusunan laporan ini, salah satunya adalah dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat, serta mengorbankan waktu, tenaga, dan mungkin juga materi, dalam membantu penulis menyelesaikan laporan ini. Sebagai bentuk apresiasi, penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kelancaran, kesehatan, dan ilmu yang bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Asri Jaya, Ibu Fina Nirmala dan kedua adik – adik saya dalam memberikan dukungan dan sudah bekerja keras untuk penulis dan lain sebagainya yang tidak bisa diungkapkan oleh kata – kata.
3. Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing satu Tugas Akhir, terima kasih atas segala dukungan, ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
4. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing dua Tugas Akhir, terima kasih atas segala dukungan, ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
5. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Ikrom Mustofa, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Penguji yang memberikan masukan guna membangun penulis serta saran-saran yang sangat bermanfaat untuk terselesaikannya tugas akhir ini.

6. Mas Heriyanto A.Md. dan Ratna Widiastuti, S.Kom. selaku bagian administrasi Program Studi Teknik Lingkungan UII yang sudah sangat membantu memberikan informasi – informasi selama perkuliahan
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
8. Pak Iwan, Mba Tika, dan laboran lain yang saya belum sebutkan selaku Laboran Laboratorium Teknik Lingkungan UII yang sudah memberikan ilmu lapangan guna mendukung kelancaran tugas akhir ini.
9. Keluarga Merak dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, khususnya angkatan 2020, terimakasih untuk semuanya. Sudah membuat masa kuliah saya berwarna.
10. Unit 292 KKN Universitas Islam Indonesia Tahun 2023 yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.

Terima kasih kepada semua pihak yang sudah mendukung dalam penulisan laporan ini. Penulis menyadari masih terdapat banyaknya kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun serta menambah pengetahuan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir. Diharapkan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan sebaik-baiknya bagi penulis dan semua pihak.

***Wassalamualaikum Warrahmatullah***

Yogyakarta, 20 Agustus 2024

Alief Rizki Hidayatullah

## ABSTRAK

Kualitas udara merupakan faktor penting yang mempengaruhi kesehatan masyarakat, terutama di daerah dengan aktivitas lalu lintas yang tinggi. Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo, merupakan salah satu wilayah yang mengalami peningkatan jumlah kendaraan, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap kualitas udara di daerah ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas udara ambien di Kecamatan Wates dengan fokus pada konsentrasi polutan SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di dua lokasi: ruas jalan utama dan kawasan permukiman. Pengukuran dilakukan selama empat minggu pada bulan Juli hingga Agustus 2024 menggunakan metode impinger dan spektrofotometer sesuai dengan SNI 7119-2-2017 dan SNI 7119-7-2017. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata NO<sub>2</sub> di Titik 1 (ruas jalan utama) adalah 6,3 µg/m<sup>3</sup> pada pagi hari dan 8,8 µg/m<sup>3</sup> pada sore hari, sementara di Titik 2 (kawasan permukiman) masing-masing adalah 5,0 µg/m<sup>3</sup> dan 4,6 µg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Titik 1 memiliki rata-rata 80,5 µg/m<sup>3</sup> pada pagi hari dan 79,9 µg/m<sup>3</sup> pada sore hari, sedangkan di Titik 2 adalah 67,2 µg/m<sup>3</sup> dan 61,9 µg/m<sup>3</sup>. Nilai konsentrasi ini menunjukkan bahwa kualitas udara di kedua titik penelitian masih berada di bawah baku mutu yang diatur oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengaturan Perlindungan dan Manajemen Lingkungan Hidup, yang menetapkan batas untuk NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> masing-masing sebesar 200 µg/m<sup>3</sup> dan 150 µg/m<sup>3</sup>. Penelitian ini menyimpulkan bahwa aktivitas lalu lintas yang tinggi di ruas jalan utama berkontribusi signifikan terhadap peningkatan konsentrasi polutan di udara, dan terdapat perbedaan konsentrasi polutan antara area jalan utama dan kawasan permukiman yang lebih rendah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengambilan kebijakan pengendalian kualitas udara di Kabupaten Kulon Progo.

Kata kunci: kualitas udara, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Kecamatan Wates, polusi udara

## **ABSTRACT**

*Air quality is an important factor affecting public health, especially in areas with high traffic activity. Wates District, Kulon Progo Regency, is one of the regions experiencing an increase in the number of vehicles, necessitating an analysis of air quality in this area. This study aims to analyze the ambient air quality in Wates District, focusing on the concentrations of the pollutants SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> at two locations: the main road and the residential area. Measurements were conducted over four weeks from July to August 2024 using the impinger method and spectrophotometer in accordance with SNI 7119-2-2017 and SNI 7119-7-2017. The results showed that the average concentration of NO<sub>2</sub> at Point 1 (the main road) was 6,3 µg/m<sup>3</sup> in the morning and 8,8 µg/m<sup>3</sup> in the afternoon, while at Point 2 (the residential area) it was 5,0 µg/m<sup>3</sup> and 4,6 µg/m<sup>3</sup>, respectively. The concentration of SO<sub>2</sub> at Point 1 had an average of 80,5 µg/m<sup>3</sup> in the morning and 79,9 µg/m<sup>3</sup> in the afternoon, whereas at Point 2 it was 67,2 µg/m<sup>3</sup> and 61,9µg/m<sup>3</sup>. These concentration values indicate that the air quality at both research points is still below the quality standards set by the Minister of Environment and Forestry Regulation No. 14 of 2021, which stipulates limits for NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> at 200 µg/m<sup>3</sup> and 150 µg/m<sup>3</sup>, respectively. This study concludes that high traffic activity on the main road significantly contributes to the increase in pollutant concentrations in the air, and there is a difference in pollutant concentrations between the main road area and the lower residential area. The results of this study are expected to serve as a basis for policy-making regarding air quality control in Kulon Progo Regency.*

**\*\*Keywords:\*\*** *air quality, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Wates District, air pollution*

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pencemaran Udara Ambien.....	5
2.2 Kualitas Udara Ambien .....	6
2.3 Dampak Pencemaran Kualitas Udara Ambien .....	7
2.4 Baku Mutu Kualitas Udara Ambien .....	8
2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Udara Ambien.....	10
2.6 Perbandingan antara Metode <i>Active</i> dan Metode <i>Passive</i> Samper.....	11
2.7 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Lokasi.....	16
3.2 Alat Dan Bahan .....	19
3.3 Tahapan Penelitian .....	22
3.4 Tahapan Pengumpulan Data.....	23

3.4.1 Data Primer .....	24
3.4.2 Data Meteorologi .....	28
3.5 Tahapan Pengolahan Data .....	28
3.6 Tahapan Analisis Data.....	29
3.6.1 Analisis Temporal .....	30
3.6.2 Metode Active Sampler.....	31
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA .....</b>	<b>35</b>
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian .....	35
4.2 Hasil Pengukuran Parameter Meteorologi .....	37
4.3 Pengolahan dan Penyajian Data Konsentrasi NO <sub>2</sub> .....	41
4.4 Pengolahan dan Penyajian Data Konsentrasi SO <sub>2</sub> .....	48
4.5 Analisis Temporal Kualitas Udara .....	54
4.5 Trend Analisis Mann-Kendall.....	62
4.6 Interpretasi Data Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Dua Lokasi Pengukuran .....	66
4.7 Interpretasi Data Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Dua Lokasi Pengukuran .....	68
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Standar Kualitas Udara Ambien Indonesia.....	9
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Kualitas Udara ambien. ....	12
Tabel 3.1 Tabel Sebaran Titik Sampling Berdasarkan Koordinat .....	17
Tabel 3.2 Justifikasi Lokasi Penelitian.....	18
Tabel 3.3 Rincian Pengumpulan Data.....	24
Tabel 3.4 Tabel proses penggunaan alat impinger dalam pengukuran SO <sub>2</sub> .....	25
Tabel 3.5 Tabel proses penggunaan alat impinger dalam pengukuran SO <sub>2</sub> .....	27
Tabel 3.6 Keterangan Rumus Konsentrasi Gas NO <sub>2</sub> .....	32
Tabel 3.7 Keterangan Rumus Konsentrasi Gas SO <sub>2</sub> .....	33
Tabel 4.1 Data Meteorologi Pada Pagi Hari di Titik 1 di Ruas Jalan Utama (Jl. Pahlawan).....	38
Tabel 4.2 Data Meteorologi Pada Pagi Hari di Titik 2 di Permukiman Giripeni Indah.....	38
Tabel 4.3 Data Meteorologi Pada Sore Hari Titik 1 Ruas Jalan Utama .....	39
Tabel 4.4 Data Meteorologi Pada Sore Hari di Titik 2 di Permukiman Giripeni Indah.....	40
Tabel 4.5 Perhitungan kurva kalibrasi NO <sub>2</sub> .....	41
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Pertama .....	43
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Kedua.....	44
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Ketiga.....	45
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Keempat.....	46
Tabel 4.10 Perhitungan kurva kalibrasi SO <sub>2</sub> .....	48
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Minggu Pertama.....	50
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Minggu Kedua .....	51
Tabel 4.13 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Minggu Ketiga .....	52
Tabel 4.14 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Minggu Keempat .....	53
Tabel 4.15 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Tengah Pekan.....	54
Tabel 4.16 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Akhir Pekan.....	55
Tabel 4.17 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Tengah Pekan.....	56
Tabel 4.18 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Akhir Pekan .....	57
Tabel 4.19 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Pagi dan Sore Hari.....	59
Tabel 4.20 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Pagi dan Sore Hari .....	60
Tabel 4.21 Trend Analisa Mann-Kendall Pagi dan Sore .....	62
Tabel 4.22 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Kecamatan Wates.....	66
Tabel 4.23 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Kabupaten Kulon Progo.....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Titik Penelitian .....	17
Gambar 3.4 Set Impinger .....	19
Gambar 3.5 Spektrofotometer UV-Vis .....	20
Gambar 3.6 Diagram Alir Analisis Penelitian .....	23
Gambar 4.1 Titik Lokasi 1.....	36
Gambar 4.2 Titik Lokasi 2 .....	37
Gambar 4.3 Kurva kalibrasi NO <sub>2</sub> .....	41
Gambar 4.4 Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Pertama.....	43
Gambar 4.5 Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Kedua .....	45
Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Ketiga.....	46
Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Keempat .....	47
Gambar 4.8 Grafik kurva kalibrasi SO <sub>2</sub> .....	48
Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Minggu Pertama.....	50
Gambar 4.10 Grafik Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Minggu Kedua.....	51
Gambar 4.11 Grafik Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Minggu Ketiga.....	52
Gambar 4.12 Grafik Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Minggu Keempat.....	54
Gambar 4.13 Grafik Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Tengah dan Akhir pekan.....	55
Gambar 4.14 Trend Temporal Konsentrasi NO <sub>2</sub> di tengah dan akhir pekan .....	56
Gambar 4. 15. Grafik Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Tengah dan Akhir Pekan .....	57
Gambar 4. 16 Trend Temporal Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Tengah dan Akhir Pekan .....	58
Gambar 4.17 Grafik Konsentrasi NO <sub>2</sub> Pada Pagi dan Sore Hari .....	59
Gambar 4.18 Grafik Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Pagi dan Sore Hari.....	61
Gambar 4. 19. Grafik $\alpha = 5\%$ dari NO <sub>2</sub> .....	64
Gambar 4. 20. Gambar 4. 25. Grafik $\alpha = 10\%$ dari NO <sub>2</sub> .....	64
Gambar 4. 21. Grafik $\alpha = 5\%$ dari SO <sub>2</sub> .....	65
Gambar 4. 22 Grafik $\alpha = 10\%$ dari SO <sub>2</sub> .....	65
Gambar 4.23 Grafik Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo .....	67
Gambar 4.24 Grafik Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo .....	69

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Polusi udara terjadi ketika partikel dan gas berbahaya seperti Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), dan Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah yang merugikan, menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia, fauna, dan flora. Sifat vital udara bagi kelangsungan hidup menjadikan masalah ini semakin kritis sejalan dengan pertumbuhan populasi. Kegiatan manusia menjadi penyebab utama pencemaran, yang ironisnya juga merasakan efek negatifnya. Polutan ini mencakup berbagai substansi yang mengkontaminasi atmosfer (Megarani, 2022).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), terdapat peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia dari 112.205.711 unit pada tahun 2016 menjadi 126.508.776 unit pada tahun 2022, menunjukkan pertumbuhan tahunan sekitar 5-10%, (BPS 2022). Di samping itu, kebutuhan akan teknologi dan pengetahuan baru juga mendorong peningkatan aktivitas industri dan produksi energi, yang keduanya menghasilkan polutan dan berkontribusi pada polusi udara. Dampak dari perkembangan industri dan transportasi ini tidak hanya merusak kualitas udara tetapi juga berpotensi menimbulkan masalah kesehatan bagi manusia serta merusak ekosistem lingkungan. (Masito, 2018).

Dalam penelitian tentang kualitas udara ambien di Kabupaten Kulon Progo, khususnya pada studi Analisis Kualitas Udara Particulate Matter 10 µm (PM10) dan Tingkat Kebisingan Akibat Kegiatan Penambangan Andesit di Dusun Clapar III, Kalurahan Hargowilis, Kapanewon Kokap, Kabupaten Kulon Progo, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi intensitas kualitas udara ambien dan tingkat kebisingan yang dihasilkan dari aktivitas penambangan andesit sehingga langkah-langkah pengelolaan yang tepat dapat ditentukan untuk meminimalkan dampak negatif tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas udara ambien, berdasarkan tiga titik lokasi pengambilan sampel udara selama 24 jam dengan baku mutu 75 µg/m<sup>3</sup>, memiliki konsentrasi 29,5 µg/m<sup>3</sup> di

lokasi 1 dan 2 dengan nilai ISPU sebesar 39,75, serta 29,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di lokasi 3 dengan nilai ISPU sebesar 39,65. Berdasarkan hasil ini, nilai ISPU termasuk dalam kategori baik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah purposive sampling untuk pengambilan sampel kualitas udara ambien dan tingkat kebisingan, serta metode Indeks Standar Kualitas Udara (ISPU) untuk menganalisis konsentrasi kualitas udara ambien dan perhitungan equivalent continuous noise level untuk mengukur dan menganalisis intensitas tingkat kebisingan (Afrilla, 2022).

Kabupaten Kulon Progo dipilih sebagai lokasi penelitian untuk uji kualitas udara ambien karena saat ini metode yang untuk mengukur pencemaran kualitas udara digunakan di daerah tersebut masih metode pasif. Metode pasif sendiri yaitu pengambilan sampler bekerja berdasarkan difusi dimana udara di serap tanpa menggunakan alat pompa. Pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan metode aktif yang memerlukan alat pemompa untuk menarik udara melalui larutan penangkap bertujuan untuk mengetahui data yang akurat dan cepat tentang persebaran pencemaran udara di Kabupaten Kulon Progo menggunakan alat impinger. Kabupaten Kulon Progo, yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Pembangunan infrastruktur besar-besaran, termasuk Bandara Internasional Yogyakarta (YIA), serta ekspansi kawasan industri dan komersial, telah membawa dampak signifikan terhadap kualitas udara di wilayah tersebut. Peningkatan emisi polutan udara seperti sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) menjadi perhatian utama karena dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Analisis temporal kualitas udara ambien, khususnya parameter  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$ , sangat penting untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang fluktuasi kadar polutan tersebut dari waktu ke waktu. Data yang diperoleh melalui analisis ini sangat diperlukan untuk mengidentifikasi sumber utama emisi, memahami pola distribusi polutan, dan mengembangkan strategi pengelolaan lingkungan yang efektif. Dengan pemantauan yang berkelanjutan, kita dapat mengidentifikasi tren dan pola emisi serta menentukan waktu dan kondisi yang menyebabkan peningkatan konsentrasi polutan. Data yang akurat dan analisis

temporal untuk mengelola dan mengurangi dampak negatif dari emisi polutan secara efektif.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Mengacu dari paparan latar belakang di atas, masalah yang dapat diidentifikasi antara lain :

1. Bagaimana kualitas udara ambien konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo?
2. Bagaimana tren temporal konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo pada saat pagi dan sore hari, tengah dan akhir pekan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Terdapat beberapa tujuan, antara lain:

1. Menganalisis kualitas udara ambien dengan mengukur kadar SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> dengan metode aktif pada berbagai titik pemantauan dalam jangka waktu tertentu di Kecamatan Wates Kulon Progo Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta.
2. Menganalisis tren temporal konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> selama periode waktu Pagi dan Sore, tengah dan akhir pekan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Terdapat beberapa manfaat, antara lain:

1. Menyediakan data yang akurat tentang kualitas udara ambien di Kabupaten Kulon Progo .
2. Memberikan hasil penelitian kepada pihak terkait agar dapat dilakukan upaya dalam rangka penyempurnaan pengelolaan kualitas udara khususnya di kabupaten kulon progo.
3. Penelitian ini memberi peluang pada penulis untuk meningkatkan kemampuan dalam melakukan penelitian dan menganalisis data di bidang yang penting dan relevan.

## 1.5 Ruang Lingkup

Batasan pada penelitian ini, antara lain:

1. Pengambilan sampel dilakukan penelitian ini menggunakan data primer dengan metode *Active Sampler* dari sampling dilapangan yang sesuai dengan titik pemantauan yang di lakukan oleh DLH Kabupaten Kulon Progo.
2. Jumlah lokasi titik pemantauan udara sebanyak 2 titik yaitu di kawasan pemukiman penduduk dan kawasan padat lalu lintas di kulom progo pada tahun 2024.
3. SNI 7119-7-2017 Tentang Udara ambien – Bagian 7: Cara uji kadar sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dengan metode pararosanilin menggunakan Spektrofotometer.
4. SNI 7119-2-2017 Tentang Udara ambien – Bagian 2: Cara uji kadar nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dengan metode *Griess-Saltzman* menggunakan spektrofotometer.
5. Waktu pengambilan sampel mengacu pada PP No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang dimana durasi yang di perlukan dalam melakukan pengujian selama 60 menit.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Udara Ambien**

Polusi udara merujuk pada kondisi dimana kualitas udara menurun dan tercemar oleh berbagai substansi, termasuk yang berpotensi tidak berbahaya hingga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Fenomena ini umumnya terjadi di area urban besar dan zona industri padat, di mana emisi berbahaya melewati level normal. Faktor lain yang memperburuk situasi ini termasuk pengurangan area hijau atau pohon, yang berkontribusi pada penurunan kualitas udara di wilayah tersebut. Peningkatan jumlah kendaraan dan operasi industri yang melepaskan polutan ke lingkungan juga memperburuk situasi polusi udara. Solusi atas masalah ini membutuhkan kerja sama antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat luas. Tingkat polusi udara di area metropolitan bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai elemen seperti topografi, jumlah penduduk, kondisi iklim, serta tingkat pembangunan sosial, ekonomi, dan industri (Risman Warsiti, Ardhi Ristiawan, 2018).

Pencemaran udara disebabkan oleh polusi yang berasal dari berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, serta dari sektor produksi dan transportasi. Pertambahan laju kehidupan manusia berkontribusi pada peningkatan limbah yang mencemari udara, sehingga tingkat pencemaran cenderung berkorelasi dengan meningkatnya gangguan pernapasan pada manusia. Dampak negatif dari pencemaran udara terhadap kesehatan manusia juga dipengaruhi oleh sektor transportasi, yang menyumbang sekitar 85% dari polusi udara melalui emisi gas kendaraan. Penggunaan bahan bakar yang berlebihan meningkatkan potensi polusi udara karena dapat mengakibatkan pembakaran mesin kendaraan yang tidak sempurna (Ismayanti, 2014).

## 2.2 Kualitas Udara Ambien

Analisis terhadap hasil uji kualitas udara ambien dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran udara berdasarkan parameter pencemar udara antara lain Sulfur Dioxide ( $\text{SO}_2$ ), Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Dioxide ( $\text{NO}_2$ ), Oxidant ( $\text{O}_3$ ), dan Total Suspended Particulate (TSP). Pengelolaan kualitas udara adalah suatu upaya tindakan atau strategi untuk mengendalikan dan meminimalisir timbulnya pencemaran udara, begitu pula pemantauan kualitas udara adalah salah satu upaya yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan dari pengelolaan yang telah dilakukan dan efektivitas pengelolaan (Oktaviani, 2023).

Sumber pencemar utama untuk parameter  $\text{SO}_2$  (sulfur dioksida) dan  $\text{NO}_2$  (nitrogen dioksida) memiliki peran kunci dalam pemahaman polusi udara.  $\text{SO}_2$  berasal dari beragam aktivitas manusia, khususnya pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi, yang umumnya terjadi di sektor industri, transportasi, dan pembangkit listrik. Proses industri lainnya seperti pembuatan kertas, peleburan logam, dan produksi asam sulfat juga menjadi penyumbang emisi  $\text{SO}_2$  yang signifikan. Sementara itu,  $\text{NO}_2$  merupakan salah satu dari dua polutan lingkungan utama yang terbentuk ketika aktivitas manusia seperti pertanian, pembakaran bahan limbah, pembakaran kayu, dan proses industri dilakukan. Gas ini terkenal dengan baunya yang lembut dan memperingatkan terhadap kelat, serta berpotensi menurunkan fungsi paru-paru, menimbulkan rasa gerah, bahkan menyebabkan kematian. Tambahan lagi, pembakaran biomassa seperti kayu dan lahan pertanian juga dapat menghasilkan emisi  $\text{NO}_2$ . Baik  $\text{SO}_2$  maupun  $\text{NO}_2$  adalah contoh penting polutan udara yang berperan dalam pencemaran udara serta memiliki dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan ekosistem (Suyono, 2014).

### A. $\text{NO}_2$

Berdasarkan informasi dari Lembar Data Keselamatan Materi, paparan  $\text{NO}_2$  dapat merusak membran mukosa, sinus, tenggorokan, memperbesar pembuluh darah, dan menyebabkan edema perifer, (Nitrogen dioksida MSDS, 2016). Jumlah gas yang dikeluarkan dari cangkang beracun

bergantung pada dosis dan durasinya. Peningkatan jumlah kendaraan setiap tahun diperkirakan akan meningkatkan jumlah NO<sub>2</sub> dalam urin, yang secara langsung akan berkontribusi terhadap masalah kesehatan manusia (Masito, 2018).

#### B. SO<sub>2</sub>

Gas ini bereaksi dengan udara atmosfer dan berubah menjadi asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), yang lebih dikenal sebagai penyebab hujan asam. Asam hujan ini mempunyai kemampuan mengurai berbagai bahan, benda, dan tanin, (Suyono, 2014). Dampak negatif pencemaran ini terhadap manusia antara lain iritasi pada sistem saraf dan gangguan fungsi saraf tepi yang dapat mengakibatkan gangguan seperti radang sendi, nyeri neuropatik, dan memburuknya kondisi autoimun (Muziansyah, 2015). Berdasarkan informasi dari Lembar Data Bahan Keselamatan, sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dapat menyebabkan edema paru, hidung, tenggorokan, sinus, dan dalam kasus ekstrim dapat menyebabkan kematian (Sulfur dioksida MSDS, 2016). Baik NO<sub>2</sub> maupun SO<sub>2</sub> mempunyai efek korosif terutama pada sistem.

### **2.3 Dampak Pencemaran Kualitas Udara Ambien**

Polutan udara memiliki potensi untuk memengaruhi kesehatan manusia secara langsung maupun tidak langsung, tergantung pada tingkat paparan yang diterima. Dampaknya bisa bersifat akut atau kronis, tergantung pada konsentrasi polutan yang masuk ke dalam tubuh. Efek negatif terhadap kesehatan manusia dapat bervariasi mulai dari iritasi saluran pernapasan, iritasi mata, reaksi alergi pada kulit, hingga risiko terkena penyakit kanker. Dampak buruk terhadap kesehatan juga dapat mengganggu produktivitas manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan produktivitas dan kerugian ekonomi yang signifikan, bahkan bisa memicu konflik sosial dan ekonomi di masyarakat. Selain itu, peningkatan polusi udara juga dapat berdampak negatif pada produktivitas pertanian, merusak ekosistem, dan

memengaruhi estetika lingkungan. Diantara dampak-dampak negatif ini, kesehatan dan kesejahteraan manusia merupakan aspek yang paling terpengaruh, yang menyumbang sekitar 90% dari total kerugian yang diakibatkan oleh polusi udara terhadap kesehatan dan kesejahteraan manusia (Sihotang, 2010).

#### **2.4 Baku Mutu Kualitas Udara Ambien**

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengaturan Perlindungan dan Manajemen Lingkungan Hidup adalah landasan hukum yang penting dalam menetapkan standar kualitas udara ambien di Indonesia. Dalam peraturan ini, baku mutu telah ditetapkan untuk sejumlah parameter polutan udara yang meliputi Partikulat Matter (PM10 dan PM2.5), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), ozon (O<sub>3</sub>), dan timbal (Pb). Standar baku mutu ini disusun untuk berbagai periode waktu, mulai dari pengukuran dalam satu jam hingga pengukuran tahunan, sehingga memberikan kerangka waktu yang komprehensif bagi pengawasan dan pengelolaan lingkungan. Dengan adanya regulasi ini, diharapkan pihak-pihak terkait, termasuk lembaga pemerintah, industri, dan masyarakat umum, dapat melakukan pemantauan dan pengendalian terhadap pencemaran udara secara lebih efektif. Tujuannya adalah untuk menjaga kualitas udara ambien sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dalam peraturan tersebut, dengan harapan dapat melindungi kesehatan masyarakat serta menjaga kelestarian lingkungan secara berkelanjutan. Regulasi ini menandai langkah penting dalam upaya pemerintah Indonesia untuk menanggulangi masalah pencemaran udara yang semakin memprihatinkan. Implementasi standar kualitas udara ambien yang ditetapkan dalam peraturan ini memungkinkan untuk dilakukannya pemantauan yang rutin terhadap kualitas udara, baik di perkotaan maupun di daerah pedesaan (Purnomo, 2020).

Tabel 2.1 Tabel Standar Kualitas Udara Ambien Indonesia

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
1	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	1 Jam	150 μg/m <sup>3</sup>	aktif kontinu
				aktif manual
		24 Jam	75 μg/m <sup>3</sup>	aktif kontinu
		1 Tahun	45 μg/m <sup>3</sup>	aktif kontinu
2	Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )	1 Jam	200 μg/m <sup>3</sup>	aktif kontinu
				aktif manual
		24 Jam	65 μg/m <sup>3</sup>	aktif kontinu
		1 Tahun	50 μg/m <sup>3</sup>	aktif kontinu

Keterangan :

μg/m<sup>3</sup> = konsentrasi dalam mikrogram per meter kubik, pada kondisi atmosfer normal, yaitu tekanan (P) 1 atm dan temperatur (T) 25°C

*Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengaturan Perlindungan dan Manajemen Lingkungan Hidup*

Standar kualitas udara ambien ditetapkan sebagai batasan konsentrasi polutan di udara luar yang diizinkan. Penilaian terhadap kualitas udara ambien dilakukan dengan membandingkannya terhadap dua standar kualitas udara: standar nasional Indonesia dan Pedoman Kualitas Udara WHO (AQG). Sementara itu, standar yang ditetapkan oleh WHO mengacu pada Pedoman Kualitas Udara WHO tahun 2005, yang relevan pada periode waktu pengambilan sampel tersebut. Perlu dicatat bahwa pada tahun 2021, terjadi pembaruan terhadap standar kualitas udara ambien nasional, sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengaturan Perlindungan dan Manajemen Lingkungan Hidup. Di samping itu, Pedoman Kualitas Udara WHO (AQG) juga mengalami revisi, diperbaharui ke edisi tahun 2021 (Zahrah, 2022).

## 2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Udara Ambien

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara adalah sebagai berikut :

### 1. Sumber Emisi

- a. Terdapat pencemar udara primer yang komposisinya tidak mengalami perubahan signifikan di atmosfer baik secara kimia maupun fisik dalam jangka waktu yang relatif lama. Pencemaran ini mempertahankan komposisinya seperti saat pertama kali diemisikan oleh sumbernya. Contoh pencemaran ini termasuk CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, metana, TSP (Total Suspended Particulate), senyawa halogen, dan partikel logam lainnya. Pencemaran ini cenderung memiliki waktu tinggal yang lama di atmosfer karena sifatnya yang stabil terhadap reaksi kimia dan fisika di atmosfer.
- b. Terdapat pencemar udara sekunder yang terbentuk di atmosfer sebagai hasil dari reaksi-reaksi atmosfer, seperti hidrolisis, oksidasi, dan reaksi fotokimia.

### 2. Suhu

Menurut Sastrawijaya (2009), jika terjadi pergerakan tiba-tiba lapisan udara dingin ke suatu kawasan industri, ini dapat menyebabkan terbentuknya temperatur inversi. Dalam konteks ini, udara dingin akan terperangkap di kawasan tersebut, tidak dapat keluar, dan cenderung mempertahankan polutan di lapisan udara yang lebih rendah. Akibatnya, konsentrasi polutan di kawasan tersebut akan meningkat seiring berjalannya waktu. Dalam kondisi ini, pertukaran udara di permukaan bumi menjadi terhambat. Jika situasi ini berlangsung lama, permukaan bumi akan menjadi tercemar oleh polutan.

### 3. Arah Kecepatan Angin

Arah dan kecepatan angin merupakan faktor penting dalam menentukan kecepatan udara, yang dipicu oleh perbedaan tekanan udara antara berbagai wilayah. Secara umum, pencemar di atmosfer tersebar melalui dua mekanisme, yaitu melalui pergerakan udara yang disebabkan oleh

kecepatan angin dan turbulensi atmosfer. Turbulensi dapat menyebabkan aliran udara melalui dua mekanisme, yaitu pusaran termal dan pusaran mekanis (Hadi, 2021).

## **2.6 Perbandingan antara Metode *Active* dan Metode *Passive* Sampler**

Metode *passive* sampler dan metode *active* sampler menggunakan impinger adalah dua teknik utama dalam pengambilan sampel udara untuk analisis polutan. Setiap metode memiliki prinsip kerja, kelebihan, dan kekurangan masing-masing. Metode *passive* sampler bekerja berdasarkan difusi pasif, di mana polutan di udara diserap oleh media penyerap tanpa memerlukan alat pemompa. Media penyerap biasanya berupa material dengan afinitas tinggi terhadap polutan yang diukur, seperti arang aktif atau resin tertentu. Kelebihan metode ini meliputi kesederhanaan penggunaan, biaya operasional yang lebih rendah, serta kemampuan untuk melakukan pengukuran jangka panjang tanpa pengawasan terus-menerus. Namun, metode ini terbatas dalam hal sensitivitas dan ketepatan waktu karena bergantung pada laju difusi polutan ke media penyerap, yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban (Asri Indrawati, 2021).

Di sisi lain, metode *active* sampler dengan impinger memerlukan alat pemompa untuk menarik udara melalui larutan penangkap dalam impinger. Impinger adalah alat yang mengandung cairan penangkap di mana polutan akan larut atau bereaksi. Metode ini memungkinkan pengambilan sampel udara dalam waktu singkat dan biasanya memiliki sensitivitas lebih tinggi dibandingkan dengan metode *passive* sampler. Kelebihan lainnya meliputi kemampuan mengukur konsentrasi polutan dalam rentang waktu yang lebih tepat dan kemampuan untuk menangani berbagai jenis polutan. Namun, metode ini memerlukan peralatan yang lebih kompleks, pemeliharaan yang lebih intensif, serta biaya operasional yang lebih tinggi karena penggunaan pompa dan energi. Kedua metode ini digunakan dalam berbagai aplikasi pengukuran kualitas udara tergantung pada kebutuhan spesifik dari studi yang dilakukan. Pemilihan metode

yang tepat bergantung pada faktor-faktor seperti jenis polutan yang diukur, durasi pengambilan sampel yang diinginkan, dan ketersediaan sumber daya (Jodi, 2020).

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Melaksanakan penelitian membutuhkan acuan untuk dijadikan referensi dari penelitian sebelumnya. Dari beberapa referensi yang ditemukan, tidak ada judul yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan. Berikut adalah referensi penelitian sebelumnya dapat dilihat di Tabel 2.5.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Kualitas Udara ambien.

<b>Peneliti</b>	<b>Judul</b>	<b>Hasil</b>
Joko Prayitno Susanto. (2005)	Kualitas Udara Beberapa Kota Asia (Monitoring Kandungan SO <sub>2</sub> Udara Ambien Dengan Passive Sampler)	Pada penelitian ini memperoleh hasil analisa SO <sub>2</sub> di beberapa lokasi menunjukkan bahwa kualitas udara Kota Jakarta masih pada tingkat yang aman, demikian pula dengan kota-kota lain di Asia.
Muhammad Haikal Fahmi (2019)	Anasis Kualitas Udara di Kota Lhokseumawe	Pada penelitian ini memperoleh hasil Peningkatan nilai NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> dan kebisingan pada semua stasiun pengamatan berhubungan erat dengan peningkatan jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor dan industri yang ada di stasiun pengamatan.

Rina Febrina (2013)	Analisis Kualitas Udara Ambien di Kawasan Industri Bandar Lampung	Pada penelitian ini mendapatkan hasil Hasil riset menunjukkan bahwa pengujian menunjukkan tingkat konsentrasi SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , dan TSP di parkir basement adalah 21.8214 µg/Nm <sup>3</sup> , 1025.9013 µg/Nm <sup>3</sup> , 7.5170 µg/Nm <sup>3</sup> , 8.2426 µg/Nm <sup>3</sup> , 33.1188 µg/Nm <sup>3</sup> , dan 109.8834 µg/Nm <sup>3</sup> , sedangkan di halaman depan, konsentrasinya adalah 29.8739 µg/Nm <sup>3</sup> , 421.4871 µg/Nm <sup>3</sup> , 20.3808 µg/Nm <sup>3</sup> , 5.6983 µg/Nm <sup>3</sup> , 52.1089 µg/Nm <sup>3</sup> , dan 90.8566 µg/Nm <sup>3</sup> . Kadar ini masih sesuai dengan standar kualitas udara PerMenaker Trans No. 13 tahun 2011, sehingga dianggap tidak berisiko bagi kesehatan manusia dan lingkungan.
Asri Indrawati., Dyah Ariess Tanti., Cholianawati., Andi Sofyan., Waluyoekocahyono (2021)	Perbandingan Tingkat Kadar Gas SO <sub>2</sub> dan NO <sub>2</sub> di Udara Ambien Antara Metode Pasif dan Metode Aktif (Studi Kasus: Kota Jakarta)	Hasil riset menunjukkan bahwa ada korelasi kuat dan signifikan antara konsentrasi SO <sub>2</sub> dan NO <sub>2</sub> yang diukur menggunakan metode aktif dan pasif. Korelasi ini meningkat setelah memasukkan variabel meteorologis. Prediksi konsentrasi

		<p>AQMS berdasarkan persamaan korelasi yang termasuk faktor meteorologis menghasilkan nilai bias dan RMSE yang sangat mendekati kenyataan, dengan RMSE sebesar 0,89 untuk SO<sub>2</sub> dan 4,14 untuk NO<sub>2</sub>. Ini membuktikan bahwa metode pasif menggunakan passive sampler CSIRO efektif setara dengan metode aktif dalam mengukur konsentrasi gas SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di udara.</p>
<p>Penelitian, U., Frisca, M. D. E. A., Studi, P., Geofisika, T., &amp; Kebumian, J. T. (2021).</p>	<p>Analisis Sebaran Emisi SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> Dari Cerobong Industri Pengolahan Kelapa Sawit Dengan Model AERMOD di PT Perkebunan Nusantara VI Unit Usaha Pinang Tinggi Kabupaten Muaro Jambi.</p>	<p>Hasil dari pengukuran yang dilakukan memperoleh hasil dari sebaran konsentrasi pada reseptor untuk SO<sub>2</sub> tertinggi dan Terendah dengan periode 1 jam dan 24 jam paling tinggi didapat pada reseptor kantin karyawan PKS dengan nilai 35,85059 µg/m<sup>3</sup> dan paling rendah pada reseptor Perumahan Karyawan PKS (pondok 5). Untuk sebaran NO<sub>2</sub> tertinggi ada apada reseptor Kantin Karyawan PKS dengan nilai 115,63748 µg/m<sup>3</sup> dan terendah pada reseptor perumahan karyawan PKS (pondok 5)</p>

		dengan nilai 24,36405 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil Validasi menggunakan model AERMOD dengan metode <i>Root Mean Square Percent Error</i> (RMSPE) untuk nilai dari gas $\text{SO}_2$ yang dihitung yaitu sebesar 19,94%(Valid) sedangkan untuk gas $\text{NO}_2$ memiliki nilai akurasi RMSPE diatas 25% (tidak valid).
Chika Afrilla (2022)	studi Analisis Kualitas Udara Particulate Matter 10 $\mu\text{m}$ (PM10) dan Tingkat Kebisingan Akibat Kegiatan Penambangan Andesit Di Dusun Clapar III, Kalurahan Hargowilis, Kapanewon Kokap, Kabupaten Kulon Progo	hasil dari penelitian tersebut menjelaskan bahwa kualitas udara ambien menunjukkan bahwa dari 3 titik lokasi pengambilan sampel udara yang telah dilakukan selama 24 jam dengan baku mutu sebesar 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lokasi 1 dan 2 memiliki konsentrasi sebesar 29,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai ISPU sebesar 39,75, dan lokasi 3 memiliki konsentrasi sebesar 29,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai ISPU sebesar 39,65. berdasarkan hasil tersebut nilai ISPU termasuk ke dalam kategori baik.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

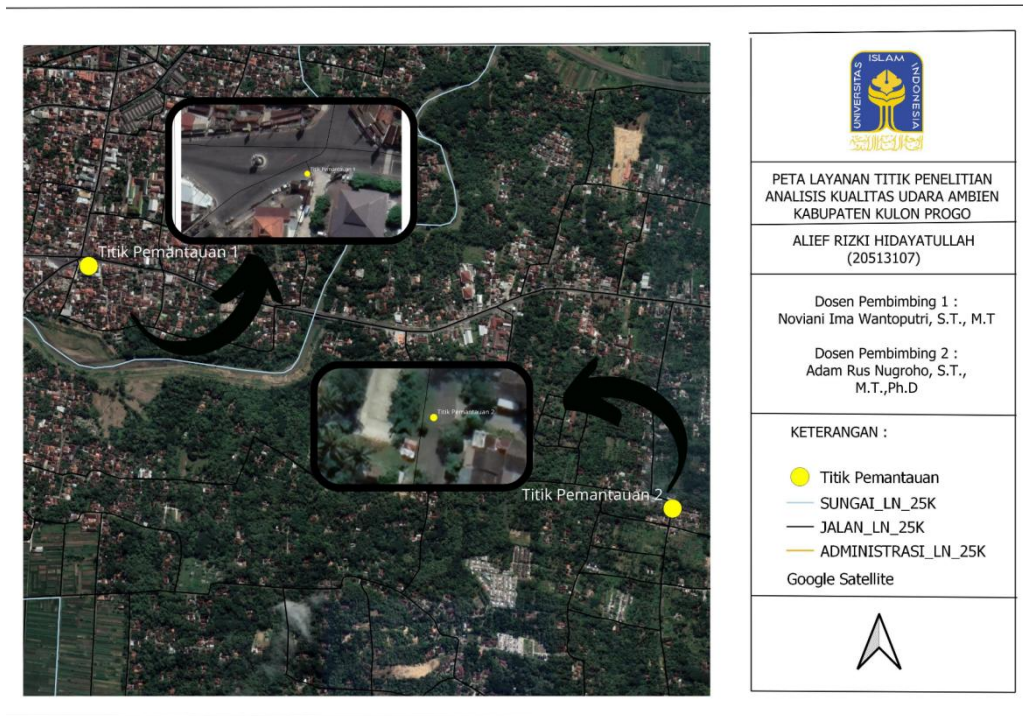
#### **3.1 Waktu dan Lokasi**

Penelitian ini di mulai pada bulan Juli 2024 hingga Agustus 2024 selama kurang lebih 1 bulan. Adapun penentuan titik lokasi pemantauan kualitas udara ambien sebanyak 2 titik lokasi yang di dapatkan melalui database Dinas Lingkungan Hidup (DLH) dari tahun 2023. DLH Kulon Progo memiliki 4 titik penelitian yaitu :

1. Kawasan industri
2. Kawasan perkantoran
3. Kawasan padat lalu lintas
4. Dan permukiman penduduk

Titik tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. Lokasi pemantauan kualitas udara ambien mengacu tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien yang mana harus memenuhi kriteria sebagai berikut, (Kartika, 2022) :

- a. Daerah padat transportasi yang meliputi jalan utama dengan lalu lintas padat.
- b. Daerah atau kawasan industri;
- c. Pemukiman padat penduduk; dan
- d. Kawasan perkantoran yang tidak terpengaruh langsung transportasi.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Titik Penelitian

Tabel 3.1 Tabel Sebaran Titik Sampling Berdasarkan Koordinat

NO	Kode Lokasi	Koordinat	Keterangan
1	Titik 1(Ruas Jalan Utama)	-7.86533803412708, 110.15690910949762	Area Kawasan Transportasi
2	Titik 2 (Permukiman)	-7.871905509302648, 110.17206359044113	Area Kawasan Permukiman

Alasan dalam pemilihan pada dua titik penelitian yang berada di ruas jalan utama dan permukiman, adalah keduanya kedua titik tersebut relevan dalam memantau sumber polusi udara, terutama dari gas SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>. Ruas jalan utama mewakili polusi kendaraan bermotor, sedangkan permukiman penting karena mempengaruhi kesehatan warga. Karena lokasinya berdekatan dan hanya tersedia satu set alat impinger, pengambilan sampel dilakukan bergantian untuk menyesuaikan dengan keterbatasan alat dan mobilitas penelitian.

Tabel 3.2 Justifikasi Lokasi Penelitian

No	Pertimbangan Tempat	Penjelasan/Keterangan
1	Nama lokasi dan Koordinatnya	Titik 1: Ruas Jalan Utama Kulon Progo (-7.86533803412708, 110.15690910949762)
		Titik 2: Giripeni Indah, daerah semi dataran tinggi (-7.871905509302648, 110.17206359044113)
2	Klasifikasi lokasi penelitian	Titik 1: Area lalu lintas tinggi, jalan utama
		Titik 2: Permukiman, lalu lintas lebih rendah
3	Jarak dari jalan utama	Titik 1: Berada langsung di tepi jalan utama
		Titik 2: Sekitar 500-1000 meter dari jalan utama
4	Jarak dari pemukiman penduduk	Titik 1: Dekat dengan beberapa rumah penduduk, tetapi dominasi area komersial
		Titik 2: Langsung berada di area permukiman
5	Potensi sumber minor dan jaraknya	Titik 1: Dekat dengan beberapa bengkel dan warung (sekitar 50 meter)
		Titik 2: Beberapa rumah tangga dan area pertanian (sekitar 100 meter)
6	Jarak dari halangan	Titik 1: Tidak ada halangan besar (jalan raya terbuka)
		Titik 2: Beberapa pohon besar dan rumah di sekitar
7	Rekomendasi ketinggian inlet dari tanah	Titik 1: 1-2 meter
		Titik 2: 1-2 meter
8	Tingkat keamanan	Titik 1: Perlu perlindungan ekstra karena banyak kendaraan
		Titik 2: Relatif aman, area lebih sepi

Sumber : DLH Provinsi DKI Jakarta

### 3.2 Alat Dan Bahan

Berikut alat yang diperlukan untuk mendukung kelancaran saat melakukan penelitian yaitu :

#### A. Alat

##### 1. Impinger



Gambar 3.2 Set Impinger

Impinger terbagi menjadi empat bagian utama, yang mencakup tabung impinger atau midget impinger, pompa penghisap, flow meter, dan tabung penyerap uap air. Tabung impinger berfungsi sebagai wadah untuk pengambilan sampel uji dan dilengkapi dengan ujung silinder gelas di dalam labu dengan diameter maksimum 1 mm. Pompa penghisap bertugas menarik contoh udara ke dalam impinger, sementara flow meter digunakan untuk mengukur kecepatan udara selama pengambilan sampel. Tabung penyerap uap air berperan sebagai pengaman pompa selama proses pengambilan sampel udara. Kehadiran uap air dalam pompa bisa menyebabkan kelembaban pada pompa, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan kerusakan jika tidak dikelola dengan baik.

## 2. Anemometer



Anemometer merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan serta arah angin. Alat ini bekerja dengan mendeteksi gerakan udara yang menggerakkan baling-baling atau dengan memanfaatkan perubahan tekanan yang diakibatkan oleh hembusan angin. Anemometer umumnya digunakan dalam bidang meteorologi untuk memantau kondisi cuaca, serta dalam industri untuk mengawasi ventilasi dan aliran udara. Selain itu, alat ini sering digunakan dalam proyek lingkungan guna mengukur penyebaran polutan di udara, karena kecepatan dan arah angin mempengaruhi distribusi polutan tersebut (Batchelor, 2000).

## 3. Spektrofotometer UV-Vis



Gambar 3.3 Spektrofotometer UV-Vis

Metode analisis spektrofotometri UV-Vis digunakan untuk mengukur konsentrasi gas di udara, dengan memanfaatkan sumber radiasi elektromagnetik UV dekat dan sinar tampak. Rentang radiasi UV jauh tidak dimanfaatkan karena diserap oleh udara. Prinsip kerja spektrofotometer melibatkan pengiriman sinar dari sumber cahaya ke monokromator, di mana cahaya dipisahkan melalui sampel menggunakan cermin berotasi. Detektor menerima cahaya dari sampel dan sinyal listrik yang dihasilkan diproses untuk analisis lebih lanjut.

Untuk mengukur tingkat polusi gas di lokasi penelitian, digunakan alat set impinger midged. Alat ini menarik udara luar ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan penyerap, kemudian tingkat absorpsi gas diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Keunggulan set impinger midged termasuk kekokohnya, kemudahan dalam mobilitas, pengaturan yang simpel, dan akurasi pengambilan sampel, serta praktisnya penggunaannya, (Febrina, 2013).

## **B. Bahan**

### **1. Larutan Penjerap**

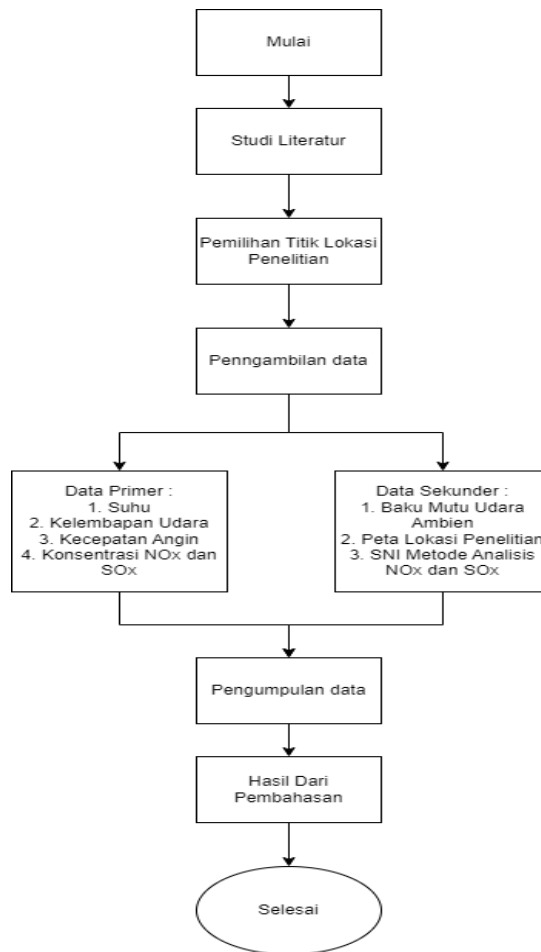
Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait larutan penjerap untuk pengujian kualitas udara ambien menggunakan metode aktif dengan alat impinger adalah SNI 19-7119-2017, Beberapa larutan penjerap yang umum digunakan untuk uji kualitas udara dengan parameter SO<sub>2</sub> (sulfur dioksida) dan NO<sub>2</sub> (nitrogen dioksida) menggunakan metode aktif dengan alat impinger antara lain:

- Larutan Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>): Digunakan untuk menangkap SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>. Hidrogen peroksida bereaksi dengan SO<sub>2</sub> membentuk asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan dengan NO<sub>2</sub> membentuk asam nitrat (HNO<sub>3</sub>).
- Larutan Hidrogen Klorida (HCl): Dapat digunakan untuk menangkap NO<sub>2</sub>.

- Larutan Hidrogen Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ): Juga dapat digunakan untuk menangkap  $\text{NO}_2$ .
- Larutan  $\text{NaOH}$  (Natrium Hidroksida): Digunakan untuk menangkap  $\text{SO}_2$  dengan membentuk natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).
- Larutan Kalium Permanganat ( $\text{KmnO}_4$ ): Dapat digunakan untuk menangkap  $\text{SO}_2$ .

### **3.3 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini akan menggunakan metode aktif dengan alat impinger untuk pengambilan sampel guna menganalisis kualitas udara ambien di dua lokasi berbeda di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo, yaitu area ruas jalan utama dan permukiman. Pengambilan sampel akan dilakukan pada dua periode waktu yang berbeda, yaitu pagi hari dan sore hari, selama 4 minggu dan dalam seminggu pengambilan di ambil 2 hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan membandingkan konsentrasi parameter  $\text{SO}_2$  (sulfur dioksida) dan  $\text{NO}_2$  (nitrogen dioksida) di kedua lokasi tersebut. Dengan pendekatan kuantitatif dan metode observasional deskriptif serta komparatif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai variasi temporal dan spasial kualitas udara. Hasil dari penelitian ini akan memberikan informasi yang berguna bagi pengambil kebijakan untuk mengelola dan memperbaiki kualitas udara, serta untuk mengurangi dampak negatif polusi udara terhadap kesehatan masyarakat di Kabupaten Kulon Progo. Proses penelitian ini dijelaskan melalui diagram alir yang terdapat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Alir Analisis Penelitian

### 3.4 Tahapan Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari setiap sesi pengambilan sampel akan dicatat dan dianalisis untuk mengidentifikasi variasi temporal dan spasial kualitas udara di masing-masing lokasi. Selain itu, faktor-faktor lingkungan seperti cuaca, kepadatan lalu lintas, dan aktivitas manusia di sekitar lokasi pengambilan sampel juga akan dicatat untuk memberikan konteks tambahan pada hasil analisis. Sampel di ambil dalam durasi 1 minggu pengambilan di ambil dalam 2 hari dan frekuensi pengambilan di ambil dalam 2 sesi yaitu pada pagi hari dan sore hari. Hasil pengukuran ini akan dianalisis secara deskriptif dan komparatif untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai perbedaan kualitas udara di area transportasi dan permukiman pada waktu yang berbeda. Data yang terkumpul diharapkan dapat memberikan informasi

yang akurat dan dapat diandalkan untuk mendukung rekomendasi kebijakan dalam upaya pengelolaan kualitas udara di Kabupaten Kulon Progo. Dalam penentuan waktu pada 2 titik penelitian ini di sebabkan oleh hanya menggunakan 1 set alat impinger saja dan juga mobilitas dalam sampling terbatas, oleh sebab itu pengambilan data di ambil dalam waktu bergantian.

Tabel 3.3 Rincian Pengumpulan Data

Titik	Nama Tempat	Waktu	Rincian
1	Ruas Jalan Utama (Jl. Pahlawan, Pos Polisi Unit Turjawali)	Pagi : 08:00 – 09:00	Pengambilan sampel dilakukan dalam 2 kali dalam satu minggu selama 4 minggu (17 Juli 2024 – 18 Agustus 2024) dengan frekuensi pengambilan 2 kali, yaitu pada pagi hari dan sore hari.
		Sore : 16:40 – 17:40	
2	Permukiman (Perumahan Giripeni Indah)	Pagi : 09:20 – 10:20	Pengambilan sampel dilakukan dalam 2 kali dalam satu minggu selama 4 minggu (17 Juli 2024 – 18 Agustus 2024) dengan frekuensi pengambilan 2 kali, yaitu pada pagi hari dan sore hari..
		Sore : 15:20 – 16:20	

### 3.4.1 Data Primer

Data Primer ini di dapatkan pada dengan cara melakukan sampling langsung di 2 lokasi yang telah di lakukan oleh Peneliti yaitu di kawasan permukiman dan kawasan padat lalu lintas menggunakan metode *Active Sampler* dengan Alat Impinger.

#### 1. SO<sub>2</sub>

Proses pengambilan sampel gas SO<sub>2</sub> dilakukan dengan menggabungkan teknik pararosanilin dan metode standar nasional

Indonesia (SNI) 19-7119.7-2017, menggunakan alat impinger sebagai peranti utama. Teknik ini mengandalkan absorpsi SO<sub>2</sub> dari atmosfer ke dalam larutan penyerap berbasis kalium tetra kloromerkurat (TCM), membentuk kompleks diklorosulfito merkurat yang stabil terhadap oksidasi. Kompleks ini kemudian bereaksi dengan pararosanilin dan formaldehida untuk menghasilkan asam pararosanilin metil sulfonat yang berwarna, dengan intensitas warna yang proporsional terhadap jumlah SO<sub>2</sub> dalam udara diukur secara akurat menggunakan spektrofotometer.

Tabel 3.4 Tabel proses penggunaan alat impinger dalam pengukuran SO<sub>2</sub>

<b>NO</b>	<b>Langkah</b>	<b>Tindakan</b>
1	Penempatan Alat impinger	Alat impinger ditempatkan pada tripod dengan ketinggian 1,5-meter dari permukaan tanah.
2	Pengaturan Aliran Udara	Aliran udara melalui impinger diatur antara 0,5 hingga 1 L/menit.
3	Penambahan Larutan Penjerap	10 mL larutan penyerap SO <sub>2</sub> ditambahkan ke dalam botol penjerap.
3	Pencatatan Suhu dan Tekanan Udara	Suhu dan tekanan udara dicatat selama proses pengambilan sampel untuk memastikan kondisi pengukuran optimal.
4	Penghentian Proses Pengambilan Sampel	Proses pengambilan sampel dihentikan setelah periode

		tertentu.
5	Pengukuran Laju Alir Udara Akhir	Pengukuran laju alir udara akhir (F2) dilakukan setelah pengambilan sampel selesai.
6	Matikan Pompa Penghisap	Pompa penghisap dimatikan setelah pengukuran selesai.
7	Analisis Sampel di Laboratorium	Sampel yang terkumpul dianalisis di laboratorium.
8	Penentuan Konsentrasi SO <sub>2</sub>	Konsentrasi SO <sub>2</sub> ditentukan menggunakan kurva kalibrasi.
9	Integrasi Pendekatan Kimia dan Fisika	Metode ini mengintegrasikan pendekatan kimia dan fisika untuk memastikan keakuratan dan efisiensi dalam pemantauan kualitas udara.

## 2. NO<sub>2</sub>

Pengambilan sampel gas NO<sub>2</sub> menggabungkan penggunaan alat impinger, yang dilengkapi dengan larutan penyerap khusus, dan penerapan metode standar SNI 19-7119.2-2017. Proses ini dirancang untuk mengukur konsentrasi NO<sub>2</sub> 4 lokasi yang telah ditentukan yaitu di kawasan perumahan, kawasan industri, dan kawasan padat lalu lintas, dengan setiap sesi pengambilan sampel berlangsung selama satu jam. Selama prosedur ini, kecepatan aliran

udara melalui impinger diatur antara 0,5 hingga 1 liter per menit untuk menjamin efisiensi penyerapan gas NO<sub>2</sub> ke dalam larutan.

Tabel 3.5 Tabel proses penggunaan alat impinger dalam pengukuran SO<sub>2</sub>

<b>NO</b>	<b>Langkah</b>	<b>Tindakan</b>
1	Penempatan Alat impinger	Alat impinger ditempatkan pada tripod dengan ketinggian 1,5-meter dari permukaan tanah.
2	Penambahan Larutan Penjerap	10 mL larutan penyerap SO <sub>2</sub> ditambahkan ke dalam botol penjerap.
3	Aktivasi Pompa Penghisap	Pompa penghisap udara diaktifkan untuk memulai proses penyerapan.
4	Pencatatan Suhu Dan Tekanan Udara	Selama periode pengambilan sampel, suhu dan tekanan udara dicatat untuk analisis lebih lanjut.
5	Pemberhentian Proses Pengambilan Sampel	Pengambilan sampel udara dihentikan setelah satu jam.
6	Pengukuran Laju Alir Udara Akhir	Laju alir udara akhir (F <sub>2</sub> ) diukur setelah berakhirnya periode pengambilan sampel.
7	Matikan Pompa Penghisap	Pompa penghisap udara dimatikan setelah pengukuran selesai.

### **3.4.2 Data Meteorologi**

Dalam evaluasi kualitas udara ambien terhadap parameter  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  dengan metode aktif menggunakan alat impinger, faktor meteorologi memegang peranan penting dalam interpretasi hasil pengukuran polutan udara. Suhu udara, Kelembaban, kecepatan, dan arah angin menjadi faktor penting yang memengaruhi dispersi dan distribusi polutan di atmosfer. Pengambilan data dalam penelitian di lakukan pada saat musim kemarau. Terdapat perbedaan karakteristik meteorologi antara musim kemarau dan musim hujan yang berpengaruh terhadap tingkat akumulasi dan persebaran  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$ . Pada musim kemarau, pergerakan angin lokal laut dan darat memiliki peran penting dalam menyebarkan polutan udara. Dalam hal ini arah angin di Kulon Progo berhembus dari arah tenggara hingga ke timur (BMKG Kulon Progo, 2024).

Variasi dalam kondisi meteorologi dapat langsung mempengaruhi konsentrasi polutan yang tercatat. Misalnya, suhu udara yang tinggi dapat mempercepat reaksi kimia antara polutan dan udara, memengaruhi pola dispersi polutan di atmosfer. Sementara itu, arah dan kecepatan angin berperan penting dalam menentukan jangkauan polutan dari sumber emisi, dimana kecepatan angin yang tinggi cenderung menyebarkan polutan secara lebih luas. Standar Nasional Indonesia (SNI) yang relevan dalam hal ini adalah SNI 19-7119-2017 mengenai Udara Ambien: Pedoman Penentuan Lokasi Sampel untuk Pemantauan Kualitas Udara, yang mengatur pemilihan lokasi stasiun pemantauan meteorologi untuk memastikan akurasi pengukuran kualitas udara. Dengan memahami dan menganalisis data meteorologi secara menyeluruh sesuai dengan standar yang ditetapkan, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang pola polusi udara dan dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

### **3.5 Tahapan Pengolahan Data**

Penelitian ini melibatkan serangkaian langkah dalam pengolahan data kualitas udara berdasarkan pengukuran  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  di Kabupaten Kulon

Progo. baik di area perkotaan maupun pemukiman. Pertama, sampel udara dikumpulkan menggunakan alat pencitraan di dua lokasi berbeda pada pagi dan sore hari. Alat ini digunakan untuk menangkap partikel  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  dari udara di sekitar lokasi pengambilan sampel. Setelah pengambilan sampel selesai, sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis menggunakan metode spektrofotometri, teknik standar untuk mengukur konsentrasi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  di udara. Data analitik dicatat secara cermat dengan mencatat tanggal, waktu, dan lokasi setiap pengukuran. data yang terkumpul akan diverifikasi untuk memastikan keakuratannya dengan membandingkan hasil pengukuran dengan standar pengendalian dan memeriksa kembali prosedur pengambilan sampel serta analisis. Data yang telah divalidasi kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak statistik untuk proses analisis lebih lanjut. Proses pengolahan data ini mencakup analisis deskriptif untuk menggambarkan sebaran konsentrasi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  di area perkotaan dan pemukiman selama periode penelitian. Statistik deskriptif seperti mean, median, dan standar deviasi dihitung untuk setiap lokasi dan waktu pengambilan sampel (Reni Chandra Dewi, 2016)

### **3.6 Tahapan Analisis Data**

Analisis data menggunakan Trend Analisis Mann-Kendall dapat dijelaskan sebagai berikut. Pertama, data mengenai konsentrasi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  dikumpulkan dari ruas jalan utama dan daerah permukiman di Kecamatan Wates selama periode waktu tertentu, menghasilkan data deret waktu (time series). Biasanya, pengamatan dilakukan secara berkala, seperti harian, mingguan, atau bulanan. Tahap selanjutnya adalah melakukan eksplorasi data untuk memahami pola umum, distribusi, dan fluktuasi konsentrasi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  serta untuk mengidentifikasi data yang menyimpang. Setelah data siap, uji tren dilakukan menggunakan metode Mann-Kendall. Metode ini adalah teknik statistik non-parametrik yang umum dipakai untuk menganalisis tren dalam data deret waktu tanpa memerlukan asumsi distribusi normal. Analisis ini bertujuan untuk

mendeteksi apakah ada tren signifikan dalam perubahan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> selama periode yang dianalisis, baik di jalan utama maupun di area permukiman.

Dalam uji Mann-Kendall, data diurutkan sesuai urutan waktu untuk menghitung apakah ada kecenderungan yang konsisten, baik berupa peningkatan atau penurunan, dalam konsentrasi gas polutan tersebut. Jika hasil uji menunjukkan nilai statistik Z yang signifikan, maka dapat disimpulkan adanya tren yang signifikan dalam data. Tahap terakhir adalah menginterpretasikan hasil uji tren tersebut, di mana tren peningkatan atau penurunan kadar SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> dapat dikaitkan dengan faktor-faktor seperti perubahan volume lalu lintas, kondisi cuaca, atau kebijakan lingkungan yang berlaku. Hasil penelitian ini akan memberikan wawasan mengenai dinamika kualitas udara di Kecamatan Wates, baik di area jalan utama maupun di permukiman (K Xiao, 2018).

### **3.6.1 Analisis Temporal**

Analisis temporal menggunakan trend analisis Mann-kendall merupakan teknik non-parametrik yang berfungsi untuk mengidentifikasi keberadaan tren monotonik (baik meningkat maupun menurun) dalam data deret waktu. Metode ini sangat sering digunakan dalam kajian data lingkungan, seperti tren dalam curah hujan, suhu, dan kualitas air, karena kelebihanannya yang tidak memerlukan asumsi distribusi normal pada data. Dalam konteks penerapan Mann-Kendall, hipotesis nol ( $H_0$ ) mengindikasikan bahwa tidak ada tren dalam data, sedangkan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) menunjukkan adanya tren yang signifikan.

Proses dalam metode Mann-Kendall melibatkan perhitungan statistik S, yang merupakan akumulasi dari perbedaan tanda antara setiap pasangan data. Uji ini juga memperhitungkan varians dari statistik S untuk menentukan signifikansi statistik dari tren yang ditemukan. Apabila hasil uji menunjukkan nilai Z yang signifikan secara statistik, maka hipotesis nol ditolak, mengindikasikan adanya tren dalam data tersebut. Salah satu keunggulan utama dari metode ini adalah kemampuannya untuk mengatasi outlier dan

keandalannya dalam menganalisis data yang tidak harus memenuhi asumsi linieritas (Gillbert, 1987).

### **3.6.2 Metode Active Sampler**

Pengambilan data primer menggunakan metode aktif, yang melibatkan alat impinger, merupakan suatu proses yang vital dalam penelitian kualitas udara. Impinger berperan sebagai alat untuk menyerap zat-zat terlarut dalam udara dengan berinteraksi langsung dengan larutan penyerap di dalamnya. Prinsip dasar dari proses pengambilan data primer ini adalah difusi, di mana gas-gas yang terdapat dalam udara akan larut ke dalam larutan penyerap yang ada dalam impinger. Seiring berjalannya waktu, konsentrasi zat yang diukur dalam larutan penyerap akan bertambah, mencerminkan konsentrasi zat tersebut di udara sekitarnya (Biswas, 2012).

Ada beberapa metode dalam analisis data, misalnya data yang diperoleh di analisis, dan pengolahan data memberikan hasil yang dapat dijadikan bahan untuk menarik kesimpulan. Oleh karena itu, hasil penelitian yang dianalisis dilaporkan sebagai nyata. Untuk setiap langkah selama pemrosesan dan analisis data pengujian :

#### **1. Analisis Data Konsentrasi NO<sub>2</sub>**

Dalam proses analisis data primer ini, pendekatan kuantitatif digunakan dengan fokus pada model statistik. Analisis dilakukan terhadap parameter NO<sub>x</sub> untuk setiap titik sampling, dengan tujuan memungkinkan perbandingan data yang telah dianalisis, (Dianna, 2020). Pengambilan sampel konsentrasi NO<sub>x</sub> dilakukan secara manual, di mana nilai konsentrasi di baca langsung saat pengambilan sampel menggunakan Impinger. Selanjutnya, nilai angka ini dianalisis untuk mendapatkan konsentrasi total gas dengan menggunakan rumus yang tersedia pada tabel 3.3.

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{K}{760}$$

Tabel 3.6 Keterangan Rumus Konsentrasi Gas NO<sub>2</sub>

No.	Simbol	Keterangan
1.	V	Volume udara diambil dikoreksi pada kondisi normal 25°C, 760 mmHg (Nm <sup>3</sup> )
2.	Q <sub>1</sub>	Pencatatan laju alir ke -1 (Nm <sup>3</sup> /menit)
3.	n	Jumlah pencatatan laju alir
4.	t	Durasi pengambilan contoh uji (menit)
5.	P <sub>a</sub>	Tekanan barometer rata-rata selama pengambilan contoh (mmHg)
6.	T <sub>a</sub>	Temperature rata-rata selama pengambilan contoh uji dalam Kelvin (K)
7.	298	Konversi temperatur pada kondisi normal (25°C) ke dalam Kelvin (K)
8.	760	Tekanan udara standar (mmHg)

Setelah data sampel dihitung rata-ratanya, persamaan yang relevan diterapkan untuk menghasilkan hasil perhitungan gas. Hasil ini akan disajikan dalam bentuk grafik statistik, dengan tujuan agar data tersebut dapat dipahami dengan mudah oleh pembaca dan juga menarik perhatian.

## 2. Analisis Data Konsentrasi SO<sub>2</sub>

Dalam analisis data primer ini, pendekatan kuantitatif digunakan dengan menerapkan model statistik. Parameter SO<sub>x</sub> akan dianalisis untuk setiap titik sampling, sehingga memungkinkan perbandingan data yang telah dianalisis (Dianna, 2020). Saat pengambilan sampel konsentrasi SO<sub>x</sub>, pembacaan angka dilakukan secara manual. Nilai-nilai ini kemudian digunakan dalam perhitungan konsentrasi total gas setelah pengambilan sampel menggunakan Impinger.

Perhitungan dilakukan sesuai dengan rumus yang tersedia pada tabel 3.4.

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{K}{760}$$

Tabel 3.7 Keterangan Rumus Konsentrasi Gas SO<sub>2</sub>

No.	Simbol	Keterangan
1.	V	Volume udara diambil dikoreksi pada kondisi normal 25°C, 760 mmHg (Nm <sup>3</sup> )
2.	Q <sub>1</sub>	Pencatatan laju alir ke -1 (Nm <sup>3</sup> /menit)
3.	n	Jumlah pencatatan laju alir
4.	t	Durasi pengambilan contoh uji (menit)
5.	Pa	Tekanan barometer rata-rata selama pengambilan contoh (mmHg)
6.	Ta	Temperature rata-rata selama pengambilan contoh uji dalam Kelvin (K)
7.	298	Konversi temperatur pada kondisi normal (25°C) ke dalam Kelvin (K)
8.	760	Tekanan udara standar (mmHg)

### 3. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Untuk pembuatan seri larutan standar, langkah-langkah berikut diterapkan: Pertama, larutan standar natrium sulfit dipipet dalam labu ukur berukuran 25 mL dengan volume berturut-turut sebanyak 0 mL; 0,25 mL; 0,50 mL; 1 mL; 2 mL; 5 mL; 7 mL; dan 10 mL. Kemudian, setiap labu ukur ditambahkan larutan penjerap hingga mencapai volume total 10 mL. Setelah itu, 1 mL larutan asam sulfamat 0,6% ditambahkan ke setiap labu ukur, diikuti dengan waktu penungguan selama 10 menit. Setelah menunggu, 2 mL larutan formaldehida 0,2% dan 5 mL larutan pararosanilin ditambahkan ke masing-masing larutan. Campuran larutan

diencerkan dengan air suling hingga mencapai volume 25 mL, kemudian dihomogenkan dan ditunggu selama 30-60 menit. Absorbansi dari setiap larutan standar diukur menggunakan spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 550 nm (Dinda Tantri. 2020).

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA**

#### **4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di 2 lokasi di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang masing-masing memiliki karakteristik lingkungan dan aktivitas yang berbeda.

Titik 1 berada di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo, yang merupakan bagian dari jaringan jalan provinsi. Jalan ini mengalami lalu lintas yang padat dengan berbagai jenis kendaraan seperti mobil pribadi, truk bermuatan, dan bus. Pengambilan data di titik ini dilakukan pada saat cuaca cerah di musim panas, di mana volume lalu lintas meningkat signifikan, terutama karena bertepatan dengan musim liburan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas udara ambien di lokasi ini adalah tingginya emisi dari kendaraan bermotor, terutama dalam bentuk nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dan sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ).  $\text{NO}_2$  adalah gas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil, seperti yang terjadi pada mesin kendaraan, dan dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti iritasi saluran pernapasan dan penurunan fungsi paru-paru. Sementara itu,  $\text{SO}_2$  yang berasal dari pembakaran bahan bakar dengan kandungan sulfur tinggi, seperti diesel, dapat mengakibatkan gangguan pernapasan serta memperburuk kondisi kesehatan bagi individu dengan penyakit paru-paru.



Gambar 4.1 Titik Lokasi 1

Titik 2 terletak di kawasan perumahan bernama Giripeni Indah yang berada di daerah dataran tinggi. Meskipun merupakan area pemukiman, kawasan ini juga sering dilalui oleh kendaraan pribadi dan truk bermuatan berat. Saat pengambilan sampel di titik ini, kondisi lingkungan juga dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat yang sedang mempersiapkan perayaan Hari Kemerdekaan Indonesia yang ke-79, dengan kegiatan seperti gotong royong, persiapan acara makan bersama, serta berbagai lomba. Di lokasi ini, emisi kendaraan bermotor yang sering melintas menjadi sumber utama polutan seperti  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  dapat berkontribusi terhadap pembentukan ozon troposfer dan partikel halus, yang berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama di lingkungan perumahan.  $\text{SO}_2$  juga menjadi perhatian khusus karena dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan, serta berkontribusi pada pembentukan hujan asam yang dapat merusak ekosistem lokal.



Gambar 4.2 Titik Lokasi 2

Secara keseluruhan, kedua titik penelitian ini menggambarkan lingkungan yang dipengaruhi oleh aktivitas lalu lintas dan emisi kendaraan, yang menghasilkan polutan berbahaya seperti  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$ . Polutan ini memiliki dampak signifikan terhadap kualitas udara ambien dan kesehatan masyarakat, khususnya di wilayah yang padat aktivitas seperti jalan utama dan kawasan perumahan.

#### **4.2 Hasil Pengukuran Parameter Meteorologi**

Pengumpulan data meteorologi dalam penelitian ini dilakukan selama empat minggu, dengan dua hari pengambilan data setiap minggunya. Selama pengambilan data berlangsung, pengambilan data di ambil pada saat di musim kemarau yang dimana Di musim kemarau, suhu udara lebih tinggi, kelembaban cenderung rendah, dan kecepatan angin melemah, sehingga polutan tetap berada di udara lebih lama. Data dikumpulkan setiap jam dalam jangka waktu empat jam setiap harinya, mulai dari pukul 08.00 hingga 17.40 WIB. Pada setiap titik pengambilan, pencatatan dilakukan sebanyak tiga kali dalam satu jam selama pengumpulan data berlangsung. Tabel 4.1 berikut ini menunjukkan hasil rata-rata

pengambilan data faktor meteorologi di titik ruas jalan utama dan kawasan perumahan di Kabupaten Kulon Progo.

Tabel 4.1 Data Meteorologi Pada Pagi Hari di Titik 1 di Ruas Jalan Utama (Jl. Pahlawan)

Minggu	Tanggal	Titik 1		
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)
Minggu pertama	Rabu, 17 Juli 2024	27,00	71,70	747,03
	Minggu, 21 Juli 2024	27,75	68,25	748,18
Minggu Kedua	Rabu, 31 Juli 2024	27,00	73,00	746,90
	Minggu, 4 Agustus 2024	28,00	68,30	747,38
Minggu Ketiga	Rabu, 7 Agustus 2024	27,00	67,43	757,28
	Minggu, 11 Agustus 2024	26,75	74,23	752,35
Minggu Keempat	Rabu, 14 Agustus 2024	27,00	67,43	757,25
	Minggu, 18 Agustus 2024	26,75	62,03	747,20

Tabel 4.2 Data Meteorologi Pada Pagi Hari di Titik 2 di Permukiman Giripeni Indah

Minggu	Tanggal	Titik 2		
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)
Minggu pertama	Rabu, 17 Juli 2024	28,50	68,48	747,45
	Minggu, 21 Juli 2024	29,75	63,83	749,45
Minggu Kedua	Rabu, 31 Juli 2024	28,25	68,15	747,35
	Minggu, 4 Agustus 2024	28,75	66,53	747,30
Minggu Ketiga	Rabu, 7 Agustus 2024	27,75	62,03	752,35
	Minggu, 11 Agustus 2024	27,50	71,50	750,35
Minggu Keempat	Rabu, 14 Agustus 2024	28,00	65,33	752,38
	Minggu, 18 Agustus 2024	27,25	69,83	751,45

Pengamatan meteorologi di Titik 1, yaitu di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo, mengungkap adanya variasi suhu, Kelembaban, dan tekanan udara

yang cukup mencolok selama periode pengambilan data. Suhu di Titik 1 tercatat berkisar antara 26,75°C hingga 28,00°C. Kelembaban udara di area ini cenderung tinggi, berada di rentang 62,03% hingga 74,23%, dengan puncaknya pada 11 Agustus 2024. Tekanan udara di Titik 1 juga menunjukkan variasi, dengan nilai yang bergerak antara 746,90 mmHg hingga 757,28 mmHg, dan tekanan tertinggi tercatat pada 7 Agustus 2024.

Sebaliknya, di Titik 2 yang terletak di kawasan perumahan, suhu udara tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan Titik 1, dengan kisaran antara 27,25°C hingga 29,75°C. Kelembaban di Titik 2 sedikit lebih rendah dibandingkan di Titik 1, dengan nilai minimum 62,03% dan maksimum 71,50%. Tekanan udara di Titik 2 menunjukkan pola yang mirip dengan Titik 1, dengan nilai yang berkisar antara 747,30 mmHg hingga 752,38 mmHg.

Secara keseluruhan, data ini mengindikasikan bahwa meskipun Titik 1 merupakan daerah dengan lalu lintas yang padat, parameter meteorologi seperti suhu, Kelembaban, dan tekanan udara tetap relatif stabil, meski terdapat fluktuasi yang bisa disebabkan oleh aktivitas kendaraan dan kondisi lingkungan di sekitarnya.

Tabel 4.3 Data Meteorologi Pada Sore Hari Titik 1 Ruas Jalan Utama

Minggu	Tanggal	Titik 1		
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)
Minggu pertama	Rabu, 17 Juli 2024	26,50	73,13	747,05
	Minggu, 21 Juli 2024	25,50	71,85	748,68
Minggu Kedua	Rabu, 31 Juli 2024	26,50	76,50	745,35
	Minggu, 4 Agustus 2024	26,50	78,98	747,30
Minggu Ketiga	Rabu, 7 Agustus 2024	26,75	68,43	757,03
	Minggu, 11 Agustus 2024	26,00	77,00	752,40
Minggu Keempat	Rabu, 14 Agustus 2024	26,00	78,80	757,00
	Minggu, 18 Agustus 2024	26,50	77,30	747,20

Tabel 4.4 Data Meteorologi Pada Sore Hari di Titik 2 di Permukiman Giripeni Indah

Minggu	Tanggal	Titik 2		
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)
Minggu pertama	Rabu, 17 Juli 2024	26,75	71,20	747,04
	Minggu, 21 Juli 2024	26,75	69,21	749,01
Minggu Kedua	Rabu, 31 Juli 2024	27,00	74,75	745,54
	Minggu, 4 Agustus 2024	28,25	75,48	747,28
Minggu Ketiga	Rabu, 7 Agustus 2024	28,25	68,23	754,70
	Minggu, 11 Agustus 2024	27,25	73,41	751,93
Minggu Keempat	Rabu, 14 Agustus 2024	27,00	75,85	754,60
	Minggu, 18 Agustus 2024	28,00	78,41	747,23

Tabel di atas menunjukkan data suhu, kelembaban, dan tekanan udara di dua lokasi: Titik 1 (ruas jalan utama) dan Titik 2 (kawasan perumahan di dataran tinggi) selama bulan Juli dan Agustus 2024. Di Titik 1, suhu berkisar antara 25,50 °C hingga 26,75 °C dengan Kelembaban relatif antara 68,43% dan 78,98%. Tekanan udara bervariasi antara 745,35 mmHg dan 757,03 mmHg. Di Titik 2, suhu sedikit lebih tinggi, antara 26,75 °C hingga 28,25 °C, dengan Kelembaban antara 68,23% dan 78,41%. Tekanan udara di Titik 2 berkisar antara 745,54 mmHg dan 754,70 mmHg.

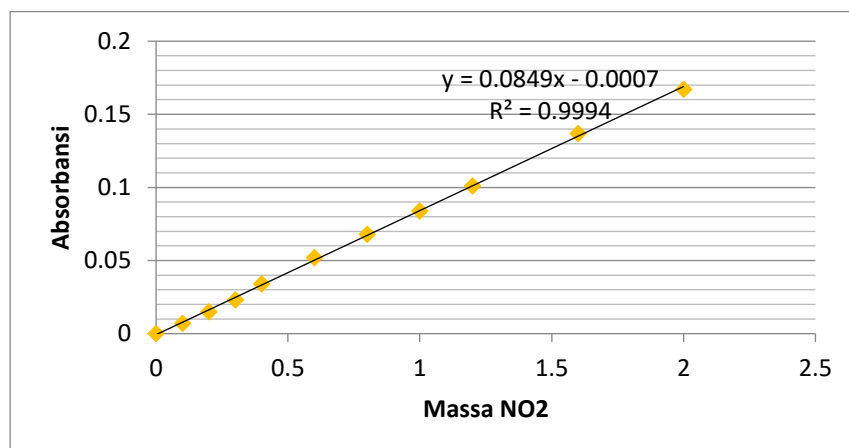
Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan di Titik 1, yang lebih terpapar polusi, sementara Titik 2, meskipun merupakan kawasan perumahan, memiliki kondisi lingkungan yang lebih stabil. Data ini memberikan gambaran tentang kondisi iklim mikro yang dapat memengaruhi kualitas udara di kedua lokasi tersebut.

### 4.3 Pengolahan dan Penyajian Data Konsentrasi NO<sub>2</sub>

Dalam menganalisis hasil dari pengambilan sampel secara langsung di 2 titik yang berbeda pengerjaan ini mengacu pada SNI-7119-2-2017 yaitu tentang cara uji kadar nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dengan metode Griess-saltzman menggunakan spektrofotometer.

Tabel 4.5 Perhitungan kurva kalibrasi NO<sub>2</sub>

Kurva Kalibrasi NO <sub>2</sub>			
No	Kode	C std	Abs
1	Blanko	0	0
2	Std-1	0,1	0,007
3	Std-2	0,2	0,015
4	Std-3	0,3	0,023
5	Std-4	0,4	0,034
6	Std-5	0,6	0,052
7	Std-6	0,8	0,068
8	Std-7	1	0,084
9	Std-8	1,2	0,101
10	Std-9	1,6	0,137
11	Std-10	2	0,167



Gambar 4.3 Kurva kalibrasi NO<sub>2</sub>

### 4.3.1 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Setiap Minggu

#### 1) Minggu Pertama

Konsentrasi NO<sub>2</sub> diukur menggunakan alat Impinger, dengan pengambilan sampel dilakukan selama satu jam di setiap lokasi. Setelah itu, nilai absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer. Nilai absorbansi ini kemudian digunakan untuk menghitung volume udara yang diambil serta menentukan konsentrasi NO<sub>2</sub> di lingkungan sekitar. Contoh perhitungan dan hasil pengukuran konsentrasi NO<sub>2</sub> dapat dilihat di Lampiran 2, dan hasil pengukuran tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.6 serta dalam bentuk tabel pada Tabel 4.4,

- Perhitungan jumlah NO<sub>2</sub> dari Contoh uji hasil Perhitungan Kurva Kalibrasi

$$y = a + bx$$

$$y = 0,0849x - 0,0007$$

$$x = \frac{y - (a)}{(b)}$$

Diketahui: nilai absorbansi (y) = 0,018

$$X = \frac{0,018 - 0,0849}{-0,0007}$$

$$x = 0,220 \mu\text{g}$$

- Perhitungan volume udara yang diambil

Diketahui:

$$Q_1 = 0,4 \text{ L/menit}$$

$$Q_2 = 0,4 \text{ L/menit}$$

$$n = 2$$

$$t = 60 \text{ menit}$$

$$P_a = 747,03 \text{ mmHg}$$

$$T_a = 300,15 \text{ K}$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{K}{760}$$

$$V = \frac{0,4 + 0,4}{2} \times t \times \frac{747,03}{300,15} \times \frac{289}{760}$$

$$V = 23,421 \text{ L}$$

- Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Udara Ambien

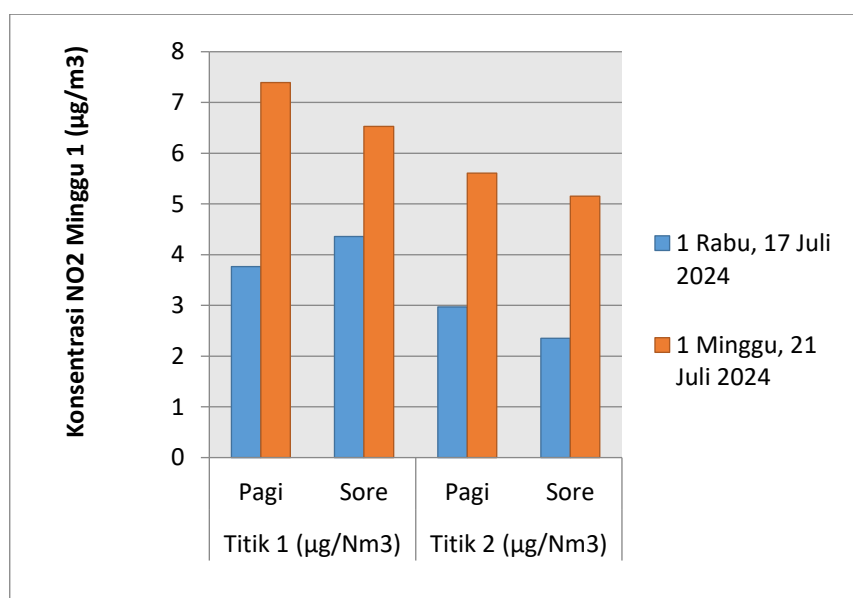
$$\text{Konsentrasi NO}_2 = \frac{b}{V_u} \times \frac{V_1}{25} \times 1000$$

$$\text{Konsentrasi NO}_2 = \frac{0,220}{23,4} \times \frac{10}{25} \times 1000$$

$$\text{Konsentrasi NO}_2 = 3,8 \mu\text{g/Nm}^3$$

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Minggu Pertama

Minggu	Tanggal	Titik 1 (μg/m <sup>3</sup> )		Titik 2 (μg/m <sup>3</sup> )		Baku Mutu (μg/m <sup>3</sup> )
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
1	Rabu, 17 Juli 2024	3,8	4,4	3,0	2,4	200
	Minggu, 21 Juli 2024	7,4	6,5	5,6	5,1	200
Rata-rata		5,6	5,4	4,3	3,8	200



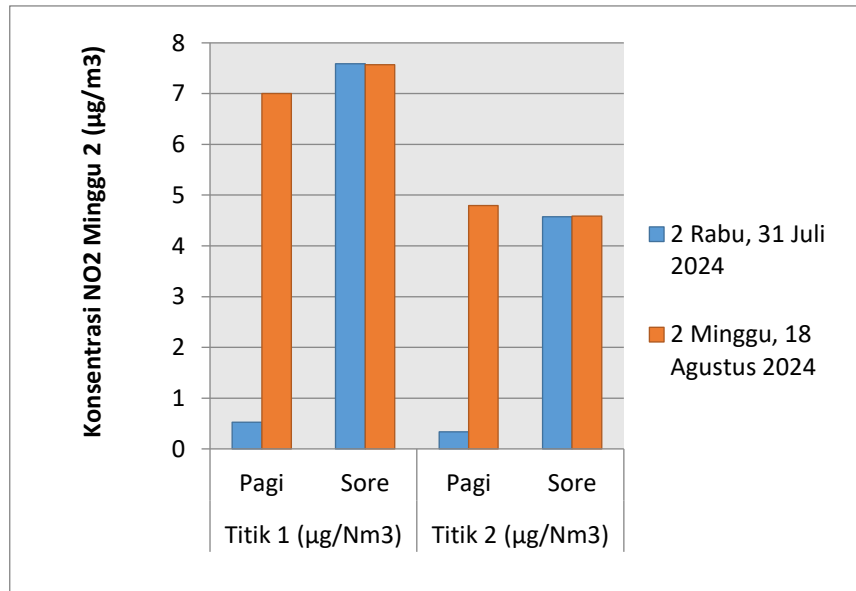
Gambar 4.4 Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Minggu Pertama

Pada minggu pertama pengukuran NO<sub>2</sub>, Titik 1 di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo menunjukkan konsentrasi lebih tinggi dibandingkan Titik 2, terutama pada Minggu, 21 Juli 2024, dengan rata-rata pagi dan sore sebesar 5,56 µg/Nm<sup>3</sup> dan 5,4 µg/Nm<sup>3</sup>. Ini mencerminkan tingginya lalu lintas di jalan utama. Sebaliknya, Titik 2, yang merupakan kawasan perumahan di dataran tinggi, memiliki konsentrasi lebih rendah dengan rata-rata 4,3 µg/Nm<sup>3</sup>. Dan 3,8 µg/Nm<sup>3</sup>, meskipun ada sedikit peningkatan pada hari Minggu. Data ini mengindikasikan bahwa lalu lintas padat di jalan utama berkontribusi lebih besar terhadap polusi udara dibandingkan dengan kawasan perumahan.

## 2) Minggu Kedua

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Minggu Kedua

Minggu	Tanggal	Titik 1 (µg/m <sup>3</sup> )		Titik 2 (µg/m <sup>3</sup> )		Baku Mutu (µg/m <sup>3</sup> )
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
2	Rabu, 31 Juli 2024	0,5	7,6	0,3	4,6	200
	Minggu, 18 Agustus 2024	7,0	7,6	4,8	4,6	200
Rata-rata		3,8	7,6	2,6	4,6	200



Gambar 4.5 Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Minggu Kedua

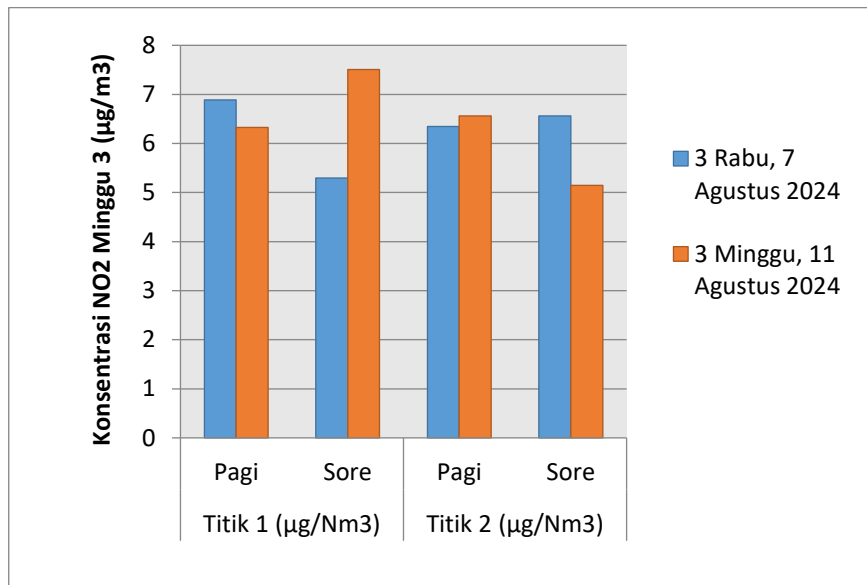
Pada minggu kedua pengukuran NO<sub>2</sub>, Titik 1 di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo menunjukkan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan Titik 2, dengan rata-rata masing-masing 3,8 µg/Nm<sup>3</sup> dan 7,6 µg/Nm<sup>3</sup> untuk pagi dan sore. Ini mencerminkan tingginya lalu lintas di jalan utama tersebut. Sebaliknya, di Titik 2, yang merupakan kawasan perumahan di dataran tinggi, konsentrasi NO<sub>2</sub> lebih rendah, dengan rata-rata pagi dan sore 2,6 µg/Nm<sup>3</sup> dan 4,6 µg/Nm<sup>3</sup>. Meskipun sering dilalui kendaraan berat, polusi di Titik 2 tetap lebih rendah dibandingkan Titik 1, menunjukkan bahwa lalu lintas padat di jalan utama berkontribusi lebih besar terhadap polusi udara.

### 3) Minggu Ketiga

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Minggu Ketiga

Minggu	Tanggal	Titik 1 (µg/m <sup>3</sup> )		Titik 2 (µg/m <sup>3</sup> )		Baku Mutu (µg/m <sup>3</sup> )
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
3	Rabu, 7 Agustus 2024	6,9	5,3	6,3	6,6	200

	Minggu, 11 Agustus 2024	6,3	7,5	6,6	5,1	200
	Rata-rata	6,6	6,4	6,5	5,9	200



Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Minggu Ketiga

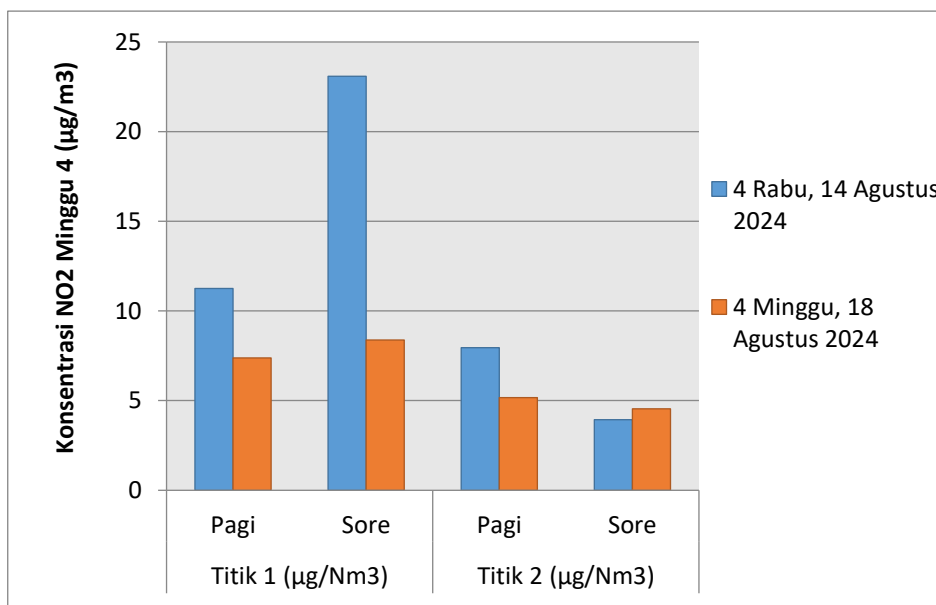
Pada minggu ketiga pengukuran konsentrasi NO<sub>2</sub>, Titik 1 di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo menunjukkan nilai rata-rata konsentrasi sebesar 6,6 µg/Nm<sup>3</sup> pada pagi dan 6,4 µg/Nm<sup>3</sup> pada sore. Ini mencerminkan pengaruh lalu lintas yang padat di jalan tersebut. Di sisi lain, Titik 2, yang merupakan kawasan perumahan di dataran tinggi, memiliki rata-rata konsentrasi lebih rendah, yaitu 6,5 µg/Nm<sup>3</sup> pada pagi dan 5,9 µg/Nm<sup>3</sup> pada sore. Meskipun Titik 2 sering dilalui oleh kendaraan pribadi dan truk, konsentrasi NO<sub>2</sub> tetap lebih rendah dibandingkan Titik 1, menunjukkan bahwa lalu lintas di jalan utama berkontribusi lebih besar terhadap polusi udara.

#### 4) Minggu keempat

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Minggu Keempat

Minggu	Tanggal	Titik 1 (µg/m <sup>3</sup> )	Titik 2 (µg/m <sup>3</sup> )	Baku
--------	---------	------------------------------	------------------------------	------

		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Mutu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
4	Rabu, 14 Agustus 2024	11,3	23,1	8,0	3,9	200
	Minggu, 18 Agustus 2024	7,4	8,4	5,2	4,5	200
Rata-rata		9,3	15,7	6,6	4,2	200



Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi  $\text{NO}_2$  di Minggu Keempat

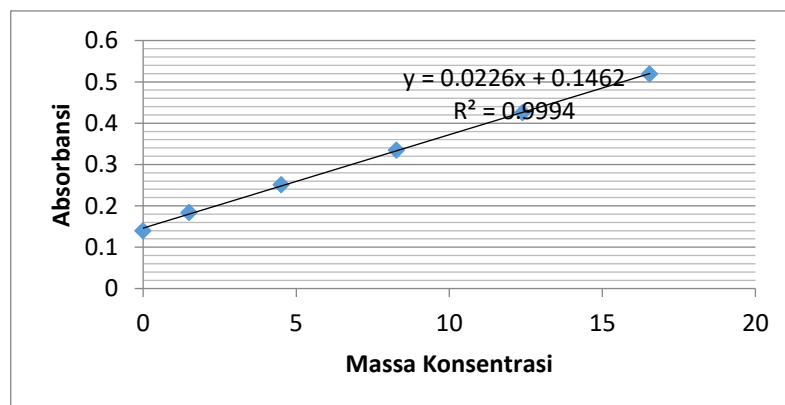
Hasil pengukuran pada minggu keempat menunjukkan konsentrasi  $\text{NO}_2$  yang signifikan antara Titik 1 dan Titik 2. Di Titik 1, yang berada di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo, rata-rata konsentrasi mencapai  $9,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di pagi hari dan melonjak menjadi  $15,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di sore hari. Sementara itu, Titik 2, yang merupakan kawasan perumahan di dataran tinggi, mencatat rata-rata  $6,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  pada pagi dan  $4,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  pada sore. Lonjakan konsentrasi di Titik 1, terutama pada sore hari, menunjukkan pengaruh lalu lintas yang tinggi terhadap kualitas udara di daerah tersebut, meskipun Titik 2 tetap lebih rendah.

#### 4.4 Pengolahan dan Penyajian Data Konsentrasi SO<sub>2</sub>

Dalam menganalisis hasil dari pengambilan sampel secara langsung di 2 titik yang berbeda pengerjaan ini mengacu pada SNI-7119-7-2017 yaitu tentang Cara uji kadar sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dengan metoda pararosanilin menggunakan spektrofotometer.

Tabel 4.10 Perhitungan kurva kalibrasi SO<sub>2</sub>

Kurva Kalibrasi SO <sub>2</sub>			
No	Kode	C std	Abs
1	Std-1	0	0,14
2	Std-2	1,5	0,184
3	Std-3	4,517	0,251
4	Std-4	8,275	0,335
5	Std-5	12,4	0,425
6	Std-6	16,55	0,519



Gambar 4.8 Grafik kurva kalibrasi SO<sub>2</sub>

#### 4.4.1 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Setiap Minggu

##### 1) Minggu Pertama

Konsentrasi SO<sub>2</sub> diukur menggunakan alat Impinger, dengan pengambilan sampel dilakukan selama satu jam di setiap lokasi. Setelah

itu, nilai absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer. Nilai absorbansi ini kemudian digunakan untuk menghitung volume udara yang diambil serta menentukan konsentrasi SO<sub>2</sub> di lingkungan sekitar. Contoh perhitungan dan hasil pengukuran konsentrasi SO<sub>2</sub> dapat dilihat di Lampiran 2, dan hasil pengukuran tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.13 serta dalam bentuk tabel pada Tabel 4.11,

- Perhitungan jumlah SO<sub>2</sub> dari Contoh uji hasil Perhitungan Kurva Kalibrasi

$$y = a + bx$$

$$Y = 0,0226 \times +0,1462$$

$$x = \frac{y - (a)}{(b)}$$

Diketahui: nilai absorbansi = 0,018

$$b = \frac{\text{nilai absorbansi} - \text{nilai kurva kalibrasi (a)}}{\text{nilai kurva kalibrasi (b)}}$$

$$b = \frac{0,018 - 0,0226}{0,1462}$$

$$b = 4,770 \mu\text{g}$$

- Perhitungan volume udara yang diambil

Diketahui:

$$Q_1 = 0,5 \text{ L/menit}$$

$$Q_2 = 0,5 \text{ L/menit}$$

$$n = 2$$

$$t = 60 \text{ menit}$$

$$P_a = 747,03 \text{ mmHg}$$

$$T_a = 300,15 \text{ K}$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{K}{760}$$

$$V = \frac{0,5 + 0,5}{2} \times 60 \times \frac{747,03}{300,15} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 29,276 \text{ L}$$

- Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Udara Ambien

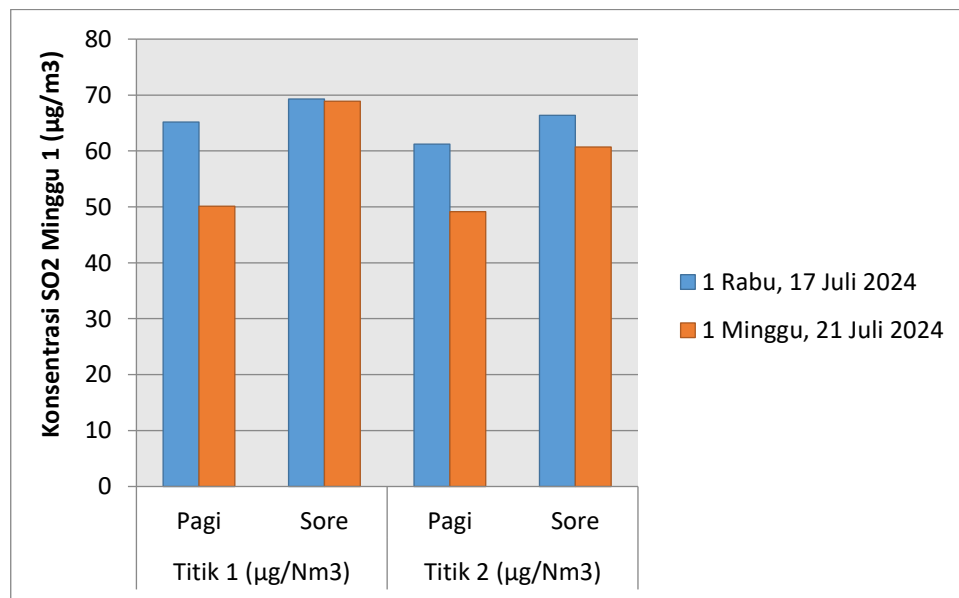
$$\text{Konsentrasi NO}_2 = \frac{b}{V_u} \times \frac{V_1}{25} \times 1000$$

$$\text{Konsentrasi NO}_2 = \frac{4,770}{29,276} \times \frac{10}{25} \times 1000$$

$$\text{Konsentrasi NO}_2 = 65,1 \mu\text{g/Nm}^3$$

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Minggu Pertama

Minggu	Tanggal	Titik 1 (μg/m <sup>3</sup> )		Titik 2 (μg/m <sup>3</sup> )		Baku Mutu (μg/m <sup>3</sup> )
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
1	Rabu, 17 Juli 2024	65,2	69,3	61,2	66,4	150
	Minggu, 21 Juli 2024	50,1	68,9	49,1	60,7	150
Rata-rata		57,6	69,1	55,2	63,5	150



Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Minggu Pertama

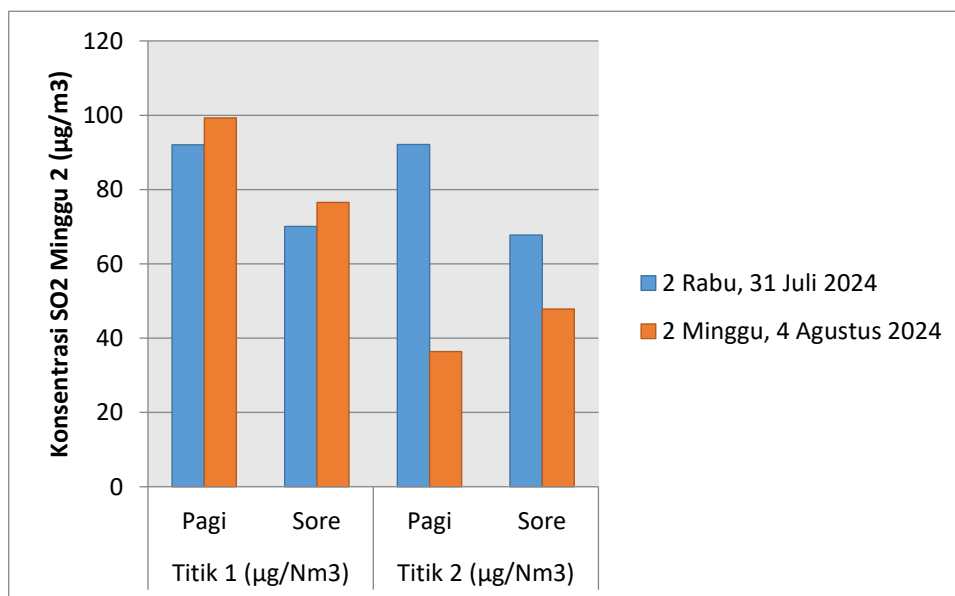
Hasil pengukuran pada minggu pertama menunjukkan perbedaan konsentrasi pada Titik 1 dan Titik 2. Titik 1, yang berada di ruas jalan

utama Kabupaten Kulon Progo, memiliki rata-rata konsentrasi 57,6  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di pagi hari dan 69,1  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di sore hari. Sementara itu, Titik 2, yang merupakan kawasan perumahan di dataran tinggi, mencatat rata-rata 55,2  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  pada pagi dan 63,5  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  pada sore. Meskipun Titik 2 sering dilalui oleh kendaraan pribadi dan truk berat, konsentrasinya tetap lebih tinggi di pagi hari dibandingkan Titik 1, menunjukkan bahwa faktor lalu lintas di jalan utama berkontribusi terhadap perbedaan konsentrasi udara.

## 2) Minggu Kedua

Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Konsentrasi  $\text{SO}_2$  di Minggu Kedua

Minggu	Tanggal	Titik 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Titik 2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Baku Mutu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
2	Rabu, 31 Juli 2024	92,0	70,0	92,1	67,7	150
	Minggu, 4 Agustus 2024	99,3	76,5	36,3	47,8	150
Rata-rata		95,7	73,3	64,2	57,8	150



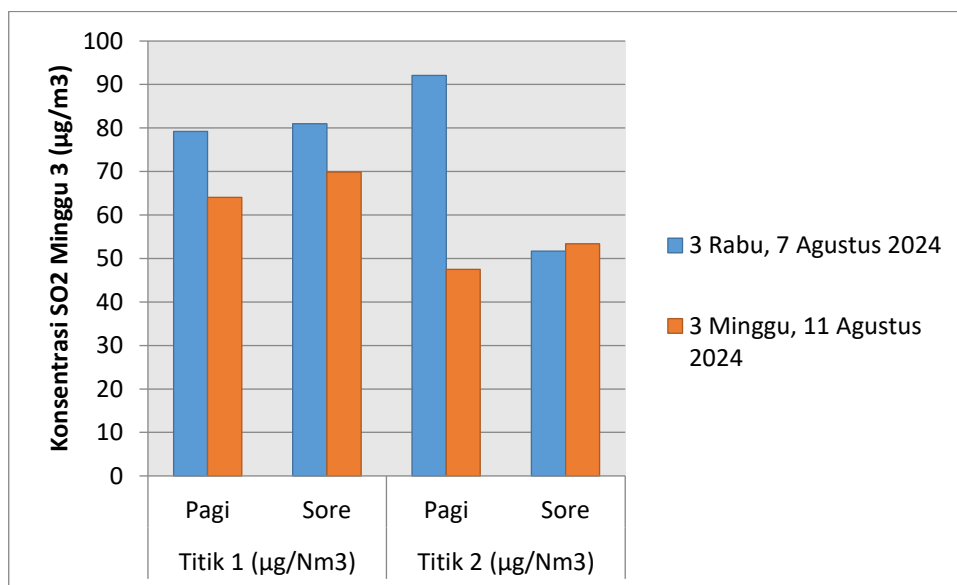
Gambar 4.10 Grafik Konsentrasi  $\text{SO}_2$  di Minggu Kedua

Hasil pengukuran pada minggu kedua menunjukkan konsentrasi yang bervariasi antara Titik 1 dan Titik 2. Di Titik 1, yang terletak di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo, rata-rata konsentrasi adalah  $95,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di pagi hari dan  $73,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di sore hari. Sementara itu, Titik 2, kawasan perumahan di dataran tinggi, memiliki rata-rata konsentrasi  $64,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  pada pagi dan  $57,8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  pada sore. Meskipun Titik 2 sering dilalui kendaraan berat, konsentrasi udara di Titik 1 tetap lebih tinggi, menunjukkan dampak lalu lintas di jalan utama terhadap kualitas udara.

### 3) Minggu Ketiga

Tabel 4.13 Hasil Pengukuran Konsentrasi  $\text{SO}_2$  di Minggu Ketiga

Minggu	Tanggal	Titik 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Titik 2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Baku Mutu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
3	Rabu, 7 Agustus 2024	79,2	80,9	92,1	51,7	150
	Minggu, 11 Agustus 2024	64,1	69,9	47,5	53,4	150
Rata-rata		71,6	75,4	69,8	52,6	150



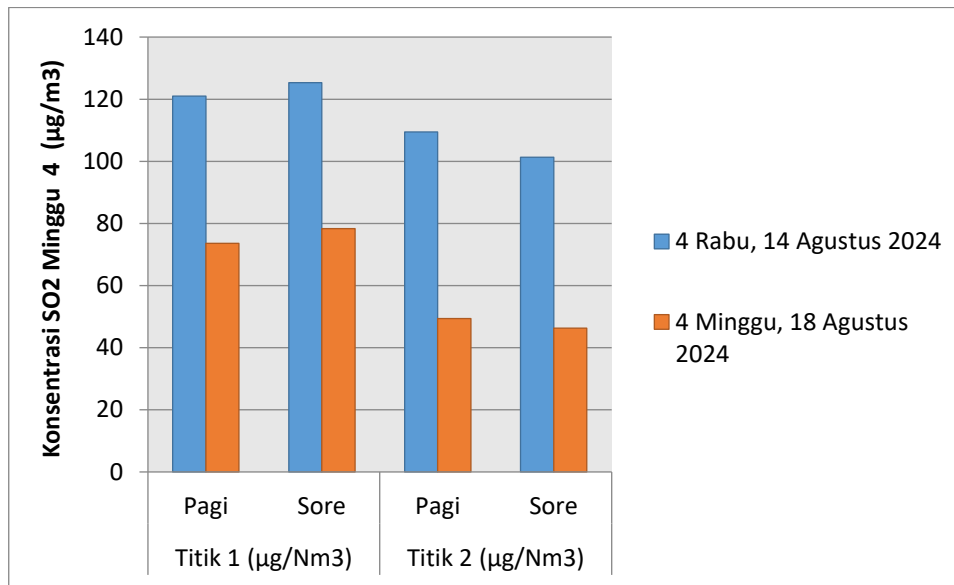
Gambar 4.11 Grafik Konsentrasi  $\text{SO}_2$  di Minggu Ketiga

Hasil pengukuran pada minggu ketiga menunjukkan perbedaan konsentrasi antara Titik 1 dan Titik 2. Di Titik 1, yang terletak di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo, rata-rata konsentrasi adalah 71,6  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di pagi hari dan 75,4  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di sore hari. Sebaliknya, Titik 2, yang merupakan kawasan perumahan di dataran tinggi, mencatat rata-rata 69,8  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  pada pagi dan 52,6  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  pada sore. Meskipun Titik 2 sering dilalui oleh kendaraan berat, konsentrasi udara di Titik 1 tetap lebih rendah, menandakan pengaruh lalu lintas di jalan utama terhadap kualitas udara di sekitarnya.

#### 4) Minggu keempat

Tabel 4.14 Hasil Pengukuran Konsentrasi  $\text{SO}_2$  di Minggu Keempat

Minggu	Tanggal	Titik 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Titik 2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Baku Mutu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
4	Rabu, 14 Agustus 2024	120,9	125,3	109,5	101,3	150
	Minggu, 18 Agustus 2024	73,6	78,3	49,4	46,3	150
Rata-rata		97,3	101,8	79,4	73,8	150



Gambar 4.12 Grafik Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Minggu Keempat

Hasil pengukuran pada minggu keempat menunjukkan perbedaan konsentrasi di antara Titik 1 dan Titik 2. Di Titik 1, yang terletak di ruas jalan utama Kabupaten Kulon Progo, rata-rata konsentrasi mencapai 97,3 µg/Nm<sup>3</sup> di pagi hari dan melonjak menjadi 101,8 µg/Nm<sup>3</sup> di sore hari. Sebaliknya, Titik 2, yang merupakan kawasan perumahan di dataran tinggi, mencatat rata-rata 79,5 µg/Nm<sup>3</sup> pada pagi dan 73,8 µg/Nm<sup>3</sup> pada sore. Data ini menunjukkan bahwa meskipun Titik 2 sering dilalui kendaraan pribadi dan truk berat, konsentrasi di Titik 1 tetap lebih tinggi, mencerminkan dampak lalu lintas terhadap kualitas udara di daerah tersebut.

#### 4.5 Analisis Temporal Kualitas Udara

##### 4.5.1 Perbandingan Konsentrasi NO<sub>2</sub> Pada Tengah Pekan dan akhir pekan

Tabel 4.15 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Tengah Pekan

Minggu	Tanggal	Titik 1 (µg/Nm <sup>3</sup> )		Titik 2 (µg/Nm <sup>3</sup> )		Baku Mutu
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
1	17/07/2024	3,8	4,4	3,0	2,4	200

2	31/07/2024	0,5	7,6	0,3	4,6	200
3	07/08/2024	6,9	5,3	6,3	6,6	200
4	14/08/2024	11,3	23,1	8,0	3,9	200
<b>Rata-Rata</b>		5,6	10,1	4,4	4,4	200

Tabel 4.16 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Akhir Pekan

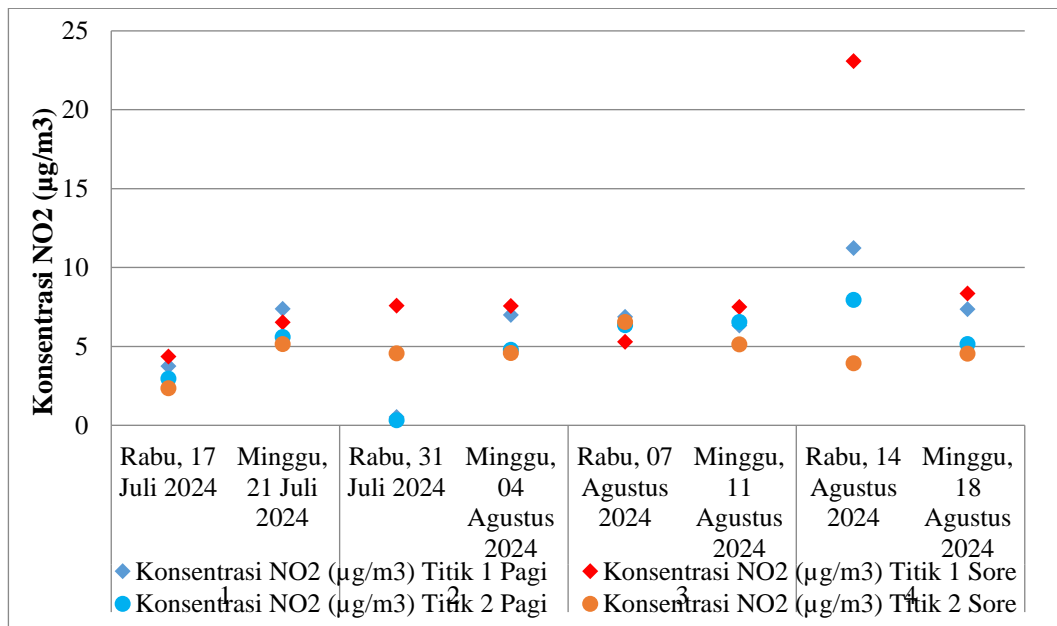
Minggu	Tanggal	Titik 1 (µg/Nm <sup>3</sup> )		Titik 2 (µg/Nm <sup>3</sup> )		Baku Mutu
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
1	21/07/2024	7,4	6,5	5,6	5,1	200
2	04/08/2024	7,0	7,6	4,8	4,6	200
3	11/08/2024	6,3	7,5	6,6	5,1	200
4	18/08/2024	7,4	8,4	5,2	4,5	200
<b>Rata-Rata</b>		7,0	7,5	5,5	4,9	200



Gambar 4.13 Grafik Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Tengah dan Akhir pekan Pekan

Diagram box plot di atas menggambarkan perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> antara hari kerja (*weekday*) dan akhir pekan (*weekend*). Secara umum, konsentrasi NO<sub>2</sub> pada hari kerja lebih tinggi dan bervariasi dibandingkan akhir pekan, yang menunjukkan perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> antara hari kerja dan akhir pekan. Pada hari kerja, konsentrasi NO<sub>2</sub>

bervariasi secara signifikan, dengan nilai terendah sebesar  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan nilai tertinggi mencapai  $23,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mencerminkan adanya fluktuasi yang cukup besar dalam polusi udara. Sebaliknya, pada akhir pekan, konsentrasi  $\text{NO}_2$  lebih stabil, dengan rentang antara  $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga  $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi  $\text{NO}_2$  selama akhir pekan cenderung lebih konsisten dan tidak menunjukkan lonjakan yang besar seperti pada hari kerja. Data ini mendukung hasil diagram box plot yang menunjukkan bahwa emisi  $\text{NO}_2$  lebih tinggi dan bervariasi selama hari kerja dibandingkan akhir pekan.



Gambar 4.14 Trend Temporal Konsentrasi  $\text{NO}_2$  di tengah dan akhir pekan

#### 4.5.2 Perbandingan Konsentrasi $\text{SO}_2$ Pada Tengah Pekan dan akhir pekan

Tabel 4.17 Hasil Pengukuran Konsentrasi  $\text{SO}_2$  di Tengah Pekan

Minggu	Tanggal	Titik 1 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )		Titik 2 ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )		Baku Mutu
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	

1	17/07/2024	65,2	69,3	61,2	66,4	150
2	31/07/2024	92,0	70,0	92,1	67,7	150
3	07/08/2024	79,2	80,9	92,1	51,7	150
4	14/08/2024	120,9	125,3	109,5	101,3	150
<b>Rata-Rata</b>		89,3	86,4	88,7	71,8	150

Tabel 4. 18 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Akhir Pekan

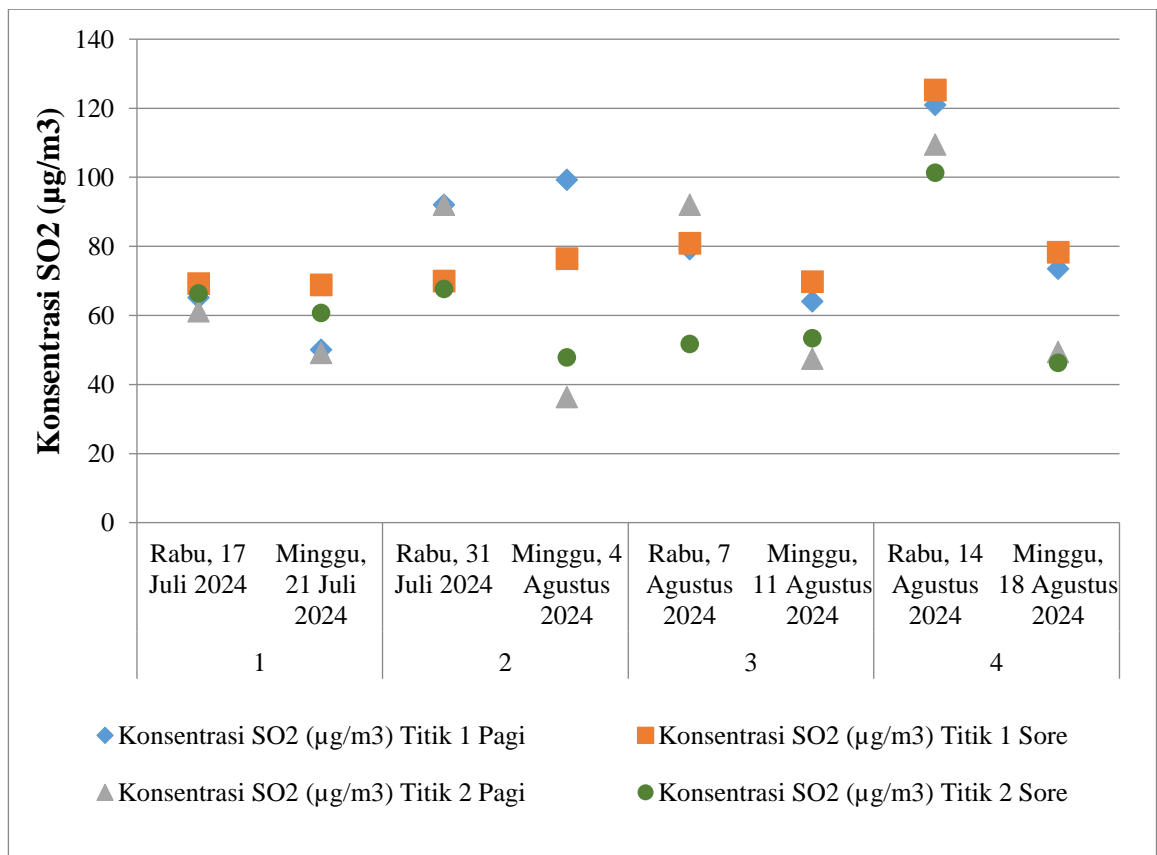
Minggu	Tanggal	Titik 1 (µg/Nm <sup>3</sup> )		Titik 2 (µg/Nm <sup>3</sup> )		Baku Mutu
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
1	21/07/2024	50,1	68,9	49,1	60,7	150
2	04/08/2024	99,3	76,5	36,3	47,8	150
3	11/08/2024	64,1	69,9	47,5	53,4	150
4	18/08/2024	73,6	78,3	49,4	46,3	150
<b>Rata-Rata</b>		71,8	73,4	45,6	52,0	150



Gambar 4. 15. Grafik Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Tengah dan Akhir Pekan

Diagram box plot di atas menggambarkan perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> antara hari kerja (*weekday*) dan akhir pekan (*weekend*). Secara umum, konsentrasi NO<sub>2</sub> pada hari kerja lebih tinggi dan bervariasi dibandingkan akhir pekan, yang menunjukkan perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> antara hari kerja dan akhir pekan. Pada hari kerja konsentrasi SO<sub>2</sub> bervariasi dari 51,7

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga  $125,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup besar dalam emisi  $\text{SO}_2$  di waktu tersebut. Sementara itu, pada akhir pekan, konsentrasi  $\text{SO}_2$  berkisar antara  $36,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga  $99,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dengan satu nilai yang lebih rendah ( $36,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), yang menjadi outlier dalam box plot. Meskipun konsentrasi  $\text{SO}_2$  pada tengah pekan cenderung lebih tinggi dibandingkan akhir pekan, variasi data pada tengah pekan lebih besar. Data ini memperkuat visualisasi dalam diagram box plot, di mana konsentrasi  $\text{SO}_2$  pada tengah pekan lebih tinggi namun lebih bervariasi, sedangkan akhir pekan memiliki variasi yang lebih kecil dalam pengukurannya.

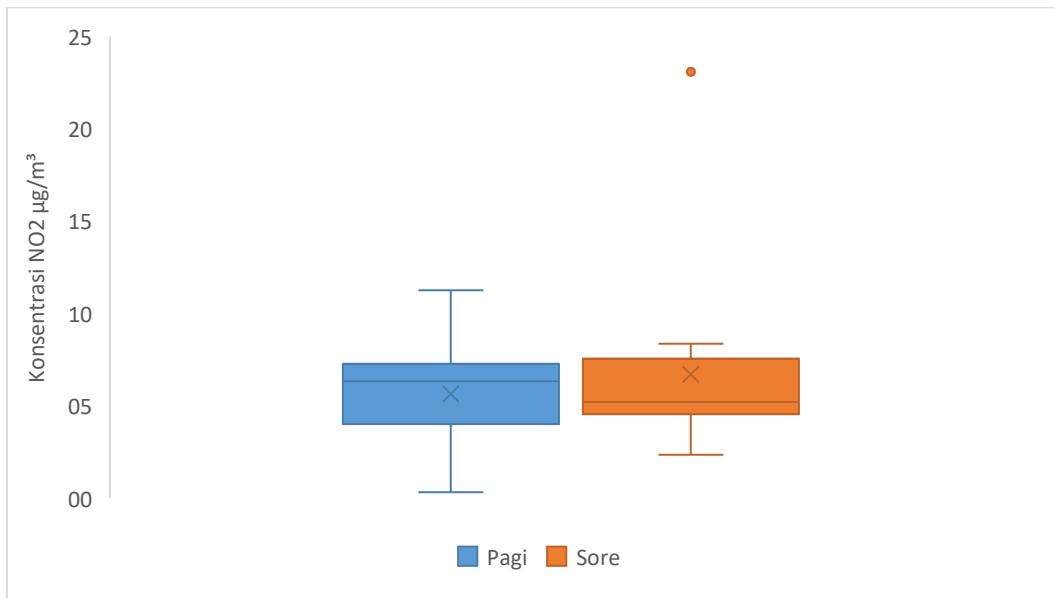


Gambar 4. 16 Trend Temporal Konsentrasi  $\text{SO}_2$  di Tengah dan Akhir Pekan

### 4.5.3 Perbandingan Konsentrasi $\text{NO}_2$ Pada Pagi dan Sore Hari

Tabel 4.19 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Pagi dan Sore Hari

Minggu	Tanggal	Konsentrasi NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			
		Pagi		Sore	
		Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2
1	Rabu, 17 Juli 2024	3,8	3,0	4,4	2,4
	Minggu, 21 Juli 2024	7,4	5,6	6,5	5,1
2	Rabu, 31 Juli 2024	0,5	0,3	7,6	4,6
	Minggu, 4 Agustus 2024	7,0	4,8	7,6	4,6
3	Rabu, 7 Agustus 2024	6,9	6,3	5,3	6,6
	Minggu, 11 Agustus 2024	6,3	6,6	7,5	5,1
4	Rabu, 14 Agustus 2024	11,3	8,0	23,1	3,9
	Minggu, 18 Agustus 2024	7,4	5,2	8,4	4,5



Gambar 4.17 Grafik Konsentrasi NO<sub>2</sub> Pada Pagi dan Sore Hari

Diagram box plot di atas menunjukkan perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> pada pagi hari dan sore hari. Warna biru mewakili pengukuran pada pagi hari, sementara warna oranye mewakili pengukuran pada sore hari. Konsentrasi NO<sub>2</sub>

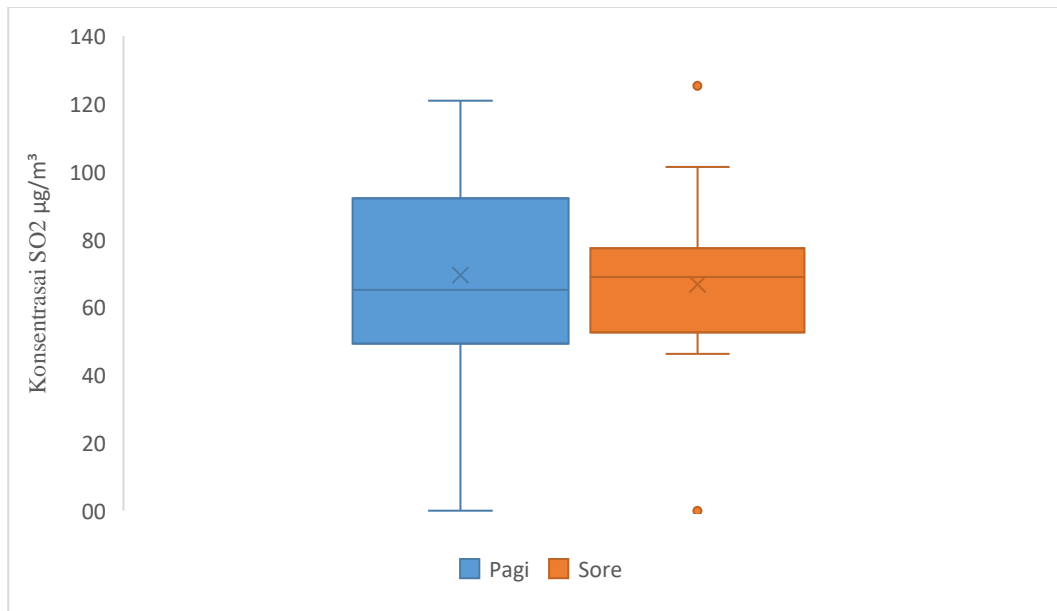
bervariasi dari 0,339  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga 11,252  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup besar dalam emisi  $\text{NO}_2$  di waktu tersebut. Sementara itu, pada sore hari, konsentrasi  $\text{NO}_2$  berkisar antara 2,354  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga 23,089  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dengan satu nilai yang jauh lebih tinggi (23,089  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), yang menjadi outlier dalam box plot. Meskipun konsentrasi  $\text{NO}_2$  pada sore hari cenderung lebih tinggi dibandingkan pagi hari, variasi data pada pagi hari lebih besar. Data ini memperkuat visualisasi dalam diagram box plot, di mana konsentrasi  $\text{NO}_2$  pada sore hari lebih tinggi namun lebih konsisten, sedangkan pagi hari memiliki variasi yang lebih besar dalam pengukurannya.

Analisis tren temporal pada data konsentrasi  $\text{NO}_2$  menunjukkan bahwa ruas jalan utama mengalami peningkatan konsentrasi  $\text{NO}_2$  pada sore hari, terutama karena peningkatan volume kendaraan. Sebaliknya, area permukiman memiliki konsentrasi  $\text{NO}_2$  yang lebih rendah dan cenderung stabil sepanjang hari. Perbedaan ini menggaris bawahi dampak signifikan dari lalu lintas padat terhadap kualitas udara di jalan utama dibandingkan dengan area yang lebih tenang.

#### 4.5.4 Perbandingan Konsentrasi $\text{SO}_2$ Pada Pagi dan Sore Hari

Tabel 4.20 Hasil Pengukuran Konsentrasi  $\text{SO}_2$  di Pagi dan Sore Hari

Minggu	Tanggal	Konsentrasi $\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		Pagi		Sore	
		Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2
1	Rabu, 17 Juli 2024	65,2	61,2	69,3	66,4
	Minggu, 21 Juli 2024	50,1	49,1	68,9	60,7
2	Rabu, 31 Juli 2024	92,0	92,1	70,0	67,7
	Minggu, 4 Agustus 2024	99,3	36,3	76,5	47,8
3	Rabu, 7 Agustus 2024	79,2	92,1	80,9	51,7
	Minggu, 11 Agustus 2024	64,1	47,5	69,9	53,4
4	Rabu, 14 Agustus 2024	120,9	109,5	125,3	101,3
	Minggu, 18 Agustus 2024	73,6	49,4	78,3	46,3



Gambar 4.18 Grafik Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Pagi dan Sore Hari

Diagram box plot di atas menunjukkan perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> pada pagi hari dan sore hari. Warna biru mewakili pengukuran pada pagi hari, sementara warna oranye mewakili pengukuran pada sore hari, konsentrasi SO<sub>2</sub> bervariasi dari 36,3 µg/m<sup>3</sup> hingga 120,9 µg/m<sup>3</sup>, menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup besar dalam emisi SO<sub>2</sub> di waktu tersebut. Sementara itu, pada sore hari, konsentrasi SO<sub>2</sub> berkisar antara 46,3 µg/m<sup>3</sup> hingga 125,3 µg/m<sup>3</sup>, dengan satu nilai yang lebih tinggi (125,3 µg/m<sup>3</sup>), yang menjadi outlier dalam box plot. Meskipun konsentrasi SO<sub>2</sub> pada sore hari cenderung lebih tinggi dibandingkan pagi hari, variasi data pada pagi hari lebih besar. Data ini memperkuat visualisasi dalam diagram box plot, di mana konsentrasi SO<sub>2</sub> pada sore hari lebih tinggi namun lebih konsisten, sedangkan pagi hari memiliki variasi yang lebih besar dalam pengukurannya.

Analisis tren temporal pada data konsentrasi SO<sub>2</sub> menunjukkan bahwa ruas jalan utama mengalami konsentrasi SO<sub>2</sub> yang lebih tinggi dan fluktuasi yang lebih besar antara pagi dan sore hari, yang kemungkinan terkait dengan aktivitas industri dan lalu lintas yang padat. Sebaliknya, konsentrasi SO<sub>2</sub> di

area permukiman lebih stabil dan meningkat secara moderat sepanjang hari, mencerminkan pengaruh yang lebih rendah dari sumber polusi besar.

#### 4.5 Trend Analisis Mann-Kendall

Metode Mann-Kendall diterapkan untuk mengevaluasi adanya pola perubahan signifikan dalam data kualitas udara dari waktu ke waktu. Dalam penelitian ini, teknik ini digunakan untuk menganalisis variasi konsentrasi polutan seperti SO<sub>2</sub> (Sulfur Dioksida) dan NO<sub>2</sub> (Nitrogen Dioksida) di dua lokasi yang berbeda, yaitu di ruas jalan utama dan di kawasan perumahan. Dengan membandingkan nilai p-value terhadap tingkat signifikansi yang telah ditentukan ( $\alpha = 5\%$  dan  $10\%$ ), analisis ini berusaha mengidentifikasi tren yang signifikan dalam konsentrasi polutan selama periode pengamatan. Selain itu, Sen's Slope digunakan untuk menilai arah dan tingkat perubahan konsentrasi polutan. Hasil dari analisis ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai perubahan kualitas udara di kedua lokasi yang diteliti, serta menjadi dasar dalam merumuskan kebijakan dan tindakan mitigasi yang tepat.

Tabel 4.21 Trend Analisis Mann-Kendall Pagi dan Sore

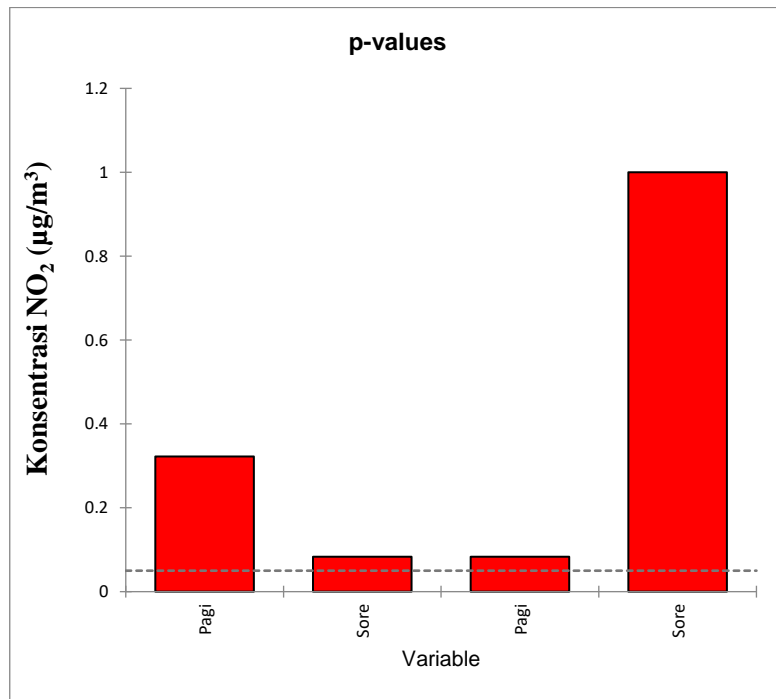
		p-value				Sen's Slope			
		Ruas Jalan Utama		Perumahan		Ruas Jalan Utama		Perumahan	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
SO <sub>2</sub>	$\alpha = 5\%$	0,322	1,000	0,083	0,083	0,131	0,001	0,122	0,115
	$\alpha = 10\%$	0,458	<b>0,048</b>	<b>0,00025</b>	0,458	0,753	0,430	0,140	-0,506
NO <sub>2</sub>	$\alpha = 5\%$	0,322	0,083	0,083	1,000	0,131	0,115	0,122	0,001
	$\alpha = 10\%$	0,322	<b>0,083</b>	<b>0,083</b>	1,000	0,131	0,115	0,122	0,001

Berdasarkan hasil analisis Mann-Kendall yang tercantum dalam tabel di atas, beberapa temuan penting dapat disimpulkan terkait tren temporal konsentrasi polutan SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di dua lokasi pengukuran.

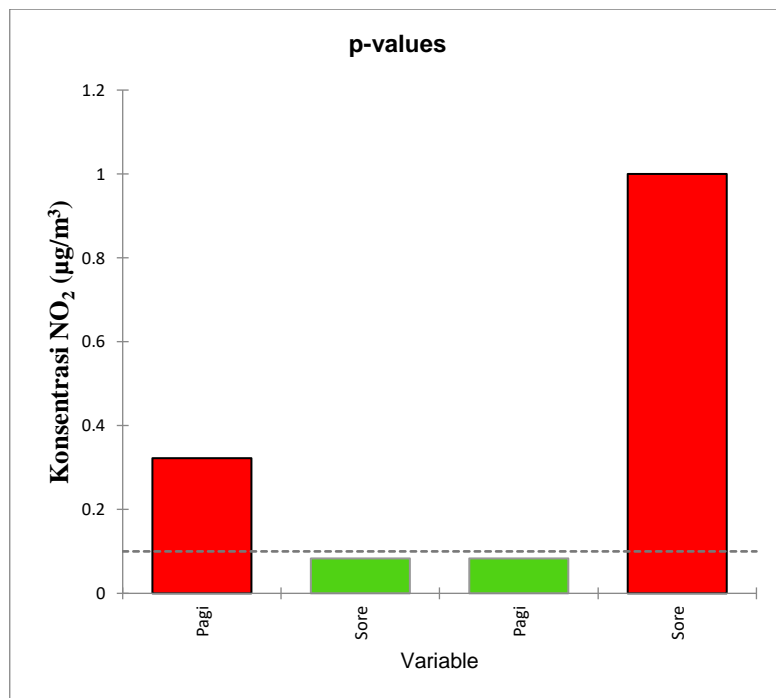
Untuk SO<sub>2</sub> di Ruas Jalan Utama, analisis menunjukkan bahwa tidak ada tren signifikan dalam perubahan konsentrasi SO<sub>2</sub> pada pagi hari, dengan p-

value sebesar 0,322 pada tingkat signifikansi 5% dan 0,458 pada tingkat signifikansi 10%. Di sore hari, meskipun tidak ada tren yang terdeteksi pada tingkat signifikansi 5% ( $p\text{-value} = 1,000$ ), ketika tingkat signifikansi dinaikkan menjadi 10%,  $p\text{-value}$  turun menjadi 0,048, yang mengindikasikan adanya tren yang hampir signifikan. Di kawasan Perumahan, tren yang lebih jelas terlihat dalam konsentrasi  $\text{SO}_2$ . Pada pagi hari,  $p\text{-value}$  sebesar 0,083 untuk tingkat signifikansi 5% menunjukkan adanya tren yang mendekati signifikan. Ketika tingkat signifikansi dinaikkan menjadi 10%,  $p\text{-value}$  turun drastis menjadi 0,00025, menunjukkan adanya tren yang sangat signifikan. Di sore hari, tren hampir signifikan juga terdeteksi dengan  $p\text{-value}$  0,083 untuk tingkat signifikansi 5%, namun tren ini menjadi tidak signifikan pada tingkat signifikansi 10% ( $p\text{-value} = 0,458$ ).

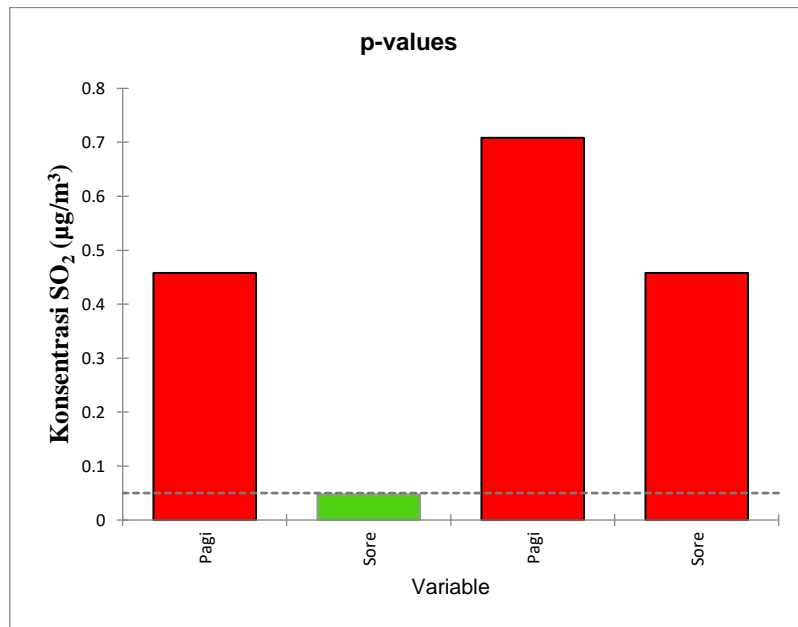
Untuk  $\text{NO}_2$ , di Ruas Jalan Utama, hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada tren signifikan pada konsentrasi  $\text{NO}_2$  di pagi hari, dengan  $p\text{-value}$  sebesar 0,322 untuk  $\alpha = 5\%$  dan  $10\%$ . Namun, di sore hari, ada indikasi tren yang mendekati signifikan pada  $\alpha = 10\%$  dengan  $p\text{-value}$  0,083, yang mengindikasikan adanya potensi perubahan dalam konsentrasi  $\text{NO}_2$  di sore hari. Sen's Slope untuk sore hari menunjukkan nilai 0,115, yang menandakan adanya sedikit peningkatan dalam konsentrasi  $\text{NO}_2$ . Di kawasan Perumahan, tren tidak signifikan terdeteksi baik pada pagi maupun sore hari, dengan  $p\text{-value}$  sebesar 0,083 pada pagi hari untuk  $\alpha = 5\%$  dan  $10\%$ , serta 1,000 pada sore hari untuk kedua tingkat signifikansi. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada tren signifikan dalam perubahan konsentrasi  $\text{NO}_2$  di kawasan ini.



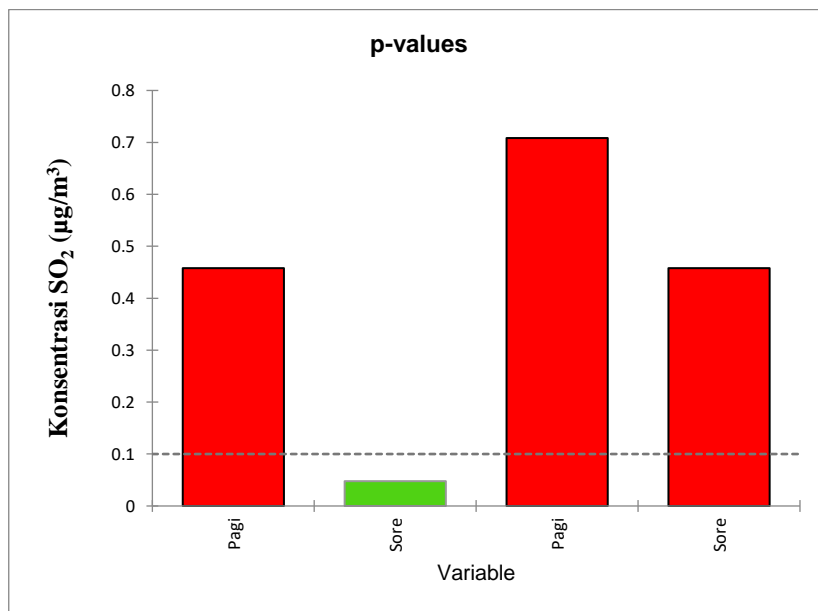
Gambar 4. 19. Grafik  $\alpha = 5\%$  dari NO<sub>2</sub>



Gambar 4. 20. Gambar 4. 25. Grafik  $\alpha = 10\%$  dari NO<sub>2</sub>



Gambar 4. 21. Grafik  $\alpha = 5\%$  dari SO<sub>2</sub>



Gambar 4. 22 Grafik  $\alpha = 10\%$  dari SO<sub>2</sub>

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan adanya indikasi tren signifikan untuk SO<sub>2</sub> di kawasan perumahan pada pagi hari, sementara tren untuk NO<sub>2</sub> di kedua lokasi relatif tidak signifikan. Sen's Slope memberikan tambahan informasi mengenai arah dan laju perubahan konsentrasi polutan,

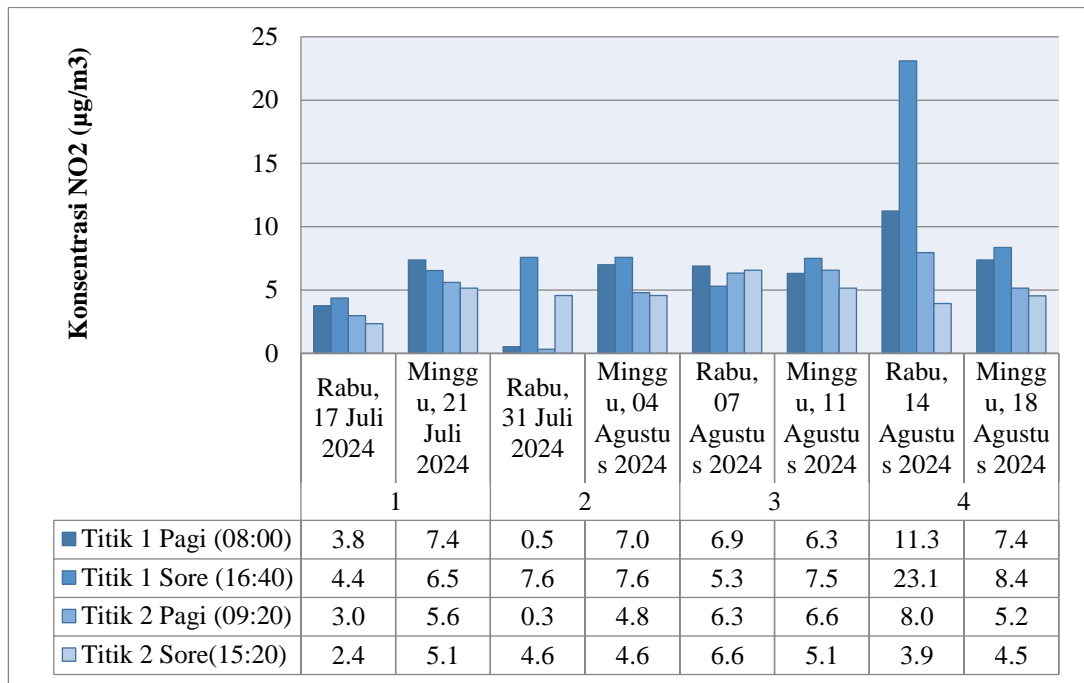
dengan beberapa lokasi menunjukkan kecenderungan peningkatan atau penurunan konsentrasi dari waktu ke waktu. Temuan ini penting untuk memahami pola perubahan kualitas udara dan dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan untuk pengelolaan lingkungan di wilayah yang dianalisis.

#### 4.6 Interpretasi Data Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Dua Lokasi Pengukuran

Dalam menganalisis Data Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Dua Lokasi Pengukuran bertujuan untuk memahami bagaimana hasil pengukuran NO<sub>2</sub> di Titik 1 (ruas jalan utama) dan Titik 2 (area permukiman) mencerminkan kondisi kualitas udara di kedua tempat tersebut. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi NO<sub>2</sub> di Titik 1 umumnya lebih tinggi, terutama pada sore hari, yang mencerminkan padatnya lalu lintas di jalan utama. Di sisi lain, Titik 2, meskipun juga mengalami peningkatan pada sore hari, menunjukkan konsentrasi yang lebih rendah, mengindikasikan dampak lalu lintas yang lebih ringan di area permukiman.

Tabel 4.22 Hasil Pengukuran Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Kecamatan Wates

Minggu	Tanggal	Konsentrasi NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				Baku Mutu
		Titik 1		Titik 2		
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
1	Rabu, 17 Juli 2024	3,8	4,4	3,0	2,4	200
	Minggu, 21 Juli 2024	7,4	6,5	5,6	5,1	200
2	Rabu, 31 Juli 2024	0,5	7,6	0,3	4,6	200
	Minggu, 04 Agustus 2024	7,0	7,6	4,8	4,6	200
3	Rabu, 07 Agustus 2024	6,9	5,3	6,3	6,6	200
	Minggu, 11 Agustus 2024	6,3	7,5	6,6	5,1	200
4	Rabu, 14 Agustus 2024	11,3	23,1	8,0	3,9	200
	Minggu, 18 Agustus 2024	7,4	8,4	5,2	4,5	200
<b>Rata-Rata</b>		6,3	8,8	5,0	4,6	200



Gambar 4.23 Grafik Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo

Hasil pengukuran konsentrasi NO<sub>2</sub> dilakukan di dua lokasi berbeda, yakni Titik 1 (di ruas jalan utama) dan Titik 2 (di area permukiman), selama musim kemarau. Kondisi musim kemarau di Indonesia biasanya ditandai dengan curah hujan yang rendah dan suhu yang lebih tinggi, yang dapat menyebabkan peningkatan kadar polutan di udara karena tidak adanya hujan yang membersihkan atmosfer. Selain itu, suhu yang tinggi juga dapat mempercepat reaksi kimia di atmosfer yang berkontribusi pada pembentukan lebih banyak NO<sub>2</sub>. Data yang dikumpulkan menunjukkan bahwa konsentrasi NO<sub>2</sub> di Titik 1 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan Titik 2. Sebagai contoh, pada Rabu, 14 Agustus 2024, konsentrasi NO<sub>2</sub> di Titik 1 tercatat sebesar 11,3 µg/m<sup>3</sup> pada pagi hari dan meningkat tajam menjadi 23,1 µg/m<sup>3</sup> pada sore hari. Sementara itu, di Titik 2, konsentrasi NO<sub>2</sub> lebih rendah dengan nilai 8,0 µg/m<sup>3</sup> pada pagi hari dan turun menjadi 3,9 µg/m<sup>3</sup> pada sore hari. Hal ini mengindikasikan bahwa jalan utama lebih rentan terhadap peningkatan polutan, terutama karena lalu lintas yang padat serta panas yang terperangkap di permukaan jalan yang panas, yang memperburuk konsentrasi NO<sub>2</sub> pada sore hari.

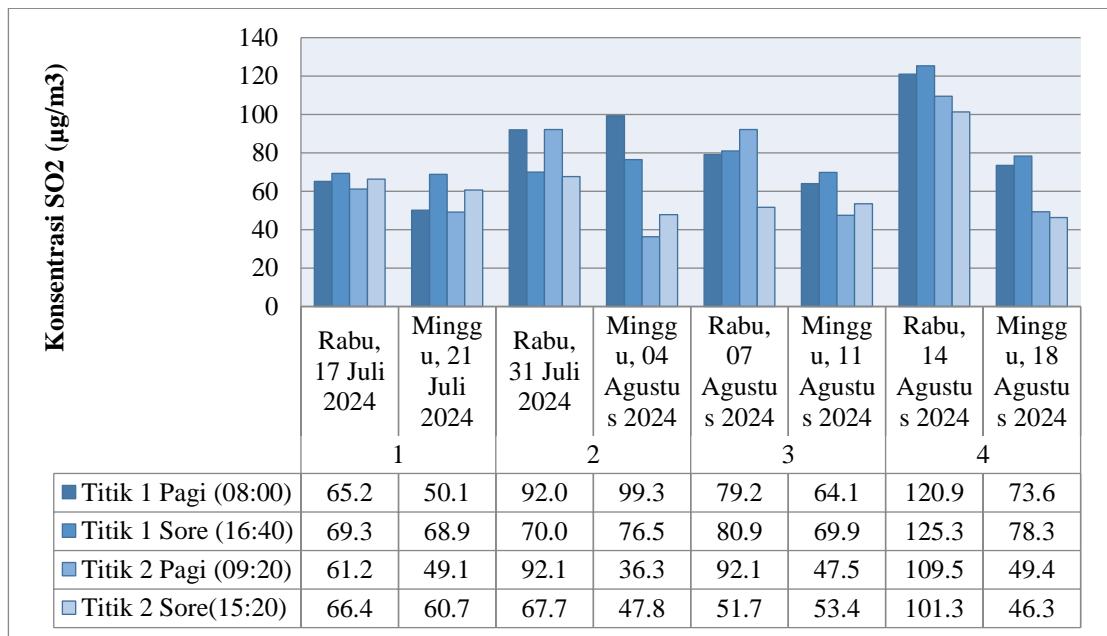
Musim kemarau juga mempengaruhi fluktuasi harian konsentrasi NO<sub>2</sub>. Konsentrasi NO<sub>2</sub> cenderung meningkat pada sore hari, yang mungkin disebabkan oleh peningkatan aktivitas kendaraan bermotor sepanjang hari. Data dari Titik 1 pada Rabu, 31 Juli 2024, menunjukkan peningkatan tajam dari 0,5 µg/m<sup>3</sup> pada pagi hari menjadi 7,6 µg/m<sup>3</sup> pada sore hari, mencerminkan bagaimana panas dan polusi dari kendaraan dapat terakumulasi sepanjang hari. Secara keseluruhan, kondisi musim kemarau memperburuk kualitas udara, terutama di area dengan lalu lintas padat seperti Titik 1, dan analisis hipotesis statistik kemungkinan besar akan menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi NO<sub>2</sub> antara kedua titik, serta antara pagi dan sore hari, signifikan secara statistik.

#### **4.7 Interpretasi Data Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Dua Lokasi Pengukuran**

Dalam menganalisis Data Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Dua Lokasi Pengukuran bertujuan untuk memahami bagaimana hasil pengukuran NO<sub>2</sub> di Titik 1 (ruas jalan utama) dan Titik 2 (area permukiman) mencerminkan kondisi kualitas udara di kedua tempat tersebut. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi NO<sub>2</sub> di Titik 1 umumnya lebih tinggi, terutama pada sore hari, yang mencerminkan padatnya lalu lintas di jalan utama. Di sisi lain, Titik 2, meskipun juga mengalami peningkatan pada sore hari, menunjukkan konsentrasi yang lebih rendah, mengindikasikan dampak lalu lintas yang lebih ringan di area permukiman.

Tabel 4.23 Hasil Pengukuran Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Kabupaten Kulon Progo

Minggu	Tanggal	Konsentrasi SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				Baku Mutu
		Titik 1		Titik 2		
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	
1	Rabu, 17 Juli 2024	65,2	69,3	61,2	66,4	150
	Minggu, 21 Juli 2024	50,1	68,9	49,1	60,7	150
2	Rabu, 31 Juli 2024	92,0	70,0	92,1	67,7	150
	Minggu, 04 Agustus 2024	99,3	76,5	36,3	47,8	150
3	Rabu, 07 Agustus 2024	79,2	80,9	92,1	51,7	150
	Minggu, 11 Agustus 2024	64,1	69,9	47,5	53,4	150
4	Rabu, 14 Agustus 2024	120,9	125,3	109,5	101,3	150
	Minggu, 18 Agustus 2024	73,6	78,3	49,4	46,3	150
<b>Rata-Rata</b>		80,5	79,9	67,2	61,9	150



Gambar 4.24 Grafik Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo

Grafik di atas menunjukkan pengukuran konsentrasi SO<sub>2</sub> (dalam µg/m<sup>3</sup>) di dua lokasi berbeda: Titik 1, yang merupakan ruas jalan utama, dan Titik 2, yang

terletak di kawasan perumahan di dataran tinggi, selama periode antara Juli hingga Agustus 2024. Pengukuran dilakukan pada pagi dan sore hari. Secara keseluruhan, konsentrasi SO<sub>2</sub> di kedua titik ini berada di bawah baku mutu yang ditetapkan sebesar 150 µg/m<sup>3</sup>. Namun, terdapat lonjakan signifikan, terutama pada 14 Agustus 2024, di mana Titik 1 mencatat 120,9 µg/m<sup>3</sup> di pagi hari dan 125,3 µg/m<sup>3</sup> di sore hari, serta Titik 2 mencatat 109,5 µg/m<sup>3</sup> di pagi hari.

Lonjakan konsentrasi SO<sub>2</sub> ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pada periode tersebut, meskipun sedang liburan, banyak orang yang menggunakan kendaraan pribadi untuk berwisata, sehingga meningkatkan volume lalu lintas di jalan utama. Keberadaan truk bermuatan berat yang melintasi Titik 1 juga berkontribusi pada peningkatan emisi SO<sub>2</sub>. Selain itu, kondisi cuaca cerah di musim kemarau juga dapat menyebabkan akumulasi polutan, karena suhu yang lebih tinggi menghambat dispersal polutan di atmosfer. Kombinasi dari tingginya aktivitas lalu lintas dan cuaca yang mendukung dapat menjelaskan lonjakan konsentrasi SO<sub>2</sub> yang hampir menyentuh batas baku mutu, yang berpotensi memengaruhi kualitas udara di area tersebut.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas udara di Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo, dengan fokus pada konsentrasi polutan SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di dua lokasi utama: jalan utama dan area perumahan. Penelitian ini menggunakan metode impinger dan spektrofotometer yang sesuai dengan standar SNI 7119-2-2017 dan SNI 7119-7-2017, dan berlangsung selama empat minggu dari Juli hingga Agustus 2024. Dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam tingkat polusi udara antara jalan utama dan area perumahan, khususnya dalam kandungan NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub>. Meskipun konsentrasi NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> masih berada di bawah batas yang diizinkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 21 Tahun 2021, perbedaan yang mencolok antara kedua lokasi tersebut menunjukkan bahwa perhatian khusus perlu diberikan terhadap pengelolaan kualitas udara di jalan utama. Hal ini penting untuk mencegah dampak negatif pada kesehatan masyarakat, terutama bagi mereka yang sering berada di sekitar jalan tersebut.
2. konsentrasi rata-rata NO<sub>2</sub> di jalan utama lebih tinggi dibandingkan di kawasan perumahan, yang disebabkan oleh tingginya lalu lintas di jalan tersebut. Misalnya, pada minggu ketiga, konsentrasi rata-rata NO<sub>2</sub> di titik 1 (jalan utama) mencapai 6,314 µg/m<sup>3</sup> pada pagi hari dan 8,788 µg/m<sup>3</sup> pada sore hari, sedangkan di titik 2 (area perumahan), konsentrasinya lebih rendah, yaitu 4,967 µg/m<sup>3</sup> pada pagi hari dan 6,606 µg/m<sup>3</sup> pada sore hari.
3. Untuk SO<sub>2</sub> di perumahan pagi hari, ada tren yang signifikan, artinya konsentrasinya berubah secara nyata seiring waktu.

4. Untuk NO<sub>2</sub>, di Ruas Jalan Utama, hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada tren signifikan pada konsentrasi NO<sub>2</sub> di pagi hari, dengan p-value sebesar 0,322 untuk  $\alpha = 5\%$  dan  $10\%$ . Namun, di sore hari, ada indikasi tren yang mendekati signifikan pada  $\alpha = 10\%$  dengan p-value 0,083, yang mengindikasikan adanya potensi perubahan dalam konsentrasi NO<sub>2</sub> di sore hari. Sen's Slope untuk sore hari menunjukkan nilai 0,115, yang menandakan adanya sedikit peningkatan dalam konsentrasi NO<sub>2</sub>. Secara umum, sebagian besar hasil menunjukkan bahwa tidak ada tren signifikan dalam konsentrasi NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub>, terutama ketika p-value lebih besar dari tingkat signifikansi yang ditetapkan ( $\alpha = 5\%$  atau  $\alpha = 10\%$ ).

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini penulis memberikan saran seperti dalam uraian berikut :

1. Evaluasi dan Optimalisasi Titik Pengukuran lokasi pengambilan sampel yang sudah ada perlu dievaluasi secara berkala untuk memastikan bahwa tempat tersebut benar-benar mewakili kondisi kualitas udara di wilayah tersebut. Optimalisasi lokasi pengukuran juga diperlukan agar dapat menangkap variasi kualitas udara yang mungkin tidak teridentifikasi jika sampel hanya diambil dari beberapa titik saja.
2. Pengembangan Metode Pengukuran yang Lebih Akurat: Saat ini, pengukuran kualitas udara di Kabupaten Kulon Progo masih dilakukan dengan metode *passive* sampler. Direkomendasikan untuk mengembangkan dan memperbarui metode pengukuran menjadi lebih aktif dan presisi, seperti dengan menggunakan alat pemantauan real-time yang dapat menyediakan data yang lebih detail dan berkelanjutan. Ini penting agar informasi tentang kualitas udara dapat diperoleh dengan lebih cepat dan akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andi Muhammad Najib Mubarak (2023) Pengaruh Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Pada Masa Pandemi Covid-19 Terhadap Konsentrasi So<sub>2</sub>, No<sub>2</sub>, Dan Pm<sub>2,5</sub> Di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta*
- As Jodi, 2020 Perbandingan Metode Sampling Aktif Dan Pasif Dalam Penentuan Kadar Nitrogen Dioksida (No<sub>2</sub>) Dan Sulfur Dioksida (So<sub>2</sub>) Di Sekitar Kawasan Industri*
- Asri Indrawati., Dyah Aries Tanti., Cholianawati., Andi Sofyan., Waluyoekocahyono (2021), Perbandingan Tingkat Kadar Gas So<sub>2</sub> Dan No<sub>2</sub> di Udara Ambientara Metode Pasif Dan Metode Aktif (Studi Kasus: Kota Jakarta)*
- Batchelor, (2000) G.K. An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University Press.*
- Badan Pusat Statistik. Kabupaten Kulon Progo Dalam Angka. Kulon Progo : Bps.*
- Biswas, S., & Verma, R. (2012). Air Sampling Instruments For Evaluation Of Atmospheric Contaminants. In: Air Pollution.*
- Cherillia Tria Mega Candra Kartika (2022), Analisis Hasil Pemantauan Kualitas Udara Ambien Kabupaten/Kota Di Jawa Timur Dengan Metode Passive Sampler Periode 2021 - 2022 Dan Dampak Terhadap Kesehatan (Parameter No<sub>2</sub>)*
- Chika Afrilla (2022) Analysis Of 10 µm (Pm10) Particulate Matter Air Quality And Noise Levels Due To Andesite Mining Activities In Clapar Iii Hamlet, Hargowilis Village, Kokap Districts, Kulon Progo Regency, Special Region Of Yogyakarta.*
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kulon Progo. Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Bantul. Kab. Kulon Progo : Daerah Istimewa Yogyakarta.*

- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Kajian Pemantauan Kualitas Udara di Provinsi DKI Jakarta.*
- Dinda Tantri Metia (2020). Verifikasi Metode Penentuan Kadar Sulfur Dioksida (So<sub>2</sub>) Dalam Udara Ambien Secara Spektrofotometri Uv-Visibel Di Pt. Karsa Buana Lestari*
- Ergianzah Reeqiana Sihayuardhi (2021). Pemetaan Sebaran Kualitas Udara Ambien kawasan Perkotaan Yogyakarta Dengan Parameter So<sub>2</sub>, Co Dan No<sub>2</sub> Metode Inverse Distance Weighting (Idw).*
- Gilbert, R. O. (1987). Statistical Methods For Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Reinhold.*
- Hadi, B. S. (2021). Pemantauan Kualitas Udara Ambien Pm<sub>10</sub> Dan Risiko Kesehatan Terhadap Masyarakat Di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.*
- Ismiyati, Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. Jakarta: Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (Jmtranslog)*
- Joko Prayitno Susanto. (2005) Kualitas Udara Beberapa Kota Di Asia (Monitoring Kandungan So<sub>2</sub> Udara Ambien Dengan Passive Sampler)*
- K Xiao, 2018 Spatiotemporal Characteristics Of Air Pollutants (Pm<sub>10</sub>, Pm<sub>2.5</sub>, So<sub>2</sub>, No<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, And Co) In The Inland Basin City Of Chengdu, Southwest China*
- M Wassalwa, 2024 Analisis Uji Hipotesis Penelitian Perbandingan Menggunakan Statistik Parametrik*
- Masito.(2018) Analisis Risiko Kualitas Udara Ambien (No<sub>2</sub> Dan So<sub>2</sub>) Dan Gangguan Pernapasan Pada Masyarakat Di Wilayah Kalianak Surabaya*
- Megarani, Amanda.( 2022). Apa Saja Polutan Pencemaran Udara.*
- Muziansyah., D, Sulistyorini, R., And Sebayang, S. (2015). Model Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung).*

*Jurnal Universitas Lampung Volume 3 Nomor 1 Maret 2015: 57-70.*  
*Diakses Dari: [Http://Journal.Eng.Unila.Ac.Id](http://Journal.Eng.Unila.Ac.Id) (Disitasi Tanggal 4 Juni 2017).*

NI Zahra, Fa Haidar, Y Hanum (2022). *Pemantauan Kualitas Udara Ambien Di Komplek Universitas Pertamina Pada Masa Pandemi Covid-19*

Nisrina, Setyo Darmanto, dan Asep Sofyan (2022). *Analisis distribusi pencemar udara No<sub>2</sub>, So<sub>2</sub>, co, Dan O<sub>2</sub> di jakarta dengan wrf-chem*

Purnomo, H., & Darjono. (2020). "Peraturan Perundang-Undangan Lingkungan Hidup Di Indonesia: Kajian Atas Perda Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Tengah". *Yustisia Jurnal Hukum*, 9(3), 345-358. Doi: 10.21787/Yustisia.V9i3.2922.

*Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengaturan Perlindungan dan Manajemen Lingkungan Hidup.*

Reni Chandra Dewi, (2016) *Kajian Pola Penyebaran Spasial Dan Temporal Kualitas Udara Ambien Di Lingkungan Sekitar Pt. Sumber Segara Primadaya (S2p) – Pltu Cilacap Jawa Tengah*

Risman Warsiti, Ardhi Ristiawan, 2018. *Kajian Kualitas Ambien Udara Di Kota Semarang.*


Suyono. (2014). *Pencemaran Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran Egc.*

*Standar Nasional Indonesia Udara Ambien – 7119-7-2017 Bagian 7 Cara Uji Kadar Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) Dengan Metode Pararosanilin menggunakan Spektrofotometer.*

*Standar Nasional Indonesia Udara Ambien – 7119-2-2017 Bagian 2 Cara Uji Kadar Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) Dengan Metode Griess Saltzman menggunakan Spektrofotometer.*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 – Form Sampling SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> serta parameter meteorologi



**Rekaman Pengujian SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>**

Kode : \_\_\_\_\_

Nama Lokasi : \_\_\_\_\_

Koordinat : S  
E

No	Waktu Pemantauan	Laju Alir (L/menit)		Suhu	Tekanan Udara	Kecepatan Angin	Kelembaban	Absorbansi
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	(°C)	(mmHg)	(m/s)	(%RH)	
1	15'							
2	30'							
3	45'							
4	60'							

### Lampiran 2 Perhitungan Konsentrasi NO<sub>2</sub>

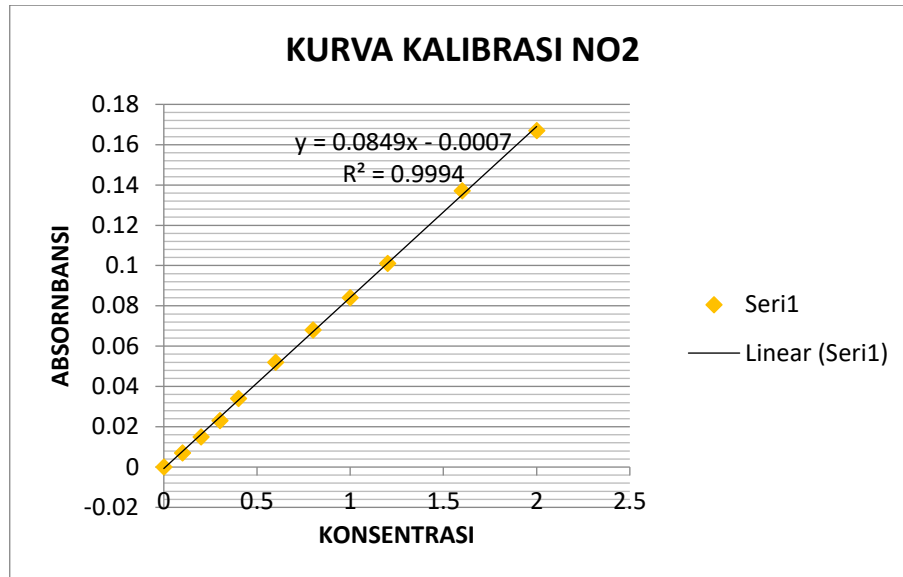
Contoh perhitungan konsentrasi NO<sub>2</sub> dititik 1 pada hari pertama

- Perhitungan kurva kalibrasi

Kurva Kalibrasi NO <sub>2</sub>			
No	Kode	C std	Abs
1	Blanko	0	0
2	Std-1	0,1	0,007
3	Std-2	0,2	0,015
4	Std-3	0,3	0,023
5	Std-4	0,4	0,034
6	Std-5	0,6	0,052
7	Std-6	0,8	0,068
8	Std-7	1	0,084
9	Std-8	1,2	0,101

10	Std-9	1,6	0,137
11	Std-10	2	0,167

- Kurva kalibrasi



- Perhitungan volume udara yang diambil

Diketahui :

$$Q_1 = 0,4 \text{ L/menit}$$

$$Q_2 = 0,4 \text{ L/menit}$$

$$n = 2$$

$$t = 60 \text{ menit}$$

$$P_a = 747,03 \text{ mmHg}$$

$$T_a = 302,05 \text{ K}$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{K}{760}$$

$$V = \frac{0,4+0,4}{2} \times 60 \times \frac{747,03}{302,05} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 23,44 \text{ L}$$

- Perhitungan jumlah NO<sub>2</sub> dari Contoh uji hasil Perhitungan Kurva Kalibrasi

Diketahui : nilai absorbansi = 0,018

$$y = \frac{\text{nilai absorbansi} - \text{nilai kurva kalibrasi (a)}}{\text{nilai kurva kalibrasi (b)}}$$

$$b = \frac{0,018 - 0,0849}{-0,0007}$$

$$b = 0,010 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

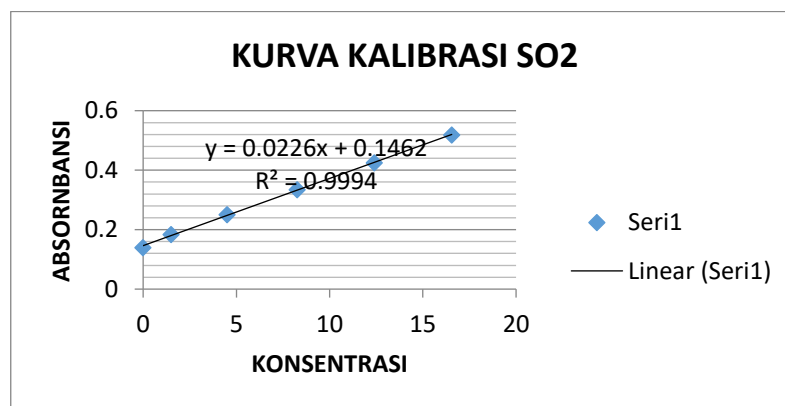
### Lampiran 3 Perhitungan Konsentrasi SO<sub>2</sub>

Contoh perhitungan konsentrasi SO<sub>2</sub> dititik 1 pada hari pertama

- Perhitungan kurva kalibrasi

Kurva Kalibrasi SO <sub>2</sub>			
No	Kode	C std	Abs
1	Std-1	0	0,14
2	Std-2	1,5	0,184
3	Std-3	4,517	0,251
4	Std-4	8,275	0,335
5	Std-5	12,4	0,425
6	Std-6	16,55	0,519

- Kurva kalibrasi



- Perhitungan volume udara yang diambil

Diketahui:

$$Q_1 = 0,5 \text{ L/menit}$$

$$Q_2 = 0,5 \text{ L/menit}$$

$$n = 2$$

$$t = 60 \text{ menit}$$

$$P_a = 747,03 \text{ mmHg}$$

$$T_a = 302,05 \text{ K}$$

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{K}{760}$$

$$V = \frac{0,4+0,4}{2} \times 60 \times \frac{747,03}{302,05} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 29,30 \text{ L}$$

- Perhitungan jumlah SO<sub>2</sub> dari Contoh uji hasil Perhitungan Kurva Kalibrasi

Diketahui: nilai absorbansi = 0,018

$$b = \frac{\text{nilai absorbansi} - \text{nilai kurva kalibrasi (a)}}{\text{nilai kurva kalibrasi (b)}}$$

$$b = \frac{0,018 - 0,0226}{-0,01462}$$

$$b = 6,723 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

## Lampiran 4 Dokumentasi Pengukuran

- **Pengukuran SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di titik 1 Pagi**



- **Pengukuran SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di titik 2 Pagi**



- **Pengukuran SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di titik 1 Sore**



- **Pengukuran SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di titik 2 Sore**

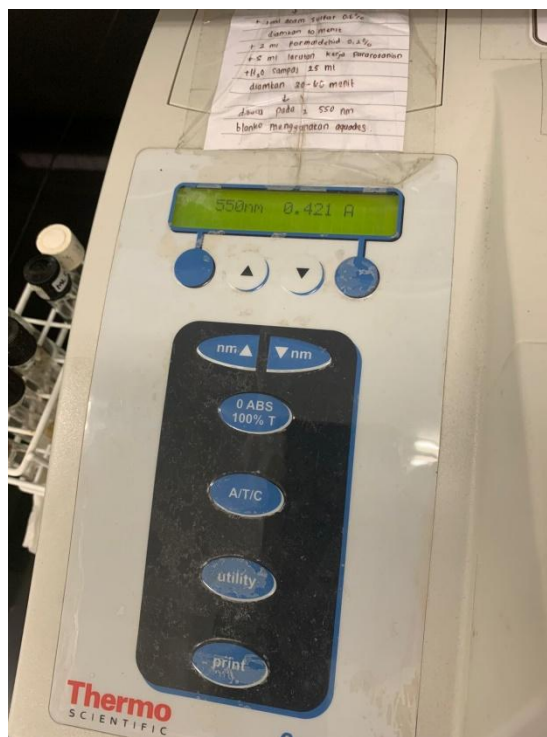
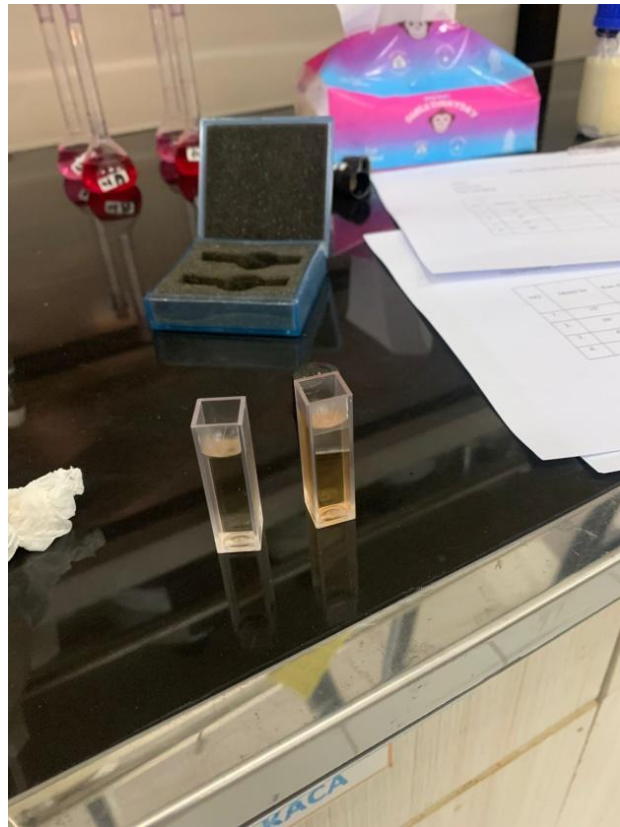


- **Pengukuran Data Meteorologi**



- **Penelitian hasil lab**





*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## RIWAYAT HIDUP



Alief Rizki Hidayatullah merupakan penulis yang lahir di Alas pada 9 Julis 2002, Sebagai anak pertama dari pasangan Asri Jaya dan Fina Nirmala, penulis memulai pendidikan di TK ABA Desa Dalam, Kecamatan Alas. Kemudian, penulis melanjutkan ke SD Negeri 7 Alas di Kabupaten Sumbawa Besar, Nusa Tenggara Barat. Pendidikan menengahnya ditempuh di MTS Negeri 3 Sumbawa dan SMK Negeri 1 di Alas. Saat ini, penulis tengah menyelesaikan pendidikan strata-1 (S1) di program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Selain berprestasi di bidang akademik, juga aktif dalam berbagai kegiatan non-akademik di Teknik Lingkungan UII, termasuk Lintas Lingkungan, Enviro Champions, EPIC TL UII, Pekan Ta'aruf FTSP UII, Gelorasema FTSP UII dan Lembaga Eksekutif Mahasiswa Fakultas.