

**ANALISIS TINGKAT KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) DAN  
NITROGEN DIOKSIDA (NO<sub>2</sub>) DI KAMPUS UNHAS TAMALANREA**

**FAUZAN SAPUTRA  
D131201062**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**ANALISIS TINGKAT KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) DAN  
NITROGEN DIOKSIDA (NO2) DI KAMPUS UNHAS TAMALANREA**

FAUZAN SAPUTRA

D131201062

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Lingkungan

pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

## SKRIPSI

# ANALISIS TINGKAT KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) DAN NITROGEN DIOKSIDA (NO<sub>2</sub>) DI KAMPUS UNHAS TAMALANREA

**FAUZAN SAPUTRA**  
**D131201062**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada 26 November 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada



Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,



Ir. Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng.

NIP. 199501152021074001

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr.Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER.

NIP. 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “**Analisis Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) Di Kampus Unhas Tamalanrea**” adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Ir. Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 26 November 2024



Fauzan Saputra  
NIM D131201062

## ABSTRAK

FAUZAN SAPUTRA. **Analisis Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) di Kampus Unhas Tamalanrea** (dibimbing oleh Nurul Masyiah Rani Harusi).

**Latar Belakang.** Universitas Hasanuddin sebagai salah satu perguruan tinggi yang jumlah mahasiswa yang terus bertambah juga disertai dengan penggunaan kendaraan pribadi setiap tahunnya mengalami peningkatan. Hal ini mengakibatkan padatnya penggunaan kendaraan pribadi baik sepeda motor maupun kendaraan ringan di lingkungan kampus memicu terjadinya pencemaran lingkungan. **Tujuan.** penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi emisi buangan yang disebabkan oleh faktor meteorologi dan kendaraan bermotor. **Metode.** Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur referensi dan penelitian terdahulu sebagai dasar untuk mengimplementasikan metode – metode analisisnya. Kemudian, penelitian dilanjutkan dengan pengambilan data primer dan data sekunder. Pengambilan data primer dilakukan dengan sampling selama 1 jam di tiap interval yang dikonversi menjadi 24 jam dengan merata – ratakan secara aritmatik yakni pengukuran NO<sub>2</sub> dan CO menggunakan alat Impinger dan dilakukan uji statistik *paired sample t-test*. **Hasil.** Nilai ISPU konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dengan nilai berturut – turut sebesar 6, 8, 5, 10, dan 7 serta nilai Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) untuk kelima titik sampling dengan nilai berturut – turut 4, 19, 7, 8, 14. Adanya hubungan berbanding lurus dengan faktor meteorologi kecepatan angin dan suhu, namun berbanding terbalik dengan kelembaban udara dan tekanan udara serta adanya hubungan berbanding lurus dengan volume kendaraan. Penelitian ini dipengaruhi oleh faktor antropogenik yakni penggunaan kendaraan bermotor berlebihan di jam kerja yang dapat meningkatkan konsentrasi polutan di udara. Serta, faktor lainnya yakni kondisi meteorologi berupa suhu, kelembaban udara, kecepatan angin, dan tekanan udara dapat mempengaruhi kadar polutan yang ada di udara. **Kesimpulan.** Nilai ISPU pada kawasan Universitas Hasanuddin Berdasarkan Peraturan Menteri LHK Nomor 14 P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 masih termasuk kategori baik untuk manusia, hewan, dan tumbuhan. Adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara dengan faktor meteorologi dengan konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub> dan korelasi positif (berbanding lurus) dengan volume kendaraan.

Kata Kunci: Kualitas Udara, NO<sub>2</sub>, CO

## ABSTRACT

FAUZAN SAPUTRA. **Analysis of Carbon Monoxide (CO) and Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>) Concentration Levels at Unhas Tamalanrea Campus** (supervised by Ir. Nurul Masyiah Rani Harusi, ST., M.Eng.).

**Background.** Hasanuddin University as one of the universities where the number of students continues to grow is also accompanied by the use of private vehicles every year has increased. This results in the dense use of private vehicles, both motorcycles and light vehicles, in the campus environment, triggering environmental pollution. **Purpose.** The study aims to determine the concentration level of exhaust emissions caused by meteorological factors and motor vehicles. **Method.** This research begins by conducting a study of reference literature and previous research as a basis for implementing the analysis methods. Then, the research continued with the collection of primary and secondary data. Primary data collection was carried out by sampling for 1 hour at each interval which was converted to 24 hours by evenly equalizing arithmetic, namely NO<sub>2</sub> and CO measurements using the Impinger tool and a paired *sample t-test statistical test was carried out*. **Result.** The ISPU values of Carbon Monoxide (CO) concentration with consecutive values of 6, 8, 5, 10, and 7 and the Nitrogen Dioxide Concentration (NO<sub>2</sub>) values for the five sampling points with consecutive values of 4, 19, 7, 8, 14. There is a direct relationship with meteorological factors such as wind speed and temperature, but it is inversely proportional to air humidity and air pressure and there is a direct relationship with vehicle volume. This research is influenced by anthropogenic factors, namely the excessive use of motor vehicles during working hours which can increase the concentration of pollutants in the air. Also, other factors, namely meteorological conditions in the form of temperature, air humidity, wind speed, and air pressure can affect the level of pollutants in the air. **Conclusion.** The ISPU value in the Hasanuddin University area Based on the Regulation of the Minister of Environment and Forestry Number 14 P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 is still in the good category for humans, animals, and plants. There is a positive correlation (directly proportional) between meteorological factors and CO and NO<sub>2</sub> concentrations and a positive correlation (directly proportional) with vehicle volume.

Keywords: Air Quality, NO<sub>2</sub>, CO

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	3
1.6 Teori .....	4
<b>BAB II METODE PENELITIAN</b> .....	<b>13</b>
2.1 Rancangan Penelitian .....	13
2.2 Persiapan Penelitian .....	14
2.3 Lokasi Penelitian .....	14
2.4 Waktu Penelitian .....	16
2.5 Alat Pengukuran.....	16
2.6 Metode Pengumpulan Data.....	20
2.7 Metode Pengambilan Data.....	20
2.8 Metode Analisa Data .....	33
<b>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>37</b>
3.1 Data Hasil Pengukuran .....	37
3.2 Hasil Analisis Nilai ISPU .....	79
3.3 Uji Statistik .....	80
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>126</b>
4.1 Kesimpulan .....	126
4.2 Saran .....	126
DAFTAR PUSTAKA .....	127
LAMPIRAN .....	131

## DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
Tabel 1. Tabel Konversi Nilai Parameter ISPU .....	6
Tabel 2. Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) .....	7
<b>Tabel 3.</b> Pedoman Derajat Hubungan .....	11
Tabel 4. Titik Lokasi Pengukuran .....	15
Tabel 5. Rekapitulasi Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi Hasil Pemantauan ..	44
Tabel 6. Rekapitulasi Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi Hasil Pemantauan .....	52
Tabel 7. Rekapitulasi Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi Hasil Pemantauan .....	60
Tabel 8. Rekapitulasi Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi Hasil Pemantauan .....	68
Tabel 9. Rekapitulasi Volume Kendaraan dan Nilai Konsentrasi Hasil Pemantauan .....	77
Tabel 10. Indeks Standar Pencemar Udara Parameter CO .....	79
Tabel 11 Indeks Standar Pencemar Udara Parameter NO <sub>2</sub> .....	79
Tabel 12. Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	80
Tabel 13. Uji Normalitas Data Kecepatan Angin dan nilai konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	80
Tabel 14. <i>Paired Samples Correlations</i> Kecepatan Angin Kendaraan dan Nilai Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	80
Tabel 15. Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat	81
Tabel 16. Uji Normalitas Data Kecepatan Angin dan nilai konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat.....	81
Tabel 17. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat .....	81
Tabel 18. Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	82
Tabel 19. Uji Normalitas Data Kecepatan Angin dan nilai konsentrasi di Titik 3 fakultas kedokteran.....	82
Tabel 20. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	83
Tabel 21. Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .	83
Tabel 22. Uji Normalitas Data Kecepatan Angin dan nilai konsentrasi di Titik 4 fakultas hukum.....	83
Tabel 23. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum.....	84
Tabel 24. Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2.....	84
Tabel 25. Uji Normalitas Data Kecepatan Angin dan nilai konsentrasi di Titik 5 pintu 2.....	84
Tabel 26. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kecepatan Angin dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2.....	85
Tabel 27. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Data Kecepatan Angin dan nilai konsentrasi Pada seluruh Titik Pengukuran.....	85

Tabel 28. Rekapitulasi Hasil Uji <i>Paired Samples T-Test</i> Kecepatan angin dan Konsentrasi di Seluruh Titik Pemantauan .....	86
Tabel 29. Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1.....	87
Tabel 30. Uji Normalitas Data Suhu Udara dan nilai konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .87	
Tabel 31. <i>Paired Samples Correlations</i> Suhu Udara Kendaraan dan Nilai Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	87
Tabel 32. Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat .....	88
Tabel 33. Uji Normalitas Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat .....	88
Tabel 34. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat .....	88
Tabel 35. Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran .89	
Tabel 36. Uji Normalitas Data Suhu Udara dan nilai konsentrasi di Titik 3 fakultas kedokteran .....	89
Tabel 37. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	90
Tabel 38. Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .....	90
Tabel 39. Uji Normalitas Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .....	90
Tabel 40. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Suhu UDara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .....	91
Tabel 41. Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2 .....	91
Tabel 42. Uji Normalitas Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 pintu 2 91	
Tabel 43. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Suhu Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2 .....	92
Tabel 44. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Data Suhu udara dan nilai konsentrasi Pada seluruh Titik Pengukuran .....	92
Tabel 45. Rekapitulasi Hasil Uji <i>Paired Samples T-Test</i> Suhu Udara dan Konsentrasi di Seluruh Titik Pemantauan .....	93
Tabel 46. Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	94
Tabel 47. Uji Normalitas Data Kelembaban Udara dan nilai konsentrasi di Titik 1 Pintu 1.....	94
Tabel 48. <i>Paired Samples Correlations</i> Kelembaban Udara Kendaraan dan Nilai Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	94
Tabel 49. Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat .....	95
Tabel 50. Uji Normalitas Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat.....	95
Tabel 51. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat .....	95
Tabel 52. Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	96
Tabel 53. Uji Normalitas Data Kelembaban Udara dan nilai konsentrasi di Titik 3 fakultas kedokteran.....	96
Tabel 54. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran.....	96

Tabel 55. Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .....	97
Tabel 56. Uji Normalitas Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .....	97
Tabel 57. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .....	98
Tabel 58. Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2 .....	98
Tabel 59. Uji Normalitas Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 pintu 2 .....	98
Tabel 60. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2 .....	99
Tabel 61. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Data Kelembaban Udara dan Nilai Konsentrasi Pada seluruh Titik Pengukuran .....	99
Tabel 62. Rekapitulasi Hasil Uji <i>Paired Samples T-Test</i> Kelembaban Udara dan Konsentrasi di Seluruh Titik Pemantauan .....	100
Tabel 63. Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	100
Tabel 64. Uji Normalitas Data Tekanan Udara dan nilai konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	101
Tabel 65. <i>Paired Samples Correlations</i> Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	101
Tabel 66. Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat	102
Tabel 67. Uji Normalitas Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat.....	102
Tabel 68. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat .....	102
Tabel 69. Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	103
Tabel 70. Uji Normalitas Data Tekanan Udara dan nilai konsentrasi di Titik 3 fakultas kedokteran.....	103
Tabel 71. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran.....	103
Tabel 72. Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .	104
Tabel 73. Uji Normalitas Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .....	104
Tabel 74. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum.....	105
Tabel 75. Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2.....	105
Tabel 76. Uji Normalitas Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 pintu 2.....	105
Tabel 77. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2 .....	106
Tabel 78. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Data Tekanan Udara dan Nilai Konsentrasi Pada seluruh Titik Pengukuran .....	106
Tabel 79. Data Volume Kendaraan di Titik 1 Pintu 1 .....	108
Tabel 80. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan konsentrasi CO di Titik 1 Pintu 1.....	108

Tabel 81. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi di Titik 1 Pintu 1 .....	108
Tabel 82. Volume Kendaraan di Titik 2 Gedung Rektorat.....	109
Tabel 83. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan Nilai Konsentrasi CO di Titik 2 Gedung Rektorat.....	109
Tabel 84. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di Titik 2 Gedung Rektorat .....	110
Tabel 85. Volume Kendaraan di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	110
Tabel 86. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan nilai konsentrasi CO di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	111
Tabel 87. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di Titik 3 Fakultas Kedokteran.....	111
Tabel 88. Volume Kendaraan di Titik 4 Fakultas Hukum .....	112
Tabel 89. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan nilai konsentrasi CO di Titik 4 Fakultas Hukum .....	112
Tabel 90. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di Titik 4 Fakultas Hukum.....	112
Tabel 91. Volume Kendaraan di Titik 5 Pintu 2.....	113
Tabel 92. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan nilai konsentrasi CO di Titik 5 Pintu 2.....	113
Tabel 93. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di Titik 5 Pintu 2 .....	114
Tabel 94. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO Pada Seluruh Titik Pengukuran .....	114
Tabel 95. Rekapitulasi Hasil Uji <i>Paired Samples T-Test</i> Pada Seluruh Titik Pengukuran .....	115
Tabel 96. Data Volume Kendaraan di Titik 1 Pintu 1 .....	116
Tabel 97. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 1 Pintu 1.....	117
Tabel 98. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 1 Pintu 1.....	117
Tabel 99. Volume Kendaraan di Titik 2 Gedung Rektorat.....	118
Tabel 100. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan nilai konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat.....	118
Tabel 101. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi di Titik 2 Gedung Rektorat .....	118
Tabel 102. Volume Kendaraan di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	119
Tabel 103. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan nilai konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	119
Tabel 104. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi di Titik 3 Fakultas Kedokteran.....	120
Tabel 105. Volume Kendaraan di Titik 4 Fakultas Hukum .....	120
Tabel 106. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan nilai konsentrasi di Titik 4 Fakultas Hukum .....	121
Tabel 107. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 4 Fakultas Hukum .....	121

Tabel 108. Volume Kendaraan di Titik 5 Pintu 2 .....	122
Tabel 109. Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan nilai konsentrasi di Titik 5 Pintu 2.....	122
Tabel 110. <i>Paired Samples Correlations</i> Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi di Titik 5 Pintu 2 .....	122
Tabel 111. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> Pada Seluruh Titik Pengukuran.....	123
Tabel 112. Rekapitulasi Hasil Uji Paired Samples T-Test Pada Seluruh Titik Pengukuran .....	124

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
Gambar 1. Rancangan Penelitian .....	13
Gambar 2. Lokasi penelitian di Kawasan Kampus Unhas Tamalanrea .....	15
Gambar 3. Alat dan Bahan Pengambilan Sampling .....	17
Gambar 4. Alat dan Bahan Analisa Data.....	18
Gambar 5. Diagram Alir Larutan Penjerap CO.....	21
Gambar 6. Diagram Alir Larutan Penjerap NO <sub>2</sub> .....	23
Gambar 7. Diagram alir Larutan Induk CO .....	24
Gambar 8. Diagram Alir Larutan Induk NO <sub>2</sub> .....	25
Gambar 9. Diagram Alir Larutan Standar CO .....	26
Gambar 10. Larutan Standar NO <sub>2</sub> .....	27
Gambar 11. Diagram Alir Kurva Kalibrasi CO .....	28
Gambar 12. Diagram Alir Kurva Kalibrasi NO <sub>2</sub> .....	29
Gambar 13. Diagram Alir Pengambilan Sampling CO dan NO <sub>2</sub> .....	30
Gambar 14. Diagram Alir Pengujian Sampling CO .....	31
Gambar 15. Diagram Alir Pengujian Sampling NO <sub>2</sub> .....	32
Gambar 16. Diagram Alir Kalibrasi Data Meteorologi.....	33
Gambar 17. Diagram Alir Pengolahan Data Polutan NO <sub>2</sub> .....	34
Gambar 18. Diagram Alir Pengolahan Data Polutan CO .....	34
Gambar 19. Diagram Alir Uji Normalitas .....	35
Gambar 20. Diagram Alir Uji <i>Paired Sample Correlations</i> .....	36
Gambar 21. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi CO di Titik 1 d Pintu 1 .....	37
Gambar 22. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 1 Pintu 1 .....	38
Gambar 23. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi CO di Titik 2 Gedung Rektorat .....	39
Gambar 24. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 2 Gedung Rektorat .....	39
Gambar 25. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi CO di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	40
Gambar 26. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	41
Gambar 27. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi CO di Titik 4 Fakultas Hukum .....	42
Gambar 28. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 4 Fakultas hukum .....	42
Gambar 29. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi CO di titik 5 Pintu 2 .....	43
Gambar 30. Grafik Kecepatan Angin dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 5 Pintu 2 .....	44
Gambar 31. Grafik Suhu dan Konsentrasi CO di Titik 1 d Pintu 1 .....	45
Gambar 32. Grafik Suhu dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 1 Pintu 1 .....	46
Gambar 33. Grafik Suhu dan Konsentrasi CO di Titik 2 Gedung Rektorat.....	47
Gambar 34. Grafik Suhu dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 2 Gedung Rektorat .....	47
Gambar 35. Grafik Suhu dan Konsentrasi CO di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	48
Gambar 36. Grafik Suhu dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 3 Fakultas Kedokteran.....	49

Gambar 37. Grafik Suhu dan Konsentrasi CO di Titik 4 Fakultas Hukum.....	50
Gambar 38. Grafik Suhu dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 4 Fakultas hukum .....	50
Gambar 39. Grafik Suhu dan Konsentrasi CO di titik 5 Pintu 2.....	51
Gambar 40. Grafik Suhu dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 5 Pintu 2 .....	52
Gambar 41. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi CO di Titik 1 d Pintu 1 ....	53
Gambar 42. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 1 Pintu 1 .....	54
Gambar 43. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi CO di Titik 2 Gedung Rektorat .....	55
Gambar 44. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 2 Gedung Rektorat .....	55
Gambar 45. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi CO di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	56
Gambar 46. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	57
Gambar 47. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi CO di Titik 4 Fakultas Hukum .....	58
Gambar 48. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 4 Fakultas hukum.....	58
Gambar 49. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi CO di titik 5 Pintu 2 .....	59
Gambar 50. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 5 Pintu 2.....	60
Gambar 51. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi CO di Titik 1 d Pintu 1 .....	61
Gambar 52. Grafik Kelembaban Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 1 Pintu 1 .....	62
Gambar 53. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi CO di Titik 2 Gedung Rektorat .....	63
Gambar 54. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 2 Gedung Rektorat .....	63
Gambar 55. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi CO di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	64
Gambar 56. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	65
Gambar 47. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi CO di Titik 4 Fakultas Hukum	66
Gambar 48. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 4 Fakultas hukum	66
Gambar 49. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi CO di titik 5 Pintu 2.....	67
Gambar 50. Grafik Tekanan Udara dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 5 Pintu 2.....	68
Gambar 61. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di Titik 1 d Pintu 1 .....	70
Gambar 62. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 1 Pintu 1.....	70
Gambar 63. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di Titik 2 Gedung Rektorat .....	71
Gambar 64. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 2 Gedung Rektorat .....	72
Gambar 65. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	73
Gambar 66. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 3 Fakultas Kedokteran .....	73
Gambar 67. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di Titik 4 Fakultas Hukum .....	74

Gambar 68. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 4 Fakultas hukum .....	75
Gambar 69. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO di titik 5 Pintu 2.....	76
Gambar 70. Grafik Volume Kendaraan dan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Titik 5 Pintu 2 .....	76

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor urut	Halaman
Lampiran 1 Surat Permohonan Izin Penelitian.....	132
Lampiran 2 Hasil Uji Laboratorium Biokimia .....	133
Lampiran 3. Sketsa Jalan di Titik Pemantauan .....	135
Lampiran 4. Dokumentasi di titik pengamatan .....	138
Lampiran 5. Dokumentasi Uji Sampling di Laboratorium .....	139
Lampiran 6. Dokumentasi Kalibrasi Data Meteorologi .....	140
Lampiran 7. Uji Statistik SPSS Data Meteorologi.....	141
Lampiran 8. Uji statistik SPSS volume kendaraan .....	145

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Udara memainkan peran penting dalam kelangsungan hidup manusia dan hewan lainnya. Kualitasnya harus dijunjung tinggi untuk mencegah pencemaran udara yang dapat mengancam kesehatan dan kesejahteraan manusia sekaligus menjaga keselamatan makhluk hidup lainnya. Penjagaan kualitasnya diperlukan untuk menghindari pencemaran udara yang dapat mengancam kesehatan dan kesejahteraan manusia sekaligus melindungi makhluk hidup lainnya. Pencemaran udara terjadi bila terdapat senyawa di atmosfer yang berbahaya bagi organisme hidup dan ekosistem. Polusi udara menyebabkan perubahan komposisi udara. Adanya suatu benda atau zat asing di udara dalam jumlah tertentu dan jangka waktu tertentu menyebabkan terganggunya kehidupan manusia, hewan, bahkan tumbuhan (Wardhana, 2001 dalam Zahra dkk., 2022).

Masalah pencemaran udara adalah salah satu masalah yang serius yang terjadi setiap tahunnya. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan menjadi salah satu faktor meningkatnya pencemaran udara. Kebakaran hutan dimana – mana menjadi faktor terbesar sebagai pencemar udara. Meningkatnya aktivitas manusia berbanding lurus dengan kebutuhan teknologi. Pembangkit listrik dan naiknya penggunaan kendaraan bermotor yang setiap harinya menghasilkan polutan sebagai pencemar udara (Abidin & Hasibuan, 2019).

Polusi udara telah menjadi masalah setiap tahunnya, termasuk di Indonesia. Kendaraan listrik merupakan sumber polusi udara terbesar di Indonesia, dengan jumlah kendaraan listrik meningkat sebesar 30-70%. Artinya pencemaran udara akan meningkat mengingat kendaraan bermotor menghasilkan pencemaran udara berupa CO, HC, NO<sub>x</sub>, dan CO<sub>2</sub>. Polusi udara merupakan masalah serius karena dampak negatifnya. Dampak negatif tersebut antara lain gangguan kesehatan manusia seperti gangguan pernapasan dan jantung, kanker, serta kerusakan sistem ginjal. Polusi udara tidak hanya berdampak langsung terhadap kesehatan manusia, namun juga berdampak pada kerusakan lingkungan seperti perubahan iklim dan hujan asam, serta kerugian ekonomi. Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian pencemaran udara, khususnya pencemaran udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor (Siregar, 2023).

Faktor meteorologi merupakan faktor penting yang akan mempengaruhi proses transformasi dan transportasi polutan di atmosfer. Angin akan mempengaruhi dispersi polutan (proses transport) dan menentukan arah mana dan seberapa tinggi konsentrasi polutan. Radiasi juga mempengaruhi konsentrasi NO<sub>x</sub> di atmosfer. Pada musim panas NO yang dikonversi menjadi NO<sub>x</sub> meningkat sesuai dengan peningkatan radiasi matahari. Sebagai contoh di beberapa kota besar di Jepang, akibat peningkatan populasi perkotaan, suhu atmosfer cenderung meningkat yang berkorelasi kuat dengan konsentrasi NO<sub>2</sub> yang tinggi. Hal ini didukung pula oleh

penelitian di Bahrain yang menunjukkan konsentrasi NO<sub>x</sub> tertinggi adalah di wilayah perkotaan dengan kepadatan lalu lintas tinggi (Madany & Danish, 1993 dalam Turtiyanti dan Satikayasa, 2006).

Universitas Hasanuddin sebagai salah satu perguruan tinggi yang ada di Makassar tentu akan menjadi tujuan bagi mahasiswa yang ingin melanjutkan pendidikannya. Jumlah mahasiswa yang terus bertambah juga disertai dengan penggunaan kendaraan pribadi setiap tahunnya mengalami peningkatan. Hal ini mengakibatkan padatnya penggunaan kendaraan pribadi baik sepeda motor maupun kendaraan ringan di lingkungan kampus Universitas Hasanuddin sehingga memicu terjadinya pencemaran lingkungan. upaya pengelolaan lingkungan untuk mengatasi dampak akibat pencemaran udara, tidak semata-mata dengan cara pengurangan jumlah dan sumber emisi, tetapi juga perlu memperhatikan dan memahami kondisi meteorologi setempat. Berdasarkan hal tersebut penelitian bertujuan untuk mengkaji Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) pada kawasan Universitas Hasanuddin dan mengkaji hubungan antara kondisi meteorologi dan tingkat konsentrasi emisi buangan yang disebabkan oleh kendaraan bermotor meliputi sepeda motor dan kendaraan ringan yang dilakukan dengan mengestimasi nilai CO dan NO<sub>2</sub> dengan uji statistik pada lokasi yang dipilih adalah kawasan Universitas Hasanuddin Makassar, mengingat intensitas volume kendaraan semakin tinggi serta mempunyai tingkat kepadatan yang cukup tinggi pada jam tertentu.

Berdasarkan fenomena tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul "Analisis Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) Di Kampus Unhas Tamalanrea".

## **1.2 Rumusan Masalah**

Setelah penjabaran latar belakang penelitian ini, adapun rumusan masalah yang dapat diuraikan sebagai berikut, antara lain:

1. Berapa Indeks Standar Pencemaran Udara Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) di Universitas Hasanuddin Tamalanrea, Kota Makassar?
2. Bagaimana Hubungan Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) dengan faktor meteorologi?
3. Bagaimana hubungan Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) dengan volume kendaraan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut, antara lain:

1. Analisis Indeks Standar Pencemaran Udara Pencemaran Udara Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) di Universitas Hasanuddin Tamalanrea, Kota Makassar
2. Analisis hubungan Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) dengan faktor meteorologi
3. Analisis hubungan Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) dengan volume kendaraan

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Manfaat Ilmiah  
Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dan dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan udara ambien di kawasan universitas
2. Manfaat Bagi Instansi  
Penelitian ini dapat menjadi sumber informasi bagi tenaga pendidik dan mahasiswa terkait pencemaran udara
3. Manfaat bagi peneliti  
Sebagai awal untuk membentuk karakter dan pengembangan diri peneliti dalam dunia pendidikan serta menjadi salah satu syarat peneliti untuk meraih gelar sarjana teknik lingkungan
4. Manfaat Bagi Masyarakat  
Penelitian ini mampu memberi wawasan bagi masyarakat terkait dampak yang ditimbulkan akibat pencemaran udara

#### 1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan meliputi:

1. Parameter pencemar yang dianalisis adalah Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>)
2. Penelitian berlokasi di Universitas Hasanuddin, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar sebanyak 5 titik lokasi penelitian terdiri dari Pintu 1, Gedung Rektorat, Fakultas Hukum, Fakultas Kedokteran, dan Pintu 2.
3. Penelitian ini berlangsung selama 5 hari kerja dimulai pada hari rabu 2 Mei 2024 hingga 13 Mei 2024 dengan pengukuran sebanyak 4 interval (pagi, siang, sore, dan malam) selama 1 jam tiap interval.
4. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai ISPU dari parameter Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) dan hubungan antara faktor meteorologi dan Volume Kendaraan dengan Nilai Konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub>
5. Data meteorologi Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai ISPU dari parameter Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>).
6. yang digunakan penelitian ini adalah data pada hari pengukuran meliputi suhu, kecepatan angin, kelembaban udara, tekanan dan udara, menggunakan aplikasi *Windy PRO.apps* dan pengambilan data volume kendaraan sebagai sumber pencemar utama meliputi sepeda motor (MC) dan kendaraan ringan (LV) dihitung secara manual menggunakan aplikasi *traffic counter*.

## 1.6 Teori

### 1.6.1 Udara Ambien

Definisi udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan mengelilingi bumi. Udara terdiri dari 78% nitrogen, 21,94% oksigen, 0,93% argon, 0,032% karbondioksida, dan gas-gas mulia lain yang terdapat pada atmosfer (Ibrahim et al., 2022). Udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi dapat mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan perubahan iklim global baik secara langsung maupun tidak langsung. Udara ambien juga didefinisikan sebagai udara yang memiliki komposisi umum di lapisan troposfer dan mempengaruhi makhluk hidup yang membutuhkan udara dan unsur-unsur yang ada di lingkungan (Siagian, 2019).

Udara Ambien merupakan udara bebas dipermukaan bumi yang berada pada lapisan troposfer yang dibutuhkan dan dapat mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup serta unsur lingkungan hidup lainnya. Pengukuran kualitas udara ambien bertujuan untuk mengetahui konsentrasi zat pencemar yang ada di udara. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang valid (representatif), maka dari itu mulai pengambilan contoh udara (sampling) sampai dengan analisis di laboratorium harus menggunakan peralatan, prosedur, dan operator (teknis, laboran, analisis dan chemist) yang dapat dipertanggung jawabkan. Beberapa parameter kualitas udara yang dianalisis meliputi sulfur dioksida, karbon monoksida, dan hidrogen sulfida (PP No. 41 Tahun 1999).

Berdasarkan *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah* (Indonesia) bahwa kualitas udara ambien semakin menurun akibat peningkatan sumber pencemar udara oleh kegiatan manusia sehingga perlu dilakukan upaya pengendalian pencemaran udara. Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia 3 yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya.

### 1.6.2 Polutan Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah hasil pembakaran tidak sempurna bahan karbon atau bahan-bahan yang mengandung Karbon monoksida merupakan gas yang tidak berbau, tidak berasa dan juga tidak berwarna. Sehingga, lingkungan yang telah tercemar oleh gas CO tidak dapat dilihat oleh mata. Karbon monoksida dapat terbentuk karena aktivitas manusia seperti pembakaran tidak sempurna bensin dalam mobil maupun sepeda motor, pembakaran di perindustrian, pembangkit listrik, pemanas rumah, pembakaran di pertanian, dan sebagainya (Abdullah, 2018).

Gas CO tidak berwarna atau berbau, tetapi amat berbahaya. Gas CO dapat berbentuk cairan pada temperatur di bawah  $-129^{\circ}\text{C}$ . Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara berupa gas buangan. Di kota besar yang padat lalu lintasnya biasanya akan banyak menghasilkan gas CO sehingga kadar CO dalam udara relatif tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan. Selain itu, gas CO dapat pula terbentuk dari proses industri Satuan konsentrasi CO di udara

adalah ppm atau parts per million. Di mana 1 ppm setara dengan 10<sup>-4</sup> %. Selain dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna di luar tubuh, gas CO juga dihasilkan dalam jumlah kecil (kurang dari 0,5 %) dari katabolisme normal cincin protoporfirin hemoglobin di dalam tubuh dan tidak toksik bagi tubuh (Wardana, 2004 dalam Anjarsari, 2019).

### **1.6.3 Polutan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>)**

NO<sub>2</sub> merupakan gas yang beracun yang berwarna coklat kemerah-merahan dan berbau yang menyengat seperti asam nitrat. Jenis Nitrogen Oksida yang sering di jumpai di dalam atmosfer adalah NO, NO<sub>2</sub> ataupun N<sub>2</sub>O adalah zat yang tidak pernah ada di dalam udara yang bersih. Senyawa ini dapat merusak saluran pernapasan, iritasi paru-paru dan mata, dan juga berkontribusi terhadap kerusakan jantung, paru-paru, hati, dan ginjal. Masyarakat yang menggunakan bahan bakar yang terus menerus akan memberikan dampak negatif pada lingkungan yaitu tingginya tingkat pencemaran diudara akibat emisi hasil proses pembakaran bahan bakar fosil (Maherdyta et al., 2022).

NO<sub>2</sub> merupakan salah satu jenis polutan yang dapat menurunkan kualitas udara dan berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan. Gas NO<sub>2</sub> termasuk prekursor utama dalam pembentukan Ozon(O<sub>3</sub>) di atmosfer. NO<sub>2</sub> merupakan salah satu dari kelompok gas yang sangat reaktif yang dikenal sebagai Oksida Nitrogen atau Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>). Sumber NO<sub>2</sub> di udara ambien dapat berupa proses alami di atmosfer dan permukaan bumi seperti produksi oleh tanaman, tanah, dan air. Selain itu NO<sub>2</sub> juga dapat berasal dari aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, lalu lintas atau knalpot kendaraan bermotor, penyulingan bensin dan logam, pembangkit listrik tenaga batu bara, industri manufaktur, dan penggunaan perumahan (Kurniati, 2023).

Dampak NO<sub>2</sub> pada kesehatan manusia adalah meningkatnya kemungkinan penyakit pernafasan. Nitrogen Oksida mengurangi kekebalan terhadap infeksi paru-paru. Hal ini dapat menyebabkan masalah seperti sesak napas, batuk, pilek, flu dan bronkitis. Efek terhadap ekosistem tumbuhan yaitu dapat menimbulkan bercak pada permukaan daun, dan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan nekrosis (merusak jaringan daun), sehingga merusak fotosintesis (Kurniati, 2023).

Udara yang telah tercemar oleh gas nitrogen dioksida tidak hanya berbahaya bagi manusia dan hewan saja, tetapi juga berbahaya bagi kehidupan tanaman. Pengaruh gas NO<sub>2</sub> pada tanaman antara lain timbulnya bintik-bintik pada permukaan daunnya. Pada konsentrasi yang lebih tinggi gas tersebut dapat menyebabkan nekrosis atau kerusakan pada jaringan daun. Dalam keadaan seperti ini daun tidak dapat berfungsi sempurna sebagai tempat terbentuknya karbohidrat melalui proses fotosintesis. Akibatnya tanaman tidak dapat berproduksi seperti yang di harapkan. Konsentrasi NO<sub>2</sub> sebanyak 10 ppm sudah dapat menurunkan kemampuan fotosintesis daun sampai sekitar 60% hingga 70% Mayer (2015) dalam Maziya (2020). Percobaan dengan fumigasi tanam-tanaman dengan NO<sub>2</sub> menunjukkan terjadinya bintik-bintik pada daun jika digunakan konsentrasi 1,0 ppm, sedangkan dengan konsentrasi yang lebih tinggi (3,5ppm atau lebih) terjadinya nekrosis ataukerusakan tenunan daun Stoker (2011) dalam Maziya (2020).

#### 1.6.4 Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

Indeks yang digunakan untuk mengetahui besarnya pencemaran udara dan Indeks yang digunakan untuk mengetahui besarnya pencemaran udara dan kualitas udara adalah Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) merupakan nilai ukur, dan tidak ada satuan untuk menggambarkan kualitas udara ambien suatu lokasi tertentu (PP No. 41 tahun 1999). Alat yang digunakan untuk menghitung ISPU mengukur partikulat (PM<sub>10</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), oksigen (O<sub>3</sub>) berupa ozon, dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dibawah 10 µm (Akbar et al., 2022).

Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020, Indeks Standar Pencemaran Udara yang selanjutnya disingkat ISPU adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi tertentu, yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Selain itu, pada bagian Lampiran I peraturan ini ditampilkan persamaan untuk mengonversi nilai konsentrasi polutan seperti pada persamaan berikut:

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_b) + I_b \quad (1)$$

Dimana:

I = ISPU terhitung

I<sub>a</sub> = ISPU batas atas

I<sub>b</sub> = ISPU batas bawah

X<sub>a</sub> = Konsentrasi ambien batas atas (µg/m<sup>3</sup>)

X<sub>b</sub> = Konsentrasi ambien batas bawah (µg/m<sup>3</sup>)

Lampiran pada peraturan ini juga menyajikan tabel konversi nilai konsentrasi parameter ISPU dan Kategori ISPU seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabel Konversi Nilai Parameter ISPU

ISPU	24 jam Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	24 jam Karbon Monoksida (CO) µg/m <sup>3</sup>
0 – 50	80	4000
0 – 100	200	8000
101 – 200	1130	15000
201 – 300	2260	30000
>300	3000	45000

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14 (2020)

Tabel 2. Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Rentang	Kategori	Penjelasan
1 – 50	Baik	Tingkat mutu udara sangat baik. Tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan dan tumbuhan
51 – 100	Sedang	Tingkat mutu udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan
101 – 200	Tidak Sehat	Tingkat mutu udara yang bersifat merugikan pada manusia, hewan, dan tumbuhan
201 – 300	Sangat Tidak Sehat	Tingkat mutu udara yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
301+	Berbahaya	Tingkat mutu udara yang dapat merugikan kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14 (2020)

### 1.6.5 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Dispersi Polutan

#### 1. Faktor Meteorologi

- **Tempertur Udara**

Faktor meteorologi yang dapat mempengaruhi pencemaran udara diantaranya yaitu temperatur. Suhu udara dapat mempengaruhi turbulensi atmosfer dan terjadinya reaksi kimia. Sebagian besar kota di Tiongkok ditemukan korelasi positif antara temperatur dengan konsentrasi polutan di udara. Suhu udara dan keberadaan NO<sub>2</sub> di udara secara bersamaan juga mempengaruhi kesehatan (Serlina, 2020).

- **Kecepatan Angin**

Kecepatan angin yang kuat akan membawa polutan terbang kemana-mana dan dapat mencari udara negara lain Chandra (2006) dalam Winata (2020). Fenomena ini selaras dengan temuan Soedomo (2001) dalam Winata (2020) menyatakan bahwa kecepatan angin di daerah perkotaan akan cenderung menurun akibat semakin besarnya gesekan yang timbul pada aliran udara.

- **Kelembaban Udara**

Angin dapat membawa molekul – molekul air yang menguap akibat matahari yang terjadi di laut maupun daratan. Dengan intensitas dan kecepatan tinggi menyebabkan molekul – molekul air tersebut menumpuk di titik tersebut dan menyebabkan kelembaban udara menjadi lebih tinggi (Romansyah, 2019).

- **Tekanan Udara**

Tekanan udara adalah gaya yang mendorong objek ke atas secara horizontal di bawah pengaruh atmosfer (Harisuryo & Setiyono, 2019). Beberapa faktor yang mempengaruhi tekanan udara adalah ketinggian, suhu, dan kelembaban. Ketika ketinggian suatu tempat lebih tinggi, tekanan udara cenderung lebih rendah karena udara akan lebih tipis di atas tempat tersebut karena berat udara yang lebih rendah di daerah itu. Karena udara hangat cenderung mengembang, ia memiliki tekanan yang lebih tinggi daripada udara dingin, karena udara hangat memiliki massa yang lebih ringan. Kelembaban

udara dijelaskan oleh jumlah molekul air yang terikat di udara. Molekul air tersebut juga menambah massa udara, sehingga menyebabkan tekanan udara menjadi lebih rendah (Catusari, 2024).

## 2. Faktor Kendaraan

Kendaraan bermotor adalah semua kendaraan beroda beserta gandengannya yang digunakan di semua jenis jalan darat, dan digerakkan oleh peralatan teknik berupa motor atau peralatan lainnya yang berfungsi untuk mengubah suatu sumber daya energi tertentu menjadi tenaga gerak kendaraan bermotor yang bersangkutan, termasuk alat – alat berat dan alat – alat besar yang dalam operasinya menggunakan roda dan motor dan tidak melekat secara permanen serta kendaraan bermotor yang dioperasikan di air (Jihardiko, 2023).

Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari kandungan senyawa kimianya tergantung dari kondisi mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi dan faktor lain yang semuanya ini membuat pola emisi menjadi rumit. Bahan bakar pencemar yang dikeluarkan oleh mesin dengan bahan bakar bensin maupun bahan bakar solar sebenarnya sama saja, hanya berbeda proporsinya karena perbedaan cara operasi mesin. Secara visual selalu terlihat asap dari knalpot kendaraan bermotor dengan bahan bakar solar, yang umumnya tidak terlihat pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin. Walaupun gas buang kendaraan bermotor terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air, tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan gas buang membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>) dan sulfur (SO<sub>x</sub>), dan partikulat debu termasuk timbal (Pb). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan ke udara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Lalu lintas kendaraan bermotor, juga dapat meningkatkan kadar partikulat debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem (Tugaswati, 2008).

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, klasifikasi kendaraan dapat dibedakan antara lain:

- MC (Motor Cycle) atau sepeda motor Kendaraan motor dengan dua atau tiga roda (termasuk sepeda motor, kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- LV (Light Vehicle) atau kendaraan ringan Kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0 3,0 m (termasuk kendaraan penumpang, opelet, mikro bis, angkot, mikro bis, pick-up, dan truk kecil).

### 1.6.6 Alat Pengukuran Kualitas Udara

*Impinger air sampler* merupakan alat pengambil sampel udara untuk dianalisis oleh laboratorium. *Impinger air sampler* adalah alat yang digunakan untuk mengetahui tingkat polusi udara yang bekerja dengan cara menghisap udara luar ke

dalam tabung reaksi. Impinger air sampler yang ada saat ini sebagian sudah dilengkapi dengan sensor suhu dan kelembapan (Maulana, 2020).

Berdasarkan prinsip reaksi kimia larutan penangkap dengan gas pencemar, analisis dilakukan terhadap hasil reaksi yang terjadi (Abdullah, 2018). Dalam metode ini udara dalam jumlah tertentu ditarik oleh impinger melalui lajur alir tertentu yang stabil. Cairan pengabsorpsi bereaksi dengan komponen gas yang tertangkap dan membentuk substansi spesifik dan stabil. Keberhasilan metode sampling impinger dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- kesempurnaan absorb gas oleh larutan penangkap,
- ketepatan pada pengukuran volume udara yang dipengaruhi kestabilan pompa,
- analisis laboratorium dan perhitungan serta pemeliharaan alat.

Adapun komponen peralatan impinger secara keseluruhan terdiri dari :

- Pompa vakum : berfungsi untuk menarik contoh udara kedalam impinger.
- Tabung *impinger* : tempat reaksi antara kontaminan udara dengan larutan penangkap.
- *Moisture adsorber* : tabung berisi bahan penyerap uap air (desikan) untuk melindungi pompa dari korosi.
- *Flow meter* : alat pengukur kecepatan aliran udara.

Absorpsi gas oleh absorban yakni udara dihisap oleh pompa vakum dengan laju aliran tertentu yang menyebabkan tekanan udara di dalam tabung impinger lebih rendah dari tekanan udara luar. Perbedaan tekanan tersebut menyebabkan terjadinya gelembung udara yang melewati absorban. Pada saat terjadinya gelembung udara, zat pencemar gas akan diserap oleh absorban. Jenis zat pencemar yang diserap sesuai dengan absorban yang digunakan. Penyerapan zat pencemar menyebabkan perbedaan warna pada absorban (Kurniati, 2023).

### 1.6.7 Metode Perhitungan Nilai Konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub>

#### 1. Persamaan Nilai Konsentrasi CO

Adapun persamaan yang digunakan dalam penentuan nilai Konsentrasi CO menurut (Yuliando, 2017) sebagai berikut:

$$CO = \frac{\left(\frac{Y + 0,0099}{0,0797}\right) \times vol.larutan\ akhir \times 760\ mmHg \times BM110 \times 10^6}{laju\ alir \times waktu\ sampling \times P \times 298K \times 24,45\ l/mol}$$

Keterangan:

- Y : Nilai Absorbansi  
 BM : Berat Molekul CO (gr/mol)  
 P : Tekanan Barometrik (mmHg)  
 10<sup>6</sup> : Konversi dari gram ke µg

#### 2. Persamaan Nilai Konsentrasi NO<sub>2</sub>

Menghitung Jumlah NO<sub>2</sub> (µg) tiap 1 mL larutan standar yang digunakan, dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$NO_2 = \frac{a}{100} \times \frac{46}{69} \times \frac{1}{f} \times \frac{10}{1000} \times 10^6 \quad (1)$$

Keterangan:

NO<sub>2</sub> : Jumlah NO<sub>2</sub> dalam larutan standar NaNO<sub>2</sub> (µg/ml)

a : Berat NaNO<sub>2</sub> yang ditimbang (g)

46 : Berat molekul NO<sub>2</sub>

69 : Berat molekul NaNO<sub>2</sub>

f : faktor pengenceran dari larutan induk NaNO<sub>2</sub>

10/1000: Faktor pengenceran dari larutan induk NaNO<sub>2</sub>

10<sup>6</sup> : konversi dari gram ke µg

Menghitung volume contoh uji yang diambil, adapun penjabaran rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{F1+F2}{2} \times \frac{Pa}{Ta} \times \frac{298}{760} \quad (2)$$

Keterangan:

V : Volume udara yang diambil dan dikoreksi pada kondisi normal 25°C

T : Waktu pengambilan contoh uji

Pa : Tekanan barometer rata – rata selama pengambilan contoh uji (mmHg)

Ta : Suhu rata – rata selama contoh uji (K)

298 : Konversi suhu pada kondisi normal (25°C) ke dalam Kelvin

Menghitung konsentrasi NO<sub>2</sub> dalam contoh uji, adapun penjabaran rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{b}{Vu} \times \frac{V1}{25} \times 1000 \quad (3)$$

Keterangan:

C : Konsentrasi NO<sub>2</sub> di udara

b : Jumlah NO<sub>2</sub> dari contoh uji hasil perhitungan dari Kurva kalibrasi

Vu : volume udara dihisap dikoreksi pada kondisi Normal 25°C, 760 mmHg

V1 : volume akhir larutan penjerap (mL)

25 : volume larutan standar dalam labu ukur

1000 : konversi liter ke m<sup>3</sup>

### 1.6.8 Uji Statistik

Pendugaan parameter dan pengujian hipotesis pada metode statistik merupakan salah satu tujuan dari statistika inferensia Wirawan (2016) dalam Ahadi (2023). Statistika inferensia bertujuan untuk untuk melakukan suatu analisis dan menarik sebuah kesimpulan (Yam J.H., 2020). Statistika parametrik sebagai bagian dari statistika inferensia bergantung pada asumsi tetap yaitu sampel data berasal dari populasi dengan pola distribusi normal, data sampel bersifat random atau acak dengan skala pengukuran bersifat kontinu (skala interval), dan nilai variansi yang homogen Walpole & Myers (2011) dalam Ahadi (2023).

### 1.6.9 Uji Normalitas

Uji normalitas yang paling sederhana adalah membuat grafik distribusi frekuensi atas skor yang ada. Pengujian kenormalan tergantung pada kemampuan kita dalam mencermati plotting data. Jika jumlah data cukup banyak dan penyebarannya tidak 100% normal (tidak normal sempurna), maka kesimpulan yang ditarik kemungkinan akan salah (Usmadi, 2020). Uji normalitas merupakan uji statistik yang digunakan untuk menguji asumsi distribusi normal pada data. Data populasi dikatakan berdistribusi normal jika nilai rata-rata mengumpul di bagian tengah, nilai mode dan mediannya berada pada batas kewajaran tertentu. Selanjutnya penarikan kesimpulan dilakukan dengan merumuskan hipotesis yang didasari pada tingkat kesalahan dan statistik hitung. Selain itu uji hipotesis juga dapat dilakukan dengan membandingkan p-value dengan tingkat kesalahan yang sesuai (Sintia dkk., 2022).

#### 1.6.11 Uji Shapiro-Wilk

Metode uji Shapiro-Wilk merupakan salah satu alternatif prosedur dalam pengujian normalitas (Farrel & Stewart, 2006). Statistik uji diperoleh berdasarkan nilai *expected value* normal standar dan nilai rata-rata dari sampel (Shapiro & Wilk, 1965). Misalkan  $x_1 x_2 x_3 \dots x_n$  merupakan statistik terurut dari suatu pengamatan, maka statistik uji Shapiro - Wilk ( $W$ ) adalah :

$$W = \frac{(\sum_1^n a_i x_i)^2}{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Selanjutnya  $W$  dibandingkan dengan daerah kritis untuk dilakukan pengambilan keputusan. Tolak  $H_0$  jika nilai  $W <$  nilai kritis atau  $p - value < \alpha$ .

#### 1.6.12 Uji Paired Samples T-Test

*Paired sampel t-test* merupakan uji beda dua sampel berpasangan. Sampel yang dimaksud berpasangan adalah menggunakan sampel yang sama, tetapi pengujian yang dilakukan terhadap sampel tersebut dua kali dalam waktu yang berbeda atau dengan interval waktu tertentu. Model uji beda ini digunakan untuk menganalisis model penelitian sebelum dan sesudah. Menurut , *paired sample t-test* merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengkaji keefektifan perlakuan, ditandai adanya perbedaan rata-rata sebelum dan rata-rata sesudah diberikan perlakuan (Nurba'id dkk., 2024).

Menurut Montolalu & Langi (2018) Uji-t berpasangan (*paired t-test*) adalah salah satu metode pengujian hipotesis dimana data yang digunakan tidak bebas (berpasangan). Ciri-ciri yang paling sering ditemui pada kasus yang berpasangan adalah satu individu (objek penelitian) mendapat 2 buah perlakuan yang berbeda. Walaupun menggunakan individu yang sama, peneliti tetap memperoleh 2 macam data sampel, yaitu data dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua. Adapun pedoman derajat hubungan dijelaskan pada tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3.** Pedoman Derajat Hubungan

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Lemah

<b>Interval Koefisien</b>	<b>Tingkat Hubungan</b>
0,20 – 0,399	Lemah
0,40 – 0,499	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Jabnabillah dkk., (2022)

Hipotesis dari kasus ini dapat ditulis:

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$$

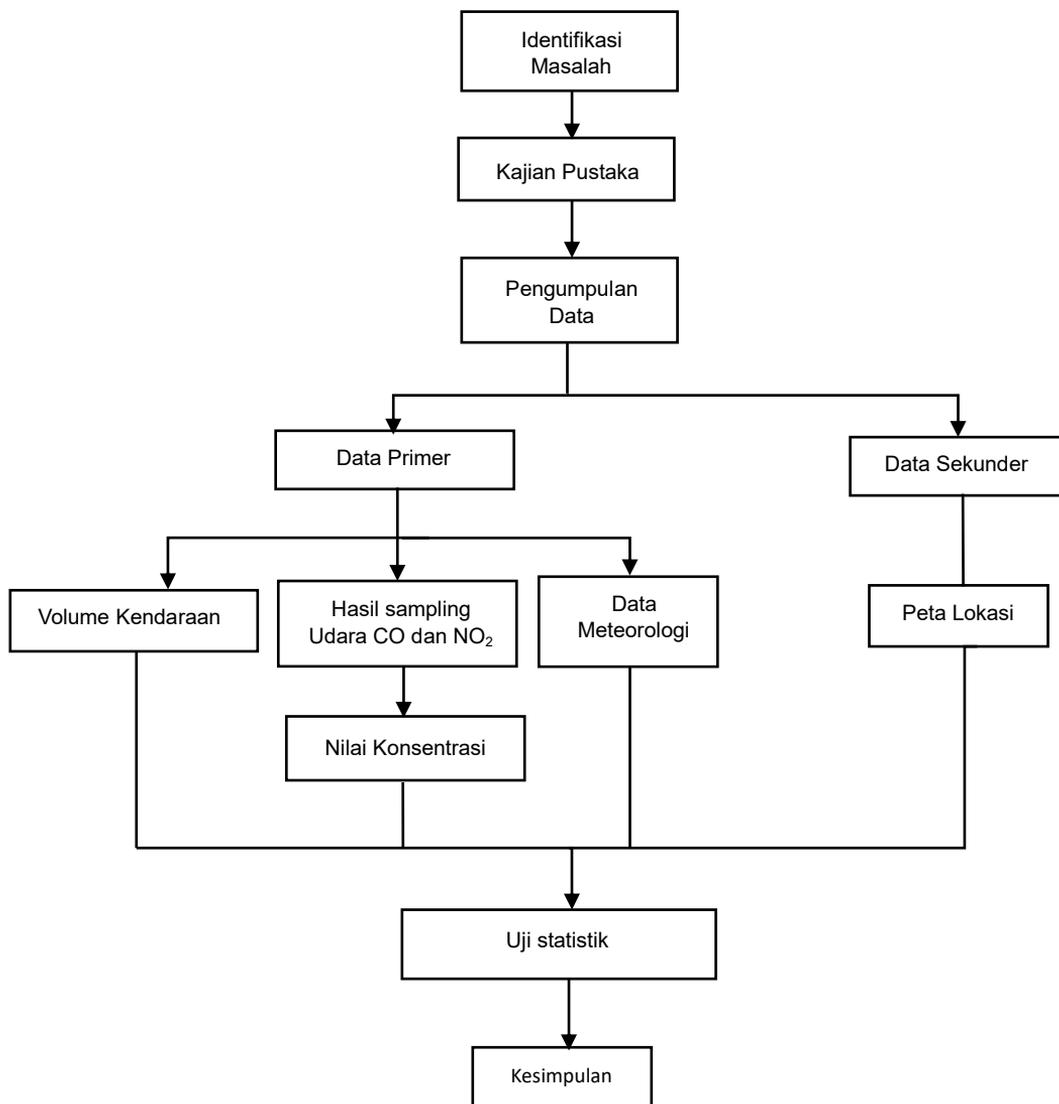
$$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$H_a$  berarti bahwa selisih sebenarnya dari kedua rata-rata tidak sama dengan nol

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian Analisis Tingkat Konsentrasi di kawasan Universitas Hasanuddin yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur yang mana referensi dan penelitian – penelitian sebelumnya sebagai dasar untuk mengimplementasikan metode – metode analisisnya. Kemudian, penelitian dilanjutkan dengan pengambilan data primer dan data sekunder. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah pengambilan data primer dilakukan dengan *sampling* selama 1 jam di tiap interval (pagi, siang, sore, dan malam) yang dikonversi menjadi 24 jam dengan merata – ratakan secara aritmatik yakni pengukuran NO<sub>2</sub> dan CO menggunakan alat Impinger. Untuk data sekunder berupa data meteorologi, metode perhitungan, dan koordinat lokasi *sampling* diperoleh dari internet atau penelitian terdahulu.

Penelitian ini menghasilkan nilai konsentrasi NO<sub>2</sub> dan CO yang dianalisis menggunakan SPSS untuk mengetahui hubungan nilai konsentrasi dengan volume kendaraan, data meteorologi dengan uji statistik *paired sample t-test* untuk mengetahui adanya korelasi antara nilai konsentrasi udara ambien dengan faktor meteorologi dan intensitas volume kendaraan pada interval waktu pengukuran *sampling* udara ambien.

## 2.2 Persiapan Penelitian

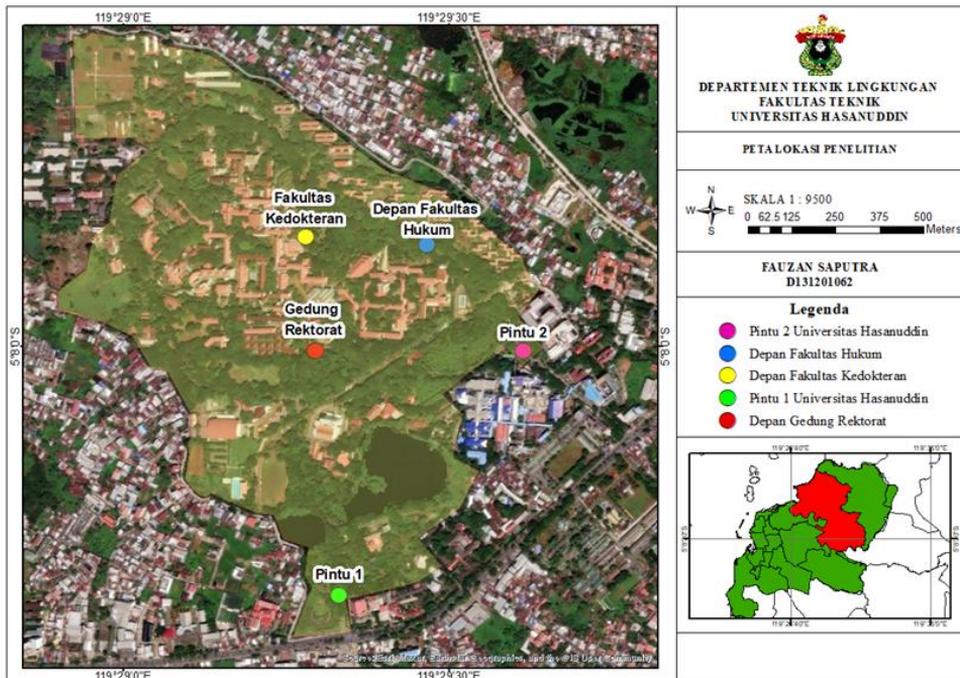
Persiapan penelitian dilakukan sebagai langkah penting untuk mempertimbangkan langkah-langkah dalam menentukan masalah, tujuan penelitian, dan batasan penelitian serta menentukan lokasi, waktu, dan metode penelitian untuk memastikan penelitian dapat divalidasi dengan penelitian sebelumnya dan menghasilkan data relevan.

Adapun tahapan persiapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Studi literatur, dalam tahapan ini digunakan untuk membantu memahami poin dari penelitian dan penetapan dasar teori yang kuat dalam melakukan penelitian.
2. Survei pendahuluan, dalam tahapan ini dilakukan untuk menentukan titik pengukuran udara ambien dan pengambilan data volume kendaraan yang selanjutnya memberikan tanda atau batas di titik pengukuran setelah melakukan pengukuran jarak titik pengukuran. Juga dilakukan pengukuran tinggi trotoar dan jarak objek yang lain seperti pohon untuk menentukan posisi ketinggian alat.

## 2.3 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data primer penelitian ini berdasarkan survey pendahuluan yang akan dilaksanakan di area Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan No. KM.10, Tamalanrea Indah, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar. Penentuan titik lokasi pengambilan data dipilih berdasarkan aktivitas yang ada di sekitar titik tersebut dan berpedoman pada SNI 19-7119.6-2005 tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien. Adapun rincian lokasi tertera pada gambar berikut:



Gambar 2. Lokasi penelitian di Kawasan Kampus Unhas Tamalanrea

Tabel 4. Titik Lokasi Pengukuran

No	Lokasi	Koordinat	
		S	E
1.	Pintu 1	5°8'23.00"	119°29'19.88"
2.	Gedung Rektorat	5°8'0.46"	119°29'17.71"
3.	Fakultas Kedokteran	5°8'0.43"	119°29'36.90"
4.	Fakultas Hukum	5°7'50.63"	119°29'27.97"
5.	Pintu 2	5°7'44.93"	119°29'16.81"

Pertimbangan dalam penentuan titik lokasi berdasarkan survey pendahuluan yang dijabarkan sebagai berikut:

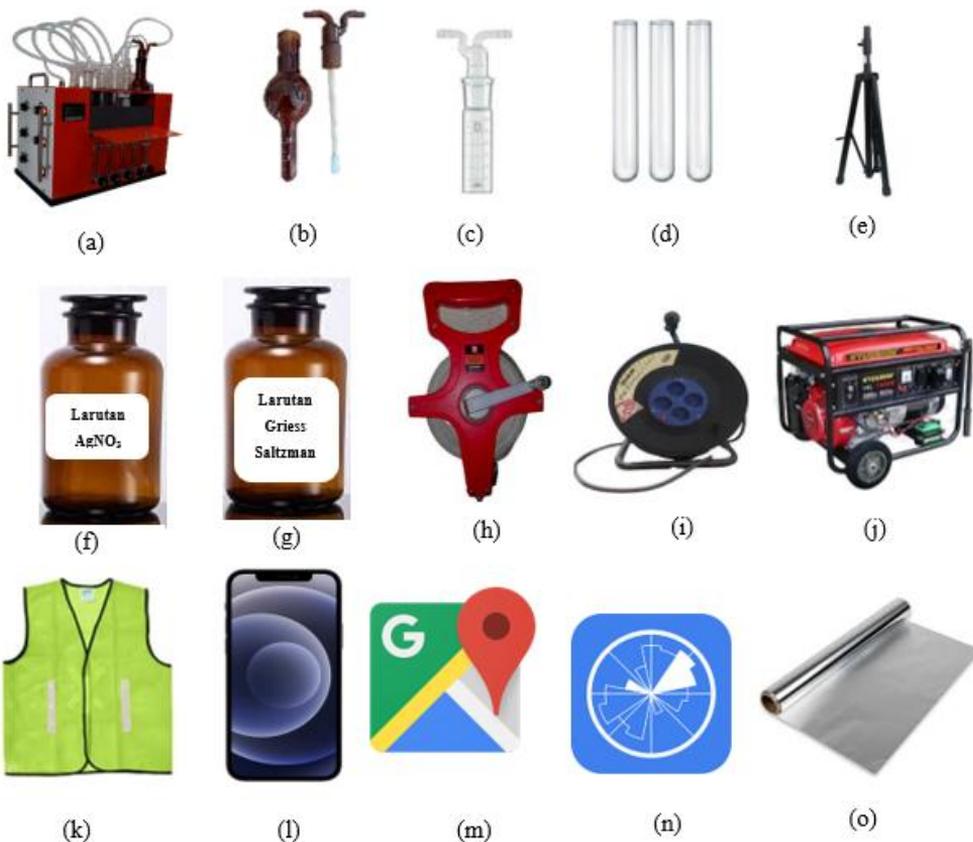
- Titik 1 (pintu 1) merupakan jalur utama masuk pada kawasan Universitas Hasanuddin
- Titik 2 (Gedung Rektorat) merupakan jalur tengah yang dapat diakses dari dua arah yakni pintu 1 dari Arah jln. Perintis Kemerdekaan dan pintu 2 dari Arah jln. Poros Makassar – Maros
- Titik 3 (Fakultas Kedokteran) merupakan Fakultas dengan penggunaan Kendaraan ringan tertinggi di Universitas Hasanuddin
- Titik 4 (Fakultas Hukum) merupakan Fakultas dengan penggunaan Kendaraan Motor tertinggi di Universitas Hasanuddin dan menjadi Fakultas yang terdekat dari arah Pintu 2
- Titik 5 (Pintu 2) merupakan jalur alternatif dan jalur terdekat dari arah Jln. Poros Makassar – Maros

## 2.4 Waktu Penelitian

Pengambilan data primer yakni sampel udara untuk parameter  $\text{NO}_2$  dan CO dilaksanakan pada tanggal 2 Mei 2024 hingga 13 Mei 2024 dan dilakukan pengambilan sampel udara pada 5 hari kerja (Weekdays) di 5 titik yang berbeda pada area Kampus Universitas Hasanuddin mengingat aktivitas pada kampus baik mahasiswa, dosen, maupun masyarakat lebih tinggi pada hari kerja sehingga arus kendaraan meningkat. Pengambilan data dilakukan dengan 4 kali sampling dalam kurun waktu 1 hari. Pengambilan sampling dibagi menjadi beberapa interval yakni pada interval waktu 06:00 – 10:00 (Pagi), 10:00 – 14:00 (Siang), 14:00 – 18:00 (Sore), dan 18:00 – 22:00 (Malam) dengan pengambilan sampling dilakukan selama 1 jam di setiap interval waktu.

## 2.5 Alat Pengukuran

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat serta bahan yang terbagi atas dua bagian berdasarkan fungsinya yakni pada proses pengambilan sampling dan pada proses analisa data penelitian. Berikut alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian berlangsung.



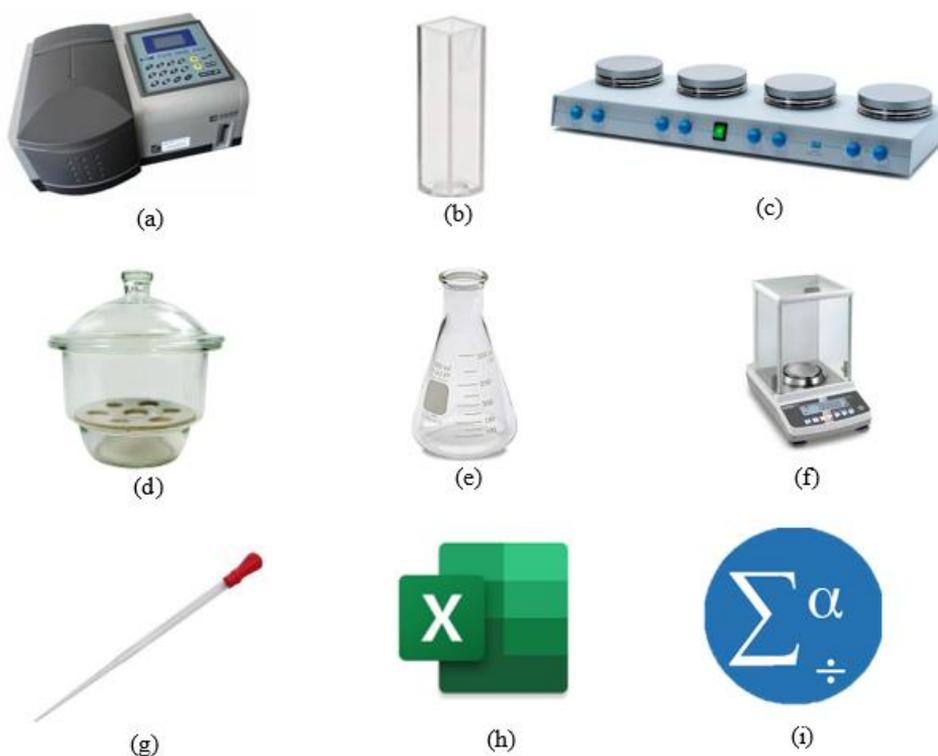


Gambar 3. Alat dan Bahan Pengambilan Sampling

Keterangan:

- a. Impinger merupakan alat untuk mereaksikan antara kontaminan udara dengan larutan penjerap
- b. *Bubbler Midget* Impinger sebagai wadah mereaksikan zat dalam jumlah yang kecil
- c. Tabung silika sebagai wadah silika dalam menyerap kelembapan dari udara untuk mencegah terjadinya kerusakan alat
- d. Tabung reaksi kimia berfungsi sebagai wadah penyimpanan larutan penjerap sementara pasca *sampling* sebelum dilakukan uji laboratorium
- e. Tripod berfungsi sebagai penyangga alat
- f. Larutan  $\text{AgNO}_3$  sebagai larutan penjerap untuk Karbon Monoksida ( $\text{CO}$ ) dengan konsentrasi 0,1 M
- g. Larutan Penjerap Griess Saltzman sebagai larutan penjerap untuk Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ )
- h. *Roll Meter* berfungsi untuk mengukur jarak antar alat, tinggi median, lebar bahu jalan, serta lebar median
- i. *Roll Kabel* Berfungsi sebagai penyambung kabel terminal dari sumber listrik baik dari sekitar lokasi pengambilan *sampling* atau bersumber dari genset
- j. *Gasoline Generator* atau Genset berfungsi untuk sumber listrik untuk menyalakan alat Impinger
- k. Rompi sebagai APD untuk penerapan K3 saat melakukan kegiatan pengambilan *sampling*
- l. *Smartphone* berfungsi sebagai alat pengecekan data meteorologi pada aplikasi *windy.app*, pengecekan titik pada aplikasi *Google Maps* media pencatatan volume kendaraan, serta merekam volume kendaraan.

- m. *Google Maps* berfungsi untuk menentukan titik lokasi pengambilan *sampling* secara akurat
- n. *Windy.App* berfungsi untuk pengecekan data meteorologi pada kondisi aktual pengambilan *sampling*
- o. Aluminium foil berfungsi sebagai penutup tabung reaksi pasca *sampling* agar larutan aman hingga dilakukannya uji laboratorium
- p. *Cool Box* sebagai penyimpanan larutan penjerap dan hasil *sampling* agar tidak terkontaminasi dengan udara bebas
- q. *Traffic Counter* aplikasi yang berfungsi untuk memudahkan dalam perhitungan volume kendaraan



Gambar 4. Alat dan Bahan Analisa Data

- a. Spektrofotometer uv-vis tipe *double beam T60* merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur nilai absorbansi pada suatu larutan berdasarkan panjang gelombang tertentu
- b. Kuvet sebagai wadah untuk menguji panjang gelombang pada suatu larutan

- c. *Hot Plate Stirrer* untuk Spektrofotometer uv-vis tipe double beam T60 merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur nilai absorbansi pada suatu larutan berdasarkan panjang gelombang tertentu
- d. Kuvet sebagai wadah untuk menguji panjang gelombang pada suatu larutan
- e. *Hot Plate Stirrer* untuk memanaskan atau menghangatkan sekaligus menghomogenkan larutan kimia
- f. Desikator berfungsi untuk mengeringkan atau mendinginkan suatu larutan dan mencegah penyerapan air pada larutan uji
- g. Erlenmeyer sebagai wadah untuk larutan atau bahan kimia cair
- h. Neraca analitik berfungsi untuk mengukur berat bahan yang digunakan untuk membuat larutan penjerap secara akurat atau mengukur volume akhir larutan setelah dipanaskan
- i. Pipet tetes berfungsi untuk memindahkan larutan ke kuvet agar tidak terjadi kontaminasi secara langsung
- j. *Microsoft Excel* merupakan aplikasi yang memudahkan dalam pengolahan data
- k. *IBM SPSS Statistic 25* aplikasi uji statistik dan korelasi variabel yang akan diuji
- l. memanaskan atau menghangatkan sekaligus menghomogenkan larutan kimia
- m. Desikator berfungsi untuk mengeringkan atau mendinginkan suatu larutan dan mencegah penyerapan air pada larutan uji
- n. Erlenmeyer sebagai wadah untuk larutan atau bahan kimia cair
- o. Neraca analitik berfungsi untuk mengukur berat bahan yang digunakan untuk membuat larutan penjerap secara akurat atau mengukur volume akhir larutan setelah dipanaskan
- p. Pipet tetes berfungsi untuk memindahkan larutan ke kuvet agar tidak terjadi kontaminasi secara langsung
- q. *Microsoft Excel* merupakan aplikasi yang memudahkan dalam pengolahan data
- r. *IBM SPSS Statistic 25* aplikasi uji statistik dan korelasi variabel yang akan diuji

## 2.6 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian ini dibedakan menjadi dua yakni data primer dan data sekunder, berikut penjabaran pengumpulan data sebagai berikut:

Data primer yang digunakan pada penelitian ini yakni data kualitas udara ambien CO dan NO<sub>2</sub> dari penggunaan alat impinger dengan menguji nilai absorbansi berdasarkan panjang gelombang yang telah ditetapkan. Acuan dalam teknik pengumpulan data didasari pada TESIS– RE142541, Modul Laboratorium Kualitas Udara (LKU) Universitas Andalas tahun 2018 prosedur kerja uji sampling CO, serta SNI 7119:2017 tentang cara uji kadar Nitrogen Oksida (NO<sub>2</sub>) dengan metode *Griess-Saltzman* menggunakan spektrofotometer. Data volume kendaraan menggunakan traffic counter yang dibedakan menjadi dua jenis yakni Motorcycle (MC) dan Light Vehicle (LV) dihitung selama 1 jam pada tiap interval waktu pengambilan sampling. Data meteorologi aktual lapangan terdiri dari suhu, tekanan, kelembapan, dan tekanan udara menggunakan *software Windy PRO.App*.

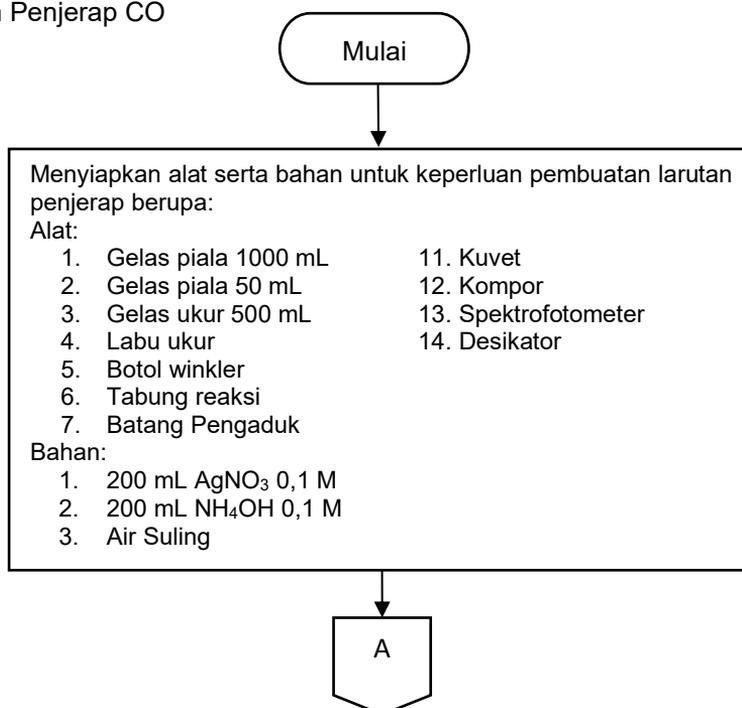
Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini yakni Data koordinat didapatkan dari penggunaan software Google Earth dan Google Maps yang ditentukan dengan acuan SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien.

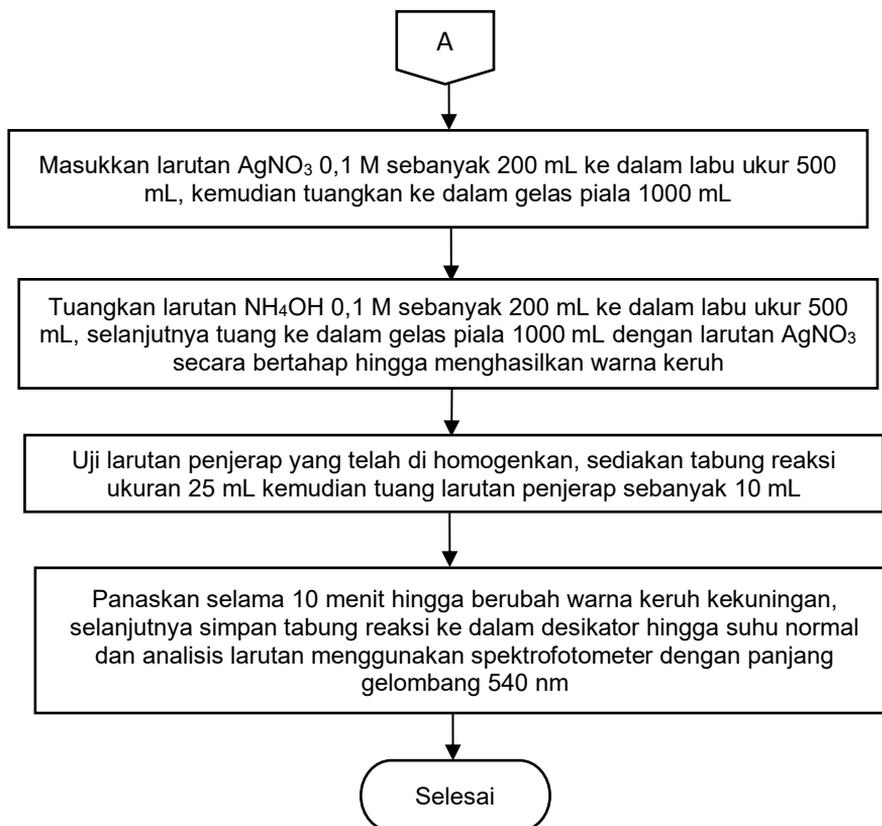
## 2.7 Metode Pengambilan Data

### 2.7.1 Pembuatan Larutan Penjerap CO dan NO<sub>2</sub>

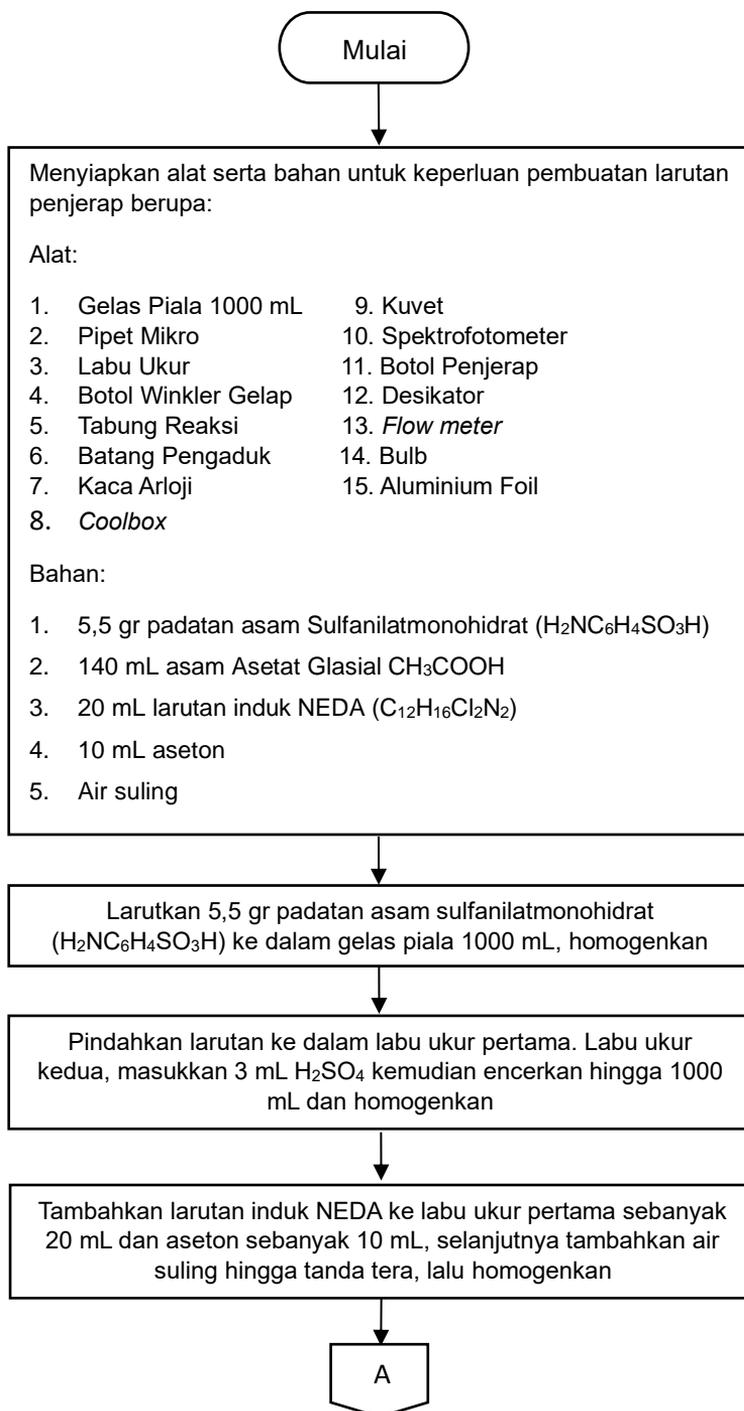
Adapun alur dalam pembuatan larutan penjerap dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

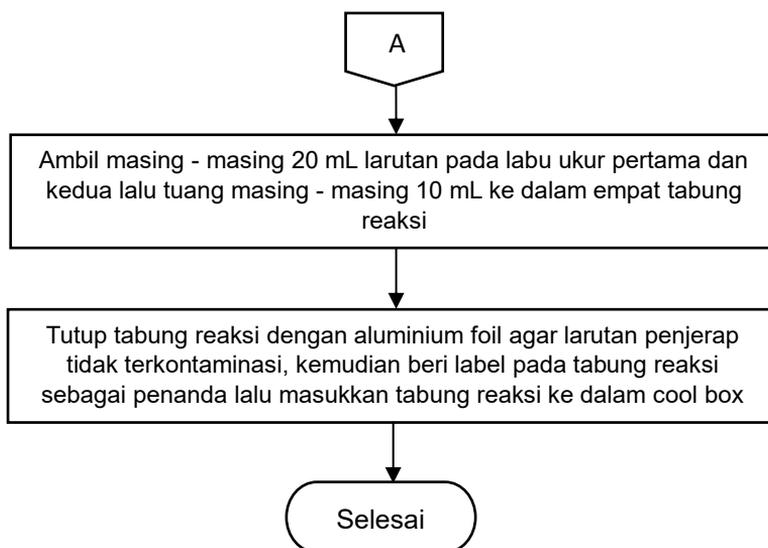
#### 1. Larutan Penjerap CO





Gambar 5. Diagram Alir Larutan Penjerap CO

2. Larutan Penjerap  $\text{NO}_2$ 

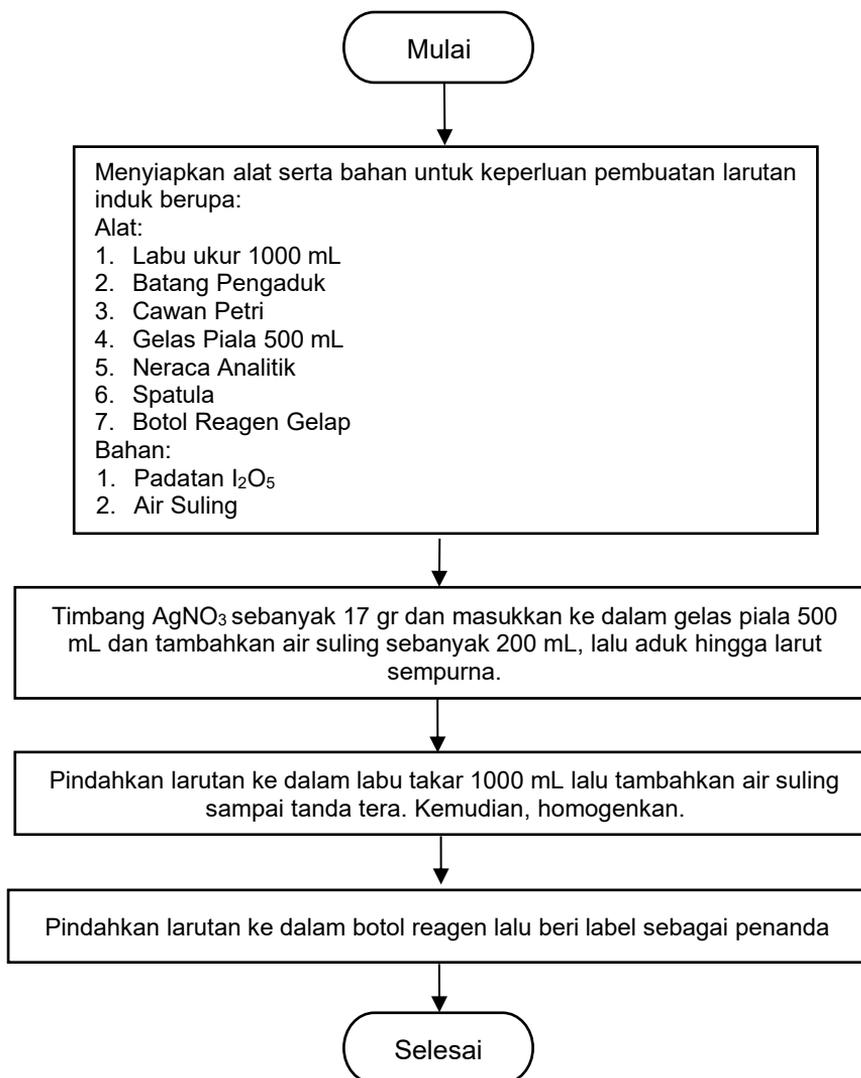


Gambar 6. Diagram Alir Larutan Penjerap NO<sub>2</sub>

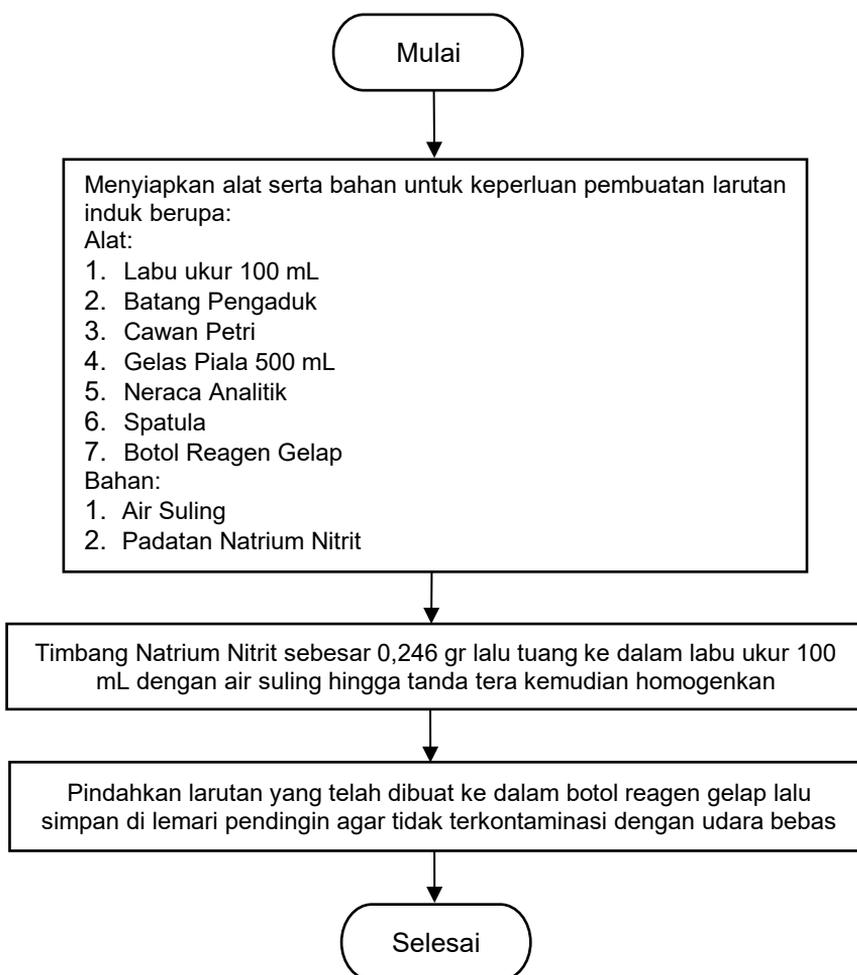
### 2.7.2 Pembuatan Larutan Induk CO dan NO<sub>2</sub>

Pembuatan larutan induk sebagai larutan dalam pembuatan larutan baku konsentrasi rendah dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

#### 1. Larutan Induk CO



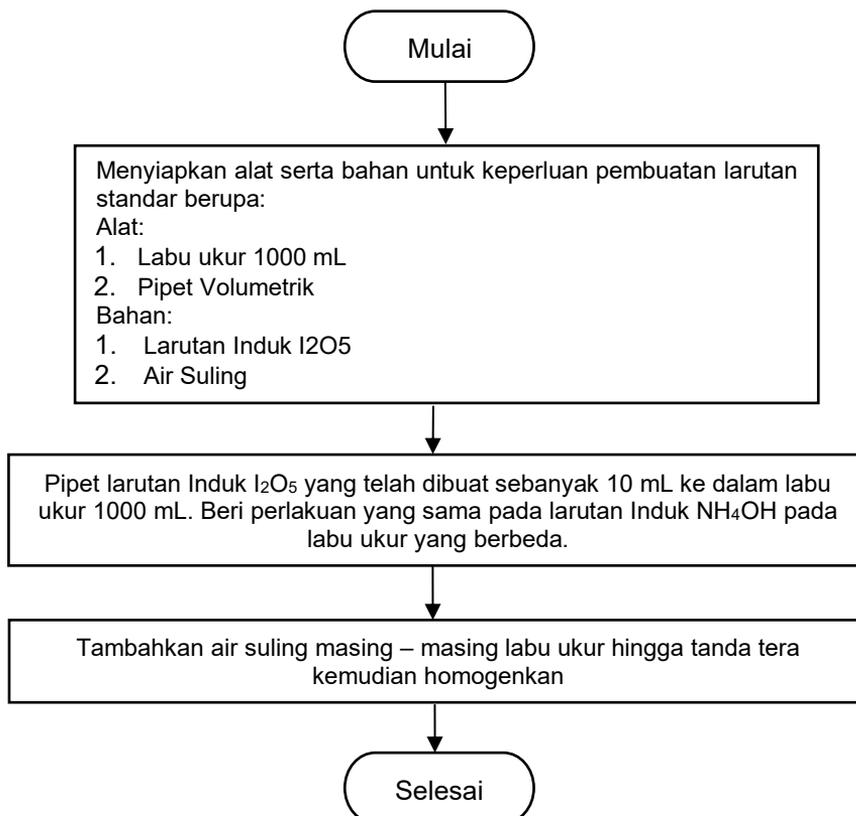
Gambar 7. Diagram alir Larutan Induk CO

2. Larutan Induk  $\text{NO}_2$ Gambar 8. Diagram Alir Larutan Induk  $\text{NO}_2$

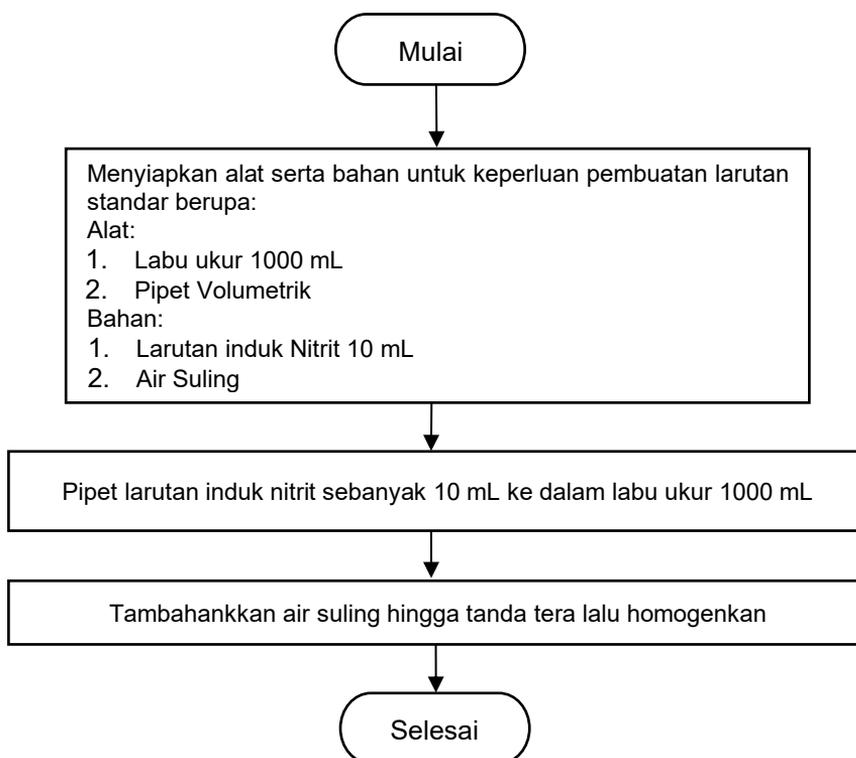
### 2.7.3 Pembuatan Larutan Standar CO dan NO<sub>2</sub>

Setelah membuat larutan induk, langkah selanjutnya yakni membuat larutan standar sebagai acuan dalam alat ukur volume larutan dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

#### 1. Larutan Standar CO



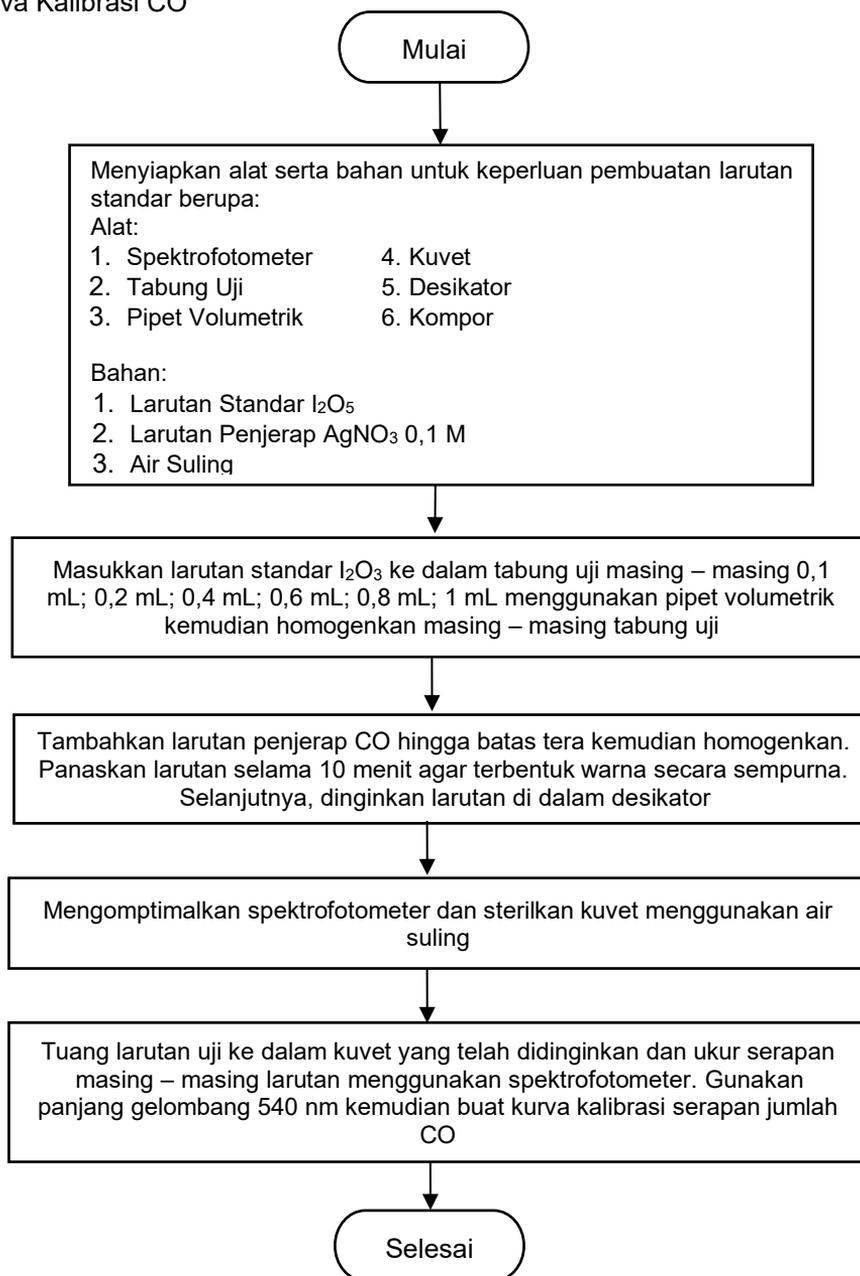
Gambar 9. Diagram Alir Larutan Standar CO

2. Larutan Standar  $\text{NO}_2$ Gambar 10. Larutan Standar  $\text{NO}_2$

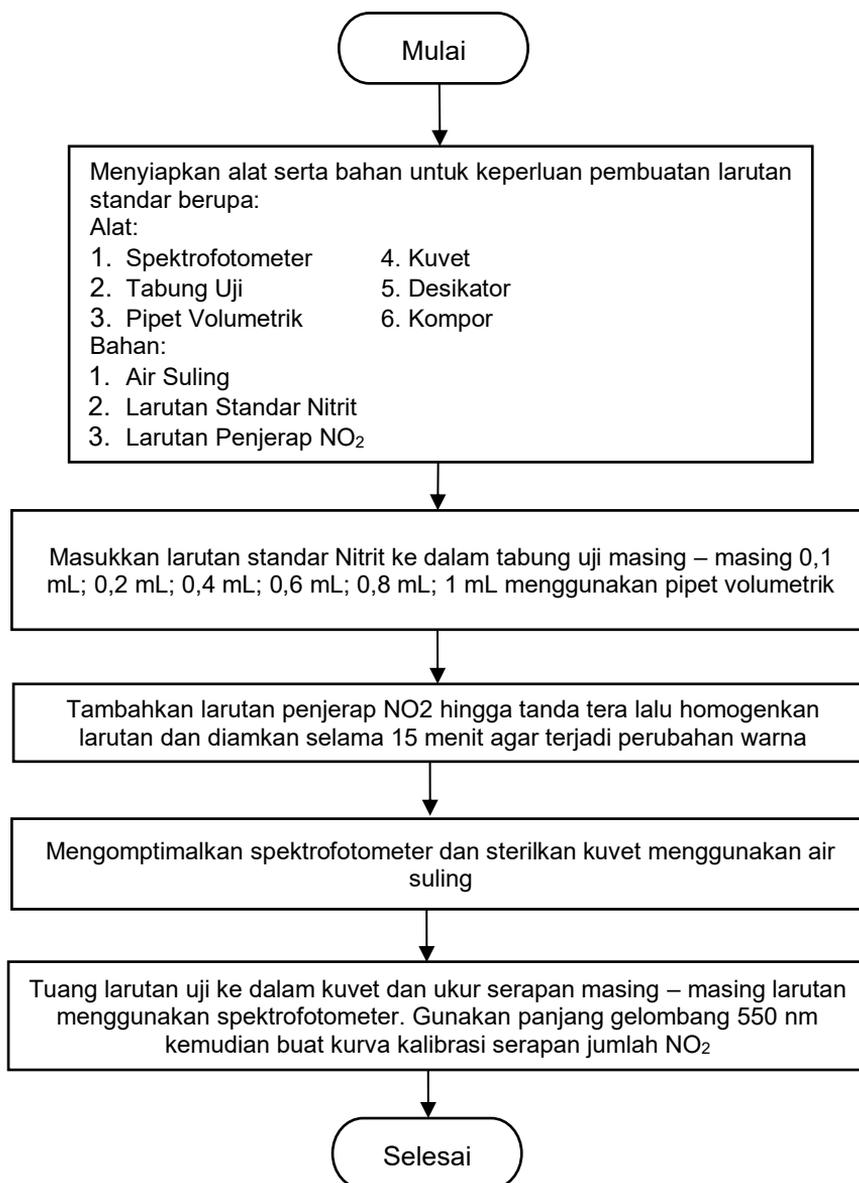
### 2.7.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi CO dan NO<sub>2</sub>

Kurva kalibrasi sebagai acuan dalam membuat larutan sampling udara berfungsi sebagai penentuan absorbansi dalam suatu larutan dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

#### 1. Kurva Kalibrasi CO

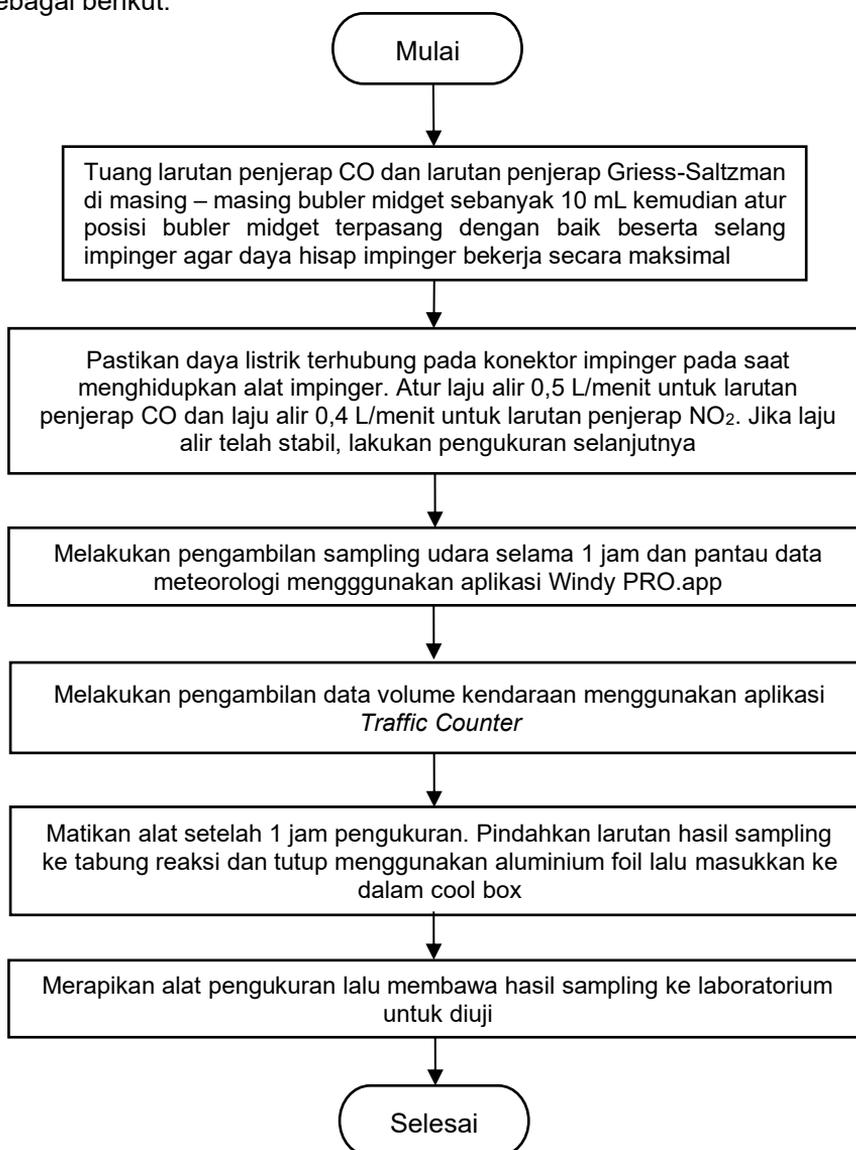


Gambar 11. Diagram Alir Kurva Kalibrasi CO

2. Kurva Kalibrasi NO<sub>2</sub>Gambar 12. Diagram Alir Kurva Kalibrasi NO<sub>2</sub>

### 2.7.5 Pengambilan Sampling CO dan NO<sub>2</sub>

Setelah pembuatan larutan penjerap selesai, dilakukan proses pengambilan sampling udara pada titik lokasi pemantauan yang dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

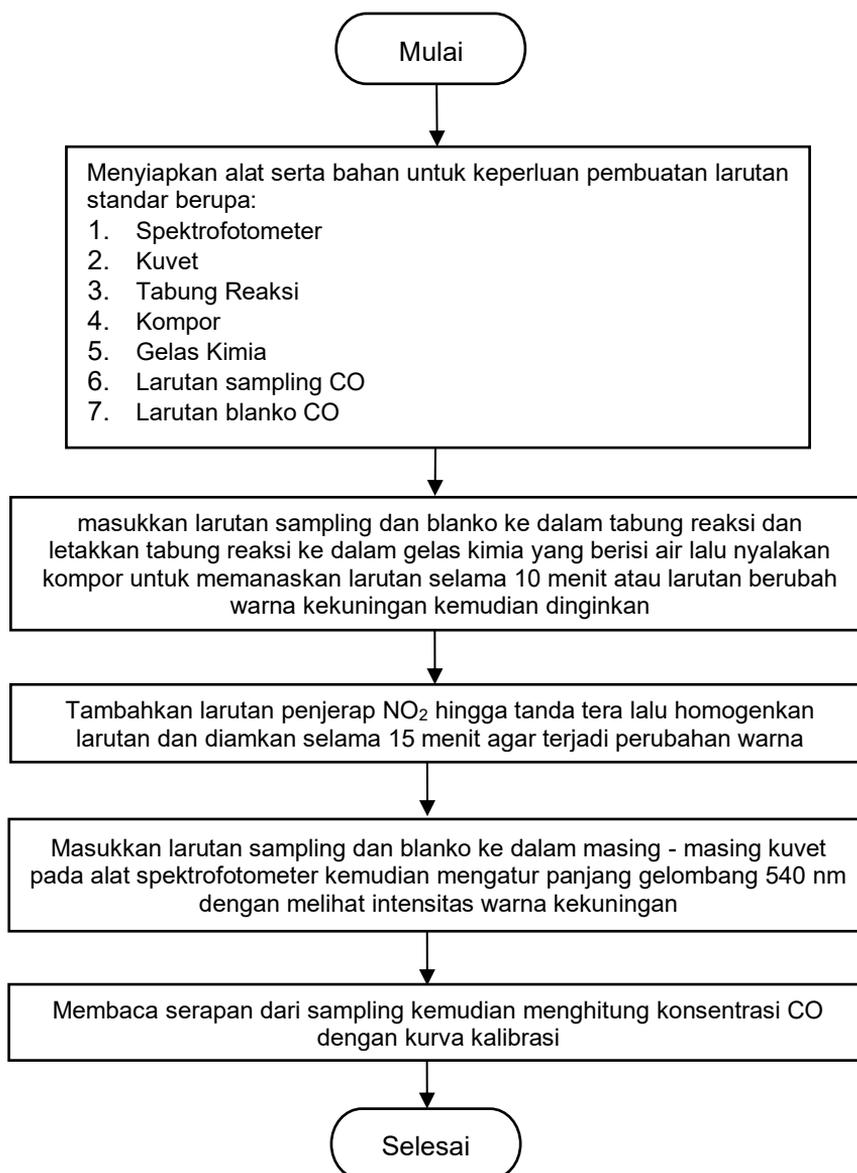


Gambar 13. Diagram Alir Pengambilan Sampling CO dan NO<sub>2</sub>

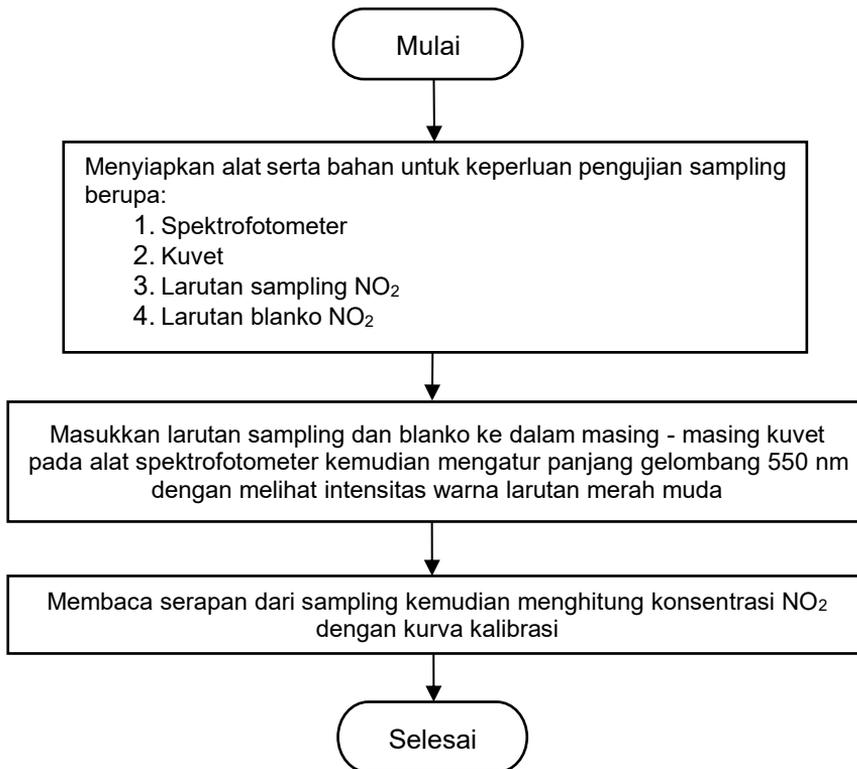
### 2.7.5 Pengujian sampling CO dan NO<sub>2</sub>

Setelah pengambilan sampling udara di tiap titik lokasi pemantauan telah usai, dilakukan pengujian sampling di laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin dengan metode spektrofotometri yang dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

#### 1. Pengujian sampling CO



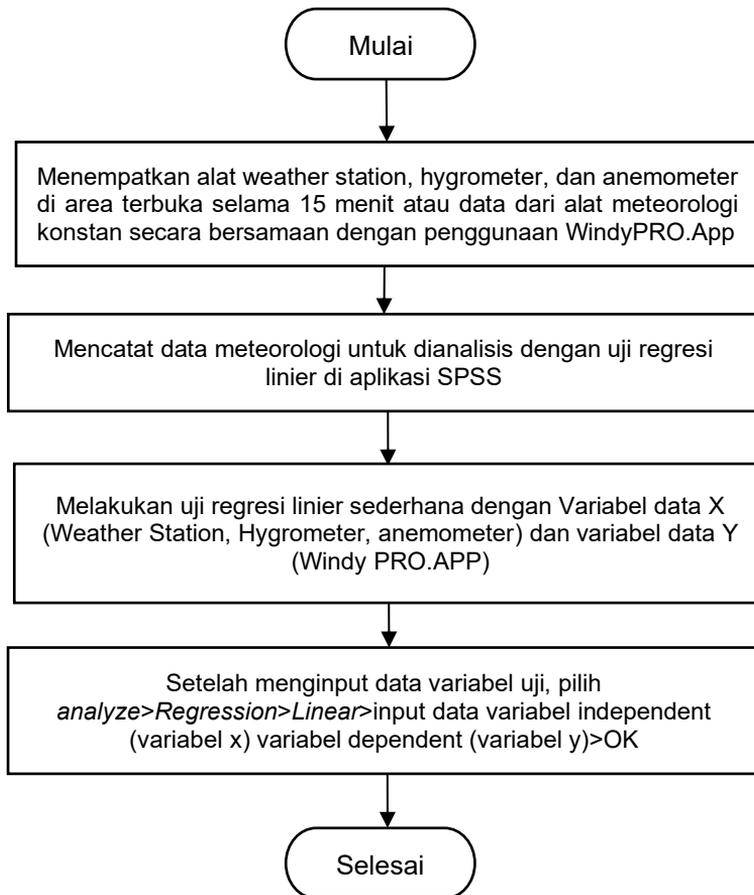
Gambar 14. Digaram Alir Pengujian Sampling CO

2. Pengujian Sampling NO<sub>2</sub>Gambar 15. Diagram Alir Pengujian Sampling NO<sub>2</sub>

## 2.8 Metode Analisa Data

### 2.8.1 Kalibrasi Data Meteorologi

Kalibrasi Data Meteorologi dilakukan untuk membandingkan tingkat akurasi dari penggunaan Windy PRO.APP dengan Wheather Station, Hygrometer, dan anemometer dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

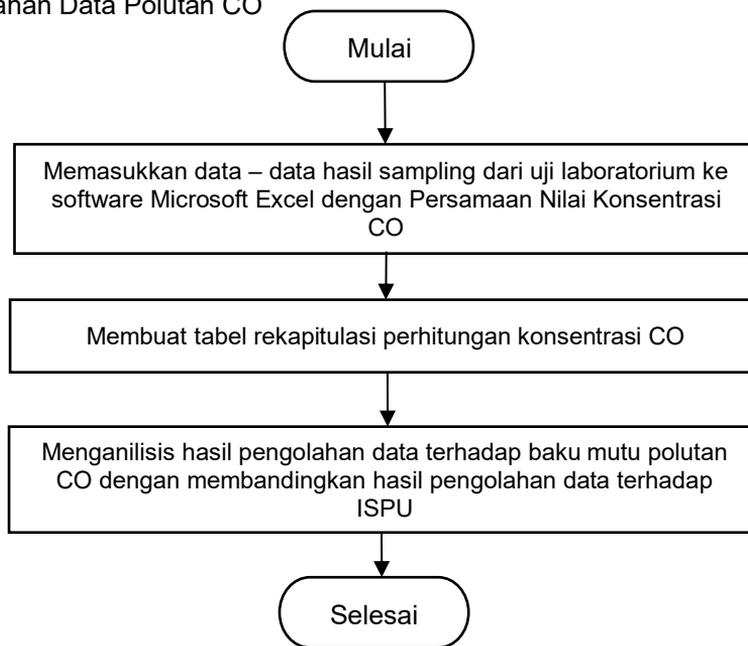


Gambar 16. Diagram Alir Kalibrasi Data Meteorologi

### 2.8.2 Pengolahan Data Polutan CO dan NO<sub>2</sub>

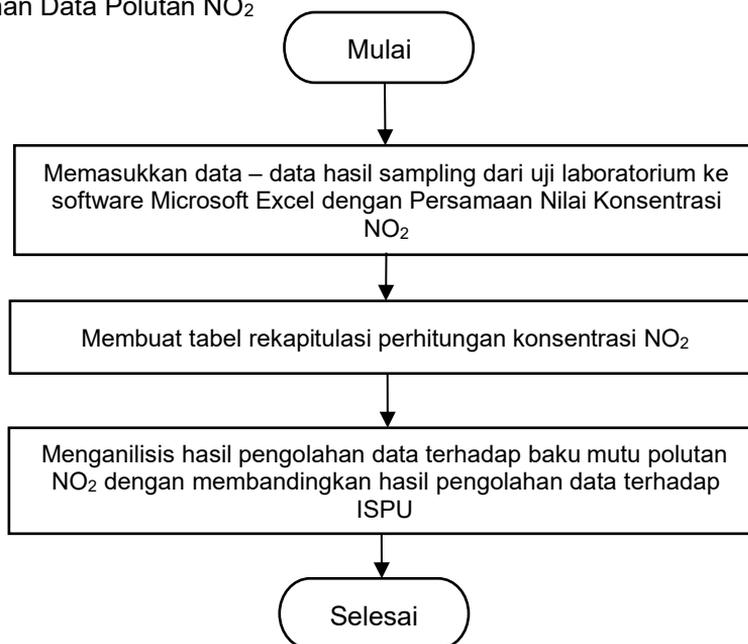
Setelah Mendapatkan hasil uji sampling di laboratorium, dilakukan pengolahan data di aplikasi *Microsoft Excel* untuk menganalisis data konsentrasi dan mengonversi ke Nilai ISPU yang telah dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

#### 1. Pengolahan Data Polutan CO



Gambar 17. Diagram Alir Pengolahan Data Polutan CO

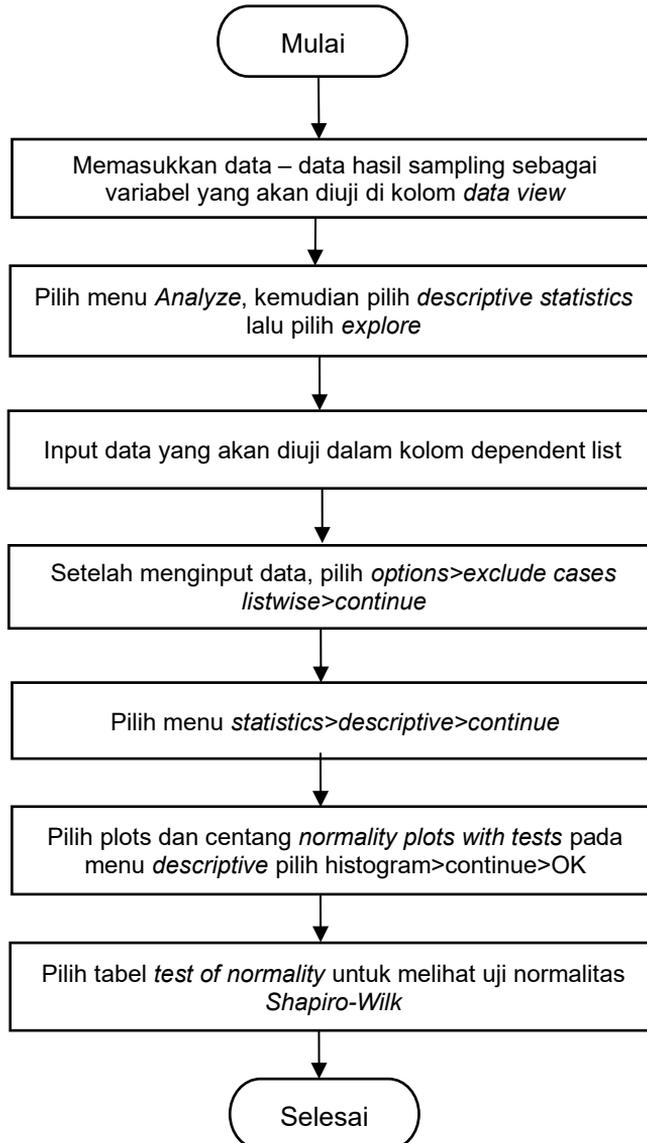
#### 2. Pengolahan Data Polutan NO<sub>2</sub>



Gambar 18. Diagram Alir Pengolahan Data Polutan NO<sub>2</sub>

### 2.8.3 Uji Normalitas

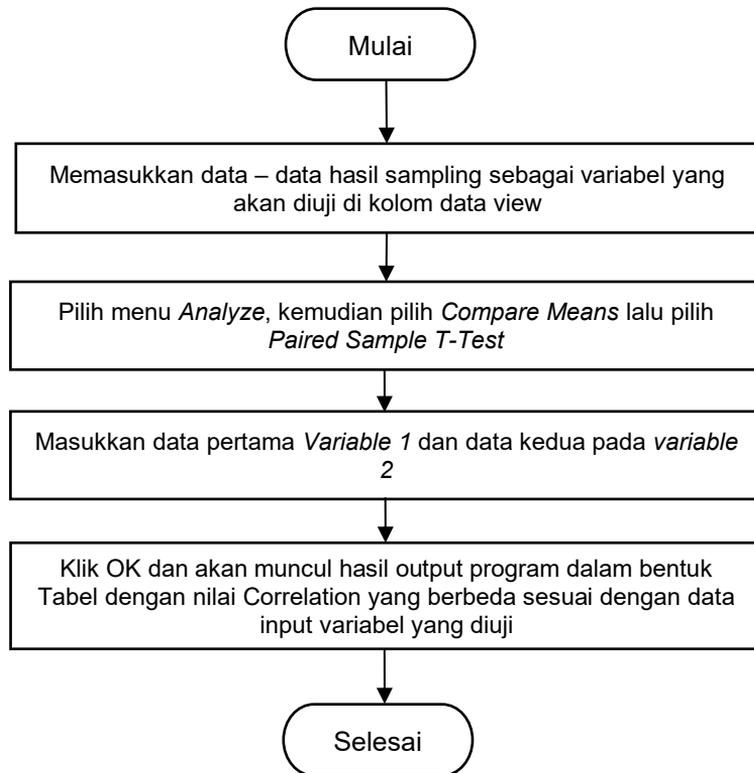
Uji normalitas sebagai langkah awal dalam menentukan data telah terdistribusi normal dengan melihat nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Adapun langkah – langkah dalam uji normalitas yang telah dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



Gambar 19. Diagram Alir Uji Normalitas

### 2.8.3 Uji *Paired Sample Correlations*

Uji *Paired Sample Correlations* untuk menentukan apakah variabel Independen (faktor meteorologi & volume kendaraan) dan variabel dependen (nilai konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub>) berkorelasi atau tidak berkorelasi. Adapun langkah – langkah yang dijabarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



Gambar 20. Diagram Alir Uji *Paired Sample Correlations*