

**ANALISIS TINGKAT KONSENTRASI *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) PADA RUAS JALAN LETJEN HERTASNING**

**ARFIANI GUSFIRA  
D131201020**



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

**ANALISIS TINGKAT KONSENTRASI *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) PADA RUAS JALAN LETJEN HERTASNING**

ARFIANI GUSFIRA  
D131201020

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Lingkungan

pada

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

**SKRIPSI**  
**ANALISIS TINGKAT KONSENTRASI TOTAL SUSPENDED  
PARTICULATE (TSP) PADA RUAS JALAN LETJEN  
HERTASNING**

**ARFIANI GUSFIRA**  
**D131201020**

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



Departemen Teknik  
Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas  
Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,



Ir. Nurul Masviah 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 *Total Suspended Particulate (TSP)* pada Ruas Jalan Letjen Hertasning**" 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, 22 Oktober 2024



Arfiani Gusfira  
NIM D131201020

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Analisis Tingkat Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Ruas Jalan Letjen Hertasning”. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi penerang bagi umat manusia di muka bumi ini.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini tentunya terdapat beberapa hambatan, namun berkat bantuan, bimbingan dan *support* dari kak Ir. Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing, tugas akhir ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak/Ibu dosen, staf Departemen Teknik Lingkungan dan seluruh karyawan yang telah memberikan ilmu, arahan, didikan dan motivasi selama masa perkuliahan.

Teruntuk teman-teman penulis Lingkungan 2020, penulis ucapkan banyak terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan akademik penulis, khususnya teman-teman Adibrata, Udara Squad, Makhluq Tuhan dan Altagorra serta Punagagang yang memberi banyak pelajaran dan cerita suka kepada penulis selama ini. Ucapan terima kasih khusus juga penulis sampaikan kepada Sheila, Eci, Jess, Ana dan kak Syahril yang telah menemani penulis dalam situasi apapun, mendengarkan keluh kesah penulis dan selalu memberikan *support* kepada penulis yang tidak akan pernah penulis lupakan.

Teristimewa tugas akhir ini penulis persembahkan kepada orang tua tersayang penulis, ayah Agussalim dan ibu Rahmatiah. Terima kasih telah menjadi rumah nyaman penulis, terima kasih selalu mengusahakan setiap keinginan penulis, terima kasih telah percaya kepada penulis bahwa anak perempuannya mampu menyelesaikan studinya. Terima kasih untuk seluruh cinta, kasih, doa dan dukungan yang tiada hentinya diberikan kepada penulis. Pencapaian ini juga penulis persembahkan kepada adik-adik penulis agar kedepannya penulis bisa menjadi roll model bagi adik-adiknya dan bisa dibanggakan.

Penulis,  
Arfiani Gusfira

## ABSTRAK

ARFIANI GUSFIRA. **Analisis Tingkat Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) pada Ruas Jalan Letjen Hertasning** (dibimbing oleh Ir. Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng)

**Latar Belakang.** Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor setiap tahun telah menjadi salah satu penyebab utama pencemaran udara, terutama peningkatan konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) di udara. Selain kendaraan bermotor, konsentrasi TSP juga dipengaruhi oleh faktor-faktor meteorologi. Paparan TSP dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan bagi masyarakat, termasuk gangguan pernapasan seperti asma, penyakit jantung, dan penyakit paru-paru obstruktif kronis. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat konsentrasi TSP di udara ambien di ruas Jalan Letjen Hertasning. Selain itu, juga bertujuan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi TSP dan volume kendaraan, serta menganalisis pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi TSP pada ruas Jalan Letjen Hertasning. **Metode.** Penelitian ini menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) untuk pengambilan sampel di 9 titik, disertai dengan pengukuran volume kendaraan dan faktor meteorologi. Setelah itu dilakukan uji korelasi untuk mengetahui hubungan antara tingkat konsentrasi TSP dengan volume kendaraan dan hubungan antara tingkat konsentrasi TSP dengan data meteorologi. **Hasil.** Konsentrasi TSP tertinggi berada pada titik 9 interval sore yaitu sebesar  $1386 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi TSP terendah berada pada titik 4 interval pagi sebesar  $38,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Uji korelasi menunjukkan bahwa ada hubungan signifikan antara konsentrasi TSP dan volume kendaraan, dengan nilai signifikansi  $<0,05$ . Namun, tidak ada hubungan signifikan antara konsentrasi TSP dan faktor meteorologi, dengan nilai signifikansi  $>0,05$ , menunjukkan bahwa faktor meteorologi tidak memengaruhi tingkat konsentrasi TSP. **Kesimpulan.** Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada titik 9 melebihi baku mutu sedangkan pada titik 4 tidak melebihi baku mutu dengan nilai baku mutu  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Volume kendaraan berpengaruh terhadap tingkat konsentrasi TSP sedangkan untuk faktor meteorologi tidak berpengaruh terhadap tingkat konsentrasi TSP.

**Kata Kunci:** *Volume Kendaraan, Faktor Meteorologi, Total Suspended Particulate (TSP), Korelasi.*

## ABSTRACT

ARFIANI GUSFIRA. **Analysis of Total Suspended Particulate (TSP) Concentration Levels on Letjen Hertasning Road** (supervised by Ir. Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng)

**Background.** The increasing number of motorized vehicles every year has become one of the main causes of air pollution, especially the increase in the concentration of Total Suspended Particulate (TSP) in the air. Apart from motorized vehicles, TSP concentrations are also influenced by meteorological factors. Exposure to TSP can cause various health problems for people, including respiratory problems such as asthma, heart disease, and chronic obstructive pulmonary disease. **Objective.** This research aims to analyze the level of TSP concentration in the ambient air on Jalan Letjen Hertasning. Apart from that, it also aims to determine the relationship between TSP concentration and vehicle volume, as well as analyzing the influence of meteorological factors on TSP concentration on Jalan Letjen Hertasning. **Method.** This research uses a High Volume Air Sampler (HVAS) tool for sampling at 9 points, accompanied by measurements of vehicle volume and meteorological factors. After that, a correlation test was carried out to determine the relationship between TSP concentration levels and vehicle volume and the relationship between TSP concentration levels and meteorological data. **Results.** The highest TSP concentration was at point 9 of the afternoon interval, namely 1386  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . The lowest TSP concentration was at point 4 of the morning interval at 38.68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . The correlation test shows that there is a significant relationship between TSP concentration and vehicle volume, with a significance value of  $<0.05$ . However, there was no significant relationship between TSP concentration and meteorological factors, with a significance value  $>0.05$ , indicating that meteorological factors did not influence TSP concentration levels. **Conclusion.** Based on Government Regulation Number 22 of 2021 concerning the Implementation of Environmental Protection and Management, the measurement results show that at point 9 it exceeds the quality standard, while at point 4 it does not exceed the quality standard with a quality standard value of 230  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vehicle volume influences the TSP concentration level, whereas for Meteorological factors have no effect on TSP concentration levels.

**Keywords:** Vehicle Volume; Meteorological Factors; Total Suspended Particulate (TSP), Correlation.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
PERNYATAAN PENGAJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<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 .....	3
1.6.1 Udara Ambien .....	3
1.6.2 Pencemaran Udara.....	4
1.6.3 Faktor-Faktor Dispersi Polutan .....	6
1.6.4 Baku Mutu Udara Ambien .....	7
1.6.5 Polutan <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP).....	8
1.6.6 Klasifikasi Kendaraan.....	9
1.6.7 Klasifikasi Jalan .....	10
1.6.8 Perhitungan Konsentrasi TSP .....	11
1.6.9 Uji Statistik .....	12
1.6.10 Alat <i>High Volume Air Sampler</i> (HVAS).....	13
<b>BAB II METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
2.1 Rancangan Penelitian.....	15
2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
2.3 Bahan dan Uji Alat .....	19
2.4 Teknik Pengumpulan Data.....	20
2.4.1 Metode Pengambilan Data TSP.....	21
2.4.2 Metode Pengambilan Data Volume Kendaraan .....	22
2.4.3 Metode Pengambilan Data Metereologi .....	23
2.5 Teknik Analisis.....	23
2.5.1 Penimbangan Kertas Saring Awal .....	24
2.5.2 Penimbangan Kertas Saring Setelah Pengukuran .....	25
2.5.3 Pengolahan Data TSP .....	26
2.5.4 Uji Statistik .....	27
<b>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Volume Kendaraan di Jalan Letjen Hertasning .....	28
3.1.1 Volume Kendaraan di Jalan Letjen Hertasning Interval Pagi .....	29
3.1.2 Volume Kendaraan di Jalan Letjen Hertasning Interval Siang .....	30
3.1.3 Volume Kendaraan di Jalan Letjen Hertasning Interval Sore.....	31

3.1.4 Rekapitulasi Volume Kendaraan di Jalan Letjen Hertasning.....	32
3.2 Data Metereologi.....	33
3.2.1 Data Metereologi Interval Pagi.....	33
3.2.2 Data Metereologi Interval Siang.....	34
3.2.3 Data Metereologi Interval Sore .....	34
3.2.4 Rekapitulasi Data Metereologi di Jalan Letjen Hertasning.....	35
3.3 Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) di Jalan Letjen Hertasning.	36
3.3.1 Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) Interval Pagi .....	36
3.3.2 Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) Interval Siang .....	37
3.3.3 Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) Interval Sore.....	38
3.3.4 Rekapitulasi Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) di Jalan Letjen Hertasning .....	39
3.4 Hubungan Korelasi Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) dan Volume Kendaraan .....	40
3.5 Hubungan Korelasi Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) dengan Data Metereologi .....	48
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....	54
4.1 Kesimpulan .....	54
4.2 Saran .....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN .....	57

## DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Baku Mutu Udara Ambien.....	7
2. Tingkat Keeratan Korelasi.....	13
3. Waktu dan Titik Lokasi Pengambilan Data TSP.....	17
4. Data Metereologi Interval Pagi.....	33
5. Data Metereologi Interval Siang.....	34
6. Data Metereologi Interval Sore.....	34
7. Rekapitulasi Data Metereologi di Jalan Letjen Hertasning.....	35
8. Uji Beda Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning.....	40
9. Uji Beda Konsentrasi TSP Antar Titik di Jalan Letjen Hertasning.....	41
10. Uji Beda Volume Antar Jenis Kendaraan di Jalan Letjen Hertasning.....	43
11. Uji Normalitas Volume Kendaraan dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Pagi.....	44
12. Uji Normalitas Volume Kendaraan dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Siang.....	44
13. Uji Normalitas Volume Kendaraan dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Sore.....	45
14. Uji Korelasi Volume Kendaraan dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Pagi.....	45
15. Uji Korelasi Volume Kendaraan dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Siang.....	46
16. Uji Korelasi Volume Kendaraan dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Sore.....	46
17. Rekapitulasi Uji Korelasi Volume Kendaraan dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning.....	47
18. Uji Normalitas Data Metereologi dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Pagi.....	48
19. Uji Normalitas Data Metereologi dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Siang.....	49
20. Uji Normalitas Data Metereologi dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Sore.....	49
21. Uji Korelasi Data Metereologi dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Pagi.....	50
22. Uji Korelasi Data Metereologi dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Siang.....	51
23. Uji Korelasi Data Metereologi dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning Interval Sore.....	52
24. Rekapitulasi Uji Korelasi Data Metereologi dengan Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning.....	52

## DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Bagan Alir Penelitian.....	15
2. Lokasi Pengukuran .....	16
3. Titik Lokasi Pengukuran .....	18
4. Sketsa Pengambilan Data TSP.....	19
5. Alat Pengukuran .....	20
6. Diagram Alir Pengambilan Data TSP.....	22
7. Diagram Alir Pengambilan Data Volume Kendaraan .....	22
8. Diagram Alir Pengambilan Data Metereologi .....	23
9. Diagram Alir Penimbangan Kertas Saring Awal.....	24
10. Diagram Alir Penimbangan Kertas Saring Setelah Pengukuran .....	26
11. Diagram Alir Pengolahan Data TSP.....	26
12. Volume Kendaraan Jalan Letjen Hertasning.....	28
13. Volume Kendaraan Interval Pagi .....	29
14. Volume Kendaraan Interval Siang .....	30
15. Volume Kendaraan Interval Sore .....	31
16. Rekapitulasi Volume Kendaraan di Jalan Letjen Hertasning .....	32
17. Konsentrasi TSP Interval Pagi .....	37
18. Konsentrasi TSP Interval Siang .....	38
19. Konsentrasi TSP Interval Sore.....	39
20. Rekapitulasi Konsentrasi TSP di Jalan Letjen Hertasning .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Perhitungan Konsentrasi TSP .....	58
2. Dokumentasi Pengambilan Data.....	59
3. SNI 7119-3:2017 .....	61

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara merupakan masuknya atau terserapnya zat, energi, atau zat lain kedalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas udara yang di sekitarnya pada tingkat tertentu, yang menyebabkan udara tidak memenuhi fungsinya. Sumber pencemaran udara dapat terjadi secara alamiah maupun akibat aktivitas manusia (sumber antropogenik), seperti kendaraan bermotor dan pembakaran biomasa.

Polusi udara merupakan masalah yang dihadapi baik oleh negara berkembang maupun negara maju. Menurut WHO (2019), lebih dari 90% penduduk di negara-negara berkembang tinggal di lingkungan dengan kualitas udara yang tidak sehat untuk bernafas. Kondisi ini menjadi salah satu penyebab terjadinya sekitar 4,2 juta kematian setiap tahunnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Japan Internatioal Cooperation Agency (JICA)* bahwa sektor transportasi diperkirakan menyumbangkan 70 - 83 % pencemaran udara di daerah perkotaan (Oktaviani, 2018).

Salah satu metode untuk mengetahui kualitas udara di suatu area atau lingkungan adalah dengan mengukur dan melakukan pemantauan konsentrasi parameter yang terdapat dalam udara tersebut. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 ada beberapa parameter baku mutu kualitas udara, salah satunya adalah *Total Suspended Particulate (TSP)*. TSP adalah partikel yang terdiri dari campuran berbagai elemen dan senyawa dengan ukuran partikel yang bervariasi, mulai dari yang sangat kecil hingga sekitar ukuran 100 mikron. Akibat dari paparan TSP yaitu masyarakat dapat berisiko mengalami gangguan kesehatan pernafasan seperti ISPA, asma, efisema, penyakit jantung dan penyakit paru-paru obstruktif kronis (Nurfadillah dan Basri, 2023).

Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan yang ada di Indonesia dengan peningkatan jumlah kendaraan yang cukup pesat. Jumlah volume kendaraan di Kota Makassar telah mencapai 2,1 juta unit kendaraan, dengan pertumbuhan kendaraan roda dua meningkat sebesar 14% per tahun dan roda empat meningkat sebesar 10% per tahun (Zakariah dkk., 2021). Salah satu jalan yang banyak dilalui oleh kendaraan adalah jalan Letjen Hertasning. Ruas Jalan Letjen Hertasning Kota Makassar merupakan tipe jalan dua arah dan terbagi oleh median. Ruas jalan Letjen Hertasning menjadi akses ke pusat perbelanjaan, perhotelan dan juga perkantoran sehingga memiliki volume lalu lintas yang relatif tinggi. Selain itu, ruas Jalan Letjen Hertasning juga merupakan jalan provinsi yang menghubungkan antara kota Makassar dengan kabupaten Gowa. Berdasarkan survei pendahuluan volume kendaraan di Jalan Letjen Hertasning tanggal 27 Juli 2024 pukul 12.00 – 13.00 WITA sepeda motor

sebanyak 2986 unit/jam, kendaraan ringan sebanyak 1283 unit/jam, kendaraan berat sebanyak 76 unit/jam. Volume kendaraan yang banyak ini memungkinkan tingginya konsentrasi TSP di jalan Letjen Hertasning. Tingginya tingkat konsentrasi TSP juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor meteorologi. Faktor meteorologi yang berpengaruh langsung terhadap penyebaran polutan adalah angin serta stabilitas atmosfer. Radiasi tidak secara langsung mempengaruhi dispersi, tetapi mempengaruhi fluktuasi suhu dan tekanan yang akan mempengaruhi angin dan stabilitas atmosfer (Turyanti, 2011).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, beberapa pengertian yang berkaitan dengan kegiatan pemantauan kualitas udara, diantaranya adalah mengenai batas – batas ambien maksimal yang berada di udara. Batas maksimal yang telah ditentukan adalah batas dimana suatu polutan akan berdampak negatif bagi lingkungan, sehingga suatu kota akan dapat dikatakan tercemar oleh suatu senyawa polutan apabila telah melewati batas tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan kajian penelitian terkait “Analisis Tingkat Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Ruas Jalan Letjen Hertasning” untuk mengetahui tingkat konsentrasi TSP di ruas Jalan Letjen Hertasning.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Berapa besar tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) udara ambien pada ruas Jalan Letjen Hertasning?
- b. Bagaimana hubungan konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan volume kendaraan pada ruas Jalan Letjen Hertasning?
- c. Bagaimana hubungan konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan faktor meteorologi pada ruas Jalan Letjen Hertasning?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Menganalisis tingkat konsentrasi konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) udara ambien pada ruas Jalan Letjen Hertasning.
- b. Menganalisis hubungan konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan volume kendaraan pada ruas Jalan Letjen Hertasning.
- c. Menganalisis hubungan konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan faktor meteorologi pada ruas Jalan Letjen Hertasning.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagi Penulis  
Untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar ST (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
- b. Bagi Universitas.  
Dapat digunakan sebagai referensi pada penelitian selanjutnya dalam bidang kualitas udara terutama parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) pada ruas jalan Letjen Hertasning Kota Makassar.
- c. Dapat memberikan pengetahuan pada masyarakat mengenai tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* udara ambien pada ruas jalan Letjen Hertasning.
- d. Bagi Pemerintah  
Menjadi informasi bagi pihak pemerintah tentang tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) udara ambien pada ruas jalan Letjen Hertasning Kota Makassar.

## 1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut:

- a. Parameter pencemar yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Total Suspended Particulate* (TSP).
- b. Lokasi penelitian ini dilakukan di ruas jalan Letjen Hertasning dengan titik penelitian berjumlah 9 titik.
- c. Penelitian dilaksanakan selama 3 hari pada tanggal 31 Juli 2024, 1 Agustus 2024 dan 5 Agustus 2024.
- d. Data meteorologi meliputi kecepatan angin, kelembaban, suhu udara dan tekanan atmosfer.

## 1.6 Teori

### 1.6.1 Udara Ambien

Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungannya. Gas-gas lain yang terdapat dalam udara antara lain gas-gas mulia, nitrogen oksida, hidrogen, metana belerang oksida, amonia dan lain-lain. Apabila susunan udara mengalami perubahan dari susunan normal seperti tersebut di atas dan kemudian mengganggu kehidupan manusia, hewan, tumbuhan, bangunan gedung, dan lain sebagainya maka berarti udara telah tercemar (Hartono, 2020).

Udara dapat digolongkan menjadi dua, yaitu udara ambien dan udara emisi. Udara ambien merupakan udara bebas di permukaan bumi pada lapisan

troposfir yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Sedangkan udara emisi merupakan udara yang dikeluarkan langsung dari sumber emisi seperti knalpot kendaraan bermotor dan cerobong gas buang pabrik. Udara termasuk dalam salah satu sumber daya alam non hayati di dalam ekosistem yang mempunyai hubungan timbal balik dengan makhluk hidup (Anjarsari, 2019).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan berpengaruh terhadap kesehatan manusia.

Berdasarkan SNI 19-7119.6-2005 tentang Udara Ambien. Prinsip pengambilan contoh uji kualitas udara ambien harus memenuhi kriteria berikut:

- a) Area dengan konsentrasi pencemar tinggi. Daerah yang didahulukan untuk dipantau hendaknya daerah-daerah dengan konsentrasi pencemar yang tinggi. Satu atau lebih stasiun pemantau mungkin dibutuhkan di sekitar daerah yang emisinya besar.
- b) Area dengan kepadatan penduduk tinggi. Daerah-daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, terutama ketika terjadi pencemaran yang berat.
- c) Di daerah sekitar lokasi penelitian yang diperuntukkan untuk kawasan studi maka stasiun pengambil contoh uji perlu ditempatkan di sekeliling daerah/kawasan.
- d) Di daerah proyeksi. Untuk menentukan efek akibat perkembangan mendatang di lingkungannya, stasiun perlu juga ditempatkan di daerah-daerah yang diproyeksikan.
- e) Mewakili seluruh wilayah studi. Informasi kualitas udara di seluruh wilayah studi harus diperoleh agar kualitas udara di seluruh wilayah dapat dipantau (dievaluasi).

## 1.6.2 Pencemaran Udara

### 1. Pengertian

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan atau komponen lainnya ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Udara Ambien yang telah ditetapkan. Menurut Abdullah (2018), pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan mineral.

Udara yang telah terkontaminasi zat pencemar disebut udara tercemar yang dapat merusak lingkungan dan kehidupan manusia. Pencemaran udara semakin memburuk seiring dengan kemajuan teknologi, dimana dengan kemajuan teknologi sehingga sumber penghasil polusi udara semakin meningkat (Abidin dan Hasibuan, 2019).

Sumber pencemaran udara dapat dibagi menjadi 3 yaitu: (1) sumber perkotaan dan industri; (2) sumber pedesaan/pertanian; (3) sumber alami. Sumber perkotaan dan industri berasal dari kemajuan teknologi yang mengakibatkan banyaknya pabrik-pabrik industri, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor. Sumber pencemaran udara untuk wilayah pedesaan/pertanian yaitu dengan penggunaan pestisida sebagai zat senyawa kimia (zat pengatur tumbuh dan perangsang tumbuh), virus dan zat lain-lain yang digunakan untuk melakukan perlindungan tanaman atau bagian tanaman. Sedangkan sumber alami berasal dari alam seperti abu yang dikeluarkan akibat gunung berapi, gas-gas vulkanik, debu yang bertiupan akibat tiupan angin, bau yang tidak enak akibat proses pembusukan sampah organik dan lainnya.

## 2. Jenis-Jenis Pencemaran Udara

Menurut Abdullah (2018), ada beberapa jenis pencemaran udara, yaitu:

### a. Berdasarkan Bentuk

1. Gas, adalah uap yang dihasilkan dari zat padat atau zat cair karena dipanaskan atau menguap sendiri. Contohnya:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ .
2. Partikel, adalah suatu bentuk pencemaran udara yang berasal dari zarah - zarah kecil yang terdispersi ke udara, baik berupa padatan, cairan, maupun padatan dan cairan secara bersama - sama. Contohnya: debu, asap, kabut, dan lain - lain.

### b. Berdasarkan Tempat

1. Pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) yang disebut juga udara tidak bebas seperti di rumah, pabrik, bioskop, sekolah, rumah sakit, dan bangunan lainnya. Biasanya zat pencemarnya adalah asap rokok, asap yang terjadi di dapur tradisional ketika memasak, dan lain - lain.
2. Pencemaran udara luar ruang (*outdoor air pollution*) yang disebut juga udara bebas seperti asap dari industri maupun kendaraan bermotor.

### c. Berdasarkan Gangguan atau Efeknya Terhadap Kesehatan

1. Irritansia, adalah zat pencemar yang dapat menimbulkan iritasi jaringan tubuh, seperti  $\text{SO}_2$ , Ozon, dan Nitrogen Oksida.
2. Aspekia, adalah keadaan dimana darah kekurangan oksigen dan tidak mampu melepas Karbon Dioksida. Gas penyebab tersebut seperti  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{CH}_4$ .
3. Anestesia, adalah zat yang mempunyai efek membius dan biasanya merupakan pencemaran udara dalam ruang.

Contohnya; Formaldehide dan Alkohol.

4. Toksik, adalah zat pencemar yang menyebabkan keracunan. Zat penyebabnya seperti Timbal, Cadmium, Fluor, dan Insektisida.
- d. Berdasarkan Susunan Kimia
1. Anorganik, adalah zat pencemar yang tidak mengandung karbon seperti asbestos, amonia, asam sulfat, dan lain - lain.
  2. Organik, adalah zat pencemar yang mengandung karbon seperti pestisida, herbisida, beberapa jenis alkohol, dan lain – lain.
- e. Berdasarkan asalnya
1. Primer, adalah suatu bahan kimia yang ditambahkan langsung ke udara yang menyebabkan konsentrasinya meningkat dan membahayakan. Contohnya: CO<sub>2</sub>, yang meningkat diatas konsentrasi normal.
  2. Sekunder, adalah senyawa kimia berbahaya yang timbul dari hasil reaksi antara zat polutan primer dengan komponen alamiah. Contohnya: *Peroxy Acetil Nitrat (PAN)*.

### 1.6.3 Faktor-Faktor Dispersi Polutan

Menurut Aly dkk (2018), dispersi adalah proses perpindahan, difusi, reaksi kimia dan pengangkutan polutan yang telah diemisikan ke udara oleh atmosfer. Dispersi polutan tidak hanya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah kendaraan yang lewat namun juga faktor lain, yaitu faktor-faktor meteorologis juga sangat mempengaruhi proses dispersi polutan. Faktor-faktor tersebut antara lain:

- a. Temperatur Udara  
Semakin tinggi suhu udara konsentrasi pencemar akan semakin rendah. Hal ini disebabkan pada suhu udara tinggi, densitas udara di permukaan bumi akan menjadi lebih rendah daripada udara di atasnya sehingga menyebabkan terjadinya aliran konveksi keatas membawa berbagai polutan dan menyebabkan konsentrasi polutan menjadi lebih rendah. Sehingga semakin rendah suhu udara kadar pencemar juga akan meningkat (Ilham, 2021).
- b. Kelembaban  
Semakin tinggi kelembaban maka konsentrasi pencemar akan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena pada kondisi kelembaban tinggi, dispersi gas pencemar akan terhambat. Hal ini terjadi karena terbentuknya lapisan udara dingin yang menyebabkan terjadinya akumulasi gas pencemar sehingga dispersi pencemar atau polutan akan terhambat. Pada udara yang lebih lembab polutan sulit untuk berpindah ke atmosfer dan susah untuk terencerkan sehingga pada kondisi ini kadar pencemar akan meningkat saat kelembaban dipermukaan tinggi (Ilham, 2021).
- c. Tekanan Udara  
Dengan keadaan tekanan udara yang tinggi akan menyebabkan polutan udara yang berukuran kecil akan terdispersi. Sedangkan pada tekanan

yang rendah, polutan dengan ukuran yang cukup besar akan sulit terdispersi. Stabilitas atmosfer mempengaruhi sebaran polutan. Semakin stabil atmosfer maka polutan akan terdispersi lebih jauh, sebaliknya jika atmosfer semakin tidak stabil maka polutan terdispersi semakin dekat dengan sumber polutan (Aslim dkk, 2019).

d. Kecepatan Angin

Kecepatan angin yang tinggi akan mempengaruhi cepatnya penyebaran emisi dari sumber ke lingkungan sehingga polutan yang terdispersi mengalami pengenceran dan kadar polutan menjadi lebih rendah. Semakin tinggi kecepatan angin, maka konsentrasi poluan akan semakin kecil karena polutan terbawa angin menjauhi lokasi pengukuran dan pencemar akan terdilusi melalui dispersi sehingga tidak akan terkonsentrasi di lokasi tertentu) (Ilham, 2021).

#### 1.6.4 Baku Mutu Udara Ambien

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Baku Mutu Udara Ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Udara yang melebihi baku mutu dapat merusak lingkungan sekitarnya dan berpotensi mengganggu kesehatan masyarakat. Arah dan tujuan dari penetapan baku mutu udara ambien nasional adalah untuk mencegah pencemaran udara. Baku mutu udara ambien dapat kita lihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 1. Baku Mutu Udara Ambien**

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
1	SO <sub>2</sub> (Sulfur Dioksida)	1 jam	150 µg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
		24 jam	75 µg/m <sup>3</sup>	Aktif manual
		1 Tahun	45 µg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
2	CO (Karbon Monoksida)	1 Jam	1000 µg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
		8 Jam	4000 µg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
		1 Jam	200 µg/Nm <sup>3</sup>	Aktif kontinu
3	NO <sub>2</sub> (Nitrogen Dioksida)	24 Jam	65 µg/Nm <sup>3</sup>	Aktif manual
		1 Tahun	50 µg/Nm <sup>3</sup>	Aktif kontinu
		1 Jam	150 µg/Nm <sup>3</sup>	Aktif kontinu
4	Oksigen Fotokimia (O <sub>x</sub> ) sebagai Ozon O <sub>3</sub>	8 jam	100	Aktif kontinu
		1 Tahun	35 µg/Nm <sup>3</sup>	Aktif kontinu
		3 Jam	160 µg/Nm <sup>3</sup>	Aktif kontinu
5	Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	3 Jam	160 µg/Nm <sup>3</sup>	Aktif kontinu

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
6	Partikulat debu <100 $\mu\text{sm}$ (TSP)	24 Jam	230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif manual
	Partikel <10 $\mu\text{sm}$ (PM <sub>10</sub> )	24 Jam	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif kontinu
		1 tahun	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif manual
	Partikel <2,5 $\mu\text{sm}$ (PM <sub>2,5</sub> )	24 Jam	55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif kontinu
1 Tahun		15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif manual	
7	Timbal (Pb)	24 Jam	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif kontinu

Sumber: PP 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

### 1.6.5 Polutan *Total Suspended Particulate* (TSP)

*Total Suspended Particulate* (TSP) merupakan partikel-partikel yang disebabkan oleh penghancuran, pelembutan, pengolahan, pengepakan dan lain-lain dari bahan-bahan organik maupun anorganik, misalnya batu, biji logam, arang batu, kayu, butir-butir zat padat dan sebagainya. TSP merupakan partikel dengan diameter kurang dari 100  $\mu\text{m}$ . TSP umumnya berasal dari gabungan secara mekanik dan material yang berukuran kasar yang berada di udara, dalam konsentrasi tertentu dapat berbahaya bagi manusia. Partikulat merupakan partikulat-partikulat kecil padatan seperti debu dan droplet cairan misalnya kabut. Beberapa partikulat dalam berbagai bentuk dapat melayang di udara (Af'idah, 2019).

Menurut Sari (2018) dalam Safira (2022), partikulat dapat dikelompokkan berdasarkan ukurannya menjadi dua kategori: partikulat kasar dan partikulat halus. Secara umum, ukuran batas antara keduanya adalah 2,5  $\mu\text{m}$ . Partikulat kasar mencakup partikel dengan ukuran  $\geq 2,5 \mu\text{m}$ , sedangkan partikulat halus terdiri dari partikel dengan ukuran  $\leq 2,5 \mu\text{m}$ . Karakteristik partikulat ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sumber emisi, kondisi iklim seperti curah hujan dan kecepatan angin, proses industri, dan aktivitas di lingkungan udara. Faktor-faktor ini mempengaruhi komposisi material partikel, ukurannya, serta tingkat toksisitasnya.

Bahan-bahan partikel atau debu merupakan bahan-bahan kompleks dan campuran yang terdiri dari partikel-partikel dasar karbon (*carbon based particles*), debu (*dust*), dan aerosol asam (*acid aerosol*). Menurut Yulianto (2020), secara fisik, debu dan partikel dikategorikan sebagai polutan dalam bentuk aerosol udara. Debu yang terdiri dari elemen-elemen padat dapat dibagi menjadi tiga jenis:

1. Debu atau serbuk (*dust*) dapat bervariasi dari ukuran submikroskopik hingga yang lebih besar. Debu dengan ukuran kurang dari 100 mikron umumnya dianggap berbahaya karena dapat dihirup ke dalam sistem pernapasan dan mencapai organ paru-paru.

2. Uap (*fumes*) adalah partikel padat yang dihasilkan dari proses evaporasi atau pemanasan logam, di mana uap logam mengembun menjadi partikel-partikel uap logam. Contoh logam yang menghasilkan uap seperti ini termasuk kadmium dan timbal (Pb).
3. Asap (*smoke*) adalah hasil dari pembakaran yang tidak sempurna, dengan ukuran partikel sekitar 0,5 mikron.

Berdasarkan SNI 7119-3:2017 tentang Cara uji partikel tersuspensi total menggunakan peralatan menggunakan *High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan metode gravimetri pengambilan contoh uji dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a) tempatkan alat uji di posisi dan lokasi pengukuran menurut metode penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien sesuai SNI 19-7119.6
- b) tempatkan filter pada filter holder
- c) hubungkan alat HVAS dengan sumber catu daya. Hidupkan alat pengambil contoh uji selama 24 jam  $\pm$  1 jam, pantau dan catat laju alir udara serta temperatur setiap jam, pastikan laju alir udara berada pada rentang 1,1 m<sup>3</sup>/menit sampai dengan 1,7 m<sup>3</sup>/menit. Catat lokasi, tanggal, waktu, dan tekanan barometer.
- d) matikan alat HVAS, pindahkan filter secara hati-hati, jaga agar tidak ada partikel yang terlepas. Lipat filter dengan posisi contoh uji berada di bagian dalam lipatan. Simpan filter tersebut ke dalam wadah penyimpan filter dan beri identitas.

Selain itu, persyaratan pemilihan lokasi juga harus sesuai dengan kriteria SNI 19-7119.9-2005 tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara *roadside*. Berikut beberapa petunjuk yang dapat digunakan dalam pemilihan titik pengambilan contoh uji adalah:

- a) pilih lokasi pengambilan contoh uji di stasiun *roadside*.
- b) tempatkan alat pengambilan contoh uji yang alirannya bebas.
- c) tempatkan alat pengambil contoh uji pada lokasi yang tidak terpengaruh oleh peristiwa adsorpsi maupun absorpsi.
- d) tempatkan alat pengambilan contoh uji di tempat yang aman yang bebas dari pengganggu fisika.
- e) hindari daerah yang rawan kerusakan, bencana alam seperti banjir
- f) perhatikan tipe jalan (lebar, sempit, *canyon* atau jalan tol, demikian juga persimpangan jalan, perhentian kendaraan).

### 1.6.6 Klasifikasi Kendaraan

Ada beberapa klasifikasi kendaraan bermotor, antara lain (Pratomo, 2018) :

1. Kendaraan berat/*Heavy Vehicle* (HV) adalah kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda meliputi bus, truk, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi.
2. Kendaraan ringan/*Light Vehicle* (LV) adalah kendaraan bermotor dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0-3,0 m. Kendaraan ini meliputi mobil penumpang, microbus, pick up, truk kecil.

3. Sepeda Motor (*Motorcycle*) adalah kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda, meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3.
4. Kendaraan tak bermotor (*Unmotorcycle*) adalah kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh manusia atau hewan, meliputi sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta.

### 1.6.7 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2022, klasifikasi jalan berdasarkan sistem jaringan jalan sebagai berikut:

1. Jalan arteri, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna
2. Jalan kolektor, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Selain itu klasifikasi jalan juga dikelompokkan berdasarkan status jalan sebagai berikut:

1. Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
3. Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
4. Jalan kota, merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan desa, Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa serta jalan lingkungan.

### 1.6.8 Perhitungan Konsentrasi TSP

*Total Suspended Particulate* (TSP) yang umumnya berasal dari gas buang kendaraan bermotor. Berdasarkan SNI 7119-3:2017 dapat dihitung konsentrasinya dalam  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dapat dengan persamaan (1):

1. Koreksi laju alir pada kondisi standar

Koreksi laju alir pada kondisi standar dapat dihitung menggunakan persamaan (1):

$$Q_s = Q_0 \times \left[ \frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

$Q_s$  = laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar ( $\text{Nm}^3/\text{menit}$ )

$Q_0$  = Laju alir volume uji ( $\text{m}^3/\text{menit}$ )

$T_s$  = Temperatur standar, 298 K

$T_0$  = Temperatur rata-rata aktual ( $273 + T_{\text{ukur}}$ ) dimana  $Q_0$  ditentukan

$P_s$  = Tekanan barometrik standar, 101,3 kPa (760 mmHg)

$P_0$  = Tekanan barometrik rata-rata aktual dimana  $Q_0$  ditentukan

2. Volume udara yang diambil

Volume udara yang diambil dapat dihitung menggunakan persamaan (2):

$$V = \frac{\sum_{s=1}^n Q_s}{n} \times T \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$V$  = volume udara yang diambil ( $\text{m}^3$ )

$Q_s$  = Laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar ke-s ( $\text{m}^3/\text{menit}$ )

$T$  = durasi pengambilan contoh uji (menit)

$n$  = Jumlah pecatatan laju reaksi

3. Perhitungan Konsentrasi TSP di Udara Ambien

Perhitungan Konsentrasi TSP dapat digunakan persamaan (3):

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V_{\text{std}}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

$C$  = Konsentrasi massa partikel tersuspensi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$W_1$  = Berat filter awal (g)

$W_2$  = Berat filter akhir (g)

$V_{\text{std}}$  = Volume contoh uji udara dalam keadaan standar ( $\text{m}^3$ )

$10^6$  = Konversi gram (g) ke mikrogram ( $\mu\text{g}$ ).

Nilai konsentrasi hasil perhitungan di atas merupakan nilai konsentrasi dengan waktu pengukuran 1 jam. Untuk dapat dilakukan perbandingan dengan nilai baku mutu udara ambien yang berlaku maka harus dikonversi terlebih dahulu agar didapat nilai pendekatan konsentrasi TSP untuk waktu pengukuran 24 jam. Persamaan konversi Canter menggunakan persamaan (8) di bawah ini:

$$C_1 = C_2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^p \dots\dots\dots(4)$$

keterangan:

- $C_1$  = Konsentrasi yang setara dengan konsentrasi TSP di udara dengan waktu pengukuran 24 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- $C_2$  = Konsentrasi TSP di udara dengan waktu pengukuran selama 1 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- $t_1$  = Waktu pengukuran selama 24 jam
- $t_2$  = Waktu pengukuran saat dilakukan pengambilan sampel
- $p$  = Faktor konversi dengan nilai 0,159.

### 1.6.9 Uji Statistik

Uji statistik yang dilakukan adalah uji *Paired T-Test*, uji normalitas dan uji korelasi menggunakan aplikasi SPSS 22.

1. Uji *Paired T-Test* merupakan uji parametrik yang dapat digunakan pada dua data berpasangan. Tujuan dari uji ini adalah untuk melihat apakah ada perbedaan rata-rata antara dua sampel yang saling berpasangan atau berhubungan. Karena berpasangan, maka data dari kedua sampel harus memiliki jumlah yang sama atau berasal dari sumber yang sama. Setelah diketahui hasil dari uji “t” maka dapat disimpulkan hasil dengan mengacu pada dasar-dasar pengambilan keputusan dalam uji *Paired Sample T-Test* yaitu, sebagai berikut (Haryanti dkk., 2021):
  - a. Jika nilai signifikansi (Sig.) (2-taitel) < 0,05, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.
  - b. Jika nilai signifikansi (Sig.) (2-taitel) > 0,05, maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak.
2. Uji normalitas merupakan uji untuk menentukan apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak normal sehingga pemilihan statistik dapat dilakukan dengan tepat. Uji normalitas pada program SPSS dapat dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov* dan uji *Shapiro-Wilk*. Pengambilan kesimpulan dalam hasil uji normalitas yaitu:
  - a. Jika nilai signifikansi (Sig.) (2-taitel) > 0,05, maka data dinyatakan berdistribusi normal
  - b. Jika nilai signifikansi (Sig.) (2-taitel) < 0,05, maka data dinyatakan berdistribusi tidak normal.

Dalam uji normalitas dengan jumlah sampel <50 maka disarankan menggunakan uji normalitas cara *Shapiro-Wilk* karena memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi untuk mendeteksi sebaran data yang tidak normal pada data yang kurang dari <50.
3. Uji korelasi digunakan untuk menentukan keeratan hubungan antara dua atau lebih variabel berbeda yang digambarkan dengan ukuran koefisien korelasi. Koefisien korelasi merupakan koefisien yang

menggambarkan kedekatan hubungan antara dua atau lebih variabel. Korelasi pearson berada di antara -1 hingga 1 dimana jika bernilai positif maka hubungan itu menunjukkan searah dan bersifat bertambah, dan sebaliknya jikalau bernilai negatif maka menunjukkan hubungan searah akan dan bersifat berkurang. Untuk tingkat keeratan dapat dideskripsikan ,seperti tabel berikut:

**Tabel 2. Tingkat Keeratan Korelasi**

Interval Koefisien	Keeratan Korelasi
0,00 – 0,20	Sangat lemah
0,21 – 0,40	Lemah
0,41 – 0,70	Moderat/sedang
0,71 – 0,90	Kuat
0,91 – 0,99	Sangat Kuat
1	Korelasi sempurna

Sumber: Nugroho, (2005)

Pengambilan kesimpulan dalam hasil uji korelasi yaitu:

- Jika nilai signifikansi (Sig.) (2-taitel) > 0,05, maka data dinyatakan tidak memiliki korelasi.
- Jika nilai signifikansi (Sig.) (2-taitel) < 0,05, maka data dinyatakan memiliki korelasi.

#### 1.6.10 Alat *High Volume Air Sampler* (HVAS)

Berdasarkan SNI 19-7119.3-2005 tentang Udara Ambien – Bagian 3: Cara Uji Partikulat menggunakan Peralatan *High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan Metode Gravimetri, HVAS merupakan peralatan yang digunakan untuk pengumpulan kandungan partikel melalui filtrasi sejumlah besar volume udara di atmosfer dengan memakai pompa vakum kapasitas tinggi, yang dilengkapi dengan filter dan alat ukur serta kontrol laju alir. HVAS bekerja dengan penghisap udara yang ada disekitarnya dan menangkap partikel dengan menggunakan filter pada lapisan atas, filter yang digunakan sebelumnya telah ditimbang, sehingga diketahui berat filter kosong tanpa sampel yang terperangkap didalamnya. Bagian penutup HVAS paling atas merupakan tutupan alat seperti atap rumah yang menjaga filter dari air hujan dan mencegah masuknya pertikel yang terlalu besar. Ukuran pertikel yang terkumpul dipengaruhi oleh arah angin disekitar lokasi pengambilan sampel, salah satu modifikasi yang biasanya dilakukan adalah dengan memanfaatkan ukuran filter tertentu sehingga hanya partikel dengan ukuran tertentu saja yang dapat terkumpul didalamnya (Sodikin, 2020).

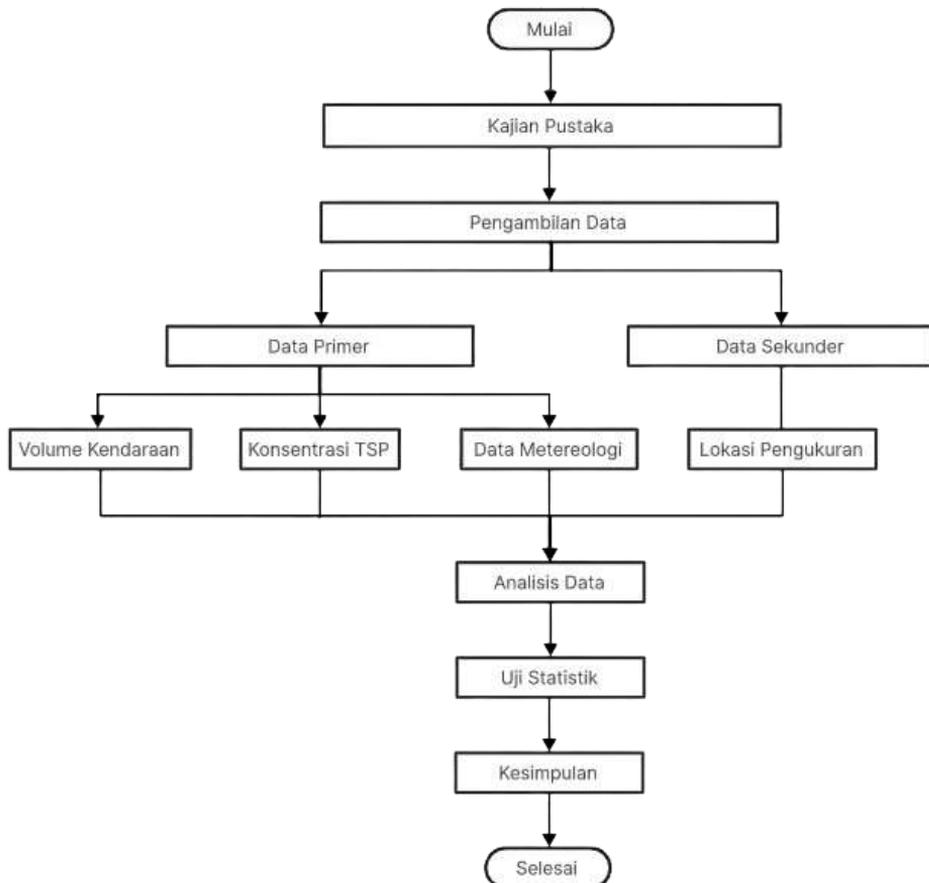
Prinsip kerja dari *High Volume Air Sampler* adalah menarik udara bebas menggunakan pompa melalui suatu inlet yang memiliki ukuran tertentu sehingga hanya partikulat yang memiliki ukuran yang sesuai atau lebih kecil yang dapat melaluinya. Setelah melalui inlet tersebut, partikulat akan menempel pada kertas filter. Laju alir udara dijaga 1200 L/menit selama 24 jam periode

pengukuran. Partikulat di permukaan filter kemudian ditimbang dengan timbangan dalam ruangan bersuhu 15-27<sup>0</sup>C dan kelembaban 0-50% (Zahra dkk, 2022).

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Rancangan Penelitian

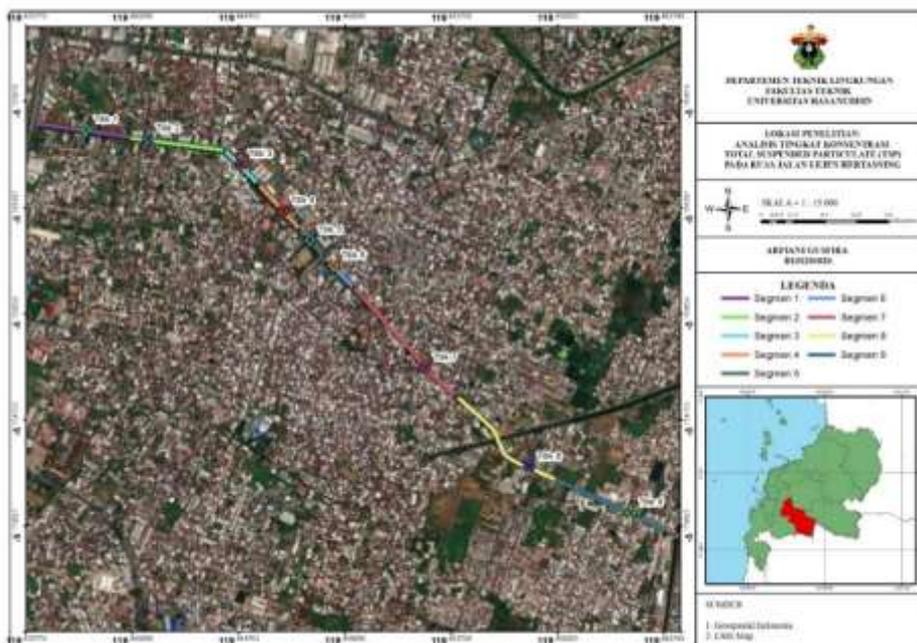
Penelitian ini diawali dengan melakukan tinjauan literatur dan penelitian-penelitian terdahulu yang nantinya dijadikan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian. Setelah itu, dilakukan identifikasi dan perumusan masalah, penentuan titik sampling, serta pengumpulan data primer dan data sekunder. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif, dimana data yang diperoleh dari pengukuran langsung seperti pencemaran udara, volume kendaraan, dan data meteorologi dianalisis. Penelitian ini menghasilkan data tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* pada ruas jalan Letjen Hertasning. Penelitian ini menggunakan alat *High Volume Air Sampler* pada setiap interval berdasarkan SNI SNI 7119-3:2017. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## 2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengukuran dilaksanakan di Jalan Letjen Hertasning, Kota Makassar pada tanggal 31 Juli 2024, 1 Agustus 2024 dan 5 Agustus 2024. Pengukuran dilakukan pada 9 titik lokasi. Penentuan titik lokasi berdasarkan SNI 19-7119.9-2005 tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara *roadside*. Selain itu, penentuan titik lokasi juga mempertimbangkan pertigaan, perempatan dan arah putar balik dominan. Tipe Jalan Letjen Hertasning yaitu 6/2 UD (enam-lajur dua arah dengan median). Jalan ini memiliki bahu jalan dengan lebar 2,10 m, lebar jalan 15,4 m, tinggi median 0,15 m dan panjang jalan sebesar 2,753 m. Lokasi pengukuran dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 2. Lokasi Pengukuran**

Pengukuran TSP menggunakan alat *High Volume Air Sampler* berdasarkan SNI 7119-3:2017 tentang cara uji partikel tersuspensi total menggunakan peralatan *High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan metode gravimetri. Pengukuran TSP dilakukan selama 3 interval dengan masing-masing interval selama 1 jam. Waktu dan titik lokasi pengukuran dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 3. Waktu dan Titik Lokasi Pengambilan Data TSP**

Lokasi	Lokasi	Interval Pagi	Interval Siang	Interval Sore
T1	Samping kiri kimia farma dan depan Bank BRI	Pukul 07.00 - 08.00	Pukul 11.00 - 12.00	Pukul 16.00 - 17.00

Lokasi	Lokasi	Interval Pagi	Interval Siang	Inrerval Sore
T2	Samping kiri Raja Buah	Pukul 08.15 – 09.15	Pukul 12.15 - 13.15	Pukul 17.15 - 18.15
T3	Depan Apotek Bersaudara	Pukul 09.30 - 10.30	Pukul 13.30 - 14.30	Pukul 18.30 - 19.30
T4	Depan Klinik PLN Panakkukang	Pukul 07.00 - 08.00	Pukul 11.00 - 12.00	Pukul 16.00 - 17.00
T5	Depan PLN (Persero) Wilayah Sul-Sel	Pukul 08.15 - 09.15	Pukul 12.15 - 13.15	Pukul 17.15 - 18.15
T6	Samping Sangir Talaud	Pukul 09.30 - 10.30	Pukul 13.30 - 14.30	Pukul 18.30 - 19.30
T7	Samping Es Teler Durian	Pukul 07.00 - 08.00	Pukul 11.00 - 12.00	Pukul 16.00 - 17.00
T8	Samping BFI Finance	Pukul 08.15 - 09.15	Pukul 12.15 - 13.15	Pukul 17.15 - 18.15
T9	Samping Sinar Galesong Mandiri	Pukul 09.30 - 10.30	Pukul 13.30 - 14.30	Pukul 18.30 - 19.30

Berikut gambar titik lokasi pengukuran polutan TSP sebagai berikut:

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Titik 4



Titik 5



Titik 6



Titik 7



Titik 8

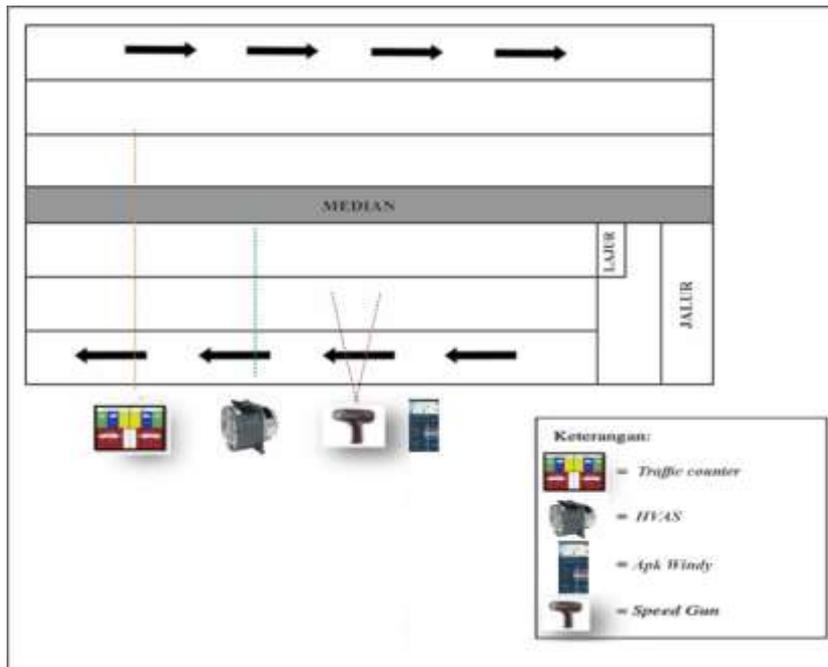


Titik 9



**Gambar 3. Titik Lokasi Pengukuran**

Berikut sketsa pengambilan data TSP sebagai berikut:



**Gambar 4. Sketsa Pengambilan Data TSP**

## 2.3 Bahan Uji dan Alat

### 2.3.1 Bahan Uji

Adapun bahan yang digunakan dalam pengukuran polutan TSP yaitu kertas saring *Whatman GF/A Glass Microfiber Filters*.

### 2.3.2 Alat

Pengukuran ini menggunakan alat-alat yang dapat dilihat pada gambar berikut ini:





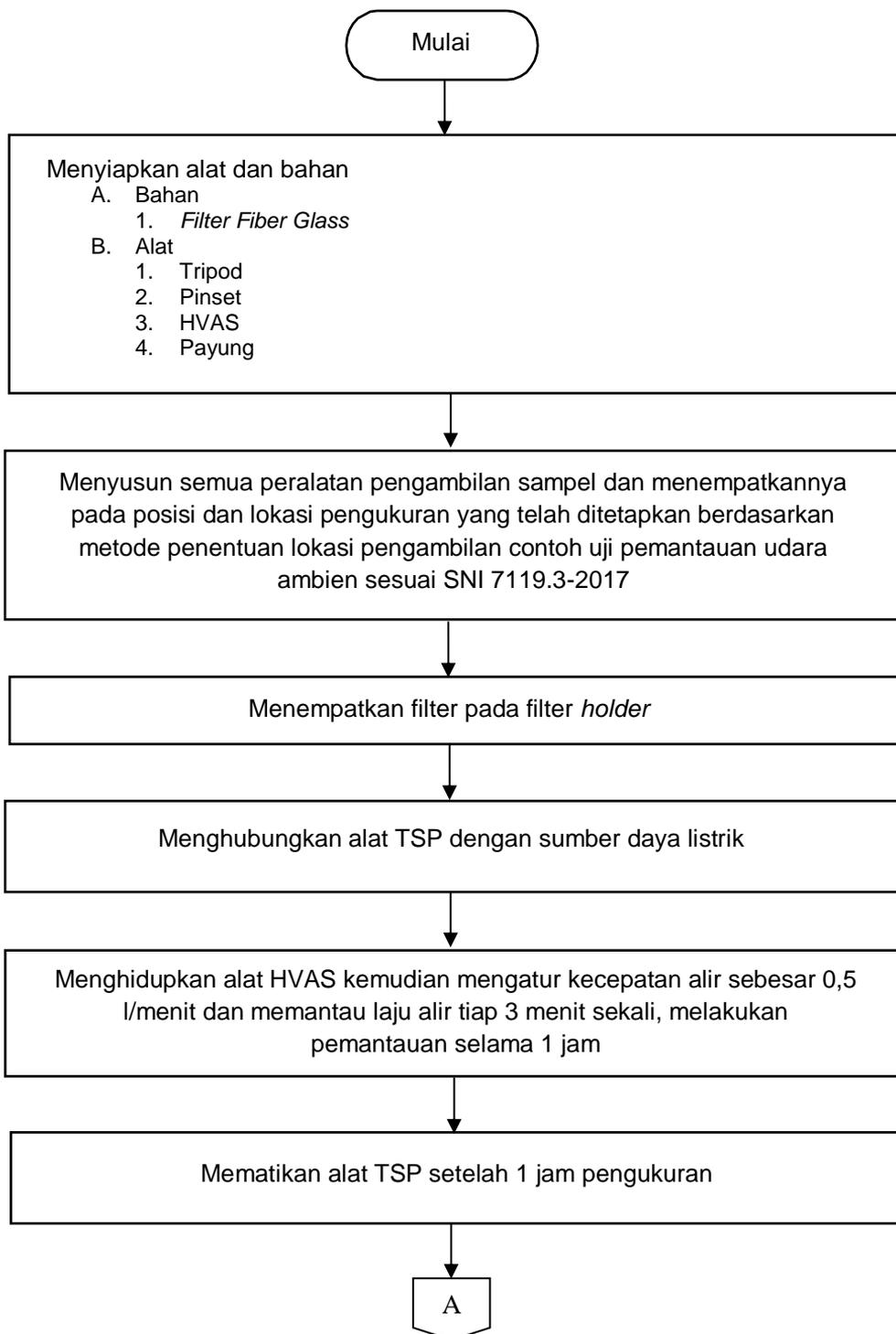
**Gambar 5. Alat Pengukuran**

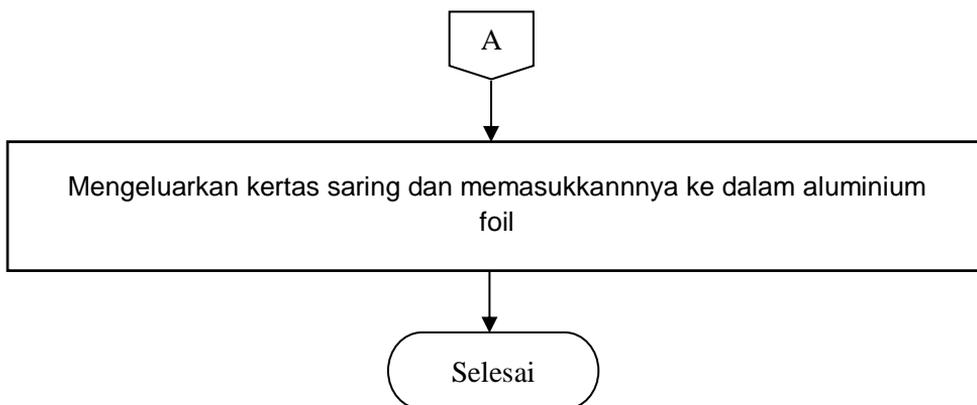
- a. *Windy app* berfungsi untuk mengukur tekanan udara, suhu, kelembaban, arah angin, dan curah hujan.
- b. Timbangan analitik berfungsi untuk menimbang kertas filter
- c. Payung berfungsi untuk melindungi alat dari panas matahari
- d. *Stopwatch* berfungsi untuk mengukur lamanya waktu selama melakukan pengukuran
- e. Tripod berfungsi berfungsi untuk tempat dudukan alat HVAS dan *weather station*
- f. *Roll Meter* berfungsi untuk sumber aliran listrik
- g. *Traffic Counter* berfungsi untuk menghitung volume kendaraan
- h. Kertas Filter berfungsi untuk menyaring partikel yang ada di udara ambient
- i. *High Volume Air Sampler* berfungsi untuk menghisap partikel yang terakumulasi dalam filter

## 2.4 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan dilakukan dengan pengukuran secara langsung di lapangan yaitu tingkat konsentrasi TSP, volume kendaraan, data meteorologi. Data sekunder yang dibutuhkan yaitu peta lokasi menggunakan *google earth*. Volume kendaraan diperoleh dengan cara melakukan perhitungan jumlah kendaraan dengan menggunakan aplikasi *traffic counter* selama satu jam pengukuran. Data meteorologi diperoleh dengan menggunakan aplikasi *windy.app*. Pengukuran TSP dilakukan dengan menggunakan alat *High Volume Air Sampler*. Berikut langkah-langkah pengambilan data polutan TSP di lapangan:

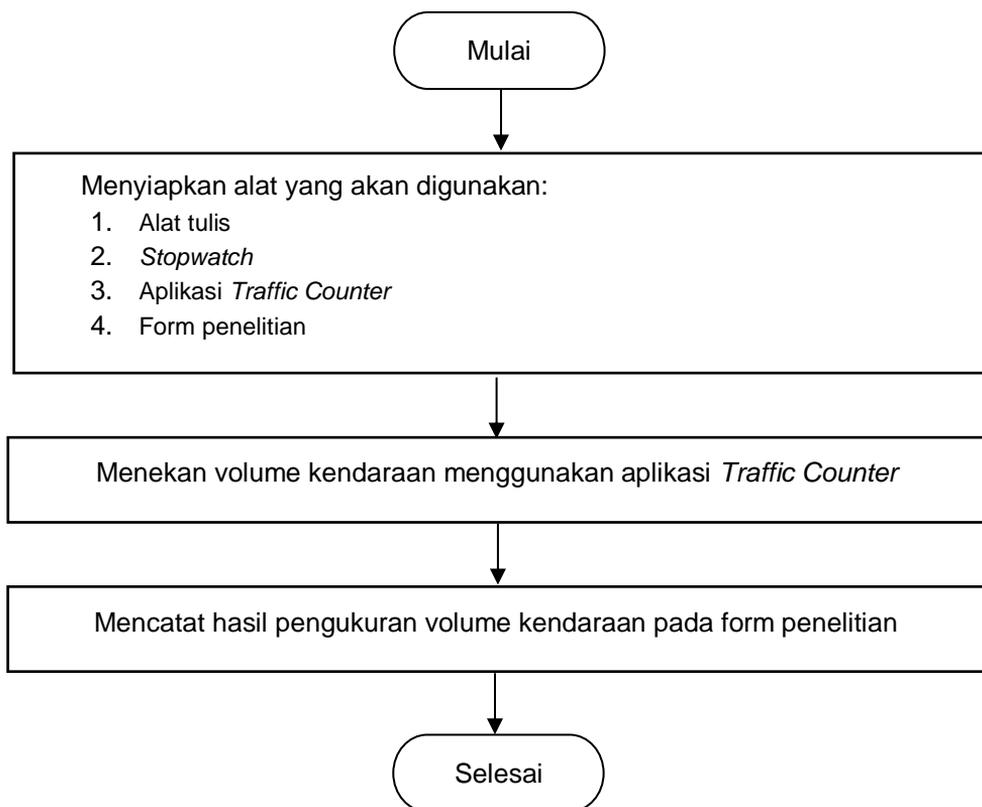
### 2.4.1 Metode Pengambilan Data TSP





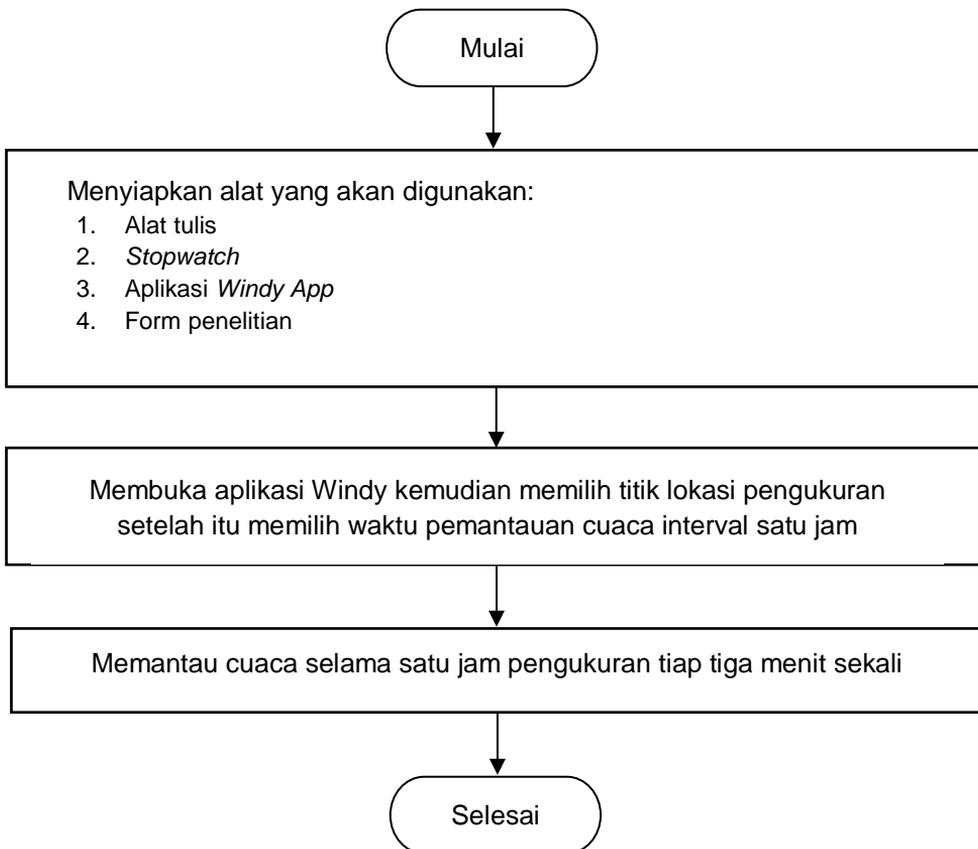
**Gambar 6. Diagram Alir Pengambilan Data TSP**

#### 2.4.2 Metode Pengambilan Data Volume Kendaraan



**Gambar 7. Diagram Alir Pengambilan Data Volume Kendaraan**

### 2.4.3 Metode Pengambilan Data Metereologi

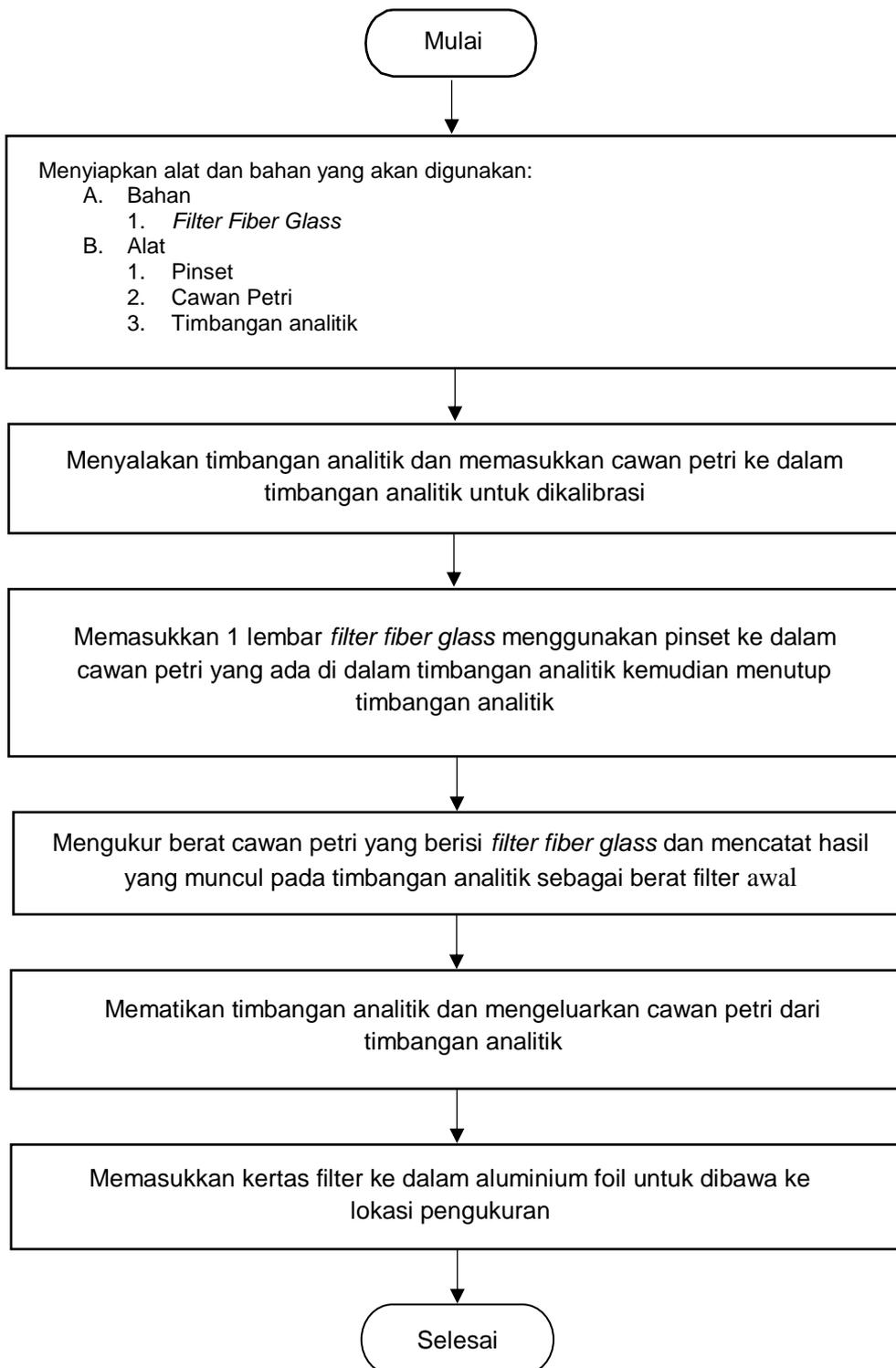


**Gambar 8. Diagram Alir Pengambilan Data Metereologi**

## 2.5 Teknik Analisis

Analisis data dilakukan dengan metode *Gravimetri* menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui tingkat konsentrasi TSP pada ruas Jalan Letjen Hertasning. Teknik analisis dilakukan dengan pendekatan kuantitatif. Dari hasil pengukuran akan dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 1, 2, 3 dan 4 berdasarkan SNI 7119-3:2017. Setelah didapatkan hasil dari perhitungan selanjutnya akan diuji statistik yaitu uji *Paired Sample T-Test* antara hasil yang didapatkan setiap interval untuk melihat perbedaan konsentrasi yang didapatkan selama pengukuran dan uji korelasi pearson untuk mengetahui hubungan antara volume kendaraan yang melewati titik pengukuran dengan konsentrasi TSP yang dihasilkan dan hubungan data metereologi dengan konsentrasi TSP selama pengukuran.

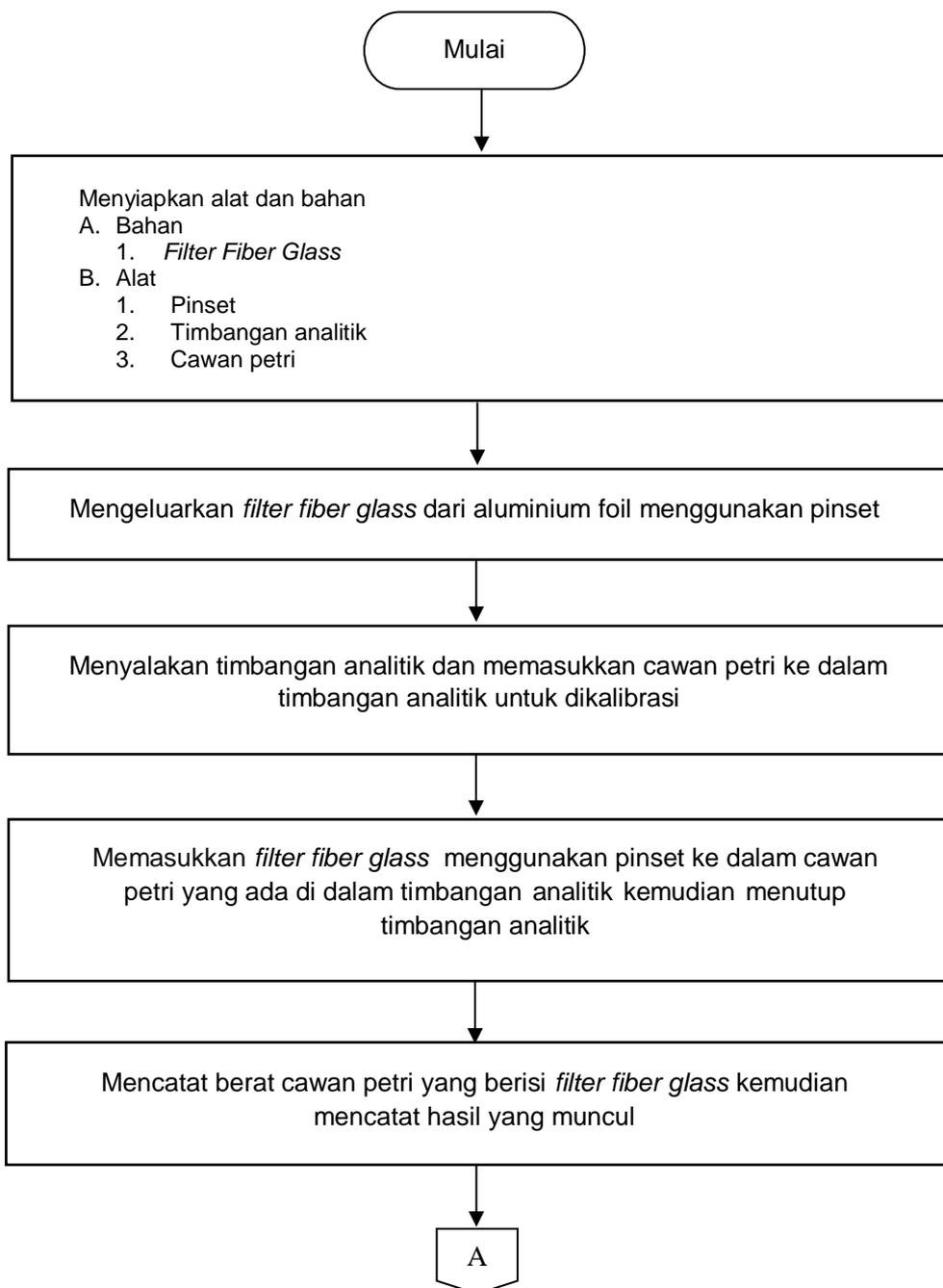
### 2.5.1 Penimbangan Kertas Saring Awal

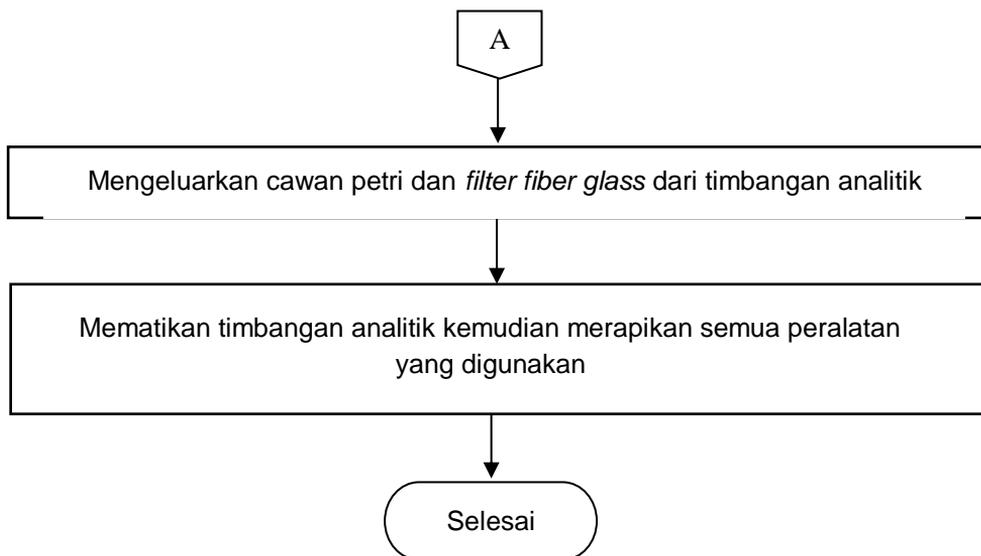


Gambar 9. Diagram Alir Penimbangan Kertas Saring Awal

### 2.5.2 Penimbangan Kertas Saring Setelah Pengukuran

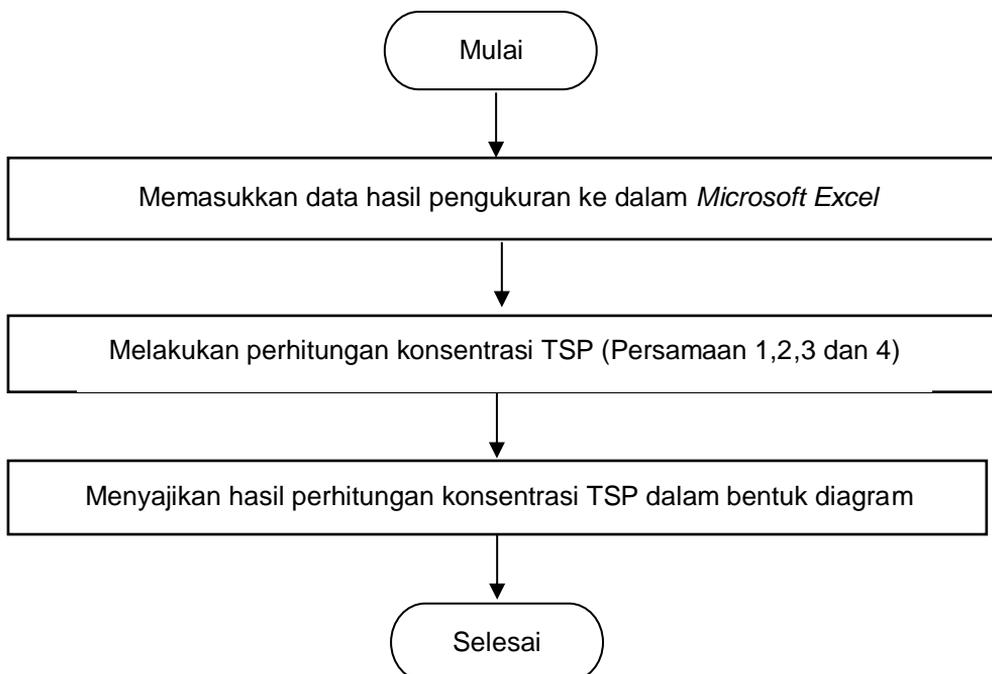
Setelah melakukan pengukuran di lapangan, maka data yang diperoleh akan dianalisis. Adapun tahapan analisis data dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:





**Gambar 10. Diagram Alir Penimbangan Kertas Saring Setelah Pengukuran**

### 2.5.3 Pengolahan Data TSP



**Gambar 11. Diagram Alir Pengolahan Data TSP**

#### 2.5.4 Uji Statistik

Adapun langkah-langkah melakukan uji *Paired Sample T-Test* dalam program SPSS adalah sebagai berikut:

1. Menginput data yang akan dianalisis
2. Klik *Analyze>Compare Means>Paired Sample T-Test*
3. Selanjutnya akan muncul kotak dialog dengan nama *Paired Sample T-Test*, pindahkan data yang akan diuji pada masing-masing kolom variabel
4. Kemudian klik OK, maka hasil pada *output* program SPSS akan muncul

Adapun langkah-langkah melakukan uji normalitas dalam program SPSS adalah sebagai berikut:

1. Menginput data yang akan dianalisis
2. Klik *Analyze>Descriptive Statistic>Explore*
3. Masukkan data yang akan diuji dalam *Dependent List*
4. Klik menu *Options>Exclude cases listwise>Continue*
5. Klik menu *Statistics>Descriptive>Continue*
6. Klik *Plots* kemudian centang *Normality Plots With Tests*
7. Kemudian klik OK, maka hasil pada *output* program SPSS akan muncul

Adapun langkah-langkah melakukan uji korelasi pearson dalam program SPSS adalah sebagai berikut:

1. Menginput data yang akan dianalisis
2. Klik *Correlate>Bivariate*
3. Selanjutnya akan muncul kotak dialog dengan nama *Bivariate Correlation*, pindahkan data yang akan diuji pada masing-masing kolom variabel
4. Kemudian klik OK, maka hasil pada *output* program SPSS akan muncul