

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* DI RUAS JALAN
AP PETTARANI KOTA MAKASSAR**



SAFIRA PUTRI H. MALIK

D131 18 1307

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* DI RUAS JALAN
AP PETTARANI KOTA MAKASSAR**

Diajukan sebagai Tugas Akhir dalam Rangka Penyelesaian Studi Sarjana S1
Teknik Lingkungan pada Program Studi Teknik Lingkungan



SAFIRA PUTRI H. MALIK

D131 18 1307

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Judul : **Analisis Total Suspended Particulate di Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : Safira Putri H. Malik D131181307

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 1 Desember 2022

Pembimbing I

Rasdiana Zakaria, S.T., M.T.
NIP. 198510222019032011

Pembimbing II

Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M. Eng.
NIP. 199501152021074001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.
NIP. 197204242000122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Safira Putri H. Malik

Nim : D131181307

Program Studi : Teknik Lingkungan

Jenjang Studi : Strata 1 (S1)

Menyatakan bahwa karya tulis dengan judul:

***“Analisis Total Suspended Particulate di Ruas Jalan AP Pettarani
Kota Makassar”***

Adalah karya tulis saya sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun. Adapun semua informasi yang tertulis dalam karya tulis ini yang bersumber dari penulis lainnya telah dicantumkan sumber dan tahun penerbitannya. Jika terdapat pihak yang merasa terdapat kesamaan judul atau hasil yang diperoleh dengan karya tulis ini maka saya siap untuk dimintai pertanggungjawaban mengenai hal tersebut.

Makassar, 30 November 2022

Yang membuat pernyataan



Safira Putri H. Malik

D131181307

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan hidayahNya yang telah memberikan kelapangan dan kemudahan di dalam penulisan tugas akhir ini serta dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, penulisan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Total Suspended Particulate di Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar**” dapat penulis selesaikan. Shalawat dan taslim senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang dikenal sebagai sang revolusioner sejati serta teladan bagi umat muslim.

Penulisan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam jenjang perkuliahan Strata I sekaligus salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari hambatan dan kesulitan, namun berkat bimbingan, bantuan, nasihat dan saran serta kerjasama dari berbagai pihak, khususnya pembimbing, segala hambatan tersebut akhirnya dapat diatasi dengan baik. Pada penulisan tugas akhir ini ini tentunya tidak lepas dari kekurangan, baik aspek kualitas maupun aspek kuantitas dari materi penelitian yang disajikan. Semua ini didasarkan dari keterbatasan pengalaman yang dimiliki penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari sempurna sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kemajuan pendidikan di masa yang akan datang. Selanjutnya dalam penulisan tugas akhir ini penulis banyak diberi bantuan dan masukan oleh berbagai pihak sehingga dalam kesempatan ini penulis dengan tulus hati mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, Ibu Dr. Yolanda Pateda dan Bapak Dr. Harto Malik yang senantiasa mendukung penulis sepanjang masa dengan penuh kasih sayang. Penulis tidak dapat meraih apa yang digapai saat ini tanpa mereka. Begitu pula terkhusus kepada Kakak kandung saya Rahmat Safrin Malik, S.T. (M.T. *soon*) telah memberikan dukungan dan juga antar-jemputnya selama ini jika saudaranya ingin pergi jalan-jalan ataupun mengurus sesuatu.

2. Para sahabat tersayang “Nyamuls” yang terdiri dari Ai Ginna Solehah, Nahla Zaki Alamri, Latifa Mahdayani Abdul, Nur’ain Maghfirah Tangkudung, Elfira S. Yusuf, Devina Christianti Hambali, Miftah N. Utari Ilahude, Shafira Rahmatiyah hamzah, Jeane Kirania, Shafira Nur Kamarullah dan Miya Permatasari Sunardi yang menjadi tempat curhat, keluh kesah dan kabar bahagia penulis dari masa SMA sampai sekarang. Dan juga telah menemani penulis dalam menyusun tugas akhir dengan *videocall*-an setiap malam. *You all know i love you guys.*
3. Para guru penulis sejak TK, SD, SMP, SMA, serta dosen di Universitas. Dengan jasa mereka, penulis dapat mengenyam indahny pendidikan dan dahsyatnya manfaat ilmu pengetahuan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isram Ramli, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
7. Ibu Rasdiana Zakaria, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I telah membimbing dan mengarahkan penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
8. Ibu Nurul Masyiah Rani Harusi, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu serta membagikan ilmunya dalam memberikan pengarahan dan bimbingan sehingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Terima kasih banyak atas segala ilmu dan kesabarannya dalam membimbing penulis.
9. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T. dan Ibu Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T. yang telah memberi masukan dan saran sebagai dosen penguji penulis serta telah banyak membimbing dan mengajari penulis selama masa perkuliahan.

10. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun.
11. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terutama kepada staf S1 Teknik Lingkungan Ibu Sumiati, Pak Olan dan Ibu Utami.
12. Dessy Permatasari Rachmawati dan Andi Annisa Tenri Ramadhani yang telah mengisi dan menemani perkuliahan dari awal semester dan yang sudah memberikan banyak bantuan serta dukungan, menjemput untuk sama-sama pergi ke kampus walaupun dari Sudiang maupun Sungguminasa, nginap bareng dan masak-masaknya di menara putri, selalu setia menjadi pendengar keluh kesah dan curhatan penulis. Harus tetap saling jaga komunikasi ya *bestie*.
13. Annisa Fitri Mustafa telah menjadi teman yang mendukung dan membantu penulis dalam segala hal pada masa perkuliahan, partner kost menara putri gowa yang menjadi tetangga Abdesir-Pettarani, tim sulawesi bagian atas terbaik (Gorontalo-Manado), partner *capstone* yang selalu berdua siang hari melawan terik matahari untuk survei sebanyak-banyaknya di Kecamatan Mariso dan kalau ketemu bicara pasti bahasanya kami berdua campur aduk.
14. Nur Rahmawati Amir yang sudah menjadi *call center* dalam segala hal, jalan-jalan yang hampir tempat di Sulawesi Selatan yang *hits* didatangi, rumahnya tempat *to the rescue*-nya penulis dan saudari Rizki Amalia untuk *healing*.
15. Andi Dania Triska Fiyanda, Rizki Amalia, Sri Anugrah Salim, Savirah Nurul Aulia, Nur Khafifah Rusni, Aurelia Dinda Zhafirah, Fadilla Meutia Anugerah, Andi Syahratul Naifah Asdi yang telah memberikan canda, motivasi, *life-hack* dan saling berbagi satu sama lain, lawakannya yang ternyata semua merupakan anggota *Stand-Up Comedy*, pengingat kelas dengan saling menelpon jika ada yang belum bangun dan belum *join zoom*. Risdianti Sapanna dan Angeline Tongli yang telah menjadi tetangga kost dan partner janji jalan kaki ke kampus dengan pakaian maba (hitam-putih) hingga tidak

maba (berwarna) lagi. Terima kasih telah bersedia berjuang bersama selama perkuliahan.

16. Wulandari Ramadhani selaku partner dalam proses asistensi tugas akhir, *survey* Jalan AP Pettarani dan pengambilan data di tengah teriknya panas matahari, PP Makassar-Gowa untuk analisis data hingga melawan rasa ngantuknya pagi hari untuk pengambilan data.
17. Teman-teman Cowok Teknik Lingkungan 18 atas segala bantuan terutama antar-jemput penulis, membawa kendaraan penulis ke bengkel, tim *to the rescue* jika ada kendala/ masalah, bantuan dan ajaran mendesainnya serta menemani dengan senang hati proses pengukuran penelitian penulis.
18. Teman-teman Lab. Riset Kualitas Udara dan Bising 2018 dengan hiburan, dukungan, bantuan serta semangat yang diberikan kepada penulis.
19. Teman-teman Teknik Lingkungan 2018 dan TRANSISI 2019 atas segala bantuan, cerita, dan kenangan selama masa perkuliahan.
20. Dan kepada rekan, sahabat, saudara dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan banyak terimakasih atas setiap bantuan dan doa yang diberikan.

Semoga Allah membalas kebaikan semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna sehingga sangat diperlukan kritik maupun saran yang membangun, agar kedepannya bisa memperbaiki penelitian selanjutnya. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan

Makassar, 22 November 2022

Penulis,

Safira Putri H. Malik
D131 18 1307

ABSTRAK

SAFIRA PUTRI H. MALIK. *Analisis Total Suspended Particulate di Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar* (Dibimbing oleh **Rasdiana Zakaria** dan **Nurul Masyiah Rani Harusi**).

Ruas Jalan AP Pettarani merupakan salah satu ruas jalan utama yang menjadi pusat kegiatan di kawasan perkotaan di Kota Makassar. Kawasan pada ruas jalan ini hampir seluruhnya merupakan kawasan komersial dan perkantoran. Hal ini menyebabkan tingginya aktivitas lalu lintas kendaraan bermotor dan seringkali terjadi kemacetan. Aktivitas ini dapat menyebabkan penurunan kualitas udara serta menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia. Salah satu bahan pencemar udara yaitu *Total Suspended Particulate* (TSP).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi TSP pada udara ambien serta keluhan gangguan kesehatan yang dirasakan oleh masyarakat yang berada di sekitar Ruas Jalan AP Pettarani. Terdapat 6 titik ruas jalan sebagai lokasi pengambilan sampel TSP maupun kuesioner. Pengukuran dilakukan menggunakan alat HVAS (*High Volume Air Sampler*) untuk konsentrasi TSP dan media *Google Form* untuk menyebarkan kuesioner pada masyarakat sekitar Ruas Jalan AP Pettarani.

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi TSP pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar berkisar antara $183,93 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ – $301,64 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Selanjutnya Keluhan Gangguan Kesehatan yang dirasakan masyarakat sekitar ruas jalan AP Pettarani masih masuk dalam skala rendah – sangat rendah, namun tetap dianjurkan masyarakat untuk tetap memakai masker saat berada di luar ruangan untuk mengurangi risiko gangguan kesehatan akibat debu partikulat.

Kata Kunci: Ruas Jalan, Keluhan Gangguan Kesehatan, TSP

ABSTRACT

SAFIRA PUTRI H. MALIK. *Analysis of Total Suspended Particulate at AP Pettarani road Makassar City (Supervised by **Rasdiana Zakaria** and **Nurul Masyiah Rani Harusi**).*

The AP Pettarani Road is one of the main roads that is the center of activity in urban areas in Makassar City. The area on this road segment is almost entirely a commercial and office area. This causes high motor vehicle traffic activity and frequent traffic jams. This activity can cause a decrease in air quality and cause health problems in humans. One of the air pollutants is Total Suspended Particulate (TSP).

This study was conducted to determine the concentration of TSP in ambient air and complaints of health problems felt by the people living around the Jalan AP Pettarani road. There are 6 points of the road section as the location for sampling TSP and questionnaires. Measurements were carried out using the HVAS (High Volume Air Sampler) for TSP concentration and Google Form to distribute questionnaires to the community around the AP Pettarani Road Section.

The results showed that the concentration of TSP on the AP Pettarani Road Section in Makassar City ranged from 183.93 g/Nm³ to 301.64 g/Nm³. Furthermore, Complaints The health problems felt by the community around the AP Pettarani road section are still on a low to very low scale, but it is still recommended that people continue to wear masks when outside the room to reduce the risk of health problems due to particulate dust.

Keywords: *Road Section, Complaints of Health Problem, TSP*

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Ruang Lingkup	3
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Udara	6
B. Pencemaran Udara	6
C. Nilai Baku Mutu Udara Ambien	7
D. <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP)	8
E. Dampak Pencemaran Debu Terhadap Kesehatan Manusia	12
F. Keluhan Gangguan Pernapasan	13

G. Karakteristik Individu yang Mempengaruhi Adanya Keluhan Gangguan Pernapasan.....	14
H. Volume Lalu Lintas	16
I. Populasi dan Sampel.....	17
J. Skala Likert.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
A. Bagan Alir Penelitian.....	22
B. Rancangan Penelitian.....	23
C. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
1. Waktu Penelitian.....	23
2. Lokasi Penelitian.....	24
D. Alat dan Bahan yang Digunakan	32
E. Kuesioner.....	34
F. Metode Pengumpulan Data	36
G. Metode Pengolahan Data.....	39
H. Metode Analisis Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
A. Volume Kendaraan	44
1. Volume Kendaraan Berdasarkan Interval Waktu	44
2. Rekapitulasi Data Volume Kendaraan.....	51
B. Data Meteorologi.....	53
C. <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP)	54
1. Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) berdasarkan Interval Waktu.....	54
2. Perbandingan konsentrasi TSP dengan nilai Baku Mutu Udara di Ruas Jalan AP Pettarani	59

D. Keluhan Gangguan Kesehatan.....	60
1. Distribusi Karakteristik Responden	61
2. Distribusi Keluhan Gangguan Kesehatan	78
3. Distribusi Keluhan Gangguan Kesehatan dengan Karakteristik Responden.....	79
E. Analisis Hubungan Volume Kendaraan dan Konsentrasi TSP.....	83
F. Analisis Skala Likert Keluhan Gangguan Kesehatan.....	87
G. Keterbatasan Studi.....	95
BAB V PENUTUP.....	96
A. Kesimpulan.....	96
B. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Baku Mutu Udara Ambien	8
Tabel 2. Geometrik, Koordinat dan Kawasan Lokasi Penelitian	25
Tabel 3. Item Pertanyaan pada Kuesioner	35
Tabel 4. Tabel Skor	41
Tabel 5. Tabel Konversi Skor Responden.....	42
Tabel 6. Tabel Rentang Skor Keluhan Gangguan Kesehatan	42
Tabel 7. Volume Kendaraan pada Ruas Jalan AP Pettarani.....	51
Tabel 8. Data Meteorologi.....	53
Tabel 9. Distribusi Jenis Keluhan Gangguan Kesehatan	78
Tabel 10. Distribusi Jenis Kelamin dan Keluhan Gangguan Kesehatan.....	79
Tabel 11. Distribusi Usia dan Keluhan Gangguan Kesehatan	80
Tabel 12. Distribusi Lama Paparan dan Keluhan Gangguan Kesehatan.....	81
Tabel 13. Distribusi Perilaku Merokok dan Keluhan Gangguan Kesehatan.....	81
Tabel 14. Distribusi Penggunaan Masker dan Keluhan Gangguan.....	82
Tabel 15. Uji-T Data Konsentrasi TSP pada Interval Pagi dan Siang.....	84
Tabel 16. Uji-T Data Konsentrasi TSP pada Interval Siang dan Sore	85
Tabel 17. Uji-T Data Konsentrasi TSP pada Interval Pagi dan Sore	85
Tabel 18. Hasil Analisis Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi TSP.....	86
Tabel 19. Hasil Analisis Keluhan Gangguan Pernapasan Titik R1	87
Tabel 20. Presentase Jawaban Titik R1	88
Tabel 21. Hasil Analisis Keluhan Gangguan Pernapasan Titik R2.....	89
Tabel 22. Presentase Jawaban Titik R2.....	89
Tabel 23. Hasil Analisis Keluhan Gangguan Pernapasan Titik R3.....	90
Tabel 24. Presentase Jawaban Titik R3	91
Tabel 25. Hasil Analisis Keluhan Gangguan Kesehatan Titik R4	91
Tabel 26. Presentase Jawaban Titik R4	92
Tabel 27. Hasil Analisis Keluhan Gangguan Pernapasan Titik R5.....	92
Tabel 28. Presentase Jawaban Titik R5	93
Tabel 29. Hasil Analisis Keluhan Gangguan Pernapasan Titik R6.....	94
Tabel 30. Presentase Jawaban Titik R6.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagan Alir Penelitian.....	22
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.....	26
Gambar 3. Sketsa Lokasi Penelitian titik R1	26
Gambar 4. Sketsa Penempatan Alat Pengukuran Titik R1	27
Gambar 5. Sketsa Lokasi Penelitian Titik R2.....	27
Gambar 6. Sketsa Penempatan Alat Pengukuran Titik R2.....	28
Gambar 7. Sketsa Lokasi Penelitian Titik R3.....	28
Gambar 8. Sketsa Penempatan Alat Pengukuran Titik R3.....	29
Gambar 9. Sketsa Lokasi Penelitian Titik R4.....	29
Gambar 10. Sketsa Penempatan Alat Pengukuran Titik R4.....	30
Gambar 11. Sketsa Lokasi Penelitian Titik R5.....	30
Gambar 12. Sketsa Penempatan Alat Pengukuran Titik R5.....	31
Gambar 13. Sketsa Lokasi Penelitian Titik R6.....	31
Gambar 14. Sketsa Penempatan Alat Pengukuran Titik R6.....	32
Gambar 15. Alat dan Bahan Pengambilan <i>Sampling</i>	32
Gambar 16. Alat dan Bahan Analisis Penelitian	34
Gambar 17. Diagram Alir Metode Pengumpulan Data TSP	38
Gambar 18. Diagram Alir Pengolahan Data Penelitian.....	40
Gambar 19. Diagram Alir Analisis Konsentrasi TSP.....	41
Gambar 20. Volume Kendaraan Titik R1.....	44
Gambar 21. Volume Kendaraan Titik R2.....	45
Gambar 22. Volume Kendaraan Titik R3.....	47
Gambar 23. Volume Kendaraan Titik R4.....	48
Gambar 24. Volume Kendaraan Titik R5.....	49
Gambar 25. Volume Kendaraan Titik R6.....	50
Gambar 26. Volume Kendaraan Ruas Jalan AP Pettarani.....	52
Gambar 27. Konsentrasi TSP 1 Jam Titik R1	54
Gambar 28. Konsentrasi TSP 1 Jam Titik R2	55
Gambar 29. Konsentrasi TSP 1 Jam Titik R3	56
Gambar 30. Konsentrasi TSP 1 Jam Titik R4	57

Gambar 31. Konsentrasi TSP 1 Jam Titik R5	58
Gambar 32. Konsentrasi TSP 1 Jam Titik R6	59
Gambar 33. Konsentrasi TSP 24 Jam.....	60
Gambar 34. Distribusi Usia Responden di Titik R1	61
Gambar 35. Distribusi Usia Responden di Titik R2	62
Gambar 36. Distribusi Usia Responden di Titik R3.....	62
Gambar 37. Distribusi Usia Responden Titik R4	63
Gambar 38. Distribusi usia Responden Titik R5.....	63
Gambar 39. Distribusi Usia Responden Titik R6.....	64
Gambar 40. Distribusi Jenis kelamin Responden di Titik R1	65
Gambar 41. Distribusi Jenis Kelamin Responden Titik R2.....	65
Gambar 42. Distribusi Jenis Kelamin Responden Titik R3.....	66
Gambar 43. Distribusi Jenis Kelamin Responden Titik R4.....	66
Gambar 44. Distribusi Jenis Kelamin Responden Titik R5.....	67
Gambar 45. Distribusi Jenis Kelamin Responden Titik R6.....	67
Gambar 46. Distribusi lama paparan responden Titik R1	68
Gambar 47. Distribusi lama paparan responden Titik R2	69
Gambar 48. Distribusi lama paparan responden Titik R3	69
Gambar 49. Distribusi lama paparan responden Titik R4	70
Gambar 50. Distribusi lama paparan responden Titik R5	70
Gambar 51. Distribusi lama paparan responden Titik R6	71
Gambar 52. Distribusi perilaku merokok responden Titik R1	72
Gambar 53. Distribusi perilaku merokok responden Titik R2	72
Gambar 54. Distribusi perilaku merokok responden Titik R3	73
Gambar 55. Distribusi perilaku merokok responden Titik R4	73
Gambar 56. Distribusi perilaku merokok responden Titik R5	74
Gambar 57. Distribusi perilaku merokok responden Titik R6	74
Gambar 58. Distribusi Penggunaan Masker Titik R1.....	75
Gambar 59. Distribusi Penggunaan Masker Titik R2.....	76
Gambar 60. Distribusi Penggunaan Masker Titik R3.....	76
Gambar 61. Distribusi Penggunaan Masker Titik R4.....	77

Gambar 62. Distribusi Penggunaan Masker Titik R5.....	77
Gambar 63. Distribusi Penggunaan Masker Titik R6.....	78
Gambar 64. Normal P-Plot Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi TSP.....	83
Gambar 65. Tren Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi TSP	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Meteorologi

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 3. Kuesioner Keluhan Gangguan Kesehatan pada *Google Form*

Lampiran 4. Hasil Rekapitulasi Kuesioner

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Aktivitas pada suatu wilayah perkotaan sangatlah beragam seperti yang disebutkan dalam Undang-Undang No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja “kawasan perkotaan... sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayan sosial, dan kegiatan ekonomi”. Salah satu sarana yang mendukung aktivitas pada kawasan perkotaan yaitu seperti sarana transportasi.

Sarana transportasi sangat berguna menjadi penentu dalam perkembangan pada suatu wilayah untuk pendistribusian barang dan jasa serta membantu aktivitas masyarakat sehari-hari (Buanawati dkk, 2017). Penggunaan kendaraan pribadi sebagai transportasi masih menjadi pilihan kebutuhan utama bagi / untuk memilih serta mempunyai kendaraan pribadi ini dapat berakibat meningkatnya tren kendaraan pribadi menjadi transportasi utama (Hasim, 2016). Meningkatnya jumlah penggunaan kendaraan bermotor dapat menimbulkan beberapa dampak negatif untuk masyarakat dan lingkungan sekitar yang berada wilayah perkotaan seperti kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas sering terjadi dan bahkan tidak asing lagi di Kota Makassar yang merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Selatan.

Kota Makassar termasuk dalam urutan keempat kota terbesar di Indonesia yang mempunyai luas area wilayah 175,79 km² dengan penduduknya trlah mencapai sekitar 1.112.688 jiwa yang dapat disebut kota ini merupakan kota metropolitan (Ditjen Cipta Karya PU, 2013). Kota ini telah memiliki peran dalam menjadi pusat perdagangan dan jasa, industri, pemerintahan, pendidikan, kesehatan dan merupakan simpul transportasi baik darat, laut maupun udara. Terdapat beberapa ruas jalan utama di kota ini salah satunya yakni jalan AP Pettarani. Jalan ini termasuk akses jalan utama serta merupakan pusat kegiatan

pada kawasan perkotaan di Kota Makassar. Dapat dilihat sepanjang ruas jalan ini hampir seluruhnya merupakan kawasan komersial dan perkantoran. Sehingga dari kegiatan-kegiatan ini tidak dipungkiri pada ruas jalan AP Pettarani sering terjadi peningkatan volume kendaraan yang dapat menyebabkan kemacetan. Pada tahun 2021 silam pada ruas jalan AP Pettarani ini telah diresmikan jalan tol layang yang disebutkan berfungsi sebagai sarana untuk menangani kemacetan yang kerap terjadi. Namun tidak dapat dipungkiri dengan adanya sarana jalan tol layang yang ada di ruas jalan AP Pettarani dapat juga menimbulkan peningkatan volume kendaraan. Dari penelitian yang ada sebelumnya volume kendaraan tertinggi terdapat di Jalan AP Pettarani yaitu dengan nilai 20.375 smp/day dengan rincian 4599 smp/day untuk sepeda motor, 15.110 smp/day untuk kendaraan ringan dan 666 smp/day untuk kendaraan berat (Wahyuni, 2022). Sehingga hal ini dapat berdampak pada penurunan kualitas udara yang ada di jalan raya ini.

Penurunan kualitas udara ambien dapat pula berasal dari aktivitas urban atau perkotaan seperti aktivitas transportasi dan volume kendaraan pada Jalan Raya Kota Makassar utamanya pada ruas jalan AP Pettarani serta dari kondisi meteorologi di wilayah tersebut. Ada berbagai bahan pencemar udara di jalan raya contohnya seperti *Total Suspended Particulate* (TSP) atau partikulat debu. *Total Suspended Particulate* (TSP) adalah partikel kecil yang bertebaran di udara berupa debu, asap, dan uap berdiameter kurang dari 100 mikrometer yang berasal dari berbagai sumber aktivitas seperti pembangkit listrik, kegiatan pembangunan atau konstruksi, pembakaran, dan transportasi (Rochimawati, 2014). Bahan pencemar ini berisiko dan dapat masuk ke dalam tubuh manusia lewat saluran pernapasan yang akan mengganggu kesehatan. Dalam penelitian terdahulu, dari empat zat pencemar yakni *Total Suspended Particulate* (TSP), Nitrogen Dioksida (NO_2), Sulfur Dioksida (SO_2) dan Amonia (NH_3), yang berisiko pada kesehatan karsinogenik maupun non karsinogenik hanya TSP seperti penyakit pneumokoniosis hingga dapat menyebabkan kanker paru-paru (Siswanto, 1994 dalam Saputro, 2015).

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian yang dilakukan ini untuk mengetahui tingkat *Total Suspended Particulate* (TSP) yang berasal dari aktivitas

suatu perkotaan utamanya pada ruas jalan raya perkotaan. Maka peneliti melakukan sebuah penelitian Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISIS TOTAL SUSPENDED PARTICULATE DI RUAS JALAN AP PETTARANI KOTA MAKSSAR**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka terdapat beberapa masalah yang dapat dirumuskan yakni:

1. Berapa tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) udara ambien berdasarkan pengukuran langsung pada Ruas Jalan AP Pettarani?
2. Bagaimana hubungan tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan volume kendaraan di Ruas Jalan AP Pettarani?
3. Bagaimana persepsi keluhan gangguan kesehatan yang dialami oleh masyarakat sekitar Ruas Jalan AP Pettarani?

C. Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) udara ambien pada Ruas Jalan AP Pettarani.
2. Menganalisis hubungan Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan Volume Kendaraan pada Ruas Jalan AP Pettarani.
3. Menganalisis persepsi keluhan gangguan kesehatan yang dialami oleh masyarakat sekitar Ruas Jalan AP Pettarani.

D. Ruang Lingkup

Batasan-batasan dari penelitian ini adalah:

1. Parameter pencemar yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Total Suspended Particulate* (TSP).

2. Lokasi penelitian ini dilakukan di Ruas Jalan AP Pettarani dengan titik penelitian berjumlah 6 titik lokasi.
3. Penelitian ini dilaksanakan selama 6 hari dimulai pada Rabu, 13 Juli 2022- Rabu, 20 Juli 2022.
4. Dilakukan pembagian kuesioner pada saat pengukuran untuk mengetahui keluhan gangguan kesehatan yang dirasakan oleh masyarakat sekitar Ruas Jalan AP Pettarani.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yakni:

1. Bagi Penulis
Untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar ST (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bagi Universitas
Dapat digunakan sebagai referensi ppada penelitian selanjutnya dalam bidang kualitas udara terutama parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar dan Keluhan Gangguan Kesehatan yang dirasakan oleh masyarakat sekitar Ruas Jalan AP Pettarani.
3. Bagi Masyarakat
Dapat memberikan pengetahuan pada masyarakat mengenai tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) udara ambien pada ruas jalan serta dampaknya bagi warga yang berada di sekitaran Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar.
4. Bagi Pemerintah
Menjadi informasi bagi pihak pemerintah tentang tingkat konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) udara ambien pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab dimana pada setiap masing-masing bab membahas masalah tersendiri, selanjutnya sistematika laporan ini sebagai berikut

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang urgensi melakukan penelitian, identifikasi permasalahan, maksud serta tujuan penelitian, batasan masalah, dan bagaimana sistematika penulisan pada penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan suatu landasan teori dari suatu jurnal penelitian tertentu atau karya ilmiah yang sering disebut juga sebagai studi literatur.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan rancangan penelitian serta prosedur pengumpulan data serta tahapan-tahapan analisa data dalam pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data-data hasil penelitian yang telah dikumpulkan analisis data, hasil analisis data penelitian dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan uraian mengenai kesimpulan dari hasil pembahasan dan saran terhadap kemungkinan adanya penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSATAKA

A. Udara

Menurut Peraturan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan Nomor 3 Tahun 2014, udara ambien merupakan udara bebas yang terdapat di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di Wilayah Yuridis Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Udara adalah zat yang paling penting setelah air dalam memberikan kehidupan di permukaan bumi. Udara terdiri dari beberapa jenis gas, komposisinya yaitu terdiri gas nitrogen 78,1%, oksigen 20,93% dan karbondioksida 0,03%, sementara selebihnya berupa gas argon, neon, kripton, xenon dan helium. Udara juga mengandung beberapa uap air, debu, bakteri, spora dan sisa tumbuh-tumbuhan (Cahyono, 2007).

B. Pencemaran Udara

Pencemaran udara menurut (Hemida, 2021) adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara 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 material. Pengertian lain dari pencemaran udara adalah terdapat bahan kontaminan di atmosfer karena ulah manusia. Pencemaran udara diakibatkan oleh zat-zat polutan di udara. Setiap zat polutan ini memiliki dampak yang beragam antara jenis satu dengan jenis yang lainnya. Zat polutan yang menyebabkan pencemaran udara diantaranya yaitu karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), hidrokarbon (HC), chlorouorocarbon (CFC), timbal (Pb), dan partikulat debu (PM). Polutan di udara bebas memiliki beberapa sifat bentuknya yaitu ada memiliki bau, ada yang tidak

memiliki bau, dapat dilihat, tidak dapat dilihat, dan berwarna atau tak berwarna (Abidin, 2019).

Menurut (Mannuci & Franchini, 2017) pencemaran udara udara luar ruangan terdiri atas campuran dari ribuan komponen. Diantaranya yaitu, partikulat udara dan polutan gas ozon, nitrogen dioksida (NO₂), senyawa organik yang mudah menguap (termasuk benzena), karbon monoksida (CO), dan sulfur dioksida (SO₂) adalah yang harus diperhatikan jika dilihat dari segi kesehatan. Sumber pencemaran udara menurut (Abidin, 2019) dapat dibagi menjadi 3 jenis sumber yaitu:

1. Sumber Perkotaan dan Industri: dapat berasal dari kemajuan teknologi yang mengakibatkan banyaknya pabrik-pabrik industri, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor.
2. Sumber Pedesaan/Pertanian: dapat berasal dari 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.
3. Sumber Alami: dapat 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.

C. Nilai Baku Mutu Udara Ambien

Salah satu upaya dalam mencegah tercemarnya udara ambien di Indonesia yaitu pemerintah membuat atau menetapkan Peraturan Pemerintah mengenai Baku Mutu Udara Ambien. Nilai baku mutu ini digunakan sebagai acuan untuk tercemar dan tidaknya udara ambien jika sudah melewati nilai baku mutu yang telah ditetapkan. Dilampirkan pada Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Baku Mutu Udara Ambien

NO	PARAMETER	WAKTU PENGUKURAN	BAKU MUTU	SISTEM PENGUKURAN
1.	Sulfur Dioksida (SO ₂)	1 jam	150 µg/m ³	aktif kontinu
				aktif manual
		24 jam	75 µg/m ³	aktif kontinu
		1 tahun	45 µg/m ³	aktif kontinu
2.	Karbon Monoksida (CO)	1 jam	10000 µg/m ³	aktif kontinu
		8 jam	4000 µg/m ³	aktif kontinu
3.	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 jam	200 µg/m ³	aktif kontinu
				aktif manual
		24 jam	65 µg/m ³	aktif kontinu
		1 tahun	50 µg/m ³	aktif kontinu
4.	Oksidan fotokimia (O _x) sebagai Ozon (O ₃)	1 jam	150 µg/m ³	aktif kontinu
				aktif manual
		8 jam	100 µg/m ³	aktif kontinu
		1 tahun	35 µg/m ³	aktif kontinu
5.	Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	3 jam	160 µg/m ³	aktif kontinu
6.	Partikulat debu < 100 µm (TSP)	24 jam	230 µg/m ³	aktif manual
	Partikulat debu < 10 µm (PM ₁₀)	24 jam	75 µg/m ³	aktif kontinu
				aktif manual
		1 tahun	40 µg/m ³	aktif kontinu
	Partikulat debu < 2,5 µm (PM _{2,5})	24 jam	55 µg/m ³	aktif kontinu
		aktif manual		
	1 tahun	15 µg/m ³	aktif kontinu	
7.	Timbal Pb	24 jam	2 µg/m ³	aktif manual

Sumber : Lampiran VII PP RI No. 22 Tahun 2021

D. Total Suspended Particulate (TSP)

Total Suspended Particulate (TSP) adalah partikel kecil di udara, seperti debu, gas, dan asap, dengan diameter kurang dari 100 mikrometer yang berasal dari berbagai sumber, termasuk pembangkit listrik, kegiatan konstruksi, pembakaran, dan emisi dari kendaraan (Rochimawati, 2014). Partikulat debu TSP ini menurut (Damayani dkk, 2020) merupakan partikel-partikel zat padat yang berasal dari kekuatan-kekuatan alami, atau mekanis, seperti pengolahan,

penghancuran, pelembutan, pengepakan yang cepat, peledakan dan lain-lain dari bahan-bahan organik maupun anorganik, misalnya batu, kayu, bijih logam, arang batu, butir-butir zat padat dan sebagainya. Umumnya partikel debu berasal dari material yang berukuran kasar yang melayang di udara bebas dan dapat berdampak toksik bagi manusia.

Berdasarkan ukurannya partikulat dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu partikulat halus (*fine particles*) dan partikulat kasar (*coarse particles*). Partikulat kasar dan halus secara ukuran dibatasi dengan ukuran $2,5 \mu\text{m}$ atau secara lebih sederhana partikulat kasar adalah kelompok ukuran $\geq 2,5 \mu\text{m}$, sedangkan partikulat halus adalah partikulat dengan ukuran $> 2,5 \mu\text{m}$. Karakteristik partikulat dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu asal emisi, parameter iklim seperti curah hujan dan kecepatan angin, proses industri, dan aktivitas di udara ambien. Kondisi ini dapat memberikan kondisi yang berbeda pada tiap-tiap partikulat yaitu komposisi material partikel, ukurannya, dan tingkat toksisitasnya (Sari, 2018).

Partikulat yang melayang di udara memiliki karakteristik dan ukuran yang berbeda-beda, ukuran tersebut menentukan seberapa parah paparan yang akan terjadi. Klasifikasi partikulat berdasarkan ukurannya yaitu (Zhao, et al., 2012):

- Debu Jatuh (dengan diameter $100-100 \mu\text{m}$),
- TSP (dengan diameter $<100 \mu\text{m}$)
- PM_{10} (dengan diameter $<10 \mu\text{m}$)
- Partikulat Kasar (dengan diameter $2,5-10 \mu\text{m}$)
- Partikulat halus ($\text{PM}_{2,5}$ dengan diameter $<2,5 \mu\text{m}$)

PM_{10} dan $\text{PM}_{2,5}$ ini juga jika terhirup dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan hingga paru-paru (Sodikin, 2020). Secara fisik debu ataupun partikel digolongkan sebagai polutan yakni dust udara aerosol. Debu yang terdiri dari elemen-elemen padat terbagi menjadi 3 jenis yakni (Yulianto, 2020):

1. Debu/ serbuk (*dust*) yang terbentuk dari ukuran-ukuran dari submikroskopik hingga yang besar. Ukuran debu yang lebih kecil dari 100 mikron umumnya sebagai debu yang berbahaya dengan ukuran yang bisa terhirup oleh sistem pernafasan serta dapat terhirup ke dalam organ paru-paru.

2. Uap (*fumes*) merupakan partikel padat yang berasal dari proses evaporasi, pemanasan berbagai jenis logam yang menghasilkan uap logam yang berkondensasi menjadi sebuah partikel-partikel uap metal (*fumes*) beberapa contohnya yaitu logam kadmium dan Timbal (Pb)
3. Asap (*smoke*) merupakan hasil dari proses pembakaran yang tidak sempurna yang berukuran sekitar 0,5 mikron.

Vegetasi atau komunitas tanaman yang tersedia di alam merupakan solusi yang paling menjanjikan untuk mengatasi permasalahan pencemaran udara. Oleh karena itu, melakukan aksi penghijauan harus segera dilakukan agar pencemaran udara tidak semakin parah (Martuti, 2013). Namun tidak semua jenis tanaman dapat berfungsi sebagai penjerap TSP yang baik. Pemilihan jenis tanaman penghijauan seharusnya dilakukan dengan mempertimbangkan fungsi tanaman tersebut karena tanaman memiliki berbagai fungsi dengan perbedaan-perbedaan karakteristiknya. Dalam penelitian sebelumnya (Palureng, 2022) efektivitas pohon Tanjung dalam menjerap total suspended particulate adalah sebesar 31,34% dan tergolong cukup baik. Hal ini dikarenakan pohon Tanjung memiliki kriteria yang sesuai sebagai penjerap partikulat yaitu memiliki daun berbentuk jorong dengan ujung daun meruncing, bertrikoma atau memiliki rambut daun yang halus, permukaan daun kasar dan tebal serta memiliki tajuk yang rimbun.

Pengukuran konsentrasi TSP bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi TSP tersebut tidak melebihi standar baku mutu yang ditetapkan. Salah satu alat pengukuran debu TSP yaitu High Volume Air Sampler (HVAS) dengan prinsip udara ambien dihisap menggunakan pompa vakum dan debu TSP akan tertahan pada kertas filter dengan rentang laju alir 1,1-1,7 m³/menit. Kemudian untuk mengetahui konsentrasi TSP dapat menggunakan rumus yang mengacu pada SNI 7119-3:2017 tentang Udara ambien – Bagian 3 cara uji partikel tersuspensi total menggunakan peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan metode Gravimetri. Berikut adalah rumusnya:

1. Koreksi laju alir pada konsentrasi standar (Q_s)

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

Keterangan

Q_s : laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (Nm³ /menit)

Q_0 : laju alir volume uji (m³ /menit)

T_s : temperatur standar, 298 K

T_0 : temperatur aktual rata-rata (273 + $T_{\text{measurement}}$) 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 contoh uji udara (V)

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

Keterangan

V : volume contoh uji udara dalam keadaan standar (Nm³)

Q_{s1} : laju alir volume dikoreksi pada konsentrasi standar ke -s (Nm³/menit)

n : jumlah pencatatan laju alir

t : durasi pengambilan contoh uji (menit)

3. Konsentrasi partikel tersuspensi total dalam udara ambien

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

Keterangan:

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

W_1 : berat filter awal (g)

W_2 : berat filter akhir (g)

V : volume contoh uji udara dalam keadaan standar (Nm³)

10^6 : konversi gram (g) ke mikrogram (μg)

Untuk membandingkan konsentrasi TSP dengan Baku Mutu Udara Ambien, maka digunakan Konversi Persamaan Canter. Rumus ini merupakan model matematis yang dapat digunakan untuk mendapatkan hasil konsentrasi TSP dengan pengukuran 24 jam meski pengambilan konsentrasi di lapangan hanya sekian (t) jam. Berikut adalah rumusnya:

$$C1 = C2 \times \left(\frac{t2}{t1}\right)^p$$

Keterangan:

C1 : Konsentrasi TSP setara dengan pengambilan sampel 24 jam ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

C2 : Konsentrasi TSP dengan pengambilan sampel selama t jam ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

p : Faktor konversi (0,159)

t1 : waktu pengambilan sampel (t jam)

t2 : waktu pengambilan sampel setara 24 jam

E. Dampak Pencemaran Debu Terhadap Kesehatan Manusia

TSP berasal dari berbagai macam oksidan yang memiliki berbagai ukuran berbeda. Partikulat debu TSP khususnya yang berdiameter lebih kecil dari 2,5 mikron memungkinkan untuk terhirup oleh sistem pernapasan manusia dan mengendap di paru-paru. Kemudian partikel udara yang mempunyai diameter <10 mikrometer diyakini oleh pakar lingkungan serta kesehatan dapat menjadi pemicu timbulnya infeksi pada saluran pernapasan akibat partikel debu ini mampu mengendap di daerah bronkus dan alveolus pada organ paru-paru (Putra, 2011). Dari paru-paru zat pencemar diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar ke seluruh tubuh. Dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISPA (infeksi saluran pernapasan akut), termasuk diantaranya asma, bronchitis dan gangguan pernapasan lainnya (Ahmad dkk, 2014).

Pernapasan merupakan salah satu penyebab yang menjadi perhatian dalam hubungannya dengan dampak terhadap kesehatan. Pengaruh partikel debu bentuk padat maupun cair yang berada di udara sangat tergantung kepada ukurannya. Ukuran partikel debu bentuk padat maupun cair yang berada di udara sangat

tergantungan kepada ukurannya. Ukuran partikel debu yang membahayakan kesehatan umumnya berkisar antara 0,1 mikron sampai dengan 10 mikron. Pada umumnya ukuran partikel debu sekitar 5 mikron merupakan partikel udara yang dapat langsung masuk ke dalam paru-paru dan mengendap di alveoli. Keadaan ini bukan berarti bahwa ukuran partikel yang lebih besar dari 5 mikron tidak berbahaya, karena partikel yang lebih besar dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi (Puriwigati, 2010). Partikel debu yang berada di lokasi kerja dapat berpotensi masuk ke dalam saluran pernafasan melalui hidung dan mulut sehingga dapat mengakibatkan keluhan pernafasan. Penyakit paru-paru mempunyai tanda gejala umum serta tanda gejala pernafasan. Tanda dan gejala pernafasan menurut (Yulianto, 2020) yaitu termasuk batuk, dahak berlebihan atau tidak normal, hemoptis, nyeri dada dan sesak napas.

F. Keluhan Gangguan Pernafasan

Gangguan merupakan keadaan yang tidak sesuai yang dirasakan oleh tubuh dengan reaksi dari upaya pertahanan tubuh manusia dengan menimbulkan beberapa gejala seperti batuk, pilek, bersin, iritasi tenggorokan, nyeri dada, dispnea, sesak napas. Gejala ini biasanya dapat berlangsung selama 1-2 minggu dan kemungkinan dapat sembuh secara spontan (Riani, 2017). Keluhan gangguan pernafasan diartikan sebagai keluhan yang dirasakan oleh penderita berdasarkan persepsinya orang tersebut. Data keluhan ini didapatkan dari hasil interaksi, sehingga dapat diartikan sebagai keluhan yang dirasakan akibat adanya gangguan pada sistem pernafasan tanpa adanya pemeriksaan fisik ataupun pemeriksaan secara medis. Berikut gejala gangguan pernafasan pada manusia yaitu :

1. Batuk

Batuk adalah suatu refleks proteksi tubuh yang disebabkan oleh iritasi pada percabangan trakeobronkial. Batuk merupakan gejala yang paling umum dari penyakit pernafasan. Menghirup debu atau benda asing dapat menjadi penyebab batuk pada umumnya (Riani, 2017) Tetapi batuk bukanlah gejala

khusus dan batuk saat pagi hari merupakan keluhan yang umum pada setiap orang (Yulianto, 2020).

2. Bersin

Bersin disebut sebagai proses refleks atau pertahanan diri dari dalam tubuh manusia apabila adanya hal yang tidak sesuai dan asing bagi tubuh, lebih tepatnya pada rongga hidung (Damayanti, 2021).

3. Iritasi tenggorokan

Terjadi peradangan dari faring yang biasa diakibatkan oleh bakteri, virus, perilaku merokok seseorang, menghirup udara yang tercemar, alergi dan lainnya. Rasa nyeri radang tenggorokan ini gejalanya yaitu tenggorokan merah, demam, sakit kepala, sakit saat menelan dan tonsil bengkak (Riani, 2017).

4. Nyeri Dada

Nyeri dada sering berkaitan dengan masalah pulmonal dan jantung. Rasa nyeri meningkat seiring dengan gerakan dinding dada misalnya seperti batuk, bersin dan napas yang dalam/ napas agak sesak (Riani, 2017).

5. Sesak Napas

Disebabkan karena supply oksigen ke dalam tubuh tidak sebanding dengan oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh pada biasanya. Hal ini dapat disebabkan oleh kurangnya oksigen akibat berada pada tempat yang tinggi ataupun akibat zat-zat gas polutan yang berbahaya (Riani, 2017).

G. Karakteristik Individu yang Mempengaruhi Adanya Keluhan Gangguan Pernapasan

1. Usia

Usia menjadi salah satu karakteristik individu yang dapat memberikan gambaran tentang faktor penyebab penyakit. Seiring bertambahnya usia, maka seseorang lebih berisiko dan rentan terhadap penyakit atau gangguan saluran pernapasan karena degenerasi otot-otot pernapasan dan elastisitas jaringan yang menurun. Usia berhubungan erat dengan proses penuaan semakin tua maka akan terjadi penurunan elastisitas paru-parunya (Damayanti, 2021)

Usia seseorang yang semakin bertambah berkorelasi positif dengan semakin rentan orang tersebut terhadap efek paparan, semakin berkurangnya fungsi organ tubuh, semakin rendahnya daya tahan tubuh, serta semakin berkurangnya kapasitas vital paru (Wahyuni & Kurniawati, 2021)

2. Jenis Kelamin

Jenis kelamin adalah fisiologis yang membedakan laki-laki dan perempuan. Insidensi berbagai penyakit di antara jenis kelamin kebanyakan berbeda, hal ini disebabkan karena paparan terhadap agen bagi setiap jenis kelamin berbeda. Hal ini dikarenakan beberapa faktor seperti: genetik, jumlah udara atau faktor penyebab yang dirasakan, atau timbulan pencemaran pada kondisi tertentu (Damayanti, 2021).

Perbedaan jenis kelamin mempengaruhi kapasitas paru-paru dan kinerja pernafasan. Menurut sebuah studi yang diterbitkan oleh National Institutes of Health sebagian besar kapasitas paru-paru tergantung pada ukuran tubuh. Karena itu, wanita cenderung memiliki kapasitas paru-paru lebih kecil dari pada pria, karena ukurannya lebih kecil. Selain itu kapasitas paru-paru dan kinerja pernafasan dapat bergantung pada jenis kelamin. Hormon reproduksi pada wanita telah terbukti menurunkan fungsi paru. Wanita memiliki area difusi yang lebih kecil daripada pria dengan ukuran paru-paru yang sama yang dapat menyebabkan kinerja pernafasan dan fungsi paru-paru yang buruk. Terkait dengan aktivitas, diyakini bahwa wanita harus bekerja lebih keras dan mempertahankan tingkat pernafasan (Santosa & Gayatri, 2020).

3. Lama Paparan

Semakin lama seseorang terpapar, maka akan semakin besar peluang gangguan kesehatan terjadifrekuensi paparan baik akut maupun kronis menyebabkan lamanya dampak yang dirasakan dari sumber penyakit (damayanti, 2021). Lama paparan berkaitan dengan jumlah jam kerja yang dihabiskan oleh masyarakat pada area tertentu misalnya lama paparan karyawan di area kerja. Semakin lama karyawan menghabiskan waktu untuk bekerja di area kerjanya, maka semakin lama pula paparan debu di terimanya, sehingga kemungkinan untuk terjadinya gangguan fungsi paru juga akan lebih

besar, tetapi hal itu juga tergantung dari konsentrasi debu yang ada di sekitar area kerja tersebut (Ariestianita, 2013).

4. Perilaku Merokok

Asap rokok dapat meningkatkan risiko timbulnya penyakit bronchitis dan kanker paru terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dan gangguan saluran pernapasan. Tenaga kerja yang perokok dan berada dilingkungan yang bedebu cenderung mengalami gangguan saluran pernapasan dibanding dengan tenaga kerja yang berada pada lingkungan yang sama namun tidak merokok (Ariestianita, 2013).

5. Penggunaan APD

APD yang tepat bagi tenaga kerja yang berada pada lingkungan kerja dengan paparan debu berkonsentrasi tinggi adalah:

- a. Masker untuk melindungi debu atau partikel-partikel yang lebih kasar masuk kedalam saluran pernapasan, terbuat dari bahan kain dengan ukuran pori-pori tertentu.
- b. Respirator pemurni udara, membersihkan udara dengan cara menyaring atau menyerap kontaminasi toksisitas rendah sebelum memasuki sistem pernapasan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Ariestianita, 2013) dapat dilihat dari kebiasaan menggunakan APD diketahui sebanyak 14 atau 70.0% pekerja yang tidak menggunakan APD dan memiliki gangguan fungsi faal paru. Dan berdasarkan hasil analisis statistik yang dilakukan diperoleh nilai $p = (0,020) < 0,05$. Dengan demikian dapat disimpulkan ada hubungan antara umur pekerja dengan gangguan fungsi faal paru pada pekerja bagian finish mill dan packer tonasa 2&3 pada PT. Semen Tonasa.

H. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Data pencacahan volume lalu lintas adalah informasi yang diperlukan untuk fase perencanaan,

desain, manajemen sampai pengoperasian jalan (Sukirman, 1994). Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titi pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam untuk setiap kendaraan. Menurut (MKJI, 1997), kendaraan bermotor di jalan perkotaan dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV), sedangkan kendaraan tidak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping. Berikut penggolongan atau klasifikasi kendaraan bermotor:

1. Sepeda Motor (*Motorcycle/ MC*)

Kendaraan bermotor beroda dua atau tiga, contohnya seperti sepeda motor, scooter, kendaraan roda tiga klasifikasi Bina Marga)

2. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle/ LV*)

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).

3. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle/ HV*)

Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari empat, (meliputi : bis, truk dua as, truk tiga as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

I. Populasi dan Sampel

1. Populasi dan Sampel

Data yang digunakan oleh peneliti dalam kegiatan penelitian dapat diambil dari seluruh populasi penelitian yang diamati atau sebagian dari populasi penelitian. Populasi adalah merupakan wilayah generalisasi yang terdiri dari obyek/subyek yang memiliki kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut, ataupun bagian kecil dari anggota populasi yang diambil menurut prosedur tertentu sehingga dapat mewakili populasinya. Jika populasi besar, dan peneliti tidak mungkin mempelajari seluruh yang ada di populasi, hal seperti ini dikarenakan adanya keterbatasan dana atau biaya, tenaga dan waktu, maka oleh sebab itu peneliti dapat memakai sampel yang diambil dari populasi (Siyoto & Sodik, 2015).

2. Teknik Pengambilan Sampel

Ada dua pendekatan umum yang dapat digunakan yaitu probability sampling dan non probability sampling (Paramita dkk, 2021).

a) Probability Sampling

Teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur / anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel

- 1) Simple Random Sampling: Dikatakan simple (sederhana) karena pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Cara demikian dilakukan jika populasi dianggap homogen.
- 2) Systematic Sampling (Sampel Sistimatis): Cara pemilihan sampelnya hampir sama dengan random sampling. Perbedaannya adalah pada cara pemilihan elemen sampel. Langkah yang dilakukan adalah dengan membagi seluruh populasi (N) dengan sampel yang dibutuhkan (n). Misal populasi 2000, sampel yang dibutuhkan 500, maka $2000/500 = 4$. Sampel pertama ditentukan dengan random, sampel berikutnya dengan berturut-turut dengan interval 4. Misalnya sampel pertama no urut 3, maka yang berikutnya adalah 7:11:15:19... dan seterusnya.
- 3) Stratified Sampling (Sampel Stratifikasi): Pada teknik ini seluruh populasi dibagi dalam strata (kelompok/ kategori), lalu masing-masing dalam strata tersebut dipilih sebagai sampel

(simple random/ sampel sistimatis) sehingga banyaknya sampel akan proporsional dengan jumlah elemen setiap strata.

- 4) Cluster Sampling (Sampel Klaster): Digunakan untuk menentukan sampel jika obyek yang akan diteliti atau sumber data sangat luas, misalnya penduduk suatu negara, propinsi atau kabupaten. Untuk menentukan penduduk mana yang akan dijadikan sumberdata, maka pengambilan sampelnya berdasarkan daerah populasi yang telah ditetapkan terlebih dahulu.
- 5) Multi Stage Cluster Sampling (Sampel Daerah Multitahap): ditarik sampel yang berbeda dari beberapa cluster yang berbeda. Caranya adalah mula-mula area yang besar dipilih lalu secara progresif area yang lebih kecil. Akhirnya munculah sebuah sampel dari individu-individu.

b) Non-Probability Sampling

Teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang / kesempatan yang sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel.

1) Purposive Sampling

Pada teknik ini peneliti memilih sampel purposive atau sampel bertujuan secara subyektif. Pemilihan “sampel bertujuan” ini dilakukan karena peneliti memahami bahwa informasi yang dibutuhkan dapat diperoleh pada kelompok/sasaran tertentu yang memenuhi kriteria yang ditentukan peneliti sesuai tujuan penelitian.

2) Judgment Sampling

Sampel ini dipilih dengan pertimbangan tertentu yang disesuaikan dengan tujuan penelitian atau masalah penelitian.

3) Quota Sampling

Pemilihan sampel dilakukan berdasarkan quota yaitu jumlah tertinggi untuk setiap kategori dalam populasi. Misalnya berdasarkan jenis industri, skala perusahaan.

4) **Sampling aksidental**

Suatu teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat dipakai sebagai sampel, jika dipandang orang yang kebetulan ditemui itu cocok untuk dijadikan sebagai sumber data (Siyoto & Sodik, 2015).

5) *Convariance Sampling* Sampel atau Sampling aksidental

Eelemen sampel yang siap untuk digunakan atau diartikan yaitu siapa saja yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat dipakai sebagai sampel, jika dipandang orang yang kebetulan ditemui itu cocok untuk dijadikan sebagai sumber data (Siyoto & Sodik, 2015). Pada teknik ini peneliti misalnya, hanya sekedar menghentikan seseorang di pinggi jalan yang kebetulan ditemui untuk diwawancarai. Metode ini kemungkinan biasanya tinggi, namun kadangkala merupakan metode yang mungkin dilakukan, biasanya oleh mahasiswa yang memiliki waktu dan dana terbatas. Metode ini dapat digunakan sepanjang dijelaskan juga berbagai keterbatasannya.

6) *Snowball Sampling*

Prosedur pengambilan sampel dimana responden pertama dipilih dengan metode probabilitas dan kemudian responden selanjutnya diperoleh dari informasi yang diberikan responden pertama.

J. Skala Likert

Skala likert ialah rasio pengukuran psikologis yang biasa dipakai dalam kuesioner, serta ialah rasio yang sangat banyak dipakai dalam survei serta penelitian. Skala Likert didesain untuk membujuk responden menanggapi bermacam level dari tiap persoalan ataupun pernyataan yang dimasukkan dalam

kuesioner. (Firmansyah, 2018). Pada skala likert biasanya digunakan 4,5 bahkan sampai 7 skala untuk mengukur kuisisioner.

Namun pada penelitian ini, peneliti hanya memakai 5 skala untuk menekankan opsi pada responden agar tidak banyak skala yang dapat membingungkan responden saat menjawab. Untuk menganalisis penelitian secara kuantitatif, skala Likert akan digunakan untuk memberikan lima alternatif jawaban kepada responden (Kusuma et al., 2016).