

**TUGAS AKHIR**

**IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK UDARA DARI POLUTAN  
*TOTAL SUSPENDED PARTICULATE (TSP) JALAN ARTERI  
UNDIVIDED* DI KOTA MAKASSAR**



**M. ACHDAR QUSYAERI**

**D131 17 006**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2021**



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 Gowa.

Judul : **Identifikasi Mikro Plastik Udara dari Polutan Total Suspended Partikulat (TSP) Jalan Arteri Undivided di Kota Makassar.**

Disusun Oleh :

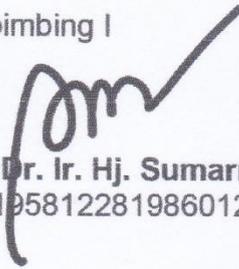
Nama : **M. Achdar Qusyaeri**

**D131171006**

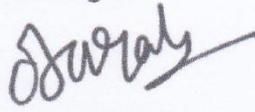
Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 5 Oktober 2021

Pembimbing I

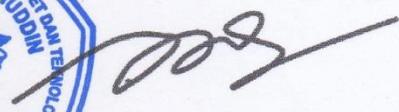
  
**Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T.**  
NIP. 195812281986012001

Pembimbing II

  
**Zarah Arwienny Hanami, S.T., M.T.**  
NIDN. 8939020021



Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

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

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Achdar Qusyaeri  
NIM : D131 17 1006  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**Identifikasi Mikroplastik Udara Dari Polutan *Total Suspended Particulate* (TSP)  
Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi/Tesis/Disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi/Tesis/Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 7 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan,



M. Achdar Qusyaeri  
NIM : D131 17 1006

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah *Subhana Wataala'* karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan Taslim atas junjungan kita Nabi Besar Muhammad *Sallallahu Alaihi Wasallam* sebaik-baik teladan di muka bumi.

Tugas akhir ini saya susun guna memenuhi salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan studi program Strata I Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua saya Ayahanda tercinta Drs. M. Achlak Taha, M.Si dan ibunda tercinta Yunidar yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, perhatian, dorongan, maupun materi kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan masukan, meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, serta selalu memberikan semangat selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Ibu Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan, meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, dan juga selalu memberikan semangat selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir.

7. Ibu Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T. ,M.Eng. , yang senantiasa memberikan masukan dan arahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun
9. Ibu Sukira Akbar, S.T., yang telah membantu mobilisasi alat penelitian saya sehingga tercapai kelancaran dari penelitian saya.
10. Saudari Andi Indah Fitria yang merupakan partner penelitian yang telah memberikan bantuan dan masukan kepada saya.
11. Teman-teman Mahasiswa Teknik Lingkungan angkatan 2017 yang tak henti-henti memberikan dorongan dan masukan selama perkuliahan.
12. Saudara kandung saya Nurvi Ayu Resita, Sri Ahyuni Amelia, Maulida, dan Muh. Khabiir yang tidak henti hentinya memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis.
13. Saudara Pemersatu Bangsa(\*) ( Azhim, Radit, Evans, Risang, dan Mul) yang telah membantu dalam proses penelitian lapangan.
14. Dan kepada seluruh keluarga besar saya, rekan, dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan banyak terimakasih.  
Dalam penulisan tugas akhir ini saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini memberikan manfaat.

Gowa, Agustus 2021

**M. ACHDAR QUSYAERI**

## ABSTRAK

Istilah mikroplastik digunakan untuk partikel polimer organik sintetik padat dengan ukuran antara 100 nm dan 5 mm. Emisi dari industri, resuspensi partikel, dan transportasi merupakan sumber potensial permasalahan mikroplastik udara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP), mengidentifikasi keberadaan mikroplastik udara, dan menganalisis kecenderungan hubungan jumlah kendaraan dengan konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) serta keberadaan mikroplastik udara pada jalan arteri *undivided* di Kota Makassar.

Jumlah titik penelitian yaitu 5 titik yang termasuk jalan arteri *undivided* di Kota Makassar. Pengambilan sampel TSP dilakukan dengan durasi 1 jam pada tiap periode pagi, siang, dan sore, menggunakan alat *High Volume Air Sampling Portable*, kemudian dianalisis menggunakan metode gravimetri. Mikroplastik udara berasal dari sampel TSP yang diamati secara visual menggunakan mikroskop *portable*. Kemudian untuk mengetahui karakteristik mikroplastik dilakukan analisis menggunakan aplikasi *image-j*. Untuk menentukan suatu partikel termasuk mikroplastik atau tidak yaitu dengan menggunakan metode tambahan yaitu metode *Hot Needle Test*.

Berdasarkan hasil penelitian, hanya konsentrasi TSP pada Jalan Jenderal Sudirman yang tidak melewati  $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  yang merupakan standar baku mutu udara ambien PP No. 41 Tahun 1999. Kemudian *Range* konsentrasi mikroplastik di Jalan Jenderal Sudirman ditemukan 1,42-4,85 partikel/ $\text{m}^3$ , Jalan Gunung Bawakaraeng ditemukan 1,38-2,33 partikel/ $\text{m}^3$ , Jalan Masjid Raya ditemukan 1,76-2,21 partikel/ $\text{m}^3$ , Ahmad Yani ditemukan 0,64-1,25 partikel/ $\text{m}^3$ , Jalan Dr. Ratulangi ditemukan 0,81-1,83 partikel/ $\text{m}^3$ . Jenis mikroplastik yang paling dominan adalah fiber dan warna mikroplastik yang paling dominan adalah warna merah. Hasil analisis statistik yang diperoleh menunjukkan bahwa kecenderungan hubungan jumlah kendaraan terhadap jumlah partikel mikroplastik memiliki pengaruh yang tidak signifikan dengan pengaruh sebesar 13,3 %.

**Kata Kunci :** Jalan Arteri, Jumlah Kendaraan, TSP, Mikroplastik

## **ABSTRACT**

*The term microplastic is used for solid synthetic organic polymer particles between 100 nm and 5 mm in size. Emissions from industry, particle recesence, and transportation are potential sources of air microplastic problems. This research purpose to analyze the concentration of Total Suspended Particulate (TSP), identify the presence of air microplastics, and analyze the tendency of the relationship of the number of vehicles to the concentration of Total Suspended Particulate (TSP) as well as the presence of air microplastics on undivided arterial roads in Makassar City.*

*The number of research points is 5 location that include undivided arterial roads in the Makassar City. The TSP sampling is done with a duration of 1 hour in each period of morning, afternoon, and evening, using the High Volume Air Sampling portable tool, then analyzed using gravimetry methods. Air microplastics come from visually observed TSP samples using portable microscopes. Then to find out the characteristics of microplastics, analysis was carried out using the application of image-j. To determine whether a particle including microplastics or not is to use an additional method, the Hot Needle Test method.*

*The results of the research, only the concentration of TSP on Jalan Jenderal Sudirman did not pass  $230 \mu\text{g} / \text{Nm}^3$  which is the standard ambient air quality PP No. 41 Tahun 1999. Then the range of microplastic concentrations on Jenderal Sudirman street that is 1,42-4,85 particles/ $\text{m}^3$ , Jalan Gunung Bawakaraeng street that is 1,38-2,33 particles/ $\text{m}^3$ , Jalan Masjid Raya street that is 1,76-2,21 particles/ $\text{m}^3$ , Ahmad Yani street that is 0,64-1,25 particles  $\text{m}^3$ , Jalan Dr. Ratulangi street that is 0,81-1,83 particles/ $\text{m}^3$ . The most dominant type of microplastic is fiber and the most dominant microplastic color is red. The results of the statistical analysis obtained showed that the tendency of the relationship of vehicle numbers to the number of microplastic particles had an insignificant influence with an influence of 13.3%.*

**Keywords:** *Arterial Road, Total of Vehicle, TSP, Microplastics*

## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL .....</b>	<b>..i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Ruang Lingkup .....	5
F. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. Udara Ambien .....	7
1. Pengertian Udara Ambien.....	7
2. Baku Mutu Udara Ambien.....	7
B. Pencemaran Udara .....	9
C. <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) .....	10
D. Mikroplastik.....	14
1. Pengertian Mikroplastik .....	14
2. Sumber Mikroplastik.....	15
3. Jenis Mikroplastik .....	15
4. Siklus Degradasi Mikroplastik .....	17
E. <i>High Volume Air Sampler</i> (HVAS) .....	17
F. Pengelompokkan Jalan .....	18

G. Volume Lalu Lintas .....	20
H. Analisis Regresi .....	22
I. Uji T- <i>test</i> .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
A. Rancangan Penelitian.....	26
B. Waktu Penelitian .....	28
C. Lokasi Penelitian.....	28
D. Alat dan Bahan.....	32
1. Alat dan Bahan Pengambilan Data .....	32
2. Alat dan Bahan Analisa Data.....	34
E. Metode Pengumpulan Data.....	35
F. Metode Analisa Data.....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
A. Volume Kendaraan .....	42
B. Data Meteorologi .....	49
C. Konsentrasi <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) .....	50
D. Hasil Analisis Mikroplastik Udara.....	55
E. Analisa Kecenderungan Hubungan Jumlah Kendaraan dengan Konsentrasi TSP.....	75
F. Analisa Kecenderungan Hubungan Konsentrasi TSP dengan Jumlah Mikroplastik.....	79
G. Analisa Kecenderungan Hubungan Jumlah Kendaraan TSP dengan Jumlah Mikroplastik .....	84
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>89</b>
A. Kesimpulan .....	89
B. Saran.....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>91</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Baku Mutu Udara Ambien .....	8
<b>Tabel 2.</b> Komponen Bentuk Penyusun Partikulat .....	11
<b>Tabel 3.</b> Jenis-jenis Mikroplastik .....	16
<b>Tabel 4.</b> Klasifikasi Kendaraan .....	21
<b>Tabel 5.</b> Faktor Konversi Ekvivalen Nilai emp.....	22
<b>Tabel 6.</b> Daftar Lebar Jalan Lokasi Penelitian .....	28
<b>Tabel 7.</b> Volume Kendaraan dan Nilai smp Pada Seluruh Ruas Jalan.....	42
<b>Tabel 8.</b> Data Meteorologi.....	49
<b>Tabel 9.</b> Ukuran Mikroplastik Udara di Jalan Jenderal Sudirman .....	57
<b>Tabel 10.</b> Warna Mikroplastik Udara di Jalan Jenderal Sudirman.....	58
<b>Tabel 11.</b> Ukuran Mikroplastik Udara di Jalan Gunung Bawakaraeng.....	61
<b>Tabel 12.</b> Warna Mikroplastik di Jalan Gunung Bawakaraeng.....	61
<b>Tabel 13.</b> Ukuran Mikroplastik Udara di Jalan Masjid Raya .....	64
<b>Tabel 14.</b> Warna Mikroplastik di Jalan Masjid Raya .....	65
<b>Tabel 15.</b> Ukuran Mikroplastik Udara di Jalan Ahmad Yani.....	68
<b>Tabel 16.</b> Warna Mikroplastik di Jalan Ahmad Yani.....	68
<b>Tabel 17.</b> Ukuran Mikroplastik Udara di Jalan Dr. Ratulangi .....	71
<b>Tabel 18.</b> Warna Mikroplastik pada Jalan Dr. Ratulangi .....	72
<b>Tabel 19.</b> Rekapitulasi Karakteristik Mikroplastik dalam Polutan TSP .....	73
<b>Tabel 20.</b> Uji T Data Konsentrasi TSP Interval Pagi dan Siang .....	77
<b>Tabel 21.</b> Uji T Data Konsentrasi TSP Interval Pagi dan Sore .....	77
<b>Tabel 22.</b> Uji T Konsentrasi TSP Periode waktu Siang dan Sore .....	78

<b>Tabel 23.</b> Rekapitulasi <i>Tren</i> hasil pengujian Jumlah Kendaraan dengan Konsentrasi TSP.....	79
<b>Tabel 24.</b> Uji T Data Konsentrasi TSP Interval Pagi dan Siang .....	81
<b>Tabel 25.</b> Uji T Data Konsentrasi TSP Interval Pagi dan Sore .....	81
<b>Tabel 26.</b> Uji T Konsentrasi TSP Periode waktu Siang dan Sore .....	82
<b>Tabel 27.</b> Rekapitulasi <i>tren</i> hasil pengujian Konsentrasi TSP Terhadap Jumlah Mikroplastik .....	83
<b>Tabel 28.</b> Uji T Jumlah Partikel Mikroplastik antara Pagi dan Siang .....	85
<b>Tabel 29.</b> Uji T Jumlah Partikel Mikroplastik antara Pagi dan Sore.....	86
<b>Tabel 30.</b> Uji T Jumlah Partikel Mikroplastik antara Siang dan Sore.....	87
<b>Tabel 31.</b> Rekapitulasi <i>tren</i> hasil pengujian Jumlah Kendaraan Terhadap Jumlah Mikroplastik .....	88

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Siklus Degradasi Mikroplastik .....	17
<b>Gambar 2.</b> Bagan Alir Penelitian.....	27
<b>Gambar 3.</b> Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian 1 Jalan Jenderal Sudirman...	29
<b>Gambar 4.</b> Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian 2 Jalan Gunung Bawakaraeng .....	29
<b>Gambar 5.</b> Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian 3 Jalan Masjid Raya .....	30
<b>Gambar 6.</b> Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian 4 Jalan Ahmad Yani .....	30
<b>Gambar 7.</b> Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian 5 Jalan Dr. Ratulangi.....	31
<b>Gambar 8.</b> Lokasi Ruas Jalan Penelitian .....	31
<b>Gambar 9.</b> Alat dan Bahan Pengambilan Data .....	33
<b>Gambar 10.</b> Alat dan Bahan Analisa Data.....	34
<b>Gambar 11.</b> Diagram Alir Metode Pengumpulan Data .....	37
<b>Gambar 12.</b> Diagram Alir Analisa Data Konsentrasi TSP .....	38
<b>Gambar 13.</b> Diagram Alir Analisa Mikroplastik .....	39
<b>Gambar 14.</b> Menginput gambar ke aplikasi <i>Image-J</i> .....	40
<b>Gambar 15.</b> Mengatur skala pada aplikasi <i>Image-J</i> .....	41
<b>Gambar 16.</b> Volume Kendaraan Jalan Jenderal Sudirman .....	43
<b>Gambar 17.</b> Volume Kendaraan Jalan Gunung Bawakareng .....	44
<b>Gambar 18.</b> Volume Kendaraan Jalan Masjid Raya .....	45
<b>Gambar 19.</b> Volume Kendaraan Jalan Ahmad Yani .....	46
<b>Gambar 20.</b> Volume Kendaraan Jalan Dr. Ratulangi .....	47
<b>Gambar 21.</b> Rekapitulasi Volume Rata –rata Kendaraan Bermotor Per Jam	

Pada Lokasi Penelitian .....	48
<b>Gambar 22.</b> Konsentrasi TSP 1 jam Tiap Periode di Jalan Jenderal Sudirman .....	51
<b>Gambar 23.</b> Konsentrasi TSP 1 jam Tiap Periode di Jalan Gunung Bawakaraeng .....	51
<b>Gambar 24.</b> Konsentrasi TSP 1 jam Tiap Periode Jalan Masjid Raya .....	52
<b>Gambar 25.</b> Konsentrasi TSP 1 jam Tiap Periode pada Jalan Ahmad Yani ...	53
<b>Gambar 26.</b> Konsentrasi TSP 1 jam pada tiap Periode Jalan Dr. Ratulangi....	53
<b>Gambar 27.</b> Rekapitulasi TSP 24 jam pada setiap lokasi penelitian .....	54
<b>Gambar 28.</b> Grafik Konsentrasi Mikroplastik di Jalan Jenderal Sudirman .....	55
<b>Gambar 29.</b> Persentase Jenis Mikroplastik pada Jalan Jenderal Sudirman .....	56
<b>Gambar 30.</b> Contoh jenis mikroplastik di Jalan Jenderal Sudirman .....	57
<b>Gambar 31.</b> Grafik Konsentrasi Mikroplastik di Jalan Gunung Bawakaraeng .....	59
<b>Gambar 32.</b> Persentase Jenis Mikroplastik pada Jalan Gunung Bawakaraeng .....	59
<b>Gambar 33.</b> Contoh Jenis mikroplastik di Jalan Gunung Bawakaraeng .....	60
<b>Gambar 34.</b> Grafik Konsentrasi Mikroplastik di Jalan Masjid Raya .....	62
<b>Gambar 35.</b> Persentase Jenis Mikroplastik Pada Jalan Masjid Raya .....	63
<b>Gambar 36.</b> Contoh Jenis mikroplastik di Jalan Masjid Raya.....	64
<b>Gambar 37.</b> Grafik Konsentrasi Mikroplastik di Jalan Ahmad Yani .....	66
<b>Gambar 38.</b> Persentase Jenis Mikroplastik Pada Jalan Ahmad Yani .....	66
<b>Gambar 39.</b> Contoh Jenis Mikroplastik di Jalan Ahmad Yani .....	67

<b>Gambar 40.</b> Grafik Konsentrasi Mikroplastik di Jalan Dr. Ratulangi .....	69
<b>Gambar 41.</b> Persentase Jenis Mikroplastik Pada Jalan Dr. Ratulangi .....	70
<b>Gambar 42.</b> Contoh Jenis mikroplastik di Jalan Dr. Ratulangi .....	71
<b>Gambar 43.</b> Rekapitulasi Karakteristik Mikroplastik Dalam Polutan TSP .....	73
<b>Gambar 44.</b> Grafik P-plot antara Volume Kendaraan Terhadap Kosentrasi TSP .....	76
<b>Gambar 45.</b> Grafik P-plot antara Kosentrasi TSP Terhadap Jumlah Mikroplastik .....	80
<b>Gambar 46.</b> Grafik P-plot antara Volume Kendaraan Terhadap Jumlah Mikroplastik .....	84

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia termasuk penyumbang cemaran sampah plastik ke laut sebanyak 0,48 – 1,29 juta ton per tahun, dimana kandungan mikroplastik pada air sebanyak 30 – 960 partikel/liter (Jambeck dkk., 2015; Litbangkes, 2019). Salah satu permasalahan cemaran plastik adalah mikroplastik. Mikroplastik termasuk partikel berukuran 1 nm hingga <5 mm. Sumber primer mikroplastik dihasilkan dari bahan campuran kosmetik (*scrubber*) dan industri plastik (GESAMP, 2015). Berdasarkan penelitian Mikroplastik merupakan jenis sampah plastik yang dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer diartikan sebagai mikro partikel yang sengaja diproduksi seperti untuk kebutuhan kosmetik atau serat pakaian sintetis (GESAMP, 2015) sedangkan mikroplastik sekunder merupakan hasil fragmentasi atau perubahan menjadi ukuran yang lebih kecil secara fisik tetapi molekulnya tetap sama berupa polimer (Ekos Afitri dkk., 2015).

Mikroplastik terdapat bermacam-macam jenis dan bentuk, bervariasi termasuk dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya (Browne, 2015). Mikroplastik yang ada biasanya berbentuk fragmen, film, dan fiber. Jenis mikroplastik fiber biasa ditemukan di daerah pingir pantai, karena sampah mikroplastik ini berasal dari pemukiman penduduk yang memiliki pekerjaan sebagai nelayan (Nur, dkk, 2014). Mikroplastik fiber memiliki ciri ciri yang menyerupai serabut atau jaring nelayan dan apabila terkena lampu ultraviolet akan berwarna biru. Jenis mikroplastik *film* memiliki ciri ciri yaitu berbentuk seperti lembaran atau pecahan plastik (Septian, 2014). *Film* merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas rendah (Septian, 2014). Mikroplastik *fragmen* memiliki ciri-ciri bentuk berupa pecahan plastik, tidak seperti jenis mikroplastik *film* yang berbentuk lembaran dan jenis mikroplastik fiber yang berbentuk serabut (Septian, 2014). Mikroplastik berasal dari degradasi sampah plastik makro di lingkungan oleh pengaruh sinar UV, erosi air, angin, dan radiasi (He dkk., 2018).

Partikel plastik di lingkungan dapat berasal dari beberapa sumber, antara lain perusakan limbah plastik alami melalui aksi gelombang mekanis, fotooksidasi akibat sinar matahari, pembuangan langsung produk industri, serat dari kain sintetis, ban bekas dari mobil atau sepeda motor, dan bahan yang digunakan dalam kosmetik (Syafei, 2019). Emisi dari industri, resuspensi partikel, dan penyebab antropogenik lainnya, seperti lalu lintas perkotaan, merupakan sumber potensial mikroplastik di udara (Syafei, 2019). Sebagian besar konstituen debu kota berasal dari bahan berbasis polimer, seperti ban, yang dianggap sebagai mikroplastik. Kendaraan yang melaju di jalan raya mengalami gesekan, tekanan dan panas yang menyebabkan ban kendaraan menjadi aus dan mengeluarkan debu plastik. Jika terhembus ke udara, debu dapat berkontribusi pada penurunan kualitas udara (Syafei, 2019). Oleh karena itu perlu sebuah penelitian mengenai cemaran plastik yang ditimbulkan oleh berbagai aktivitas manusia tersebut.

Menurut Prata (2018) dalam Jurnal Presipitasi tahun 2020, di Indonesia penelitian mikroplastik banyak membahas seputar persebaran, baik di perairan, sedimen, organisme dan udara, dengan total sebanyak kurang lebih 72 penelitian hingga Agustus 2020. Hal tersebut disebabkan Indonesia memiliki luas wilayah yang sangat besar yaitu 1,905 juta km<sup>2</sup> dan untuk mengetahui distribusi di seluruh perairan Indonesia juga menjadi penting sebelum dilakukan pemodelan. Selain itu, penelitian tentang mikroplastik di udara pun belum banyak dilakukan. Jika dibandingkan dengan penelitian di dunia, penelitian mikroplastik di udara telah mengarah pada identifikasi mikroplastik pada jaringan paru-paru, identifikasi kontaminan yang menempel pada mikroplastik di udara, dan sebagainya (Prata, 2018). Namun, hal ini pun belum banyak dilakukan dikarenakan alat uji sampling udara yang relatif mahal dibandingkan alat uji sampling lainnya. Penelitian terkait mekanisme rute transportasi dari mikroplastik pun sudah mulai disinggung di beberapa lokasi di Indonesia, seperti analisis hidrodinamika perpindahan mikroplastik di Kawasan Perairan NTT (Purba, dkk., 2018; Purba dkk., 2019), hingga pemodelan persebaran mikroplastik di Utara Indramayu, Laut Jawa (Ixora dkk., 2019). Penelitian mikroplastik di Indonesia telah banyak dilakukan dan terus berkembang hingga sekarang. Namun, rata-rata penelitian yang dilakukan memiliki

ruang lingkup terkait persebaran dan distribusi dari mikroplastik, dengan lokasi penelitian dominan berada di Pulau Jawa. Walaupun demikian, telah bermunculan ragam penelitian baru seputar uji dampak, distribusi pada udara, tetapi jumlahnya masih relatif sedikit dibandingkan dengan penelitian distribusi di sampel air ataupun sedimen. Dengan perkembangan penelitian mikroplastik yang semakin pesat di dunia, maka penelitian di Indonesia perlu memperluas ruang lingkup ataupun mengejar kedalaman penelitian yang sudah berkembang di dunia (Alam dan Rachmawati, 2020).

Pada tahun 2015 di Kota Makassar tercatat jumlah penduduk sebesar 1.449.401 jiwa. Hal ini memicu terjadinya kepadatan penduduk di Kota Makassar. Sehingga muncul permasalahan publik, mulai dari berkurangnya ruang terbuka hijau, perubahan bentuk tata ruang kota, hingga yang sering dialami yaitu kemacetan lalu lintas (Yunita, 2017). Kota Makassar merupakan salah satu Kota Besar di Indonesia yang memiliki tingkat laju perkembangan transportasi yang sangat pesat. Pada tahun 2016 jumlah sepeda motor di Makassar mencapai 1.128.809 unit. Jumlah kendaraan roda dua itu terpaut jauh dibandingkan kendaraan roda empat atau lebih. Rinciannya, yakni mobil penumpang (206.435 unit), bus (17.264 unit), mobil barang (72.239 unit), dan kendaraan khusus (403 unit) (Badan Pusat Statistik Kota Makassar, 2016).

Peningkatan populasi kendaraan secara cepat dan tingkat aktivitas rumah tangga dan industri serta berbagai aktivitas masyarakat di Kota Makassar merupakan penyebab utama peningkatan pencemaran udara di Kota Makassar (Zubair, dkk,2013) , khususnya *Total Suspended Particulate*. Salah satu pemicu pencemaran udara adalah kepadatan kendaraan bermotor yang dapat berpindah dari tempat ke tempat yang lain (Mustaha, 2016). Kepadatan kendaraan bermotor sangat dipengaruhi oleh kapasitas jalan (Lubis Aulia Yusuf, 2016). Berdasarkan fungsinya Jalan terdiri dari Jalan Arteri, Jalan Kolektor, Jalan Lokal, dan Jalan Lingkungan (UU No.22 Tahun 2009). Jenis jalan yang memiliki fungsi tertinggi dalam jaringan jalan adalah Jalan Arteri (Susilo, 2002). Jalan Arteri adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanannya jarak jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi, kepadatan kendaraan sedang/padat dan

jumlah jalan masuk ke jalan ini sangat dibatasi secara efisien (UU Nomor 38 Tahun 2004).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan mikroplastik dari partikulat debu yang berasal dari aktivitas transportasi di jalan raya. Melihat dari kondisi tersebut maka peneliti mengadakan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul, “**Identifikasi Mikroplastik Udara dari Polutan *Total Suspended Particulate* (TSP) Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar**”.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut:

- 1) Bagaimana konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) yang terdapat pada Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar?
- 2) Apakah terdapat mikroplastik udara pada Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar?
- 3) Bagaimana kecenderungan hubungan antara jumlah kendaraan dengan jumlah konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) serta keberadaan mikroplastik udara pada Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar?

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun beberapa tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Menganalisis konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) pada Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar
- 2) Mengidentifikasi keberadaan mikroplastik udara pada Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar
- 3) Menganalisis kecenderungan hubungan jumlah kendaraan dengan jumlah konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) serta keberadaan mikroplastik udara pada Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagi Penulis

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar Sarjana Teknik (ST) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

2) Bagi Universitas

Dapat dijadikan sebagai referensi bagi generasi-generasi selanjutnya yang berada di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, khususnya yang mengambil konsentrasi Kualitas Udara atau sejenisnya dalam pengerjaan tugas, penelitian lebih lanjut, pembuatan laporan praktikum, atau dalam tahap penyusunan tugas akhir.

3) Bagi Masyarakat

Memberikan pengetahuan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar jalan raya yang melakukan aktivitas transportasi padat mengenai keberadaan mikroplastik dan apa saja dampak yang ditimbulkan.

### **E. Ruang Lingkup**

Agar penelitian ini menjadi terarah, maka perlu dilakukan pembatasan terhadap variabel penelitian sebagai berikut:

- 1) Pengukuran *Total Suspended Particulate* (TSP) yang dianalisis berasal dari kegiatan transportasi pada Jalan Arteri *Undivided* di Kota Makassar
- 2) Mengidentifikasi keberadaan mikroplastik udara menggunakan Mikroskop *Portable*

### **F. Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab yang masing-masing bab membahas masalah tersendiri. Adapun sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang pendahuluan dan memuat latar belakang dilakukannya penelitian ini, rumusan masalah, tujuan penelitian, serta batasan masalah dan manfaat penelitian.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan dasar-dasar teori, rumus-rumus dari beberapa sumber bacaan, serta berisi langkah-langkah atau metode yang akan dipakai dalam penelitian ini, berupa ketentuan maupun peraturan yang berlaku untuk menyusun kerangka/konsep yang akan digunakan dalam penelitian. Selain itu, berisi referensi-referensi yang dapat menjadi acuan dalam melaksanakan penelitian.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang prosedur pengumpulan data dan prosedur analisis data yang berupa jenis penelitian, waktu penelitian, lokasi penelitian, bahan dan alat, populasi dan sampel, variabel penelitian, teknik pengumpulan data, pengolahan dan analisis data serta bagan alir penelitian.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil pengukuran dan pengolahan data dan pembahasan mengenai analisis data dari hasil pengukuran yang didapatkan sesuai dengan metode yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan berdasarkan analisis data, hasil dan bukti yang disajikan sebelumnya, kemudian dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan yang berhubungan dengan analisis yang telah dilakukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Udara Ambien**

##### **1. Pengertian Udara Ambien**

Berdasarkan Keputusan Gubernur DIY Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien, Udara Ambien diartikan sebagai udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup.

Udara Ambien Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PPRI) No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Unsur-unsur berbahaya yang masuk ke dalam atmosfer dapat berupa Karbonmonoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), Hidrokarbon (HC), dan lain-lain.

Menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 8 Tahun 2010 tentang program Langit Biru tahun 2009-2013, pengertian Udara Ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhinya kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Dengan adanya kegiatan makhluk hidup menyebabkan komposisi udara alami berubah. Jika perubahan komposisi udara alami melebihi konsentrasi tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya, maka udara tersebut dikatakan telah tercemar.

##### **2. Baku Mutu Udara Ambien**

Untuk mencegah terjadinya pencemaran udara serta terjaganya mutu udara. Maka pemerintah menetapkan Baku Mutu Udara Ambien Nasional (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bantul 2013). Baku Mutu Udara Ambien Nasional terlampir dalam Peraturan Pemerintah Tahun 41 Tahun 1999, seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Baku Mutu Udara Ambien

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1.	SO <sub>2</sub> (Sulfur Dioksida)	1 jam 24 jam 1 Tahun	900 µg/Nm <sup>3</sup> 365 µg/Nm <sup>3</sup> 60 µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosanilin	Spektrofotometer
2.	CO (Karbon Monoksida)	1 jam 24 jam 1 tahun	30.000µg/Nm <sup>3</sup> 10.000 µg/Nm <sup>3</sup>	NDIR	NDIR Analyzer
3.	NO <sub>2</sub> (Nitrogen Dioksida)	1 jam 24 jam 1 tahun	400 µg/Nm <sup>3</sup> 150 µg/Nm <sup>3</sup> 100 µg/Nm <sup>3</sup>	Saltzman	Spektrofotometer
4.	O <sub>3</sub> (Oksida)	1 jam 1 tahun	235 µg/Nm <sup>3</sup> 50 µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	Spektrofotometer
5.	HC (Hidro Karbon)	3 jam	160 µg/Nm <sup>3</sup>	Flamed Ionization	Gas Chromatografi
6.	PM <sub>10</sub>	24 jam	150 µg/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric	Hi-vol
	PM <sub>2,5</sub>	24 jam 1 tahun	65 µg/Nm <sup>3</sup> 15 µg/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric	Hi-vol
7.	TSP (debu)	24 jam 1 tahun	230 µg/Nm <sup>3</sup> 90 µg/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric	Hi-vol
8.	Pb (Timah Hitam)	24 jam 1 tahun	2 µg/Nm <sup>3</sup> 1 µg/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric Ekstraktif Pengabuan	Hi-vol AAS
9.	<i>Dustfall</i> (Debu Jatuh)	30 hari	10 ton/km <sup>2</sup> /bulan (permukiman) 10 ton/km <sup>2</sup> /bulan (industri)	Gravimetric	Cannister
10.	Total Flourides (as F)	24 jam 90 hari	3 µg/Nm <sup>3</sup> 0,5 µg/Nm <sup>3</sup>	Specific Ion Electrode	Impinger atau Continuous Analyzer

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
11.	Flour Indeks	30 hari	40 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ dari Kertas Limed Filter	Colorimetric	Limed Filter-Paper
12.	Khlorine & Khlorine Dioksida	24 jam	150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Specific Ion Electrode	Impinger atau Continuous Analyzer
13.	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg $\text{SO}_3/100 \text{ cm}^3$ dari Lead Peroksida	Colometric	Lead Peroxide Candie

*Sumber : Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999*

Untuk nomor 11 sampai dengan 13 hanya diperuntukkan untuk kawasan perindustrian Kimia Dasar misalnya, Industri Pembuatan Asam Sulfat, Industri Petrokimia.

### **B. Pencemaran Udara**

Pencemaran udara adalah campuran gas dan partikel yang kompleks yang sumber dan komposisinya bervariasi menurut tempat dan waktu. Kekhawatiran tentang dampak polusi udara memiliki sejarah yang panjang. Keluhan tentang dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan pertama kali disuarakan oleh warga Athena dan Roma kuno. Selama revolusi industri, kualitas udara perkotaan memburuk karena penggunaan batu bara yang meluas di pabrik-pabrik di Inggris, Jerman, Amerika Serikat, dan negara-negara lain yang mengarah ke era kabut asap (Susanto, 2020).

Menurut Chandra (2007), pencemaran udara ialah terjadinya penambahan substrat fisik maupun kimia ke dalam lingkungan udara normal dengan volume tertentu, sehingga dapat dirasakan oleh manusia serta dapat memberikan efek buruk bagi manusia, hewan, dan tumbuhan. Terjadinya pencemaran udara apabila dicampuri dengan zat polutan yang dapat berefek samping terhadap organisme hidup. Setiap substansi yang bukan merupakan bagian dari komposisi udara normal disebut sebagai polutan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70% (BPLH DKI Jakarta, 2013), sementara, kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15% (BPLH DKI Jakarta, 2013), dan sisanya berasal dari sumber pembakaran lain; misalnya rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutandan lain-lain (BPLH DKI Jakarta, 2013).

Terdapat dua jenis sumber pencemaran udara, yang pertama adalah pencemaran akibat sumber alamiah (*natural sources*) seperti letusan gunung berapi dan yang kedua berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic sources*) seperti yang berasal dari transportasi, emisi pabrik, dan lain-lain (Simandjuntak, 2007). Dewasa ini lebih dari 70% pencemaran udara di Indonesia disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor, selebihnya akibat aktivitas industri dan lain-lain (Fahmi, 2019). Wardhana (2001), menyatakan bahwa zat pencemar utama yang bersumber dari aktivitas manusia berupa gas buangan hasil pembakaran bahan bakar fosil dan industri.

Berbagai aktivitas tersebut menyumbang polutan berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan (Agusnar, 2007).

### **C. 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 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).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, *Total Suspended Particulate* dalam jumlah tertentu yang relatif rendah tidak menimbulkan efek negatif, namun jika keberadaannya dalam udara ambien maupun dalam ruang melebihi baku mutu akan menimbulkan efek negatif yang serius, beragam dan merugikan, baik dari aspek kesehatan, ekonomi maupun dari aspek lingkungan.

Materi partikulat ini dapat berasal dari banyak sumber, misalnya sumber diam seperti letusan gunung berapi, industri, konstruksi, jalan tanpa aspal, dan lain-lain. Aktifitas manusia juga berperan dalam penyebaran partikulat, misalnya dalam bentuk partikulat-partikulat debu dan asbes dari bahan bangunan, abu terbang dari proses peleburan baja, dan asap dari proses pembakaran tidak sempurna, terutama dari batu arang. Selain itu, terdapat pula sumber bergerak yaitu kendaraan bermotor terutama yang bermesin diesel (Af'idah, 2019). Menurut Wiraadiputri (2012), komponen dan bentuk penyusun partikulat terdiri dari 12 komponen yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komponen Bentuk Penyusun Partikulat

No	Komponen	Bentuk
1.	Karbon	
2	Besi	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_3\text{O}_4$
3	Magnesium	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_3\text{O}_4$
4	Kalsium	$\text{CaO}$
5	Aluminium	$\text{Al}_2\text{O}_3$
6	Sulfur	$\text{SO}_2$
7	Titanium	$\text{TiO}_2$
8	Karbonat	$\text{CO}_3^-$
9	Silikon	$\text{SiO}_2$
10	Fosfor	$\text{P}_2\text{O}_5$
11	Kalium	$\text{K}_2\text{O}$
12	Natrium	$\text{NA}_2\text{O}$

Sumber : Wiraadiputri, 2012

Salah satu faktor yang mempengaruhi konsentrasi TSP adalah vegetasi. Peningkatan jumlah vegetasi atau cara penghijauan dengan menanam pohon-pohon merupakan solusi dalam mengatasi masalah pencemaran udara termasuk permasalahan partikel *Total Suspended Particulate* (TSP) (Anjarwati,dkk, 2019). Peningkatan jumlah vegetasi juga berfungsi sebagai penyaring dan penetral bahan-bahan pencemar udara sehingga dapat dijadikan suatu bioindikator untuk pemantauan kualitas udara, serta sebagai penghasil oksigen (O<sup>2</sup>) yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup (Anjarwati,dkk, 2019).

Menurut Nasrullah (2001), secara umum mekanisme tanaman dalam mereduksi polutan yang terlepas pada lingkungan terdiri dari beberapa proses yaitu proses difusi berupa penyebaran polutan ke atmosfer (dilakukan oleh tajuk pohon yang tinggi dengan membelokkan hembusan angin ke atmosfer yang lebih luas, sehingga konsentrasi polutan menurun), proses absorpsi yaitu penyerapan polutan gas melalui stomata sehingga gas masuk kedalam jaringan daun, proses adsorpsi yaitu penjerapan polutan partikel oleh permukaan daun, batang, ranting, dan proses deposisi partikel besar oleh daun dan bagian tanaman lainnya. Letak vegetasi yang dekat dengan jalan raya akan lebih banyak menjerap polutan partikel bila dibandingkan dengan vegetasi yang menjauhi jalan atau berada pada lapisan berikutnya. (Wuisang, 2006)

Kemudian. Untuk perhitungan *Total Suspended Particulate* (TSP) berdasarkan SNI 7119-3-2017 adalah sebagai berikut

a. Koreksi Laju Alir pada kondisi standar

Berikut rumus perhitungan laju alir pada kondisi standar

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

Keterangan :

$Q_s$  = Laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (m<sup>3</sup>/menit)

$Q_0$  = Laju alir volume uji (m<sup>3</sup>/menit)

$T_s$  = Temperatur standar, yaitu 298 K

$T_0$  = Temperatur absolut saat pengujian, 273 + T, (K)

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

$P_o$  = Tekanan barometrik saat pengujian (mmHg)

b. Volume Contoh Uji Udara

Berikut rumus perhitungan volume contoh uji udara

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

Keterangan:

$Q_s$  = Laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar ke-n ( $m^3$ /menit)

$t$  = Durasi pengambilan contoh uji (menit)

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

$n$  = Jumlah pencatatan laju alir

c. Kosentrasi TSP di Udara Ambien

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung kosentrasi TSP pada udara ambien:

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

Keterangan:

$C$  = Kosentrasi Total Suspended Partikulat di udara ambien ( $\mu g/Nm^3$ )

$W_2$  = Berat filter setelah pengambilan sampel udara (gram)

$W_1$  = Berat filter sebelum pengambilan sampel udara (gram)

$10^6$  = Konversi gram ke  $\mu g$

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

d. Perbandingan Kosentrasi TSP Hasil Pengukuran Terhadap Baku Mutu Udara Ambien

Nilai kosentrasi TSP yang didapatkan dari hasil pengukuran di lapangan, perlu dikonversikan terlebih dahulu sebelum dibandingkan dengan baku mutu udara ambien. Konversi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan *Canter*.

Berikut rumus persamaan Konversi *Canter*:

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

Keterangan:

$C_1$  = Kosentrasi TSP yang setara dengan waktu pengambilan sampel selama 24

jam ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )

$C_2$  = Konsentrasi TSP terukur dengan durasi pengambilan sampel selama t jam  
( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )

$t_1$  = Waktu pengambilan sampel yang setara dengan 24 jam

$t_2$  = Waktu pengambilan sampel selama t jam

P = Faktor konversi

## D. Mikroplastik

### 1. Pengertian Mikroplastik

Penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya yang kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. Perkembangan produk plastik di Indonesia sangat pesat hampir pada semua jenis kebutuhan manusia. Produk plastik selain sangat dibutuhkan oleh masyarakat juga mempunyai dampak buruk bagi lingkungan. Sampah plastik sangat potensial mencemari lingkungan karena plastik merupakan bahan yang sulit terdegradasi (Sahwan,dkk, 2005). Permasalahan tentang mikroplastik ini memberikan gambaran dalam penggunaan plastik dikehidupan sehari-hari yang memberikan dampak kerusakan ekologi karena pembuangan sampah plastik yang sembarangan tanpa memperhatikan dampak di masa yang akan datang (Galloway, dkk, 2017).

Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel polimer organik sintetis dengan ukuran (atau, lebih khususnya, dimensi terbesar)  $<5$  mm. Mayoritas definisi tidak menyertakan batas ukuran yang lebih rendah. Mengingat definisi skala nano adalah 1–100 nm, istilah mikroplastik digunakan untuk partikel polimer organik sintetis padat dengan ukuran antara 100 nm dan 5 mm. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Klein, dkk (2019), menemukan mikroplastik jenis fiber memiliki panjang yaitu 300-5000  $\mu\text{m}$  atau 0,3-5 mm. Mikroplastik jenis fragmen memiliki diameter 63-300  $\mu\text{m}$  atau 0,063-0,3 mm. Kemudian berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Allen, dkk (2019) ukuran mikroplastik jenis film yang ditemukan adalah 50-200  $\mu\text{m}$  atau 0,05-0,2 mm. Dalam studi tentang kejadian di lingkungan, batas ukuran atas plastik sampel tidak selalu ditunjukkan. Dalam kasus seperti itu, istilah mikroplastik digunakan, dan dapat diasumsikan bahwa sampel plastik dapat

dikatakan mikroplastik apabila berada dalam kisaran ukuran yang telah disebutkan di atas. Dalam kasus di mana pengambilan sampel termasuk mikroplastik, tetapi batas ukuran atas plastik sampel di atas 5 mm (misalnya 10 mm) , maka Benda plastik tersebut yang lebih besar dari 5 mm ditetapkan sebagai makroplastik (Coors,dkk ,2016).

## **2. Sumber Mikroplastik**

Sumber Mikroplastik dikelompokkan menjadi 2 yaitu sumber mikroplastik primer dan sekunder. Sumber mikroplastik primer diartikan sebagai mikro partikel yang sengaja diproduksi oleh industri untuk kebutuhan bahan-bahan kosmetik dan bahan serat pakaian sintesis, sedangkan sumber mikroplastik sekunder bersifat antropogenik yang merupakan hasil dari fragmentasi atau perubahan menjadi ukuran lebih kecil secara fisik tetapi molekulnya tetap sama berupa polimer yang telah terdegradasi dapat masuk ke lingkungan air melalui angin, erosi tanah (Ekos afitri dkk., 2015).

## **3. Jenis Mikroplastik**

Mikroplastik terdapat bermacam-macam jenis dan bentuk, bervariasi termasuk dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya (Browne, 2015). Mikroplastik yang ada biasanya berbentuk fragmen, film, fiber dan foam. Jenis mikroplastik fiber umumnya ditemukan didaerah pinggir pantai, karena sampah mikroplastik ini berasal dari pemukiman penduduk yang memiliki pekerjaan sebagai nelayan (Nur ,dkk, 2014). Jenis-jenis mikroplastik dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Jenis-jenis Mikroplastik**

No.	Jenis	Keterangan	Gambar
1.	Fragmen	Bersifat keras, kaku, berwarna dan memiliki densitas yang tinggi (Yolla,dkk, 2020). Umumnya berdiameter 63-300 $\mu\text{m}$ (Klein,dkk,2019).	
2.	Fiber	Berbentuk seperti serat (Yolla,dkk, 2020). Umumnya memiliki panjang 300-5000 $\mu\text{m}$ (Klein,dkk,2019).	
3.	Film	Sifatnya transparan dan memiliki densitas yang rendah (Yolla,dkk,2020). Umumnya memiliki panjang 50-200 $\mu\text{m}$ (Allen,dkk,2019).	
4.	Foam	umumnya berwarna putih, berpori dan memiliki densitas partikel (Yolla,dkk,2020).	

#### 4. Siklus Degradasi Mikroplastik

Menurut Weinstein, Crocker, & Gray (2016) proses degradasi makroplastik menjadi mikroplastik biasanya membutuhkan waktu yang lama hingga bertahun-tahun. Siklus degradasi mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Guo & Wang, 2019

**Gambar 1.** Siklus Degradasi Mikroplastik

Berdasarkan Gambar 1 Dapat dilihat bahwa Makroplastik (sampah plastik) mengalami proses fragmentasi menjadi mikroplastik yang dipengaruhi oleh sinar matahari, radiasi panas, proses oksidasi, dan mikroorganisme.

#### **E. High Volume Air Sampler (HVAS)**

Zat pencemar udara yang sering menimbulkan masalah di masyarakat sekitar lingkungan industri adalah partikulat di ambien. Partikulat adalah material berbentuk padat yang tersuspensi di dalam gas. Untuk mengetahui kadar partikulat yang ada di udara dipergunakan metode Gravimetri dengan menggunakan alat sampling *High Volume Air Sampler (HVAS)*. (Lodge Peter, dkk, 1988). HVAS adalah salah satu alat sampling udara dasar yang dipergunakan. Pada kenyataannya, pemeliharaan alat menjadi hal yang penting. (Fred C. Wadnola, 2012).

Salah satu upaya pengendalian pencemaran udara ambien adalah dengan melakukan pengambilan contoh uji partikulat udara ambien. Ketersediaan data

untuk kualitas udara sangat minim. Teknik pengambilan sampel partikulat menurut standar pemerintah dilakukan dengan menggunakan *alat High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan metode analisis gravimetri. HVAS dapat digunakan untuk mengukur TSP, PM<sub>10</sub>, dan PM<sub>2,5</sub> (Rohmah, dkk,2018).

*High Volume Air Sampler* (HVAS) adalah alat pengambil sampel partikulat di udara ambien yang memiliki prinsip kerja hampir sama dengan sistem vakum dengan menarik udara lingkungan sekitar melalui inlet dengan ukuran-selektif dan melalui filter berukuran 20,3 x 25,4 cm (8" x 10") pada laju alir minimum 0.3 m<sup>3</sup>/menit.

Berdasarkan SNI 19-7119.3.2005, HVAS adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan kandungan partikel melalui filtrasi yang dilengkapi dengan filter dan alat ukur kontrol laju alir. Prinsip kerja alat HVAS yaitu udara dihisap melalui filter di dalam shelter menggunakan pompa vakum dengan laju alir tinggi sehingga partikel terkumpul di permukaan filter. Jumlah partikel yang terakumulasi dalam filter selama periode waktu tertentu dianalisa secara gravimetri.

## **F. Pengelompokkan Jalan**

Jalan umum dapat dikelompokkan dalam klasifikasi menurut sistem, fungsi, status, dan kelas (UU No.22 Tahun 2009) :

### 1. Berdasarkan Sistem

- Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.
- Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

### 2. Berdasarkan Fungsi

- Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah masuk dibatasi secara berdaya guna.

- 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.
- Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk tidak dibatasi.
- Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri melayani angkutan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

### 3. Berdasarkan Status

- 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.
- Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibu Kota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- Jalan kota adalah 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 pemukiman yang berada di dalam kota.
- Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, seuta jalan lingkungan.

### 4. Berdasarkan Kelas Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 untuk keperluan pengaturan penggunaan dan pemenuhan kebutuhan angkutan, jalan di bagi dalam beberapa kelas yaitu:

- Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.
- Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 8 (delapan) ton.
- Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton, dan
- Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran 7 paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.

### **G. Volume Lalu Lintas**

Peningkatan volume kendaraan mengakibatkan terjadinya kepadatan lalu lintas. Pada jam-jam sibuk, terlihat terjadinya antrian kendaraan yang panjang di simpangan yang mengakibatkan terjadinya tundaan rata-rata yang cukup lama (Anwar, 2000) .

Kemudian untuk mengatasi kepadatan kendaraan dibutuhkan suatu usaha pengaturan atau rekayasa lalu lintas. Salah satu usaha pengaturan lalu lintas adalah penentuan nilai satuan mobil penumpang atau SMP (Anwar, 2000)

Sebelum kita menentukan nilai SMP pada lokasi penelitian terlebih dahulu

kita mengetahui klasifikasi kendaraan. Tabel klasifikasi kendaraan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Klasifikasi Kendaraan

<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>Definisi</b>	<b>Keterangan</b>
Kendaraan Ringan	Kendaraan ringan (LV=Light Vehicle)Kendaraan bermotor dua as beroda empat dengan jarak as 2-3 m	Mobil pribadi, mikrobis, oplet, pick-up, truk kecil, angkutan penumpang dengan jumlah penumpang maksimum 10 orang termasuk pengemudi
Kendaraan umum/berat	Kendaraan umum (HV=Heavy Vehicle)Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda	Bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga, angkutan penumpang dengan jumlah tempat duduk 20 buah termasuk pengemudi
Sepeda Motor	Sepeda motor (MC) Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda	Sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga
Kendaraan tak bermotor	Kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan	Sepeda, becak, kereta kuda, kereta dorong

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

Untuk menentukan nilai Satuan Mobil Penumpang suatu jalan dapat dihitung dengan mengkonversikan antara volume lalu lintas yang telah diperoleh dengan faktor ekivalen setiap jenis kendaraan. Menurut Andiani (2013) , Pada perencanaan geometrik jalan raya, kapasitas jalan dihitung berdasar volume lalu lintas yang

terlebih dahulu dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Faktor konversi dari berbagai jenis kendaraan menjadi mobil penumpang disebut ekuivalensi mobil penumpang (emp). Satuan mobil penumpang (smp) adalah satuan kendaraan dalam arus lalu lintas yang disetarakan dengan kendaraan ringan/mobil penumpang, besarnya dipengaruhi oleh jenis, dimensi, dan kemampuan gerak kendaraan. Sedangkan ekuivalensi kendaraan dengan mobil penumpang tergantung besar dan kecepatan kendaraan yang nilainya akan mempengaruhi kinerja jalan.

Nilai emp kendaraan besar diestimasi sebagai salah satu inti rasio bertambahnya tundaan di jalan raya. Tundaan dasar dan pertambahan tundaan tergantung pada kendaraan besar yang dihitung dari besarnya nilai headway. Besar dimensi kendaraan akan mempengaruhi nilai emp. (Izumi Okura, 2006). Perhitungan kapasitas jalan di Indonesia, faktor ekivalen nilai emp yang dipakai mengacu pada Manual Kapasitas Jalan di Indonesia (MKJI) 1997 yang dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Faktor konversi ekivalen (emp) kendaraan bermotor

<b>Emp</b>		
<b>MC (motorcycle)</b>	<b>LV (Light Vehicle)</b>	<b>HV (Heavy Vehicle)</b>
0,5	1,0	1,3

*Sumber : MKJI, 1997*

## **H. Analisis Regresi**

Menurut Sudjana (2005) , Analisis Regresi adalah hubungan yang didapat dan dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antar variabel-variabel. Regresi dibagi menjadi 3 yaitu :

### **a. Analisis regresi linier sederhana**

Analisis regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas dengan

variabel bebas tunggal. Regresi linier sederhana hanya memiliki satu perubahan regresi linier untuk populasi dengan rumus sebagai berikut :

$$Y = a + bx \quad (5)$$

Dengan :

Y = Subyek dalam variabel dependen yang diprediksikan

x = Subyek pada variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.

a = Parameter *intercept*

b = Parameter koefisien regresi variabel bebas

Persamaan model regresi sederhana hanya memungkinkan bila pengaruh yang ada itu hanya dari *independent variabel* (variabel bebas) terhadap *dependent variabel* (variabel tak bebas). Jadi harga b merupakan fungsi dari koefisien korelasi. Bila koefisien korelasi tinggi, maka harga b juga besar, sebaliknya bila koefisien korelasi negatif maka harga b juga negatif, dan sebaliknya bila koefisien korelasi positif maka harga b juga positif.

b. Analisis regresi linier berganda

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk memprediksi berubahnya nilai variabel tertentu bila variabel lain berubah. Dikatakan regresi berganda, karena jumlah variabel bebas (*independen*) sebagai prediktor lebih dari satu, maka digunakan persamaan regresi linier berganda dengan rumus, sebagai berikut :

$$\hat{y} = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots + \alpha_k x_k \quad (6)$$

Dimana :

$\hat{y}$  = variabel tidak bebas (dependen)

$\alpha_0, \dots, \alpha_k$  = koefisien regresi

$x_1, \dots, x_k$  = variabel bebas (independen)

Tujuan analisis regresi linier adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua variabel atau lebih dan memuat prediksi / perkiraan nilai Y dan nilai X. bentuk umum persamaan regresi linier berganda yang mencakup dua atau lebih variabel.

c. Regresi Non Linear

Model nonlinear biasa digunakan ketika ada dukungan teoritis atau

untuk membangun bentuk nonlinear yang sudah diketahui sebagai model. Walaupun ketika pendekatan linear bekerja dengan baik, model non linear dapat digunakan untuk mendapatkan pendekatan parameter yang terbaik (Susianto, 2019).

Menurut Nawari (2010), regresi non linier ialah bentuk hubungan atau fungsi di mana variabel bebas X dan atau variabel terikat Y dapat berfungsi sebagai faktor atau variabel dengan pangkat tertentu. Selain itu, variabel bebas X dan atau variabel terikat Y dapat berfungsi sebagai penyebut (fungsi pecahan), maupun variabel X dan atau variabel terikat Y dapat berfungsi sebagai pangkat fungsi eksponen. Macam-macam regresi non linier adalah model kuadratik, model parabola, model eksponensial, model parabola kubik, model hiperbola, model geometrik, dan model logistik. Menurut Susetyo (2019) beberapa bentuk model non linear adalah sebagai berikut :

*-Quadratic*

$$Y = a + bx + cx^2 \quad (7)$$

*-Cubic*

$$Y = a + bx + cx^2 + dx^3 \quad (8)$$

*-Logarithm*

$$Y = a + b \ln x \quad (9)$$

*-Inverse*

$$Y = a + \frac{b}{x} \quad (10)$$

*-Compound*

$$Y = ab^x \quad (11)$$

*-Power*

$$Y = ax^b \quad (12)$$

*-S*

$$Y = e^{a+b/t} \quad (13)$$

*-Growth*

$$Y = e^{a+bx} \quad (14)$$

*-Eksponensial*

$$Y = a(e^{bx}) \quad (15)$$

Keterangan :

a, b, c, d : Koefisien

x : variabel *independent*

Y : variabel *dependent*

e : *error term*

ln : Logaritma alami

### I. Uji T- test

Uji-T atau T-Test adalah salah metode pengujian dari uji statistik parametrik. Menurut Ghozali (2012), uji statistik t adalah suatu uji yang menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel *independent* secara individual dalam menerangkan variabel *dependent*. Pengujian statistik t atau *t-test* ini dilakukan dengan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 0,05 ( $\alpha=5\%$ ). Menurut Walpole, R.E., R.H. Myers. (1995), penerimaan atau penolakan uji hipotesis ini dilakukan dengan kriteria sebagai berikut :

1. Jika nilai signifikan  $> 0,05$ , maka hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) ditolak. Hal ini berarti, secara parsial variabel independen tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variable dependen.
2. Jika nilai signifikan  $< 0,05$  maka hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) diterima. Hal ini berarti secara parsial variabel independen tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variable dependen.