

*Skripsi*

**ANALISIS KONSENTRASI, UKURAN DAN KOMPOSISI PARTIKEL  
ATMOSFERIK AKIBAT LALU LINTAS**

**ANDRIANUS MUJIWAN**

**H021 20 1043**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

**ANALISIS KONSENTRASI, UKURAN DAN KOMPOSISI PARTIKEL  
ATMOSFERIK AKIBAT LALU LINTAS**

**SKRIPSI**

***Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin***

**ANDRIANUS MUJIWAN  
H021 20 1043**

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KONSENTRASI, UKURAN DAN KOMPOSISI PARTIKEL  
ATMOSFERIK AKIBAT LALU LINTAS**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**ANDRIANUS MUJIWAN**

**H021 20 1043**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika Fakultas Matematika  
dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 5 Juni 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

  
Prof. Dr. Sri Suryani, DEA.  
NIP. 19580508 198312 2 001

Pembimbing Pertama,

  
Bannu, S.Si., M.Si.  
NIP. 19730502 199802 1 002

Ketua Program Studi,

  
Prof. Dr. Arifin, M.T.  
NIP. 19670520 199403 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andrianus Mujiawan

NIM : H021201043

Program Studi : Fisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **ANALISIS KONSENTRASI, UKURAN DAN KOMPOSISI PARTIKEL ATMOSFERIK AKIBAT LALU LINTAS**

Adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambil alihan tulisan maupun pemikiran orang lain. Jika terdapat karya orang lain dalam skripsi ini, maka akan dicantumkan sumber yang benar dan jelas. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya berhak menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 05 Juni 2024



**Andrianus Mujiawan**

**H021 20 1043**

## ABSTRAK

Polusi udara adalah masalah serius yang mempengaruhi lingkungan dan kesehatan manusia karena masuknya berbagai bahan berbahaya ke udara. Tingkat polusi udara yang tinggi telah terbukti menyebabkan berbagai penyakit, termasuk kanker paru-paru dan gangguan saluran pernapasan. Salah satu penyebab utama polusi udara adalah aktivitas transportasi, yang menghasilkan partikel-partikel seperti asap, debu, dan uap. Debu, sebagai salah satu komponen utama emisi polutan, berasal dari berbagai sumber seperti kendaraan bermotor dan pembuangan sampah terbuka. Ukuran debu yang kecil, berkisar antara  $10 \mu m$  hingga  $30 \mu m$ , menjadikannya berbahaya karena kemampuannya sebagai pembawa polutan lainnya. Hasil analisis XRF (*X-ray fluorescence*) menunjukkan bahwa variasi dalam komposisi debu di berbagai lokasi, dengan kandungan unsur seperti Silikon Dioksida ( $SiO_2$ ), Nikel (Ni), Besi (Fe), Magnesium Oksida (MgO), Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ), Karbon Monoksida (Co), Mangan Oksida (MnO), dan Kalsium Oksida (CaO) bervariasi tergantung pada lokasi pengambilan sampel dan ukuran debu. Temuan ini menyoroti pengaruh aktivitas manusia, kondisi lingkungan, dan karakteristik jalan terhadap komposisi debu di setiap lokasi. Studi lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak polusi udara terhadap kesehatan manusia dan lingkungan serta untuk mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.

**Kata Kunci:** Polusi udara, Debu, Komposisi debu.

## **ABSTRACT**

*Air pollution is a serious problem affecting the environment and human health due to the introduction of various hazardous materials into the air. High levels of air pollution have been shown to cause various diseases, including lung cancer and respiratory tract disorders. One of the main causes of air pollution is transportation activities, which produce particles such as smoke, dust and vapor. Dust, as one of the main components of pollutant emissions, comes from various sources such as motor vehicles and open dumping. The small size of dust, ranging from 10  $\mu\text{m}$  to 30  $\mu\text{m}$ , makes it dangerous due to its ability as a carrier of other pollutants. The results of the XRF analysis show that there are variations in the composition of dust at different locations, with the content of elements such as Silicon Dioxide ( $\text{SiO}_2$ ), Nickel (Ni), Iron (Fe), Magnesium Oxide (MgO), Aluminum Oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Carbon Monoxide (Co), Manganese Oxide (MnO), and Calcium Oxide (CaO) varying depending on the sampling location and dust size. These findings highlight the influence of human activities, environmental conditions and road characteristics on dust composition at each site. Further studies are needed to understand the impact of air pollution on human health and the environment and to develop effective mitigation strategies.*

**Keywords:** *Air pollution, Dust, Dust composition.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Analisis Kosentrasi, Ukuran dan Komposisi Partikel Atmosferik Akibat Lalu Lintas**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak yang secara konsisten memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kepada Orang tua, Ibu tercinta **Sri Pujasih** dan Bapak terkasih **Baktiar** yang selalu membantu dalam jerih payahnya, keringatnya, doa, harapannya, dan semangat yang selalu diberikan yang memotivasi saya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Tuhan Yesus senantiasa memberkati dan memberikan Kesehatan kepada beliau.
2. Kepada saudaraku **Anggun May Palunte** dan **Amira May Palunte** yang selalu mendukung, menghibur dan memberi semangat kepada penulis agar tidak putus asa dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada seluruh keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan saran dan dukungan berupa moril maupun material, semoga Tuhan Yesus senantiasa Memberkati.
4. Kepada Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T.** selaku ketua Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Terima kasih atas dukungan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Fisika. Keberhasilan saya dalam menyelesaikan penelitian ini tidak lepas dari fasilitas dan lingkungan akademik yang kondusif yang telah Bapak ciptakan di departemen ini.
5. Kepada Ibu **Prof. Dr. Sri Suryani, DEA.**, selaku pembimbing utama, dan Bapak **Bannu, S.Si., M.Si.**, selaku pembimbing pertama, atas waktu, bimbingan, dukungan, serta saran yang telah diberikan selama proses penelitian dan penulisan hingga penyelesaian skripsi ini. Semoga Ibu dan Bapak senantiasa diberikan kesehatan oleh Allah.

6. Kepada Ibu **Prof. Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc.**, dan **Prof. Dr. rer. nat. Wira Bahari Nurdin**, selaku tim penguji dalam pelaksanaan seminar proposal penelitian, seminar hasil penelitian, dan ujian sidang skripsi fisika. Terima kasih atas saran dan masukan yang berharga selama pelaksanaan seminar.
7. Kepada seluruh staf akademik Departemen Fisika, khususnya kepada Bapak **Syukur Polanunu, S.T.**, **Ahmad Muhtam Yusran H, S.T.**, Ibu **Andi Asviana Amin, S.E.**, dan **Haerana, A.Md.**, terima kasih atas keterlibatannya dalam pembuatan administrasi dari awal perkuliahan hingga akhir.
8. Kepada Bapak/Ibu **Dosen Pengajar** di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, terima kasih telah mendidik dan memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
9. Untuk sahabat-sahabatku di SMA **Delarosa Kala' Lembang, S.Kel.**, dan **Isrinian Wardani, S.T.**, terima kasih atas semua kasih sayang, canda tawa, kegilaan, dan semua kenangan lucu yang telah kita alami selama di SMA. Semoga kita dapat menghadapi masa depan dengan baik.
10. Untuk teman-teman **S.Si Didepan Mata (Andani, Pryandi, dan Waode)**, terima kasih atas kehadiran kalian dalam hidup penulis, selalu mendengarkan keluh kesah, memberikan saran, dan menjadi bagian penting dalam pencapaian tugas akhir ini. Semoga pertemanan kita terus berlanjut dan sukses selalu.
11. Untuk sahabatku, **Yoriska Patrisia Amba Layuk, S.Si. (Nangka)**, orang ternyolot yang selalu penuh semangat dan ceria, terima kasih atas bantuanmu selama penelitian dan penulisan skripsi dari awal hingga akhir. Terima kasih juga karena selalu menghibur. Semoga sukses selalu.
12. Kepada teman-teman **Resonansi (HIMAFI 2020)**. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah kalian berikan selama kita berproses di **HIMAFI**. Kenangan dan pengalaman bersama kalian akan selalu menjadi bagian berharga dalam perjalanan hidup penulis.
13. Untuk keluargaku yang ada di **HIMAFI FMIPA UNHAS**, terima kasih atas dukungan moral dan segala hal yang telah diajarkan selama berproses di **HIMAFI** selama ini.
14. Untuk teman-teman di **KMF MIPA UNHAS**, saya ucapkan terima kasih banyak telah menemaniku sejak awal berproses di **FMIPA**. Semoga Tugas Akhirnya dilancarkan.

15. Kepada teman-teman pengurus **BEM FMIPA UNHAS**. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan kerja sama yang telah kita jalin selama ini. Pengalaman berharga yang kita bagikan bersama akan selalu menjadi kenangan indah dalam perjalanan akademik dan organisasi penulis.
16. Kepada teman-teman **Material 2020**. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah kalian berikan sepanjang perjalanan kita. Pengalaman dan kenangan yang kita ciptakan bersama akan selalu menjadi bagian berharga dalam hidup penulis.
17. Kepada adik-adik **Fisika** angkatan **2021, 2022, dan 2023**. Terima kasih atas dukungan, dan semangat yang telah kalian berikan kepada penulis. Kehadiran dan energi positif kalian telah memberikan banyak inspirasi dan semangat selama perjalanan akademik penulis.
18. Untuk teman-temanku **Asti, Nanda, Nidia, Novra, Fatma, Novia, Jenelle, Putri, Indri, Tasya, Anika, Fathul, Nisa, Sulis, Yusriah, Nurul, Fakhira, Fausi, Bayu, Akmal, Bisman, Husain, Dio, Dewa, dan Oki**, terima kasih atas semua canda tawa, bantuan, dukungan, dan semangat yang telah kalian berikan.
19. Untuk **Stania S.Si, Enjelin S.Si, Gunawan S.Si** dan **Maria** calon **S.Si** Terima kasih atas bantuannya selama ini dalam penulisan skripsi.
20. Kepada teman-teman KKN Tematik Gelombang 110, Kabupaten Luwu Timur, Kec. Towuti, Desa Libukan Mandiri: **Ahlul, Ummi, Warda, Putri, Adelin, Mahalina, dan Iftitah**. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan kerja sama yang luar biasa selama kegiatan KKN. Pengalaman dan kenangan yang kita ciptakan bersama akan selalu menjadi bagian berharga dalam hidup penulis.
21. Seluruh pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, Terima kasih atas segala dukungan, partisipasi dan apresiasinya yang diberikan kepada penulis. Harapan dari hasil penelitian yang dilakukan semoga dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam skripsi. Semoga ilmu yang diperoleh menjadi berkah.

Makassar, 5 Juni 2024

Andrianus Mujiawan  
H021 201043

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
II.1 Definisi Debu.....	4
II.2 Debu Jatuh.....	5
II.3 Komposisi Partikel .....	5
II.4 Parameter Pengukuran Partikel .....	6
II.5 Kandungan Zat Berbahaya dalam Debu.....	8
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>9</b>
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	9
III.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	9
III.3 Prosedur Penelitian.....	9
III.4 Bagan Alir Penelitian.....	11
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>12</b>
IV.1 Lokasi Tempat Pengambilan Sampel Debu.....	12
IV.1.1 Tiga Titik Lokasi Pengambilan Sampel.....	12
IV.1.2 Debu .....	12
IV.2 Analisis XRF.....	13

IV.2.1 Debu Ukuran 10 $\mu m$ .....	13
IV.2.2 Debu Ukuran 30 $\mu m$ .....	15
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>17</b>
V.1 Kesimpulan .....	17
V.2 Saran.....	17
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>18</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Bagan Alir Penelitian .....	15
<b>Gambar 4.1</b> Lokasi Tempat Pengambilan Sampel di Jl. Pintu II Universitas .....	16
<b>Gambar 4.2</b> (a) Sampel debu 10 $\mu m$ (b) Sampel debu 30 $\mu m$ .....	17
<b>Gambar 4.3</b> Konsentrasi Hasil Uji XRF debu ukuran 10 $\mu m$ .....	17
<b>Gambar 4.4</b> Konsentrasi Hasil Uji XRF debu ukuran 30 $\mu m$ .....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1. Pengambilan Sampel</b> .....	25
<b>Lampiran 2. Penimbangan Sampel</b> .....	25
<b>Lampiran 3 Proses XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)</b> .....	25
<b>Lampiran 4. Hasil Uji XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)</b> .....	26

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Polusi udara merupakan kondisi udara tercemar akibat masuknya berbagai bahan atau material yang dapat berdampak negatif pada lingkungan dan kesehatan [1]. Tingkat polusi udara yang tinggi, menyebabkan munculnya berbagai macam penyakit diantaranya, kanker paru-paru, penyakit saluran tenggorokan yang bersifat akut maupun kronis [2]. Salah satu penyebab polusi udara adalah aktivitas transportasi [3].

Peningkatan mobilitas penduduk dan jumlah kendaraan bermotor telah menjadi ciri utama perkotaan modern [4]. Lalu lintas perkotaan yang padat berdampak signifikan pada kualitas udara melalui emisi gas buang. Kendaraan bermotor menghasilkan sejumlah besar debu dan partikel seperti Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Hidrokarbon (C), Belerang Dioksida (SO<sub>2</sub>), dan Tetraetil Timbal [5], terutama dalam bentuk partikel halus seperti debu yang dapat masuk ke dalam sistem pernapasan manusia. Partikel-partikel ini mengandung zat kimia berbahaya dan dapat berkontribusi pada berbagai masalah kesehatan manusia [6].

Partikel yang melayang di udara dapat berupa padatan atau cairan, seperti asap, debu, dan uap [7]. Debu sebagai komponen utama emisi polutan berasal dari berbagai sumber seperti kendaraan bermotor, truk, dan pembuangan sampah terbuka [8]. Debu merupakan salah satu polutan yang kompleks dan cukup berbahaya di atmosfer, hal ini disebabkan oleh ukuran debu yang umumnya berkisar antara 10  $\mu\text{m}$  hingga 30  $\mu\text{m}$ . Selain itu, debu memiliki sifat sebagai pembawa bagi polutan lainnya yang dapat meningkatkan risiko kesehatan dan lingkungan, potensinya untuk menyebabkan bahaya partikulat yang lebih besar menjadi perhatian serius [9]. *Particulate Matter* (PM) 10, dengan ukuran  $\leq 10 \mu\text{m}$ , dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi [10]. *Particulate Matter* (PM) 2,5, yang berukuran  $\leq 2,5 \mu\text{m}$ , memiliki potensi lebih besar yang dapat merugikan kesehatan karena mampu langsung masuk ke dalam paru-paru dan mengendap di alveoli [11].

Penelitian sebelumnya telah menyelidiki ukuran partikel debu dan kandungan debu di berbagai wilayah di Beijing, yang langsung dipengaruhi oleh pembuangan dari sumber kendaraan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sekitar 52-90 % dari total kandungan logam berat cenderung terkandung dalam partikel debu yang ditemukan pada sampel di daerah perkotaan Beijing [12].

Konsentrasi debu yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan jarak pandang, mengendap di mata, telinga, dan hidung, serta berpotensi merusak kulit. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dikaji mengenai kadar partikel debu agar dapat segera dilakukan tindakan pengelolaan pencemaran. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi debu di udara, mengetahui ukuran partikel debu saat mencapai lapisan penyaring, dan menilai apakah debu tersebut mengandung zat-zat berbahaya bagi manusia. Pada Penelitian ini menggunakan data primer kemudian akan dianalisis dengan menggunakan XRF (*X-ray fluorescence*) untuk mengetahui berapa besar kandungan zat-zat yang berbahaya yang tersimpan di dalam debu.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat pencemaran debu jatuh di Jalan Perintis Kemerdekaan, Jalan Pintu Masuk BTP Makassar dan Jalan Pintu II Universitas Hasanuddin, khususnya dalam hal ukuran partikel?
2. Apakah partikel debu jatuh di Jalan Perintis Kemerdekaan, Jalan Pintu Masuk BTP Makassar dan Jalan Pintu II Universitas Hasanuddin, mengandung zat-zat berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan manusia?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui ukuran dan konsentrasi partikel debu jatuh akibat lalu lintas di jalan Perintis Kemerdekaan, Jalan BTP Makassar dan jalan Pintu II Universitas Hasanuddin dan mengidentifikasi ukuran partikel yang paling umum.
2. Untuk menganalisis kandungan zat berbahaya dalam partikel debu jatuh, seperti logam berat atau senyawa beracun.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Definisi Debu**

Debu adalah zat padat yang sangat kecil serta ringan yang terbentuk melalui berbagai kejadian alami atau mekanis, seperti penghancuran, pengolahan, pelembutan, peledakan, dan proses lainnya pada bahan organik maupun anorganik [13]. Debu merupakan salah satu polutan udara dengan tingkat toksisitas yang tinggi serta memiliki peran penting dalam merusak kualitas udara di sekitarnya. Debu ini memiliki kandungan berbahaya yang terdapat di dalam debu yang menyebabkan berbagai penyakit pada manusia serta mencemari lingkungan udara [14].

#### **II.2 Debu Jatuh (*Dustfall*)**

Debu jatuh (*Dustfall*) yaitu komponen yang sangat penting dari parameter kualitas udara ambien (udara luar ruangan). Parameter untuk pengukuran debu jatuh adalah parameter yang wajib diukur sesuai dengan Peraturan Kementrian No. 22 Tahun 2021 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Dalam jumlah tertentu yang relatif rendah, debu jatuh tidak menimbulkan efek negatif. Namun demikian, bila keberadaannya dalam udara ambien melebihi baku mutu akan menimbulkan efek negatif yang serius, beragam dan merugikan, baik pada segi ekonomi maupun dari segi aspek lingkungan [15].

Debu Jatuh juga dapat menurunkan kualitas lingkungan serta mempengaruhi kualitas material [16]. Debu Jatuh memiliki diameter  $>10 \mu m$ . Debu jenis ini juga terpengaruh oleh gravitasi, sehingga bergerak secara vertikal ke bawah dan mengendap di sekitar sumber emisi [17]. Debu jatuh merupakan fenomena alami di mana partikel kecil padat atau cair turun ke permukaan bumi akibat gaya gravitasi. Proses ini terjadi dalam siklus material yang berada pada planet kita dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah pengendapan partikel atmosfer seperti serbuk sari dari tumbuhan atau juga debu mineral yang terbawa oleh angin [18].

### II.3 Komposisi Partikel

Komposisi partikel yang ada di atmosfer bumi telah dipertahankan oleh proses abiotik serta biotik yang berada di ekosistem darat serta laut, dengan komponen gas seperti Nitrogen Oksida ( $\text{NO}_x$ ), Oksida Nitrat (NO), Metana ( $\text{CH}_4$ ) dan Karbon Monoksida (CO) yang hadir pada konsentrasi yang melebihi konsentrasi keseimbangan atmosfer yang berada banyak dalam ekosistem laut [19].

Penghancuran ozon oleh partikel di mesosfer dan termosfer yang berada di permukaan bumi tidak memiliki dampak signifikan terhadap keseimbangan radiasi atmosfer dan dinamikanya [20]. Komposisi partikel atmosfer yang disebabkan oleh partikel yang mengendap, terutama yang terjadi di bagian lapisan mesosfer dan termosfer bawah yang artinya berada di permukaan bumi, yang dimana pada lapisan ozon memiliki konsentrasi yang relatif rendah. Penghancuran ozon oleh partikel pada ketinggian di lapisan mesosfer dan termosfer hanya memiliki dampak yang cukup terbatas pada keseimbangan radiasi atmosfer [21].

Komposisi partikel atmosfer dapat sangat bervariasi tergantung pada lokasi geografis, aktivitas manusia, dan faktor-faktor alam lainnya. Keberagaman ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman kita tentang kualitas udara dan dampaknya pada lingkungan dan kesehatan manusia. Dengan memahami faktor-faktor yang memengaruhi komposisi partikel atmosfer, kita dapat mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam menjaga dan meningkatkan kualitas udara di berbagai wilayah. Namun, secara umum partikel atmosfer terdiri dari campuran berbagai bahan padat dan cair. Berikut adalah komposisi umum dari partikel atmosfer:

#### 1. Partikel Padat [22]

##### a) Debu mineral

Partikel padat yang berasal dari tanah, batuan, dan mineral alam lainnya.

##### a) Partikel organik

Materi padat yang berasal dari sumber-sumber organik, seperti serbuk sari tumbuhan, serpihan kayu, dan partikel karbon organik terurai.

##### c) Partikel logam

Partikel padat yang mengandung elemen logam seperti besi dan tembaga.

## 2. Partikel Cair [23]

### a) Tetesan air

Partikel-partikel air mikroskopis dalam bentuk tetesan, termasuk awan, embun, dan hujan.

### b) Aerosol

Campuran partikel padat atau cair yang tersuspensi dalam udara. Aerosol dapat berasal dari asap pembakaran, polusi industri, atau debu atmosfer yang terkondensasi.

### c) Polutan Atmosfer

Polutan udara, seperti Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Amonia (NH<sub>3</sub>), Karbon Monoksida (CO), dan Ozon (O<sub>3</sub>), juga dapat mengkondensasi menjadi partikel dalam atmosfer.

## II.4 Parameter Pengukuran Partikel

Partikel dengan ukuran dalam kisaran 1-400  $\mu\text{m}$  dapat diidentifikasi sebagai debu, sedangkan partikel yang memiliki ukuran lebih besar dari 100  $\mu\text{m}$  cenderung tinggal di dekat sumber pembentukan. Kisaran ukuran total dapat dikelompokkan menjadi tiga kelas: lebih besar dari 20  $\mu\text{m}$ , 20-1  $\mu\text{m}$ , dan kurang dari 1  $\mu\text{m}$ , yang masing-masing dapat disebut sebagai partikel besar dan partikel halus [24].

Analisis ukuran partikel (*Particle Size*) digunakan untuk menilai ukuran dan distribusi partikel (*Particle Size Distribution/PSD*). Pengukuran partikel atmosferik penting dalam memantau kualitas udara, lingkungan, dan dampak kesehatan manusia, terutama untuk partikel berukuran 10  $\mu\text{m}$  dan 30  $\mu\text{m}$ . Berikut adalah beberapa parameter pengukuran yang terkait dengan partikel atmosfer, terutama partikel berukuran 10  $\mu\text{m}$  dan 30  $\mu\text{m}$  [25].

### 1. Partikel Atmosfer Berukuran 10 $\mu\text{m}$

#### a) Ukuran (diameter)

Partikel berukuran 10  $\mu\text{m}$  memiliki ukuran sekitar 0,01 mm. Ukuran ini merupakan parameter kunci dalam karakterisasi partikel ini.

#### b) Komposisi

Penting untuk mengidentifikasi komposisi partikel, apakah itu debu asap,

ataupun juga polusi udara. Analisis komposisi dapat dilakukan melalui teknik laboratorium serta pengukuran kimia.

c) Kualitas Udara

Pengukuran kualitas udara yang terkait dengan partikel berukuran  $10 \mu m$  melibatkan pemantauan konsentrasi partikel di udara. Ini biasanya diukur dalam mikrogram per meter kubik ( $\frac{\mu g}{m^3}$ ).

d) Dampak Kesehatan

Untuk memahami dampaknya pada kesehatan manusia, pengukuran konsentrasi partikel  $10 \mu m$  dapat dikaitkan dengan data yang menyangkut terhadap penyakit pernapasan dan kesehatan masyarakat.

e) Efek Terhadap Iklim

Studi pengukuran partikel ini juga dapat mencakup analisis dampaknya terhadap pembentukan awan dan kondensasi air. Pengukuran parameter-parameter ini dapat dilakukan melalui pengamatan meteorologis dan penelitian iklim.

2. Partikel Atmosfer berukuran  $30 \mu m$

a) Ukuran (diameter)

Partikel berukuran  $30 \mu m$  memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan partikel berukuran  $10 \mu m$ , dan ukuran ini juga merupakan salah satu parameter penting dalam karakterisasi partikel ini.

b) Komposisi

Pengukuran komposisi partikel  $30 \mu m$  diperlukan untuk memahami sumbernya, apakah itu debu, serbuk sari, atau partikel besar lainnya.

c) Pengaruh pada Visibilitas

Pengukuran terkait dengan pengaruh partikel ini pada visibilitas udara, terutama saat partikel ini menyebabkan kabut atau kondisi cuaca buruk.

d) Dampak pada Kesehatan

Jika partikel ini memiliki potensi untuk mencemari udara dan menciptakan masalah kesehatan, pengukuran kualitas udara dan dampak kesehatan manusia akan menjadi parameter relevan.

e) Peran dalam Hujan Asam

Jika partikel  $30 \mu m$  dapat berkontribusi pada fenomena hujan asam, pengukuran pH dan komposisi kimia hujan asam akan menjadi parameter yang penting untuk dipantau.

f) Peran dalam Pengendapan

Pengukuran kecepatan pengendapan partikel ini adalah parameter yang relevan untuk memahami bagaimana partikel ini berperan dalam membersihkan udara dari polusi.

## II.5 Kandungan Zat Berbahaya dalam Debu

Kromium (Cr), sebagai salah satu unsur logam berat, memiliki nomor atom (NA) 24 dan berat atom (BA) sebesar 51,996. Logam kromium memiliki sifat fisik berupa warna putih, kristal keras, dan ketahanan yang sangat baik terhadap korosi. Kromium meleleh pada suhu  $1093^{\circ}C$ , sehingga sering digunakan sebagai lapisan pelindung atau dalam pembuatan paduan logam. Dalam keadaan alamiah, Kromium ditemukan dalam bentuk mineral *chromite*. Logam Kromium juga menunjukkan ketahanan terhadap oksidasi oleh udara lembab, dan bahkan ketika dipanaskan dalam cairan, proses Oksidasi Kromium terjadi dalam jumlah yang sangat kecil [26].

Besi (Fe) merupakan logam transisi dengan nomor atom 26. Besi memiliki beragam bilangan oksidasi, antara lain +3 dan +2. Berat molekul besi adalah sekitar 55,845 g/mol, dengan titik leleh sekitar  $1.538^{\circ}C$ , dan titik didih sekitar  $2.861^{\circ}C$ . Logam Besi terdapat di inti bumi dalam bentuk mineral hematit. Besi sangat jarang ditemukan dalam bentuk unsur bebas. Besi biasanya diekstraksi dari sumber alam yang mengandung campuran senyawa besi, dan proses ekstraksi ini melibatkan reaksi reduksi untuk memurnikan besi [27].