

**ANALISIS PENCEMARAN UDARA DI KOTA BANDA ACEH  
PADA TAHUN 2018-2021 DENGAN MENGGUNAKAN AQMS  
(AIR QUALITY MONITORING SYSTEM)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**ROYMANSYAH**

**NIM. 170702103**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM – BANDA ACEH  
2023 M / 1444 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS PENCEMARAN UDARA DI KOTA BANDA ACEH  
PADA TAHUN 2018-2021 DENGAN MENGGUNAKAN AQMS  
(AIR QUALITY MONITORING SYSTEM)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry (UIN) Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

**ROYMANSYAH**

**NIM. 170702103**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 06 Maret 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Hadi Kurniawan, M.Si**  
NIP. 198503042014031001

  
**M. Faisy Ikhwani, M.Eng**  
NIP. 499110082020121013

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



**Husnawati Yahya, M.Sc**  
NIDN. 2009118301

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS PENCEMARAN UDARA DI KOTA BANDA ACEH  
PADA TAHUN 2018-2021 DENGAN MENGGUNAKAN AQMS  
(AIR QUALITY MONITORING SYSTEM)**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jumat, 17 Maret 2023  
24 Sya'ban 1444  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

  
Hadi Kurniawan, M.Si  
NIP. 198503042014031001

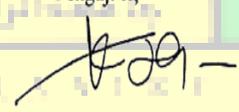
Sekretaris,

  
M. Fajri Ikhwal, M.Eng  
NIP. 199110082020121013

Penguji I,

  
Yeggi Darnas, M.T  
NIDN. 2020067905

Penguji II,

  
Ir. Nurul Kamal S.T., M.Sc  
NIDN. 0123036903

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

  
Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU  
NIP. 196210021988111001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Roymansyah  
NIM : 170702103  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Analisis Pencemaran Udara Di Kota Banda Aceh Pada Tahun 2018-2021 Dengan Menggunakan AQMS (*Air Quality Monitoring System*)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 13 April 2023  
Yang membuat pernyataan,

  
Roymansyah  
NIM: 170702103

## ABSTRAK

Nama : Roymansyah  
NIM : 170702103  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Analisis Pencemaran Udara di Kota Banda Aceh Pada Tahun 2018-2021 Dengan Menggunakan AQMS (*Air Quality Monitoring System*)  
Tanggal Sidang : 17 Maret 2023  
Jumlah Halaman : 93 halaman  
Pembimbing I : Hadi Kurniawan, M.Si  
Pembimbing II : M. Faisi Ikhwal, M.Eng.  
Kata Kunci : Pecemaran udara, AQMS, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, SPSS.

Penelitian ini sangat penting dilakukan, karena meneliti tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran udara di Kota Banda Aceh selama tahun 2018-2021. Ada dua variabel yang di bandingkan yaitu: variabel iklim dan lingkungan, variabel iklim dihitung dari data BMKG, sedangkan variabel lingkungan dihitung dari alat AQMS. Dari perbandingan data regresi linier berganda dari SPSS didapatkan kenaikan gas CO ditahun 2019 yang memiliki signifikasi tinggi yaitu 0,004 di bandingkan dengan tahun 2018-2021. Karena disebabkan oleh faktor cahaya matahari yang cukup tinggi sehingga banyak daerah yang mengalami kebakaran hutan yang menghasilkan gas CO. Akan tetapi rata - rata jumlah variabel lingkungan masih dibawah ambang baku mutu pencemaran udara, dengan kata lain udara yang ada di Kota Banda Aceh terbebas dari pencemara udara.

## **ABSTRACT**

Name : Roymansyah  
NIM : 170702103  
Study Program : Environmental Engineering  
Title : Analysis of Air Pollution in Banda Aceh City in 2018-2021 Using AQMS (Air Quality Monitoring System)  
Session Date : March 17, 2023  
Number of pages : 93 pages  
Advisor I : Hadi Kurniawan, M.Sc  
Advisor II : M. Faisi Ikhwal, M.Eng.  
Keywords : Air pollution, AQMS, PM10, SO2, CO, O3, SPSS.

This research is very important to do, because it examines the factors that influence air pollution in Banda Aceh City during 2018-2021. There are two variables that are compared, namely: climate and environmental variables, climate variables are calculated from BMKG data, while environmental variables are calculated from the AQMS tool. From a comparison of multiple linear regression data from SPSS, it was found that the increase in CO gas in 2019 had a high significance of 0.004 compared to 2018-2021. Because it was caused by the high sunlight factor, many areas experienced forest fires that produced gas. CO. However, the average number of environmental variables is still below the threshold for air pollution quality standards, in other words, the air in Banda Aceh City is free from air pollutants.

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk-Nya dalam menyelesaikan skripsi/tugas akhir ini. Shalawat dan salam penulis sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW yang mana berkat beliau kita dapat merasakan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan saat ini.

Beribu terimakasih penulis ucapkan kepada kedua orang tua yaitu Linda Wati Dan Budianto yang telah membesarkan, mendidik dengan penuh kasih sayang serta mendukung penulis baik dari segi materi maupun dukungan moral mulai dari pertama melaksanakan studi hingga selesai melakukan penelitian Tugas Akhir ini. Tak lupa pula penulis ucapkan beribu terimakasih kepada keluarga tercinta sahabat serta teman-teman seperjuangan yang sudi kiranya membantu dalam penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini hingga selesai.

Tugas Akhir ini berjudul “Analisis Pencemaran Udara di Kota Banda Aceh Pada Tahun 2018-2021 Dengan Menggunakan AQMS (*Air Quality Monitoring System*) .” merupakan salah satu kewajiban untuk mengaplikasikan Tridarma Perguruan Tinggi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1 pada program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh. Penulis menyadari selama penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan, bantuan dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kata pengantar ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang tak terhingga kepada :

1. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. dan sekaligus Penasehat Akademik yang telah banyak memberikan arahan dan dukungan selama masa perkuliahan.
2. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc. selaku sketaris Prodi Teknik lingkungan.

3. Bapak Hadi Kurniawan, M.Si sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini.
4. Bapak M. Faisi Ikhwal, M.Eng sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini.
5. Kepada DLHK3 Kota Banda Aceh, dan BMKG Indrapuri Aceh Besar yang telah memberikan akses dan kesempatan memperoleh sampel/data sebagai bahan penelitian.
6. Serta kepada semua teman-teman yang sudah mendukung dan membantu selama pembuatan Tugas Akhir/Skripsi.

Saya berharap semoga Tugas Akhir/Skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan untuk penulis sendiri khususnya. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan Tugas Akhir/Skripsi ini. Akhir kata penulis katakan terima kasih.

Banda Aceh, 26 September  
Penulis

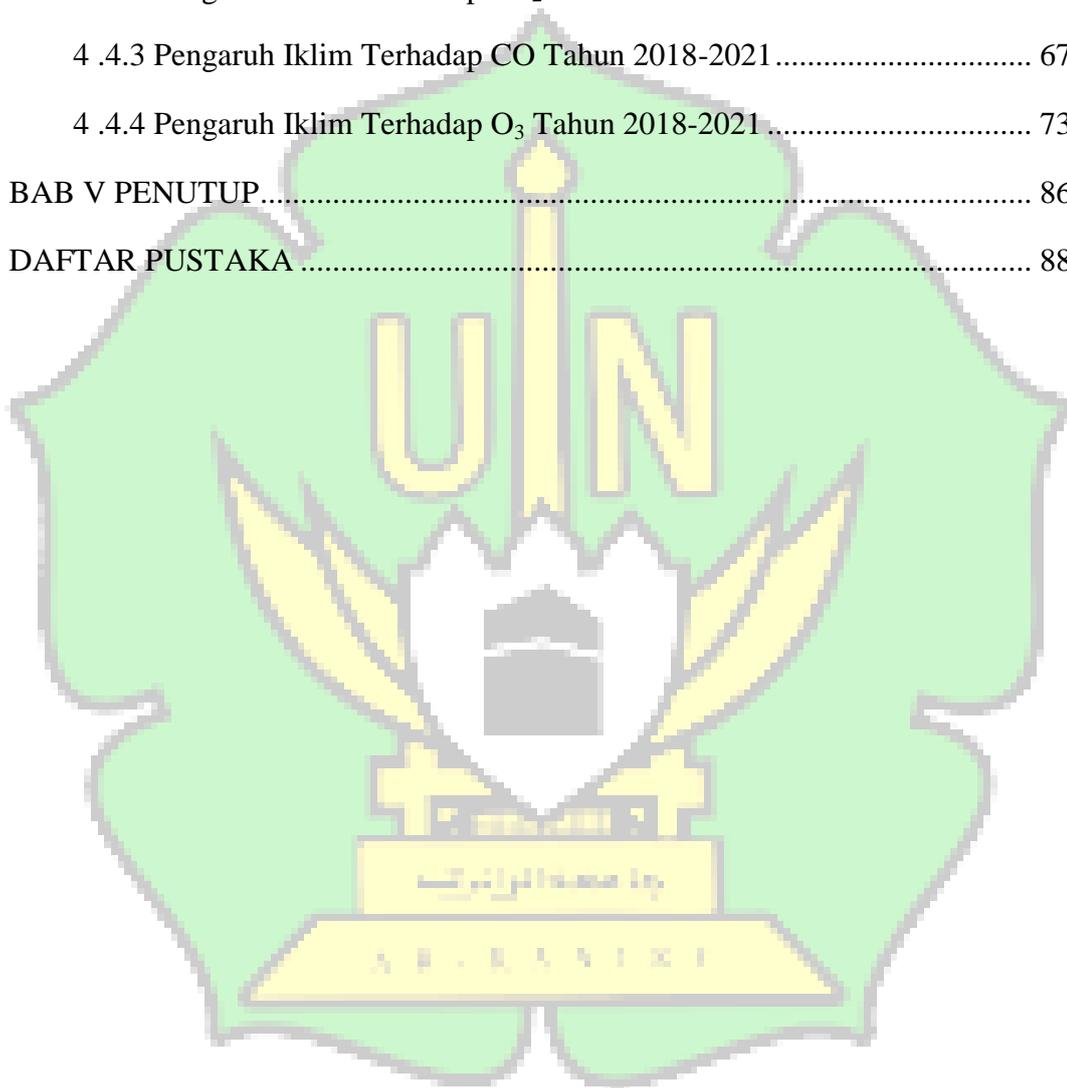
ROYMANSYAH

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pencemaran Udara.....	6
2.2 Zat-zat Polutan.....	8
2.3 Dampak Pencemaran Udara .....	9
2.3.1 Dampak kesehatan .....	9
2.3.2 Dampak terhadap Tanaman.....	9
2.3.3 Hujan asam.....	9
2.3.4 Efek rumah kaca.....	9
2.3.5 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Udara .....	10
2.4 Parameter Penelitian.....	11
2.4.1 Karbon monoksida (CO).....	11
2.4.2 Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> ).....	12

2.4.3	<i>Particulate Matter</i> (PM <sub>10</sub> ).....	12
2.5	Pengaruh Parameter Penelitian Terhadap Kesehatan .....	13
2.5.1	Pengaruh Gas CO Terhadap Kesehatan .....	13
2.5.2	Pengaruh Gas SO <sub>2</sub> Terhadap Kesehatan .....	13
2.5.3	Pengaruh PM <sub>10</sub> Terhadap Kesehatan .....	14
2.5.4	Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) .....	14
2.5.5	Kerusakan Lapisan Ozon (O <sub>3</sub> ) .....	15
2.6	AQMS ( <i>Air Quality Monitoring System</i> ) .....	15
2.7	BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika).....	16
2.8	ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara).....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....		22
3.1	Tahapan Umum .....	22
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.3	Alat .....	24
3.4	Perizinan ke Instansi Terkait .....	24
3.5	Studi Literature.....	24
3.6	Pengumpulan Data.....	25
3.7	Analisis Data .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		28
4. 1	Gambaran Umum Daerah Penelitian .....	28
4.1.1	Stasiun Pemantau AQMS Banda Aceh.....	28
4.1.2	Stasiun BMKG kelas I Iskandar Muda Aceh Besar.....	31
4. 3	Analisis Konsentrasi Kualitas Udara .....	35
4 .3.1	Analisis Partikulat Matter (PM10) 2018 - 2021.....	38
4 .3.2	Analisis Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> ) 2018 - 2021.....	43

4 .3.3 Analisis Karbon monoksida (CO) 2018 - 2021.....	48
4 .3.4 Analisis Ozon (O <sub>3</sub> ) 2018 - 2021.....	52
4 .4 Pengaruh Iklim Terhadap Kualitas Udara.....	55
4 .4.1 Pengaruh Iklim Terhadap PM <sub>10</sub> Tahun 2018-2021 .....	56
4 .4.2 Pengaruh Iklim Terhadap SO <sub>2</sub> Tahun 2018-2021 .....	62
4 .4.3 Pengaruh Iklim Terhadap CO Tahun 2018-2021.....	67
4 .4.4 Pengaruh Iklim Terhadap O <sub>3</sub> Tahun 2018-2021.....	73
BAB V PENUTUP.....	86
DAFTAR PUSTAKA .....	88



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Alat AQMS .....	16
<b>Gambar 2. 2</b> <i>Public display</i> .....	17
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir Penelitian .....	23
<b>Gambar 3. 2</b> Peta Lokasi Alat AQMS .....	24
<b>Gambar 4. 1</b> Stasiun Pemantau di Kantor Gubernur .....	29
<b>Gambar 4. 2</b> Stasiun Pemantau BMKG kelas I Iskandar Muda Aceh Besar.....	32
<b>Gambar 4. 3</b> Konsentrasi $PM_{10}$ dari tahun 2018 - 2021 .....	37
<b>Gambar 4. 4</b> Konsentrasi $PM_{10}$ tahun 2018.....	38
<b>Gambar 4. 5</b> konsentrasi $PM_{10}$ tahun 2019.....	39
<b>Gambar 4. 6</b> konsentrasi $PM_{10}$ tahun 2020.....	40
<b>Gambar 4. 7</b> konsentrasi $PM_{10}$ tahun 2021.....	40
<b>Gambar 4. 8</b> Konsentrasi $SO_2$ dari tahun 2018 - 2021 .....	42
<b>Gambar 4. 9</b> konsentrasi $SO_2$ tahun 2018.....	43
<b>Gambar 4. 10</b> konsentrasi $SO_2$ tahun 2019.....	44
<b>Gambar 4. 11</b> konsentrasi $SO_2$ tahun 2020.....	45
<b>Gambar 4. 12</b> konsentrasi $SO_2$ tahun 2021.....	45
<b>Gambar 4. 13</b> Konsentrasi CO dari tahun 2018 - 2021 .....	47
<b>Gambar 4. 14</b> konsentrasi CO tahun 2021.....	48
<b>Gambar 4. 15</b> konsentrasi CO tahun 2019.....	49
<b>Gambar 4. 16</b> konsentrasi CO tahun 2020.....	50
<b>Gambar 4. 17</b> konsentrasi CO tahun 2021.....	50
<b>Gambar 4. 18</b> Konsentrasi $O_3$ dari tahun 2018 - 2021.....	51
<b>Gambar 4. 19</b> konsentrasi $O_3$ tahun 2018.....	52
<b>Gambar 4. 20</b> konsentrasi $O_3$ tahun 2019.....	53
<b>Gambar 4. 21</b> konsentrasi $O_3$ tahun 2020.....	54
<b>Gambar 4. 22</b> konsentrasi $O_3$ tahun 2021 .....	54
<b>Gambar 4. 23</b> <i>Scatterplot</i> $PM_{10}$ tahun 2018 .....	80
<b>Gambar 4. 24</b> <i>Scatterplot</i> $SO_2$ tahun 2018 .....	80
<b>Gambar 4. 25</b> <i>Scatterplot</i> CO tahun 2019 .....	81
<b>Gambar 4. 26</b> <i>Scatterplot</i> $O_3$ tahun 2018.....	81

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Baku Mutu Udara Ambien .....	7
<b>Tabel 2. 2</b> Batas Indeks Standar Pencemaran Udara dalam Satuan SI.....	18
<b>Tabel 2. 3</b> Angka ISPU dan Dampak Kesehatan.....	19
<b>Tabel 2. 4</b> Angka ISPU Gas CO .....	19
<b>Tabel 2. 5</b> Angka ISPU Gas SO <sub>2</sub> .....	20
<b>Tabel 2. 6</b> Angka ISPU PM <sub>10</sub> .....	20
<b>Tabel 2. 7</b> Angka ISPU NO <sub>2</sub> .....	21
<b>Tabel 2. 8</b> Angka ISPU O <sub>3</sub> .....	21
<b>Tabel 4. 1.</b> Stasiun Pemantau Kualitas Udara Banda Aceh dan Aceh Besar .....	28
<b>Tabel 4. 2</b> Konsentrasi rata rata PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , dan NO <sub>2</sub> .....	29
<b>Tabel 4. 3</b> Konsentrasi rata-rata dari BMKG X1, X2, X3, X4, X5,.....	32
<b>Tabel 4. 4</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap PM <sub>10</sub> 2018.....	56
<b>Tabel 4. 5</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap PM <sub>10</sub> 2019.....	58
<b>Tabel 4. 6</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap PM <sub>10</sub> 2020.....	60
<b>Tabel 4. 7</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap SO <sub>2</sub> 2018.....	62
<b>Tabel 4. 8</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap SO <sub>2</sub> 2019.....	64
<b>Tabel 4. 9</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap SO <sub>2</sub> 2020.....	66
<b>Tabel 4. 10</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap CO 2018.....	68
<b>Tabel 4. 11</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap CO 2019.....	70
<b>Tabel 4. 12</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap CO 2020.....	72
<b>Tabel 4. 13</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap O <sub>3</sub> 2018.....	74
<b>Tabel 4. 14</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap O <sub>3</sub> 2019.....	76
<b>Tabel 4. 15</b> Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap O <sub>3</sub> 2020.....	78
<b>Tabel 4. 16</b> adalah arah kecepatan angin dari tahun 2018-2021 .....	85

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 Foto Dokumentasi Penelitian.....	93
Lampiran. 2 Surat Rekomendasi Penelitian .....	94
Lampiran. 3 Surat Permohonan Informasi Data .....	96



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Manusia hidup dan melakukan berbagai aktivitas. Dari keseluruhan aktivitas manusia terjadi hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungan. Namun, akibat meningkatnya kegiatan manusia, perilaku dan nilai dasar manusia untuk menjaga kelangsungan lingkungan menurun. Menurut (Diduk, 2016), akibat meningkatnya populasi manusia maka kebutuhan-kebutuhan manusia juga akan mengalami peningkatan. Salah satu kebutuhan manusia yang menjadi hal penting adalah kebutuhan akan transportasi (Ryan dkk 2013).

Kegiatan transportasi meningkat seiring kebutuhan manusia untuk dapat berpindah tempat dalam melaksanakan aktivitasnya. Seluruh kegiatan transportasi pasti membutuhkan bahan bakar yang akan menghasilkan emisi saat digunakan. Hal ini akan menyebabkan terjadinya pencemaran yang akan memberikan dampak negatif pada kehidupan manusia. Di kawasan perkotaan, kendaraan bermotor merupakan sumber utama dari emisi partikulat dan menyumbang lebih dari 50% emisi partikulat di udara ambien (Srimuruganandam dkk, 2011).

Udara merupakan salah satu komponen penting dari alam yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup. Seiring berkembangnya transportasi dan pembangunan industri pada era modern berpotensi mempengaruhi kualitas udara. Pencemaran udara yang dihasilkan oleh aktivitas masyarakat dan industri dapat mengakibatkan turunnya kualitas udara. Perubahan kualitas udara yang disebabkan masuknya zat pencemar berupa partikel ataupun gas dengan jumlah dan rentang waktu tertentu yang dapat membawa dampak buruk bagi makhluk hidup disebut dengan pencemaran udara (Keresztes dkk 2017).

Pencemaran udara adalah masuknya atau bercampurnya unsur – unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan sehingga menurunkan kualitas lingkungan. (Grant dkk 2008) Sisanya berasal dari kegiatan rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan atau ladang, dan lain-lain (Kusnoputranto dkk, 2000).

Provinsi Aceh telah mengalami perkembangan pembangunan kota dan peningkatan jumlah penduduk. Pesatnya kegiatan pembangunan sarana dan prasarana di Kota Banda Aceh memicu penambahan polutan di udara. Perkembangan pembangunan Kota Banda Aceh tentunya sangat mempengaruhi suhu udara akibat seperti terjadinya peningkatan suhu di pusat kota (Bahri & dkk 2012).

Terdapat beberapa jenis polutan penyebab pencemaran udara salah satunya yang berbahaya adalah polutan  $O_3$ . Ozon atau yang lebih dikenal dengan sebutan  $O_3$  berbentuk kabut asap yang terikat oleh oksigen. Paparan  $O_3$  dalam waktu tertentu dapat menyebabkan iritasi tenggorokan, paru-paru, serta paparan jangka panjangnya dapat mengakibatkan pemburukan pada penyakit asma (Lestari dkk 2014).

Karbon Monoksida (CO) adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Ia terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen Rizki, F (2011). Karbon Monoksida (CO) dapat menimbulkan dampak negatif bagi tubuh manusia. Tanda dan gejala keracunan CO bervariasi tergantung pada kadar COHb dalam darah. Seseorang yang keracunan Karbon Monoksida (CO) akan mengalami gejala sakit kepala, gangguan mental (mental dullness), pusing, lemah, mual, muntah, kehilangan kontrol otot, diikuti dengan penurunan denyut nadi dan frekuensi pernapasan, pingsan, bahkan sampai meninggal dunia (Farli, 2011).

Pemantauan kualitas udara secara nasional dilakukan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup dengan menggunakan peralatan *Air Quality Monitoring Sistem* (AQMS) yang ditempatkan di beberapa daerah di Indonesia. Sistem pemantauan tersebut memantau konsentrasi CO,  $SO_2$ ,  $NO_2$ , Ozone, dan  $PM_{10}$ . Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung indeks standar pencemaran udara (ISPU) dan ditampilkan pada papan display ISPU yang tersebar di 100 lokasi di Indonesia. Seluruh konsentrasi yang dipantau oleh AQMS membahayakan kesehatan bagi siapapun yang menghirupnya, salah satunya konsentrasi gas CO dalam darah mengakibatkan penurunan fungsi system saraf

pusat, perubahan fungsi jantung dan paru-paru, mengantuk, koma, sesak napas, dan dapat pula menyebabkan kematian. (Ratnawati dkk 2010)

Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung indeks standar pencemaran udara (ISPU) dan ditampilkan pada papan *display* ISPU yang tersebar di beberapa lokasi, namun status sensor yang tidak selalu aktif dan keberadaannya yang tidak berpindah tempat membuat masyarakat kesulitan untuk mengetahui kondisi udara pada area tertentu yang ingin mereka kunjungi atau lewati secara real-time.

Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK) sebagai institusi pengelolaan lingkungan hidup telah membangun peralatan AQMS di beberapa kota. Parameter yang dipantau adalah CO , NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, HC, PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub>. Data yang diterima dari stasiun pemantau kualitas udara, diolah menjadi data ISPU di ruang kendali AQMS KLHK (*main center*), kemudian data konsentrasi dan ISPU tersebut dikirimkan ke display indoor dan outdoor di masing-masing daerah. Data konsentrasi dan ISPU tersebut digunakan sebagai informasi kondisi kualitas udara kepada masyarakat yang dapat dilihat secara langsung melalui papan tayang (*public display outdoor*) yang terpasang di pinggir jalan raya. Selain itu, data hasil pemantauan terintegrasi yang dikelola dengan baik dapat digunakan sebagai bahan pengembangan kebijakan dalam pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah. Namun meskipun demikian, masih minimnya keberadaan AQMS yang hanya tertanam di beberapa titik di daerah tertentu ini juga memicu kurangnya kesadaran masyarakat akan bahaya dari berbagai polusi udara yang ada.

Salah satu Alat yang digunakan untuk mendeteksi polusi udara di Kota Banda Aceh yaitu menggunakan AQMS (*Air Quality Monitoring System*) merupakan pemantauan kualitas udara yang murah dan mudah untuk dilakukan, terutama untuk lokasi pemantauan yang sulit dijangkau. Beberapa gas yang dapat dipantau dengan menggunakan alat ini antara lain SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, dan PM<sub>10</sub>. Pemanfaatan data AQMS. Dilakukan untuk pengembangan penelitian pemantauan udara dengan menggunakan alat AQMS (*Air Quality Monitoring System*) agar hasilnya dapat bermanfaat bagi masyarakat luas dan pemerintah daerah untuk penentuan kebijakan terkait dengan kualitas udara (Tanti, 2016).

Oleh karena itu pada penelitian Tugas Akhir ini, meneliti tentang pencemaran udara dengan menggunakan alat AQMS (*Air Quality Monitoring System*) untuk mengetahui atau mendeteksi polusi udara di kota Banda Aceh. Pencemaran udara di perkotaan merupakan permasalahan yang sangat penting dan memerlukan perhatian khusus dari pemerintah. Meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor dan sebagian aktifitas masyarakat jika tidak dikendalikan menyebabkan pencemaran udara, kemacetan, dan dampak perubahan cuaca yang dapat menimbulkan penurunan kesehatan, produktivitas dan ekonomi terhadap Kota Banda Aceh.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana kualitas udara di kota Banda Aceh pada tahun 2018-2021 berdasarkan data dari AQMS (*Air Quality Monitoring System*)?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun yang menjadi tujuan penelitian pada penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui kualitas udara di kota Banda Aceh pada tahun 2018-2021 berdasarkan data dari AQMS (*Air Quality Monitoring System*)
2. Untuk mengetahui pengaruh perubahan cuaca, temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin terhadap variabel CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, dan PM<sub>10</sub>.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun Manfaat penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi kebijakan pemerintah Kota Banda Aceh dalam memperbaiki kualitas udara.
2. Mengetahui pola tahunan berulang (*diurnal pattern*) konsentrasi CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, dan PM<sub>10</sub> pada stasiun pemantau udara. Dengan mengetahui pola tahunan rata-rata, sehingga hasil ini menjadi tahap awal untuk meningkatkan kewaspadaan masyarakat Kota Banda Aceh.

## 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini yaitu:

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan maka peneliti memfokuskan penelitian pada populasi pencemaran udara di kota Banda Aceh dengan menggunakan Alat pengukur kualitas udara AQMS (*Air Quality Monitoring system*).



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Udara**

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

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Baku mutu udara ambien, pencemaran lingkungan atau polusi adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya. Baku mutu udara ambien merupakan suatu ukuran pada batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 Tahun 1999 yaitu suatu angka yang tidak mempunyai satuan yang dimana dapat menggambarkan kondisi mutu udara ambien di suatu lokasi tertentu, yang didasarkan oleh adanya dampak pada kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya.

**Tabel 2. 1** Baku Mutu Udara Ambien

No	PARAMETER	WAKTU PENGUKURAN	BAKU MUTU	SISTEM PENGUKURAN
1	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	1 jam	150 mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu Aktif manual
		24 jam	75 mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
		1 tahun	45 mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
2	Karbon Monoksida (CO)	1 jam	10000 mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
		8 jam	4000 mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
3	Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )	1 jam	200mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu Aktif manual
		24 jam	65mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
		1 tahun	50mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
4	Ozon (O <sub>3</sub> )	1 jam	150mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu Aktif kontinu
		8 jam	100 mg/m <sup>3</sup>	Aktif manual
		1 tahun	35mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu
5	Partikulat debu (PM <sub>10</sub> )	24 jam	75mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu Aktif manual
		1 tahun	40mg/m <sup>3</sup>	Aktif kontinu

(sumber. Lampiran VII PP RI Nomor 22 Tahun 2021)

Pada dasarnya penyebab pencemaran udara ialah ketika udara di atmosfer dicampuri dengan zat atau radiasi yang berpengaruh buruk terhadap organisme hidup. Kemudian ditambah oleh ulah manusia karena pola hidupnya sehingga kadar pencemar semakin meningkat dan memberikan kontribusi cukup besar terhadap pencemaran udara di Indonesia (Woeryanto dkk, 2003).

Transportasi di kota-kota besar merupakan sumber pencemaran udara yang terbesar, dimana 70% pencemaran udara di perkotaan disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor (Kusminingrum dkk, 2008). Kendaraan bermotor merupakan

sumber polutan CO yang utama yakni sekitar 59.2%. Kendaraan berbahan bakar bensin menghasilkan gas CO yang lebih banyak daripada kendaraan berbahan bakar solar (Bardeschi dkk 1991). Menurut data Badan Pusat Statistik 2012, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya dengan rincian jumlah Mobil Penumpang sebanyak 9,548,866 unit dan jumlah Sepeda Motor sebanyak ±68,839,341 unit pada tahun 2011. Tercatat pula pada tahun 2021 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia 141,99 juta unit (Kementerian, 2013).

Menurut (Payne dan al., 2014) hampir sebagian besar pada mesin-mesin industri dan kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar bensin dan solar yang tergolong kurang ramah lingkungan karena pada umumnya polutan yang mencemari udara berupa gas dan asap. Gas dan asap tersebut berasal dari hasil proses pembakaran yang tidak sempurna, yang dihasilkan oleh mesin-mesin pabrik, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor. Selain itu, gas dan asap hasil oksidasi dari berbagai unsur penyusun bahan bakar, yaitu CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub> (belerang oksida) dan NO<sub>2</sub> (Nitrogen oksida).

## **2.2 Zat-zat Polutan**

Pencemaran udara disebabkan oleh zat-zat pencemar udara atau yang biasa disebut dengan polutan. Setiap polutan memiliki dampak yang berbeda-beda antara jenis satu dengan jenis yang lainnya. Zat yang dapat menyebabkan pencemaran udara diantara: Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Hidrokarbon (HC), Chlorouorocarbon (CFC), Timbal (Pb), dan Partikular Matter (PM<sub>10</sub>). Zat 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.

## **2.3 Dampak Pencemaran Udara**

### **2.3.1 Dampak kesehatan**

Substansi pencemar yang terdapat di udara dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernapasan. Jauhnya penetrasi zat pencemar ke dalam tubuh bergantung kepada jenis pencemar. Partikulat berukuran besar dapat tertahan di saluran pernapasan bagian atas, sedangkan partikulat berukuran kecil dan gas dapat mencapai paru-paru. 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 atas), termasuk di antaranya, asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan lainnya. Beberapa zat pencemar dikategorikan sebagai toksik dan karsinogenik.

### **2.3.2 Dampak terhadap Tanaman**

Tanaman yang tumbuh di daerah yang mengalami pencemaran udara yang tinggi dapat terganggu pertumbuhannya dan rawan penyakit, antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis.

### **2.3.3 Hujan asam**

pH biasa air hujan adalah 5,6 karena adanya  $\text{CO}_2$  di atmosfer. Pencemar udara seperti  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  bereaksi dengan air hujan membentuk asam dan menurunkan pH air hujan. Dampak dari hujan asam ini antara lain:

1. Mempengaruhi kualitas air permukaan
2. Merusak tanaman
3. Melarutkan logam-logam berat yang terdapat dalam tanah sehingga memengaruhi kualitas air tanah dan air permukaan
4. Bersifat korosif sehingga merusak material dan bangunan

### **2.3.4 Efek rumah kaca**

Efek rumah kaca disebabkan oleh keberadaan  $\text{CO}_2$ , CFC, metana, ozon, dan  $\text{N}_2\text{O}$  di lapisan troposfer yang menyerap radiasi panas matahari yang

dipantulkan oleh permukaan bumi. Akibatnya panas terperangkap dalam lapisan troposfer dan menimbulkan fenomena pemanasan global. Dampak dari pemanasan global adalah:

1. Peningkatan suhu rata-rata bumi
2. Pencairan es di kutub
3. Perubahan iklim regional dan global
4. Perubahan siklus hidup flora dan fauna

### **2.3.5 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Udara**

#### **1. Kendaraan bermotor**

Berdasarkan statistik Kota Banda Aceh jumlah kendaraan bermotor hingga tahun 2019 sebanyak 275.639 unit yang terdiri dari sepeda motor sebanyak 212.381 unit dan kendaraan lainnya sebanyak 63.258 unit, dimana rata-rata pertumbuhan penambahan sepeda motor sebesar 4,92 % pertahun. Pencemaran udara primer merupakan sebuah pencemaran dan polusi udara yang diciptakan langsung dari sumber pencemarannya. Salah satu contoh dari jenis polusi udara primer adalah karbon monoksida yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor.

#### **2. Meteorologi dan Iklim**

##### **a. Temperatur**

Pergerakan mendadak lapisan udara dingin ke suatu kawasan industri dapat menimbulkan inversi atmosfer, yaitu kondisi dimana udara dingin akan terperangkap dan tidak dapat keluar dari kawasan tersebut dan akan menahan polutan tetap berada di permukaan bumi sehingga konsentrasinya semakin lama semakin meningkat. Pada keadaan tersebut, di permukaan bumi dapat dikatakan tidak ada pertukaran udara sama sekali. Kondisi tersebut dapat bertahan hingga beberapa hari atau beberapa minggu, maka udara yang berada dekat dengan permukaan bumi akan penuh akan polutan sehingga dapat menimbulkan keadaan yang kritis bagi kesehatan.

##### **b. Arah dan kecepatan angin**

Kecepatan angin yang kuat dapat membawa polutan kemanapun sesuai arahnya sehingga dapat mencemari daerah lain pada jarak yang jauh. Sebaliknya, kecepatan angin yang lemah polutan akan menetap dan semakin bertambah di kawasan sumber pencemarnya.

#### c. Hujan

Air hujan sebagai pelarut umum akan melarutkan bahan polutan yang terdapat di udara. Kawasan industri yang menggunakan batubara akan menghasilkan gas  $\text{SO}_2$  dan apabila gas tersebut bercampur dengan air hujan akan terbentuk asam sulfat sehingga air hujan bersifat asam disebut hujan asam.

#### d. Topografi

1. Dataran rendah Di dataran rendah, angin cenderung membawa polutan terbang ke seluruh penjuru daerahnya dan dapat melewati batas negara dan mencemari udara di negara lain.
2. Dataran tinggi Di dataran tinggi sering terjadi inversi atmosfer sehingga polutan hanya berada di kawasan tersebut. Sehingga tetap menahan polutan berada di permukaan bumi.
3. Lembah Di daerah lembah, aliran angin sedikit sekali dan tidak bertiup ke segala arah. Keadaan ini akan menahan polutan yang ada di permukaan bumi (Xu dkk, 2006).

### 2.4 Parameter Penelitian

Parameter yang diteliti meliputi sumber penyebab pencemaran udara  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ , dan  $\text{PM}_{10}$  yang mewakili untuk sektor transportasi dan  $\text{SO}_2$  untuk mewakili sektor industri di Banda Aceh.

#### 2.4.1 Karbon monoksida (CO)

$\text{CO}$  adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Gas ini terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen. Karbon monoksida dihasilkan dari

pembakaran tak sempurna dari senyawa karbon, sering terjadi pada mesin pembakaran dalam.

CO adalah suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Karbon monoksida mudah terbakar dan bersifat racun. Senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu hemoglobin. (Damara dkk 2017)

#### **2.4.2 Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)**

SO<sub>2</sub> merupakan rumus kimia untuk gas Sulfur dioksida. Gas ini berasal dari hasil pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur dan sukar dideteksi karena merupakan gas tidak berwarna. Selain dari bahan bakar, sulfur juga terkandung dalam pelumas. SO<sub>2</sub> merupakan gas yang tidak berwarna, tidak flammable (tidak mudah terbakar), maupun tidak explosive (tidak mudah meledak). Gas ini memiliki kelarutan dalam air sebesar 11.3 g/100 ml pada suhu 0 c<sup>o</sup>, berat molekulnya 64.06 dan dua kali lebih berat daripada udara.

#### **2.4.3 *Particulate Matter* (PM<sub>10</sub>)**

Parameter yang diukur dalam menentukan kualitas udara salah satunya adalah PM<sub>10</sub>, baik dalam ruangan maupun di luar ruangan. PM<sub>10</sub> adalah partikulat padat atau cair yang melayang di udara dengan nilai ukuran diameter aerodinamik kurang dari 10mikron. PM<sub>10</sub> lebih spesifik merupakan partikulat yang respirable dan prediktor kesehatan yang baik. PM<sub>10</sub> memiliki probabilitas yang lebih tinggi untuk dapat masuk ke saluran pernapasan bagian bawah karena diameter partikel yang kecil secara potensial dapat melewati saluran pernapasan bagian bawah. (Jannsen dkk, 2011) memaparkan bahwa particulate matter (PM) adalah campuran heterogen bervariasi dalam sifat fisika kimia tergantung pada kondisi meteorologi dan sumber emisi. Standar kualitas udara saat ini untuk PM menggunakan konsentrasi massa PM. PM dengan diameter aerodinamis ≤10m (PM<sub>10</sub>) atau ≤ 2,5m (PM<sub>2.5</sub>) sebagai metrik, yang didukung oleh studi kesehatan

menunjukkan asosiasi yang kuat antara konsentrasi massa ambien PM dan beragam efek yang merugikan kesehatan.

## **2.5 Pengaruh Parameter Penelitian Terhadap Kesehatan**

### **2.5.1 Pengaruh Gas CO Terhadap Kesehatan**

Keterkaitan antara pencemaran udara di perkotaan dan kemungkinan adanya risiko terhadap kesehatan pada beberapa dekade belakangan. Pengaruh yang merugikan mulai dari meningkatnya kematian akibat adanya episode smog sampai pada gangguan estetika dan kenyamanan. Gangguan kesehatan misalnya kanker pada paru-paru atau organ tubuh lainnya, penyakit pada saluran tenggorokan yang bersifat akut maupun kronik, dan kondisi yang diakibatkan karena pengaruh bahan pencemar terhadap organ lain seperti paru, misalnya sistem saraf. CO diketahui dapat mempengaruhi kerja jantung (sistem kardiovaskuler), gangguan sistem saraf pusat, janin, dan semua organ tubuh yang peka terhadap kekurangan oksigen. Pengaruh CO terhadap sistem kardiovaskuler cukup nyata teramati walaupun dalam kadar rendah. Penderita penyakit jantung dan penyakit paru merupakan kelompok yang paling peka terhadap paparan CO. Gejala dari keracunan ringan meliputi sakit kepala dan mual-mual pada konsentrasi kurang dari 100 ppm.

### **2.5.2 Pengaruh Gas SO<sub>2</sub> Terhadap Kesehatan**

SO<sub>2</sub> menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan manusia yang bersifat kronik, selain itu SO<sub>2</sub> juga dapat menyebabkan infeksi pada saluran pernapasan utama (bronkhitis) dan penyakit paru-paru yang berkepanjangan (pulmonary emphysema). Selain itu SO<sub>2</sub> juga dapat menyebabkan gangguan pencernaan, sakit kepala, sakit dada, dan saraf. Pada kadar dibawah batas ambang dapat menyebabkan kematian. Korban SO<sub>2</sub> bukan hanya manusia, tetapi juga bangunan dan tumbuhan. Keberadaan gas ini di udara dapat menimbulkan hujan asam yang dapat merusak bahan bangunan dan menghambat pertumbuhan tanaman.

### 2.5.3 Pengaruh PM<sub>10</sub> Terhadap Kesehatan

Salah satu jenis pencemar udara yang memberikan dampak yang besar terhadap kesehatan manusia adalah PM<sub>10</sub> karena bersifat respirable yang memicu terjadinya gangguan pernapasan yaitu Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Pujiastuti, 2013). Selain itu ada beberapa efek kesehatan yang disebabkan oleh PM<sub>10</sub> meliputi:

1. Efek toksik oleh penyerapan bahan beracun ke dalam darah (misalnya timah, kadmium, seng);
2. Efek alergi atau hipersensitivitas (misalnya beberapa hutan, biji-bijian tepung, bahan kimia);
3. Infeksi bakteri dan jamur (dari organisme hidup);
4. Fibrosis (misalnya asbes, kuarsa);
5. Kanker (misalnya asbes, kromat);
6. Iritasi selaput lendir (misalnya asam dan basa); dan
7. Peningkatan gejala pernapasan, kejengkelan asma dan kematian dini. Risiko tertinggi untuk kelompok sensitif seperti orang tua dan anak-anak.

Menurut (Tang dkk, 2015), PM<sub>10</sub> dapat mempengaruhi hewan dengan cara yang sama seperti yang mempengaruhi manusia. Partikel secara umum, tidak secara khusus PM<sub>10</sub> atau PM<sub>2.5</sub> mempengaruhi estetika dan kegunaan daerah melalui pengurangan visibilitas dan dapat mempengaruhi bangunan dan vegetasi.

### 2.5.4 Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>)

Nitrogen dioksida merupakan salah komponen yang mempengaruhi terhadap kualitas udara. Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) juga merupakan salah satu gas beracun. Sumber pencemar NO<sub>2</sub> aktivitas kendaraan bermotor, industri maupun rumah tangga. Hal ini telah diteliti oleh (Wilken et al., 2012) bahwa tingginya konsentrasi NO<sub>2</sub> berbanding lurus dengan banyaknya jumlah kendaraan bermotor, industri dan rumah tangga. NO<sub>2</sub> merupakan hasil reaksi dari NO yang terpapar oleh sinar matahari yang memancarkan sinar ultraviolet.

Baku mutu yang digunakan untuk parameter  $\text{NO}_2$  adalah PP no 41 tahun 1999. Pada lampiran Peraturan Pemerintah tersebut terdapat ambang batas yang harus dipenuhi. Ambang batas untuk parameter  $\text{NO}_2$  dapat dilihat pada Tabel 2.1

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi konsentrasi  $\text{NO}_2$  yaitu mengurangi beban pencemar  $\text{NO}_2$  dengan cara menyediakan transportasi massal yang memadai dan mengembangkan kendaraan bermotor yang berbahan bakar ramah lingkungan. Selain itu dari sektor industri dapat dilakukan memperbaiki kualitas emisi gas buang industri dengan menggunakan teknologi seperti penggunaan *wet scrubber*, penggantian bahan bakar (Martono dkk, 2004).

### **2.5.5 Kerusakan Lapisan Ozon ( $\text{O}_3$ )**

Menurut (Damara dkk 2017) kerusakan lapisan ozon disebabkan karena bereaksi dengan radikal klor. Apabila lapisan ozon rusak maka sifat ozon sebagai penyaring sinar UV tidak akan berfungsi lagi. Sinar UV yang tidak tersaring oleh lapisan ozon ini akan terus ke bumi dan dapat merusak kulit manusia.

Selain dapat mengakibatkan kanker kulit. Sinar UV juga dapat mengakibatkan suhu bumi naik. Kenaikan suhu bumi akan menyebabkan mencairnya es yang ada di kutub. Hal itu akan mengakibatkan naiknya permukaan laut. Garis pantai akan bergeser naik sehingga tempat-tempat yang terletak di tepi pantai akan tenggelam. (Dewi dkk 2018)

### **2.6 AQMS (*Air Quality Monitoring System*)**

Pengenalan Sistem *Air Quality Monitoring System* (AQMS) Banda Aceh (Badan Lingkungan Hidup, 2012) AQMS merupakan suatu sistem pemantauan kualitas udara yang dirancang untuk menghitung kadar senyawa-senyawa tertentu di udara seperti  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  dan  $\text{PM}_{10}$ . Jaringan AQMS terdiri dari Fixed station, Mobile station, dan Regional Center. AQMS merupakan suatu sistem pemantauan kualitas udara yang dirancang untuk menghitung kadar senyawa-senyawa tertentu di udara seperti  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  dan  $\text{PM}_{10}$ . Data hasil pemantauan AQMS di tampilkan oleh *Public Display* yang terdapat di

jalan. Dimana data ditampilkan dalam grafik yang terdapat artinya, gambar alat AQMS dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2. 1** Alat AQMS

## **2.7 BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika)**

Merupakan lembaga nasional yang melakukan pemantauan dan prediksi cuaca, iklim dan kualitas udara serta perubahan iklim sesuai amanat Undang Undang No. 31 Tahun 2009. Analisis kondisi iklim, kualitas udara dan gas rumah kaca yang telah terjadi pada satu tahun yang lalu dilaporkan dan dituangkan dalam buku Catatan Kondisi Iklim, Kualitas Udara dan Gas Rumah Kaca tahun 2019 yang berada dihadapan pembaca sekarang ini. Catatan Kondisi Iklim, Kualitas Udara dan Gas Rumah Kaca tahun 2019 memberikan informasi terpadu tentang kondisi iklim dan kualitas udara yang terdiri dari variabilitas curah hujan, musim, temperatur, pencemaran udara dan gas rumah kaca dalam perspektif ruang dan waktu sepanjang tahun 2019.

## **2.8 ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara)**

Informasi yang disebarkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/ Menlhk / Setjen / Kum.1/ 7/ 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu, yang didasarkan pada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk

hidup lainnya. Penggunaan ISPU sangat memudahkan masyarakat untuk mengetahui kondisi kualitas udara pada waktu tertentu karena sistem ini sangat informatif dan mudah dipahami oleh masyarakat luas.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999, ISPU adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi tertentu, yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup. ISPU ditetapkan berdasarkan 5 pencemar utama, yaitu: karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), dan partikel debu (PM<sub>10</sub>). Di Indonesia ISPU diatur berdasarkan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Nomor KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 (Gumilar, 2013).



**Gambar 2. 2** *Public display*

*Public display* ISPU dibentuk oleh LED yang menunjukkan angka dan bagaimana keadaan dari udara. Mana dibagi atas berbagai warna yaitu hijau, biru, kuning, merah dan hitam

Sesuai dengan amanat Undang – Undang Lingkungan Hidup Nomor 23 Tahun 1997 bahwa masyarakat berhak untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas lingkungan termasuk kualitas udara di Kota Banda Aceh ini, maka

pelaporan hasil pemantauan ini dikemas dalam bahasa yang mudah dipahami oleh masyarakat umum. Informasinya diolah di *main center* lalu disampaikan dalam bentuk ISPU, yang dipublikasikan lewat papan *display*, internet (Banda Aceh.go.id).

**Tabel 2. 2** Batas Indeks Standar Pencemaran Udara dalam Satuan SI

Indeks Standar Pencemar Udara	24 Jam PM10	24 Jam SO <sub>2</sub>	8 Jam CO	24 jam O <sub>3</sub>	24 jam NO <sub>2</sub>
50	50	80	5	120	80
150	150	365	10	235	200
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	46	1000	3000

Adapun cara penghitungan hasil pengukuran udara ambien yang dikonversikan dalam indeks standar pencemar udara menurut Keputusan Kepala Bapedal No. 107 Tahun 1997 adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{ia - ib}{xa - xb} (Xx - Xb) + Ib$$

Keterangan:

I = ISPU terhitung

Ia = ISPU Batas Atas

Ib = ISPU Batas Bawah

Xa = Ambien Batas Atas

Xb = Ambien Batas Bawah

Xx = Kadar Ambien nyata hasil

Selanjutnya setelah diperoleh nilai SUF yang masih aktif, data akan diolah dipusat (*main enter*) yang kemudian akan di rata-rata dan dikirim ke *display* kemudian ditampilkan di ruas-ruas jalan Kota Banda Aceh. Tampilan *display* adalah rata-rata dalam satu hari (dimulai pukul 3 kemarin sampai pukul 3 hari ini).

**Tabel 2. 3** Angka ISPU dan Dampak Kesehatan

	<b>Kategori</b>	<b>Rentang</b>	<b>Penjelasan</b>
	Baik	0-50	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan atau nilai estetika
	Sedang	51-100	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan, bangunan atau nilai estetika
	Tidak Sehat	101-199	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika
	Sangat Tidak Sehat	200-299	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
	Berbahaya	300-lebih	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius

**Tabel 2. 4** Angka ISPU Gas CO

	<b>Kategori</b>	<b>Rentang</b>	<b>Karbon Monoksida (CO)</b>
	Baik	0-50	Tidak ada efek
	Sedang	51-100	Perubahan kimia darah tetapi tidak terdeteksi
	Tidak Sehat	101-199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung
	Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatkan kardiovaskular pada orang yang bukan perokok yang berpenyakit jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang bersifat nyata
	Berbahaya	300-lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar

**Tabel 2. 5** Angka ISPU Gas SO<sub>2</sub>

	<b>Kategori</b>	<b>Rentang</b>	<b>Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)</b>
	Baik	0-50	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O <sub>2</sub> (selama 4 jam)
	Sedang	51-100	Luka pada beberapa spesies tumbuhan
	Tidak Sehat	101-199	Bau, meningkatnya kerusakan tanaman
	Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis
	Berbahaya	300-lebih	Tingkat yang berbahaya bagi populasi yang terpapar

**Tabel 2. 6** Angka ISPU PM<sub>10</sub>

	<b>Kategori</b>	<b>Rentang</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
	Baik	0-50	Tidak ada efek
	Sedang	51-100	Terjadi penurunan pada jarak pandang
	Tidak Sehat	101-199	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu dimana-mana
	Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis
	Berbahaya	300-lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar

**Tabel 2. 7** Angka ISPU NO<sub>2</sub>

	<b>Kategori</b>	<b>Rentang</b>	<b>Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>)</b>
	Baik	0-50	Tidak ada efek
	Sedang	51-100	Terjadi penurunan pada jarak pandang
	Tidak Sehat	101-199	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu dimana-mana
	Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis
	Berbahaya	300-lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar

**Tabel 2. 8** Angka ISPU O<sub>3</sub>

	<b>Kategori</b>	<b>Rentang</b>	<b>Lapisan Ozon (O<sub>3</sub>)</b>
	Baik	0-50	Tidak ada efek
	Sedang	51-100	Terjadi penurunan pada jarak pandang
	Tidak Sehat	101-199	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu dimana-mana
	Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis
	Berbahaya	300-lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar

Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: KEP 45 / MENLH/ 1997

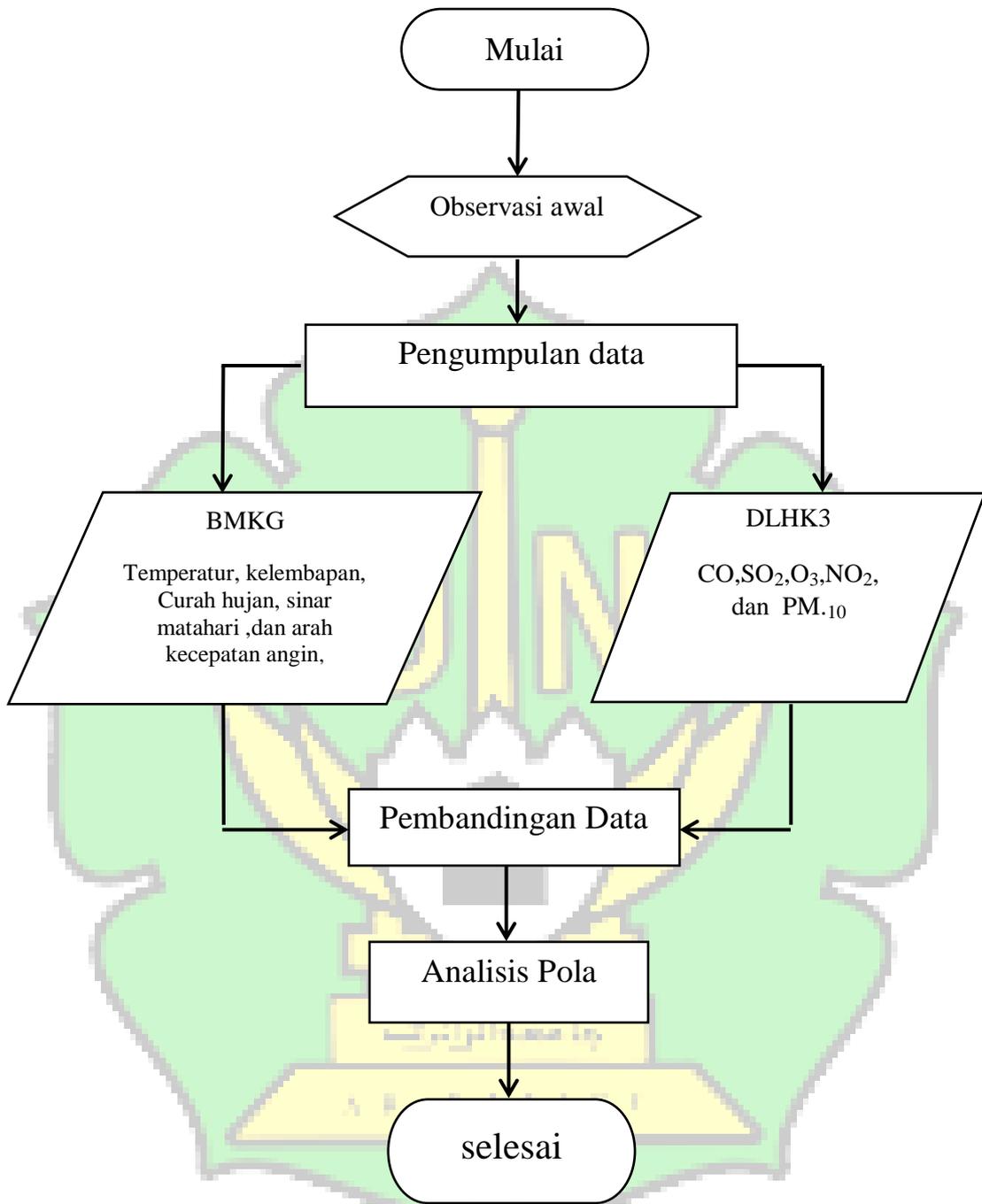
## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tahapan Umum Penelitian**

Pebelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, sebagai berikut:

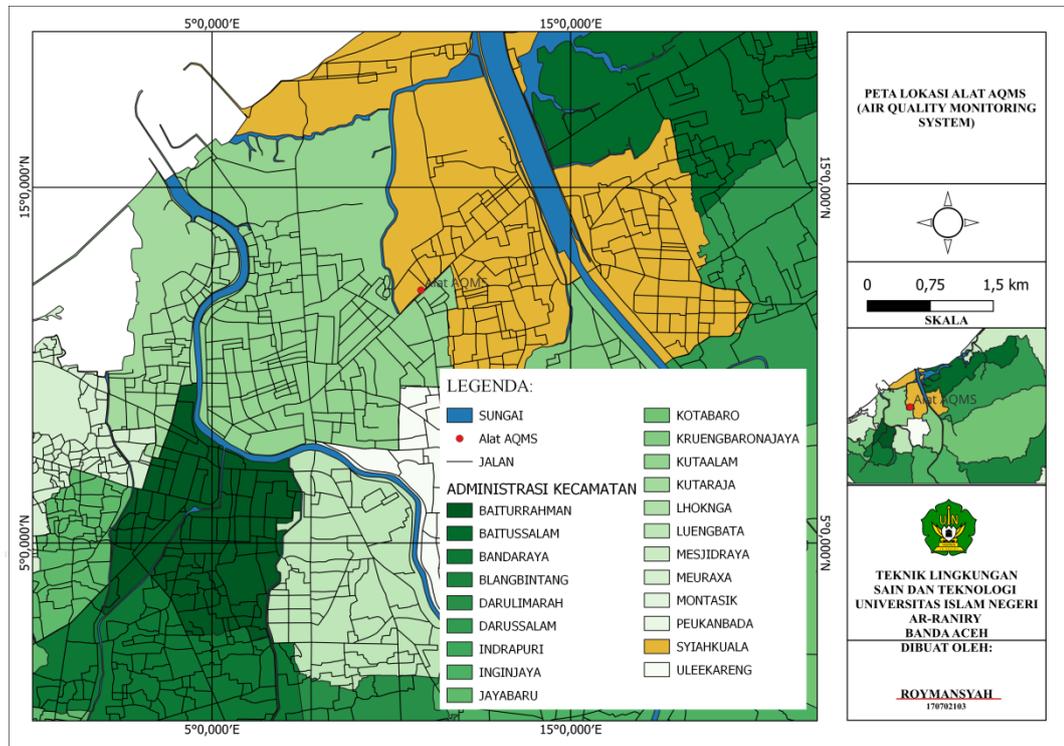
1. Observasi awal, merupakan tahap untuk mengetahui informasi awal di lapangan terkait pencemaran udara.
2. Rumusan masalah, merupakan tahapan suatu permasalahan yang dijadikan sebagai perhatian dan menjadi titik fokus penelitian dan mencari solusi pemecah masalah.
3. Pengumpulan data, adalah tahapan untuk mencari data yang terkait dengan data primer dan data sekunder yang ada di lapangan, yaitu dari DLHK3 Kota Banda Aceh dan BMKG Aceh Besar.
4. Perbandingan data adalah suatu proses membandingkan dua set data untuk mengetahui persamaan dan perbedaan antara keduanya.
5. Analisis data/pola, tahap ini dilakukan apabila konsentrasi pencemaran udara dan data iklim yang telah dilakukan pengujian/pengolahan terhadap masing-masing parameternya sehingga dapat menjadi sumber informasi.



**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan di lakukan pada bulan september 2022 – februari 2023, Penelitian ini dilakukan di kota Banda Aceh.



Gambar 3. 2 Peta Lokasi Alat AQMS(Sumber: Google Earth 2022)

### 3.3 Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah AQMS (*Air Quality Monitoring System*).

### 3.4 Perizinan ke Instansi Terkait

Tahap perizinan dilakukan pada Bulan Juli yang ditujukan kepada DLHK3 Banda Aceh. Perizinan diperlukan untuk mendapatkan data, permohonan data sekunder kepada DLHK3 yang terletak di Kantor Pemerintahan Kota Banda Aceh.

### 3.5 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendukung proses penelitian dari awal hingga akhir. Studi literature dilakukan untuk memperoleh teori atau dasar yang

kuat terkait penelitian yang akan dilakukan yang telah dilakukan. Media studi literature dapat berupa buku literature, jurnal ilmiah, atau laporan penelitian serupa sebelumnya.

### **3.6 Pengumpulan Data**

Jenis penelitian yang dipakai dalam penelitian ini bersifat kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian dengan banyak menunjukkan angka dari mulai pengambilan data hingga hasil akhir analisis. Data yang dibutuhkan selama proses penelitian menggunakan data primer yaitu data konsentrasi CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan PM<sub>10</sub> dari alat AQMS.

Data sekunder yang di butuhkan dalam penelitian ini adalah data dari Dinas Lingkungan Hidup Kebersihan Dan Keindahan Kota (DLKH3) Kota Banda Aceh yang berisikan data yang telah di rata-rata kan seperti **Tabel 4.1**, dari tahun (2018-2021) kemudian data meteorologi di ambil dari stasiun Klimatologi milik BMKG kelas I Iskandar Muda dengan periode waktu 4 tahun (2018-2021). Berdasarkan data rata-rata bulanan selama 4 tahun dari stasiun klimatologi Unnamed Road, Cot Mancang, Kec. Kuta Baro, Kabupaten Aceh Besar, Aceh 24415. Di lihat pada **Tabel 4. 2**

Data konsentrasi parameter karbon monoksida (CO), Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), partikulat (PM<sub>10</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), dan Nitrogen Oksida (NO<sub>2</sub>). Merupakan data sekunder yang didapat dari alat AQMS yang telah terpasang yang tersambung langsung dengan server Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Data yang dipakai adalah data parameter udara pada tahun 2018-2021. dan data temperatur, kelembapan, curah hujan, arah kecepatan angin, dan uv. Untuk membandingkan ke- dua data tersebut.

### **3.7 Analisis Data**

Prosedur dilakukan dengan bantuan *software Excel* dan *SPSS* untuk membuat memvisualisasikan jumlah nilai ISPU yang sedang di pantau. sesuai dengan nilai ISPU yang dihitung oleh alat AQMS dan Perbandingan nilai ISPU pada titik pantau dapat dilihat dari *Public display*. Persentase jumlah total data

yang menunjukkan nilai ISPU berbahaya, tidak sehat, cukup tidak sehat, atau baik.

Menurut Wijaya (2011:9) SPSS mulai dikembangkan pada tahun 1960 sebagai salah satu perangkat lunak untuk alat bantu penghitungan secara statistik oleh Norman H. Nie, C. Hadlay serta Date Bent dari Stanford University. Pada tahun 1984, kemudian dikenalkan SPSS/PC+ untuk Personal Computer (PC). Versi window baru di release pada tahun 1992 sampai sekarang. SPSS mengalami perkembangan dari versi 6.0 hingga versi terbaru seperti SPSS versi 19.0 yang baru beredar di Indonesia milik IBM. Kemungkinan akan terus berkembang dalam versi-versi berikutnya. Pada dasarnya pengoperasian SPSS memiliki kesamaan dalam berbagai versi, perbedaan hanya pada fasilitas tambahan yang ditawarkan. SPSS dirancang secara user friendly sehingga mudah digunakan dibandingkan software-software lainnya yang kebanyakan menggunakan bahasa program.

Analisis regresi linier berganda akan digunakan untuk menentukan pengaruh faktor meteorologi (suhu, kelembaban, curah hujan, arah dan kecepatan angin serta sinar matahari), terhadap konsentrasi CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan PM<sub>10</sub>. Analisis regresi linier berganda tersebut meliputi nilai maksimal, nilai minimal, maupun rata-rata nilai dari variabel juga akan dilakukan.

Analisis regresi digunakan untuk mengukur seberapa besar pengaruh antara variabel bebas dan variabel terikat. Apabila hanya terdapat satu variabel bebas dan satu variabel terikat, maka regresi tersebut dinamakan regresi linear sederhana (Nabawi, 2019). Sebaliknya, apabila terdapat lebih dari satu variabel bebas atau variabel terikat, maka disebut regresi linear berganda. Regresi linear berganda merupakan model regresi yang melibatkan lebih dari satu variabel independen. Analisis regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui arah dan seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (Syauqoti dkk, 2018).

Menurut Arikunto (2013:339) Analisis korelasi dan regresi berganda ini adalah analisis tentang hubungan antara satu dependent variabel dengan dua atau lebih independen variabel. Jika ada lebih dari satu variabel bebas untuk mengestimasi nilai Y, persamaan tingkat pertama persamaan disebut

permukaan regresi (regression surface), misalnya  $Y = a + bX + cZ$ . Y adalah kombinasi linier dari X dan Z. konstan b dan c disebut koefisien regresi. Adakalanya a, b, dan c diganti dengan  $b_1$ ,  $b_2$ , dan  $b_3$  sedangkan X dan Z diganti dengan  $X_1$  dan  $X_2$  (Mati dkk., 2000).

Menurut Arikunto, (2013) dalam analisis regresi, baik regresi sederhana (dengan satu variabel bebas) maupun regresi berganti (dengan lebih dari satu variabel bebas) ada tiga rukun dasar yang harus dicarai, yaitu:

1. Garis regresi, yaitu garis yang menyatakan hubungan antara variabel variabel itu.
2. Standard error of estimate (  $S_y$ ,  $X_1$ , dan  $X_1$ ), yaitu harga yang mengukur pemecaran tiap-tiap titik (data) terhadap garis regresinya. Atau merupakan penyimpangan standard dari harga harga dependent (Y) terhadap garis regresinya.

Regresi linier berganda adalah analisis regresi yang menjelaskan hubungan antara peubah respons (variable dependent ) dengan faktor-faktor yang mempengaruhi lebih dari satu *predictor* ( variable independent ).

Tujuan analisis regresi linier berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua variabel atau lebih dan memuat prediksi/perkiraan nilai Y atas nilai X. Bentuk persamaan regresi linier berganda yang mencakup dua atau lebih variabel, yaitu :

dengan: 
$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \dots + b_nX_n$$

Y = variabel dependen/terikat

a = nilai konstanta

$X_{1,2,3,\dots,n}$  = variabel independen/bebas

$b_{1,2,3,\dots,n}$  = koefisien regresi variabel  $X_1, X_2, X_3, \dots$

$X_n$ .

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Banda Aceh, Banda Aceh merupakan Ibukota dari Aceh. Sebagai pusat pemerintahan, Kota Banda Aceh menjadi pusat kegiatan ekonomi, politik, sosial dan budaya. Letak Geografis Kota Banda aceh terletak antara  $05^{\circ} 16' 15''$ - $05^{\circ} 36' 16''$  Lintang Utara dan  $95^{\circ} 16'15 - 95^{\circ} 22'35''$  Bujur Timur.

Ada beberapa alat yang digunakan untuk mendeteksi polusi udara oleh DLHK3 Kota Banda Aceh, Salah satu alatnya adalah AQMS (*Air Quality Monitoring System*). AQMS merupakan alat yang cepat dan mudah untuk dilakukan, selain itu juga untuk mengetahui konsentrasi zat pencemar secara *real time*. Beberapa gas yang dapat dipantau dengan menggunakan alat ini antara lain CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, dan PM<sub>10</sub>. Stasiun pemantau kualitas udara mempunyai fungsi untuk mengetahui pencemaran udara dan memberikan informasi kepada masyarakat. Penelitian ini menggunakan alat AQMS di Kantor Gubernur Banda Aceh dapat dilihat pada **Gambar 3. 2**

**Tabel 4. 1.** Stasiun Pemantau Kualitas Udara Banda Aceh dan Aceh Besar

Lokasi Stasiun Pemantau Kualitas Udara	Tahun Beroperasi	Peruntukan Lahan
Taman Kantor Gubernur Aceh.	2017 s/d Sekarang	Perkantoran
BMKG kelas I Iskandar Muda	1995 s/d Sekarang	Permukiman dan Bandara

##### 4.1.1 Stasiun Pemantau AQMS Banda Aceh

Stasiun Pemantau terletak Di kantor Gubernur Aceh, di jalan Teungku Nyak Arif jeulingke, Kecamatan Syiah Kuala stasiun pemantau di kantor Gubernur Aceh ini diperuntukkan untuk mewakili sampling di Kota Banda Aceh. Stasiun ini aktif sejak tahun 2017 sampai sekarang. Di sekitar area stasiun pemantauan kualitas udara terdapat pemukiman, jalan raya, dan perkantoran.

Data hasil pengukuran AQMS bisa dimanfaatkan juga sebagai (*early warning system*) atau sistem peringatan dini bagi pemerintah maupun masyarakat ketika terjadi suatu pencemaran udara di Kota Banda Aceh. Teknik analisis data dilakukan untuk memperoleh data ISPU di satu lokasi yang berupa data nilai ambient hasil pengukuran parameter ISPU pada tahun 2018 - 2021. Dengan alat AQMS.



**Gambar 4. 1** Stasiun Pemantau di Kantor Gubernur

Berdasarkan **Gambar 4. 1** merupakan lokasi halaman sekitar alat AQMS yang ada di Kantor Gubernur Banda Aceh, yang beroperasi pada tahun 2017 sampai sekarang. Konsentrasi rata rata PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub> dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

**Tabel 4. 2** Konsentrasi rata rata PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub>

TAHUN	Bulan	PM <sub>10</sub> (Y1) mg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> (Y2) mg/m <sup>3</sup>	CO (Y3) mg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> (Y4) mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> (Y5) mg/m <sup>3</sup>
2018	Januari	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Februari	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Maret	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	April	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Mei	1,250	1,875	1,375	3,125	0,000
	Juni	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Juli	3,258	8,839	0,871	2,290	0,000
	Agustus	9,258	20,129	0,548	2,419	0,000
	September	8,467	4,533	0,433	0,000	0,000
	Oktober	9,258	4,000	0,000	0,000	0,000
	November	13,033	4,467	0,000	0,000	0,000

TAHUN	Bulan	PM <sub>10</sub> (Y1) mg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> (Y2) mg/m <sup>3</sup>	CO (Y3) mg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> (Y4) mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> (Y5) mg/m <sup>3</sup>
	Desember	7,864	4,545	0,000	0,000	0,000
2019	Januari	9,500	2,133	0,000	0,000	0,000
	Februari	9,714	2,000	0,036	11,964	0,000
	Maret	13,172	3,966	0,207	7,517	0,000
	April	13,379	3,483	0,138	4,724	0,000
	Mei	11,194	2,710	0,000	2,355	0,000
	Juni	12,800	2,500	0,000	4,400	0,000
	Juli	18,484	2,161	0,290	0,000	0,000
	Agustus	12,097	1,258	0,226	36,484	0,000
	September	23,767	0,967	0,167	1,667	0,000
	Oktober	12,806	1,161	0,194	12,226	0,000
	November	10,767	33,467	0,200	4,167	0,000
	Desember	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2020	Januari	0,000	16,129	0,000	0,000	16,129
	Februari	13,138	42,828	3,517	11,828	0,000
	Maret	17,355	31,677	3,452	16,871	0,000
	April	12,267	16,267	1,667	13,033	0,000
	Mei	8,484	11,581	1,935	11,323	0,000
	Juni	11,733	7,633	1,867	10,633	0,000
	Juli	13,710	9,323	2,581	10,774	0,000
	Agustus	11,935	5,419	1,645	9,806	0,000
	September	10,133	6,967	2,100	9,033	0,000
	Oktober	7,567	1,767	0,800	2,200	0,000
	November	5,714	1,857	1,500	2,250	0,000
	Desember	10,194	11,613	2,226	12,516	0,000
2021	Januari	13,333	0,000	0,000	10,100	0,000
	Februari	19,607	4,500	0,000	3,250	0,000
	Maret	19,161	24,710	1,968	15,387	0,000
	April	14,567	10,167	1,500	0,700	0,000
	Mei	13,710	35,645	1,548	26,935	0,000
	Juni	9,000	42,333	1,833	28,667	0,000

Tabel diatas adalah gambaran umum data kualitas udara ambien pada nilai rata-rata alat AQMS Banda Aceh, pada tahun 2018-2021. Berdasarkan lima jenis variabel yang digunakan untuk menganalisis ada/tidak adanya pengaruh terhadap pencemaran udara. Adapun variabel yang dihitung rata-rata nya yaitu : partikulat matter (PM<sub>10</sub>), Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), Karbon monoksida (CO) Ozon (O<sub>3</sub>) dan Nitrogen oksida (NO<sub>2</sub>) terdapat ditahun 2018 nilai rata-rata tertinggi yaitu PM<sub>10</sub>

sebesar 13,033, nilai terendah yaitu sebesar 1,250, nilai SO<sub>2</sub> sebesar 20,129, nilai terendah yaitu sebesar 1,875. Nilai tertinggi yaitu CO 1,375, nilai terendah yaitu sebesar 0,433. Nilai tertinggi yaitu O<sub>3</sub> sebesar 3,125, nilai terendah yaitu sebesar 2,290.

Kemudian ditahun 2019 nilai rata-rata tertinggi yaitu PM<sub>10</sub> sebesar 23,767, nilai terendah yaitu sebesar 9,500, nilai SO<sub>2</sub> sebesar 33,467, nilai terendah yaitu sebesar 1,161. Nilai tertinggi yaitu CO 0,290, nilai terendah yaitu sebesar 0,036. Nilai tertinggi yaitu O<sub>3</sub> sebesar 36,484, nilai terendah yaitu sebesar 1,667.

Selanjutnya pada tahun 2020 nilai rata-rata tertinggi yaitu PM<sub>10</sub> sebesar 13,710, nilai terendah yaitu sebesar 5,714, nilai SO<sub>2</sub> sebesar 42,828, nilai terendah yaitu sebesar 1,767. Nilai tertinggi yaitu CO 3,517, nilai terendah yaitu sebesar 1,500. Nilai tertinggi yaitu O<sub>3</sub> sebesar 16,871, nilai terendah yaitu sebesar 2,200.

Hingga sampai ditahun 2021 nilai rata-rata tertinggi yaitu PM<sub>10</sub> sebesar 19,607, nilai terendah yaitu sebesar 9,000, nilai SO<sub>2</sub> sebesar 42,333, nilai terendah yaitu sebesar 4,500. Nilai tertinggi yaitu CO 1,968, nilai terendah yaitu sebesar 1,500. Nilai tertinggi yaitu O<sub>3</sub> sebesar 28,667, nilai terendah yaitu sebesar 0,700.

#### **4.1.2 Stasiun BMKG kelas I Iskandar Muda Aceh Besar**

Meteorologi merupakan faktor penting dalam menentukan atau mempengaruhi kualitas udara. Berdasarkan penelitian terdahulu menunjukkan hubungan konsentrasi PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub> dengan meteorologi seperti curah hujan, temperatur, tekanan udara, kecepatan angin, dan radiasi matahari (Abdullah et al., 2016).

Data yang didapatkan dari stasiun BMKG kelas I Iskandar Muda dengan periode waktu 4 tahun. Data iklim harian yang dipergunakan dalam analisis adalah temperatur (T<sub>avg</sub>), kelembapan (RH<sub>avg</sub>), curah hujan (RR), lamanya penyinaran matahari (ss), dan arah kecepatan angin (ff<sub>avg</sub>). Kemudian data di rata-ratakan perbulan, pertahun, dari stasiun BMKG kelas I Iskandar Muda dengan periode waktu 4 tahun. Berdasarkan data tersebut dari stasiun klimatologi, Cot Mancang, Kec. Kuta Baro, Kabupaten Aceh Besar.



**Gambar 4. 2** Stasiun Pemantau BMKG kelas I Iskandar Muda Aceh Besar.

Berdasarkan **Gambar 4. 2** merupakan lokasi halaman sekitar alat yang ada di BMKG kelas 1 Iskandar Muda Aceh Besar, yang beroperasi pada tahun 1995.

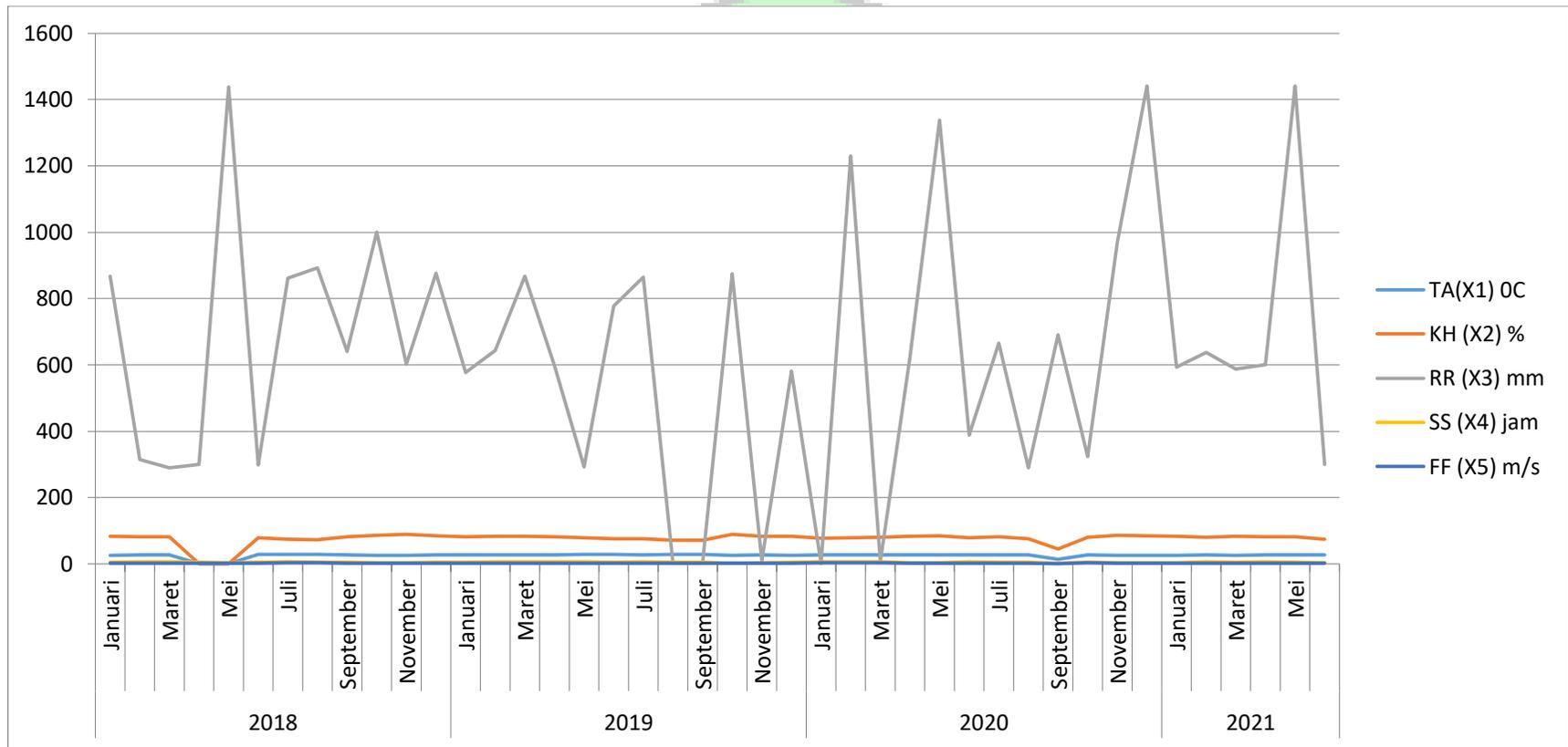
Perubahan iklim terjadi karena meningkatnya konsentrasi gas karbondioksida dan gas gas lainnya di atmosfer yang menyebabkan efek gas rumah kaca. Menurut (Dewi dkk 2018) Perubahan iklim yang terjadi saat ini seperti kenaikan suhu global, permukaan laut yang semakin meningkat, perubahan anomali cuaca, dan semakin banyaknya cuaca ekstrim di dunia menyebabkan terjadinya perubahan kondisi perekonomian manusia dan seluruh sektor perekonomian dapat terdampar.

Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub> terhadap Iklim, maka dilakukan pengumpulan data rata-rata per hari, bulan, dan pertahun. Dari tahun 2018 - 2021 sehingga dapat disusun seperti tabel sebagai berikut:

**Tabel 4. 3** Konsentrasi rata-rata dari BMKG X1, X2, X3, X4, X5,

Tahun	Bulan	TA(X1) °C	KH (X2) %	RR (X3) mm	SS (X4) jam	FF (X5) m/s
2018	Januari	26,435	83,269	867,894	4,644	2,071
	Februari	26,756	81,938	314,434	6,270	2,375
	Maret	27,060	82,100	288,910	6,760	2,263

Tahun	Bulan	TA(X1) °C	KH (X2) %	RR (X3) mm	SS (X4) jam	FF (X5) m/s
	April	0,000	0,000	300,277	5,514	1,833
	Mei	0,000	0,000	1437,332	3,850	2,125
	Juni	28,116	79,000	298,397	5,562	2,138
	Juli	28,884	73,935	861,945	5,877	3,194
	Agustus	28,177	73,400	892,050	5,797	3,233
	September	27,280	81,050	641,061	5,493	2,379
	Oktober	26,308	86,846	1000,285	3,693	2,222
	November	26,413	88,567	601,570	3,272	1,900
	Desember	26,565	85,097	876,210	4,480	2,226
2019	Januari	26,880	81,967	577,697	5,314	2,710
	Februari	27,007	82,643	643,871	6,857	2,710
	Maret	27,252	82,774	867,948	6,323	2,258
	April	27,770	81,700	597,263	5,936	2,200
	Mei	28,065	79,323	292,387	5,934	2,581
	Juni	28,264	76,250	776,870	5,000	2,400
	Juli	27,823	75,742	864,339	6,750	2,419
	Agustus	28,223	71,516	2,397	5,603	2,677
	September	28,223	71,516	2,397	5,603	2,677
	Oktober	25,755	88,419	875,171	2,736	2,000
	November	26,776	83,966	9,053	3,858	2,400
	Desember	26,388	83,292	582,090	4,477	2,900
2020	Januari	27,216	77,548	0,258	7,160	3,387
	Februari	27,241	79,207	1230,066	6,831	3,621
	Maret	27,597	80,000	6,926	6,883	2,968
	April	27,382	83,136	622,538	3,658	2,333
	Mei	27,377	84,038	1337,722	3,280	2,423
	Juni	27,810	78,333	388,591	6,382	2,391
	Juli	27,250	81,077	665,033	4,742	2,444
	Agustus	27,968	76,000	289,771	5,817	2,871
	September	14,300	44,357	689,919	2,090	1,300
	Oktober	26,985	79,846	324,132	4,407	3,071
	November	26,310	85,800	969,432	3,263	2,467
	Desember	26,403	84,516	1441,213	3,471	2,484
2021	Januari	26,152	83,935	593,429	4,147	2,774
	Februari	26,864	80,214	638,036	7,182	2,714
	Maret	26,490	82,839	587,942	5,148	2,677
	April	27,050	81,667	600,107	6,531	2,500
	Mei	27,890	81,710	1440,703	5,113	2,355
	Juni	27,768	74,774	299,410	4,381	2,613



Gambar 4. 3 grafik BMKG 2018-2021

Data yang terdapat pada **Tabel 4.3** dan **Gambar 4.3** merupakan nilai yang dikumpulkan dari data perhari (BMKG) kelas 1 Iskandar Muda Aceh Besar, sehingga kemudian dirata-ratakan perbulan, pertahun, selama periode waktu 4 dari tahun 2018 - 2021. Berdasarkan lima (5) jenis variabel yang digunakan untuk menganalisis ada/tidak adanya pengaruh iklim terhadap pencemaran udara. Adapun variabel yang dihitung rata-ratanya yaitu : temperature (TA), kelembapan (KH), curah hujan (RR), sinar matahari (SS), arah kecepatan angin (FF).

Adapun beberapa keadaan cuaca yang dapat mempengaruhi kualitas udara (No dkk) yaitu: suhu udara, Kelembapan, tekanan udara, angin, sinar matahari, dan curah hujan. Pada penelitian ini menggunakan metode perhitungan ISPU, yakni indeks Standar Pencemaran Udara. Dimana setiap kategori pencemar mempunyai ambang batas dengan level pengaruh pencemar yang juga bervariasi.

#### **4.3 Analisis Konsentrasi Kualitas Udara**

Kemajuan pesat pembangunan ekonomi telah memberikan dampak yang serius terhadap iklim dunia, seperti penggunaan energi fosil untuk sumber energi, pembakaran bahan organik atau anorganik, peningkatan jumlah kendaraan bermotor, dan pembukaan lahan dengan cara membabat hutan besar-besaran.

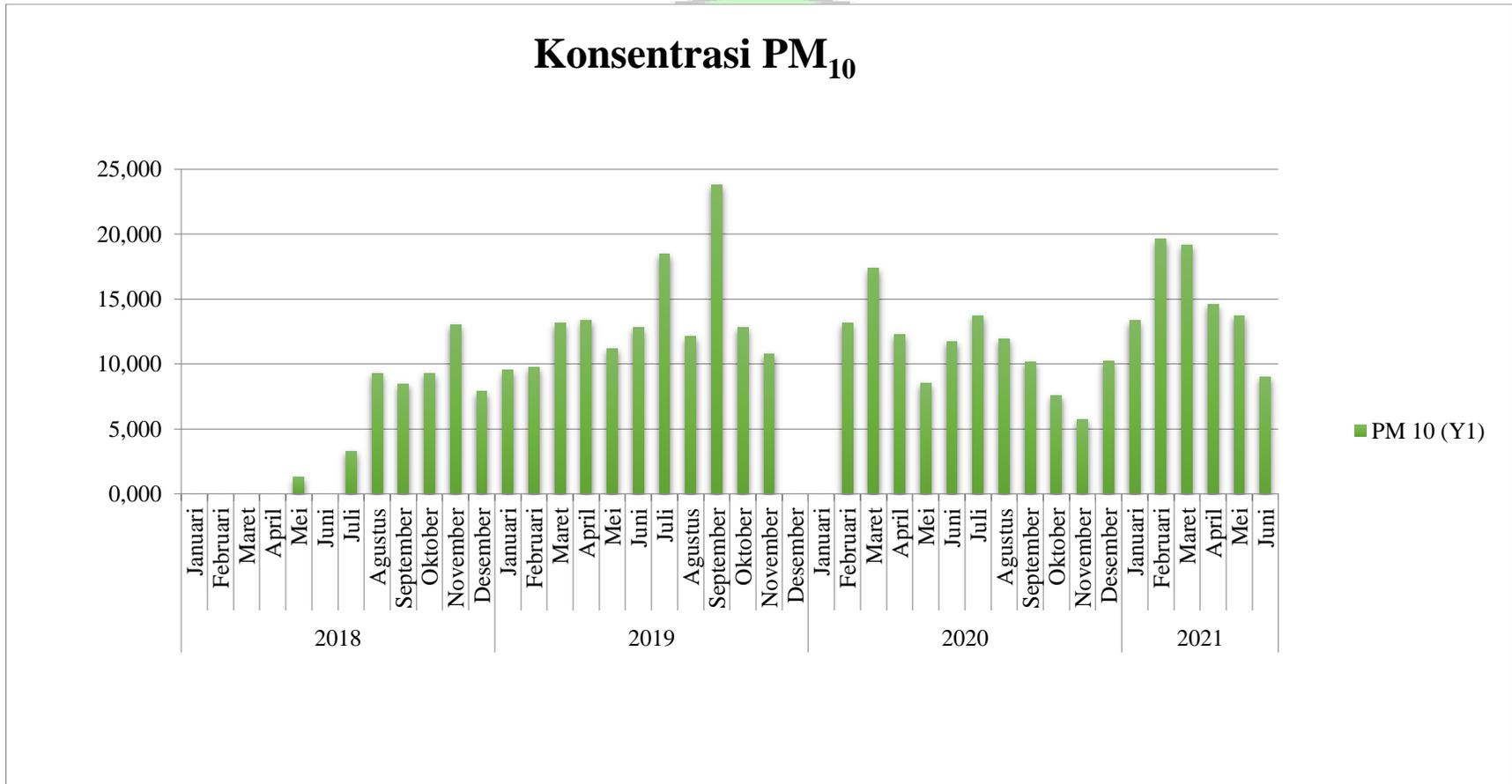
Perubahan iklim adalah fenomena yang berupa perubahan kondisi suhu, tekanan, kecepatan angin, dan curah hujan berskala besar yang dapat mempengaruhi kondisi bumi (Setiani, 2020). Penyebab paling utama dikarenakan semakin tingginya aktivitas manusia dan jumlah kendaraan bermotor yang sangat banyak. Aktivitas manusia dan kendaraan bermotor dapat mengeluarkan berbagai zat pencemar udara yang berbahaya ke udara. Selain kedua hal tersebut, perubahan iklim dapat disebabkan oleh penggundulan hutan karena hilangnya fungsi hutan untuk mengubah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di udara menjadi biomassa yang dapat berguna untuk makhluk hidup (Khambali, dkk 2019).

Polusi udara di era globalisasi dan perkembangan teknologi yang terjadi saat ini tidak dapat dihindarkan. Polusi udara selain mempengaruhi kualitas udara dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat. Kematian akibat polusi udara dapat

mencapai ratusan hingga puluhan ribu korban jiwa selama beberapa dekade yang lalu dan kemungkinan akan terus bertambah di dekade yang akan datang (Papuling dkk, 2021).

Pada Analisis ini membahas tentang perubahan udara yang disajikan dalam bentuk grafik berturut-turut, belum ada penelitian serupa dalam 4 tahun terakhir. Selain itu, untuk mengetahui kondisi udara di Kota Banda Aceh berdasarkan *time seriesnya* berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup yang kemudian dibandingkan dengan baku mutu. Dalam penelitian ini yang menjadi acuan utama adalah Peraturan Sesuai dengan amanat Undang – Undang Lingkungan Hidup Nomor 23 Tahun 1997 bahwa masyarakat berhak untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas lingkungan termasuk kualitas udara di Kota Banda Aceh ini, maka pelaporan hasil pemantauan ini dikemas dalam bahasa yang mudah dipahami oleh masyarakat umum.



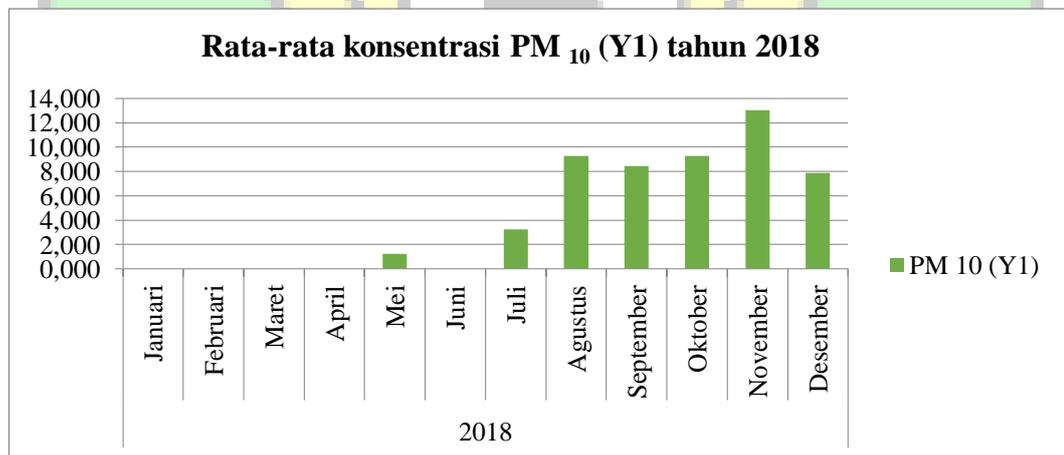


**Gambar 4. 4** Konsentrasi PM<sub>10</sub> dari tahun 2018 - 2021

Dapat dilihat pada **Gambar 4. 3** menunjukkan trend data yang bersifat fluktuatif. Diketahui bahwa kualitas udara ambien dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: kondisi cuaca (arah kecepatan angin), suhu, curah hujan, sinar matahari, kondisi peralatan dan aktivitas kegiatan atau usaha yang menghasilkan pencemaran atau emisi setempat. Dimana nilai konsentrasi PM<sub>10</sub> tertinggi di tahun 2018 yaitu di bulan November, kemudian ditahun 2019 nilai konsentrasi PM<sub>10</sub> tertinggi di bulan September, tahun 2020 nilai konsentrasi PM<sub>10</sub> tertinggi di bulan Maret, dan nilai konsentrasi PM<sub>10</sub> di tahun 2021 tertinggi di bulan Februari dan Maret.

#### 4.3.1 Analisis Partikulat Matter (PM<sub>10</sub>) 2018 - 2021

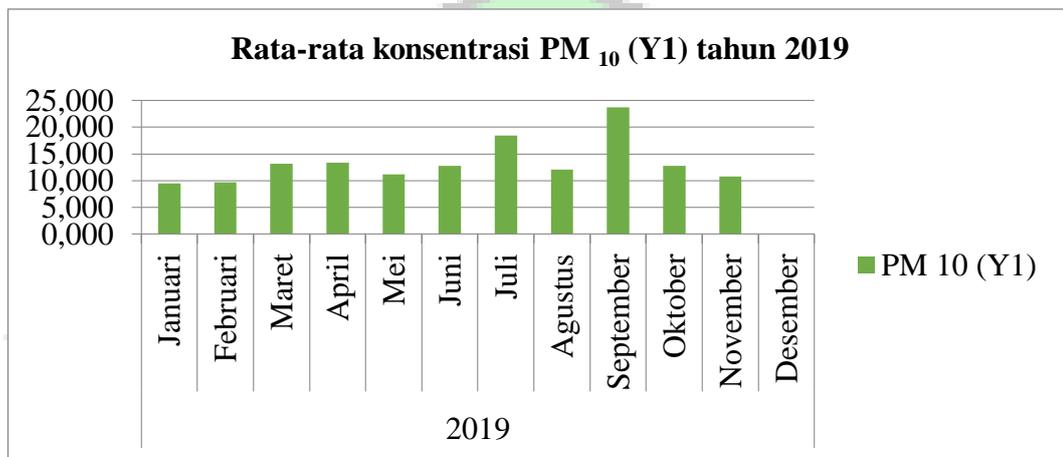
Analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa setiap tahunnya PM<sub>10</sub> dominan tidak ada yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini karena partikel PM<sub>10</sub> dapat berasal dari mana saja termasuk sektor transportasi dan industri. Pada grafik ini PM<sub>10</sub> tahun 2018 memiliki nilai konsentrasi yang tertinggi di bulan November, sedangkan nilai terendah PM<sub>10</sub> di tahun 2018 di bulan Mei.



**Gambar 4. 5** Konsentrasi PM<sub>10</sub> tahun 2018

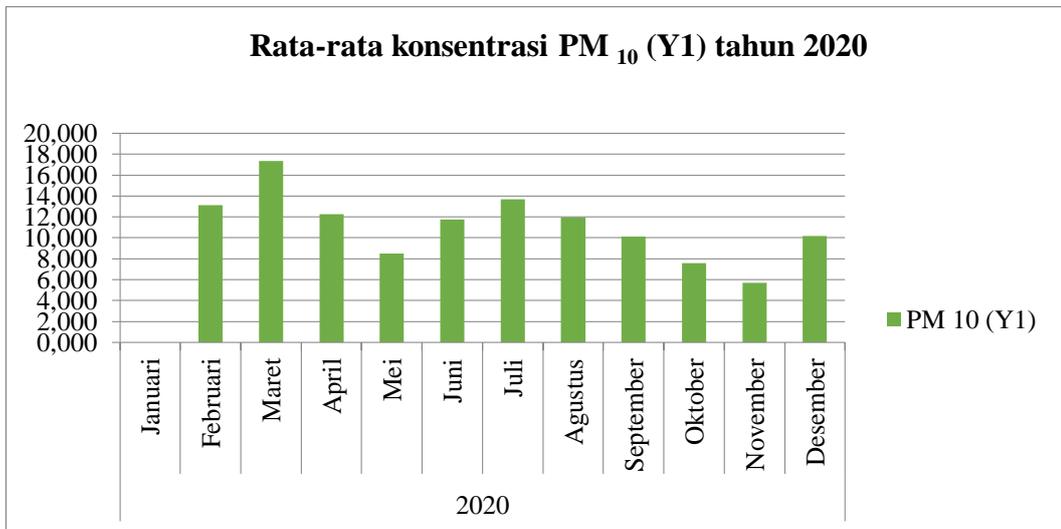
Dari grafik sepanjang tahun 2018 pada bulan Januari, Februari, Maret, April dan Juli tidak memiliki konsentrasi sama sekali, konsentrasi terendah yaitu 1,250 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan Mei tahun 2018 dan konsentrasi yang tertinggi yaitu 13,003 mg/m<sup>3</sup> terjadi di bulan November 2018. Diketahui bahwa kualitas

udara ambien dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain, kondisi cuaca (arah angin, kecepatan angin), suhu, curah hujan, aktivitas kegiatan/usaha yang menghasilkan cemaran/emisi setempat. namun, Angka angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi PM<sub>10</sub> di sepanjang tahun 2018 masih kategori baik. Pada grafik dibawah ini PM<sub>10</sub> tahun 2019 memiliki nilai konsentrasi yang tertinggi di bulan September, sedangkan nilai terendah PM<sub>10</sub> di tahun 2019 di bulan januari.



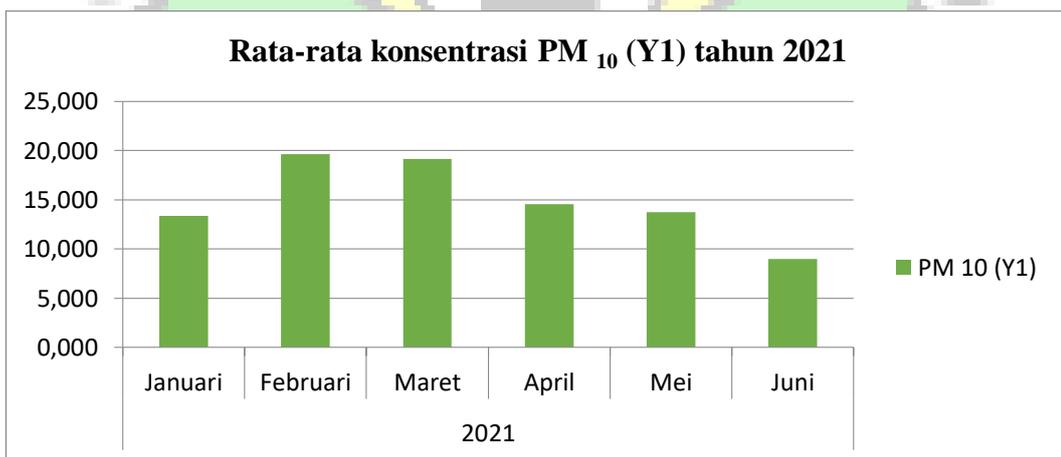
**Gambar 4. 6** konsentrasi PM<sub>10</sub> tahun 2019

Dari grafik konsentrasi PM<sub>10</sub> sepanjang tahun 2019 tidak pernah melebihi baku mutu dengan konsentrasi terendah yaitu 9,500 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan januari tahun 2018 dan konsentrasi tertinggi yaitu 23,767 mg/m<sup>3</sup> terjadi di bulan september 2019. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi PM<sub>10</sub> di sepanjang tahun 2019 masih di katakan kategori baik. Pada grafik ini PM<sub>10</sub> tahun 2020 memiliki nilai konsentrasi yang tertinggi dibulan maret, sedangkan nilai terendah PM<sub>10</sub> di tahun 2020 di bulan november.



**Gambar 4. 7** konsentrasi PM<sub>10</sub> tahun 2020

Dari grafik konsentrasi PM<sub>10</sub> di sepanjang tahun 2020 tidak pernah melebihi baku mutu dengan konsentrasi terendah yaitu 5,714 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan november tahun 2020 dan konsentrasi tertinggi yaitu 17,355 mg/m<sup>3</sup> terjadi di bulan maret 2020. Angka angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi PM<sub>10</sub> di sepanjang tahun 2020 masih dikatakan kategori baik. Pada grafik ini PM<sub>10</sub> tahun 2021 memiliki nilai konsentrasi yang tertinggi di bulan Februari, sedangkan nilai terendah PM<sub>10</sub> di tahun 2021 di bulan juni.

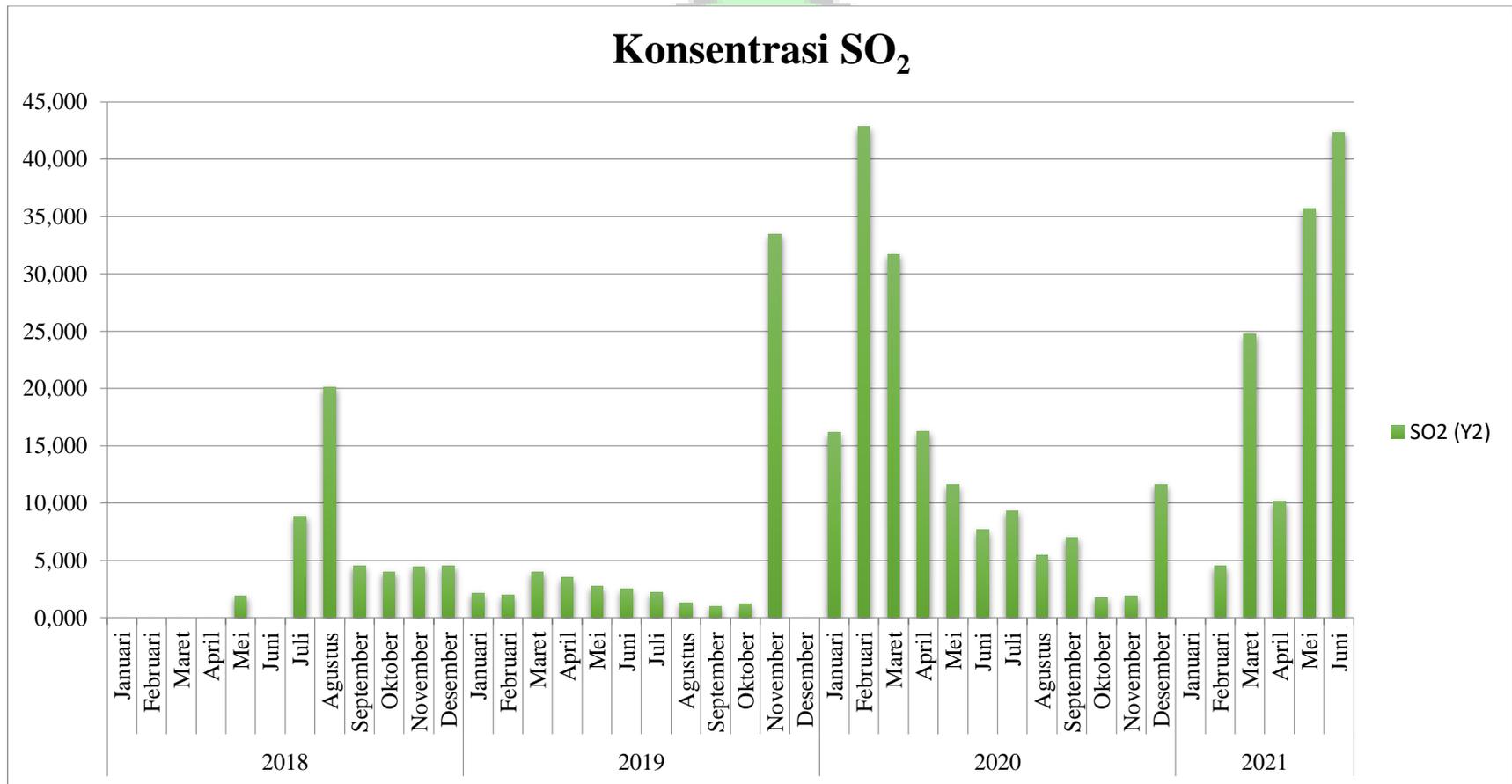


**Gambar 4. 8** konsentrasi PM<sub>10</sub> tahun 2021

Dari Grafik konsentrasi PM<sub>10</sub> di sepanjang tahun 2021 tidak pernah melebihi baku mutu dengan konsentrasi terendah yaitu 9,000 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan juni tahun 2021 dan konsentrasi tertinggi yaitu 19,607 mg/m<sup>3</sup> terjadi di

bulan februari 2021. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat di katakan konsentrasi  $PM_{10}$  di sepanjang tahun 2021 masih kategori baik.



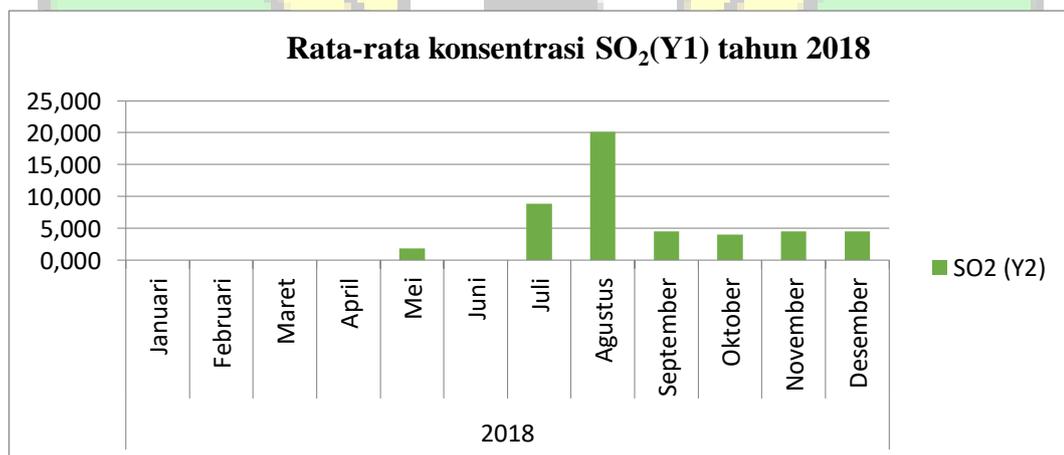


**Gambar 4. 9** Konsentrasi SO<sub>2</sub> dari tahun 2018 – 2021

Dapat dilihat pada **Gambar 4. 8** menunjukkan trend data yang bersifat fluktuatif. Diketahui bahwa kualitas udara ambien dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: kondisi cuaca (arah kecepatan angin), suhu, curah hujan, sinar matahari, kondisi peralatan dan aktivitas kegiatan atau usaha yang menghasilkan pencemaran atau emisi setempat. Dimana nilai konsentrasi SO<sub>2</sub> tertinggi di tahun 2018 yaitu di bulan Juli, kemudian ditahun 2019 nilai konsentrasi SO<sub>2</sub> tertinggi di bulan November, tahun 2020 nilai konsentrasi SO<sub>2</sub> tertinggi di bulan Februari, dan nilai konsentrasi SO<sub>2</sub> di tahun 2021 tertinggi di bulan Juni.

#### 4 .3.2 Analisis Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) 2018 - 2021

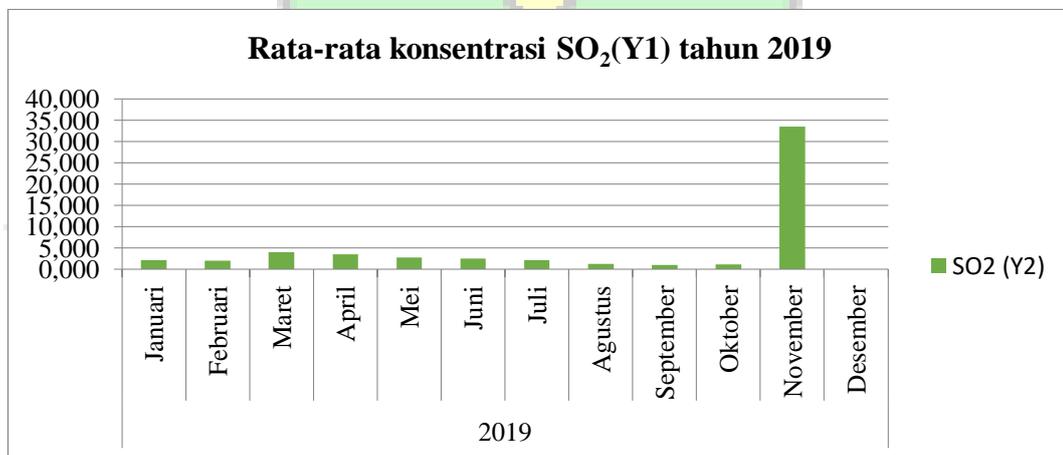
Di daerah perkotaan, yang menjadi sumber utama SO<sub>2</sub> adalah kegiatan pembakaran bahan organik dan anorganik, terutama yang menggunakan batu bara ataupun minyak sebagai bahan bakarnya. Selain itu gas buang dari kendaraan yang menggunakan minyak solar, industri-industri yang menggunakan bahan bakar batu bara dan minyak bakar, juga merupakan sumber sulfur. Berikut grafik konsentrasi SO<sub>2</sub> tahun 2018 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Agustus, sedangkan nilai terendah SO<sub>2</sub> di bulan mei pada tahun 2018.



**Gambar 4. 10** konsentrasi SO<sub>2</sub> tahun 2018

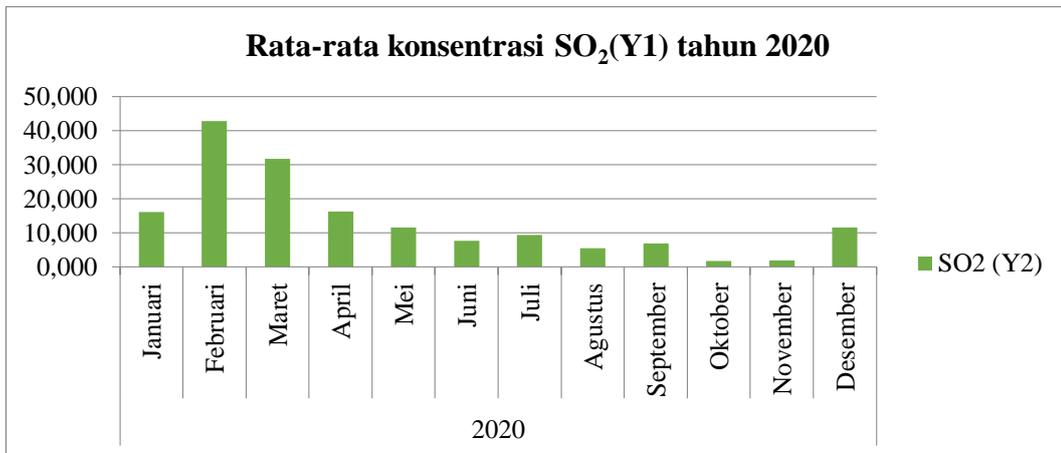
Dari grafik sepanjang tahun 2018 pada bulan januari, februari, maret, april dan juli tidak memiliki konsentrasi sama sekali, konsentrasi SO<sub>2</sub> mempunyai nilai terendah yaitu 1,875 mg/ m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan mei tahun 2018, dan konsentrasi tertinggi yaitu pada bulan agustus sebesar 20,129 mg/ m<sup>3</sup> tahun 2018.

Dimana terlihat juga kenaikan konsentrasi arah kecepatan angin tertinggi di bulan agustus 2018 yaitu 3,233 m/s, dalam keadaan angin kencang angin akan bertiup sangat kuat, polutan akan mencemari tempat tersebut. Angin terjadi karena beda tekanan udara pada suatu daerah, maka pengaruh kenaikan konsentrasi SO<sub>2</sub> di akibatkan oleh arah kecepatan angin. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi SO<sub>2</sub> sepanjang tahun 2018 masih di kategorikan baik. Berikut grafik konsentrasi SO<sub>2</sub> tahun 2019 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan November, sedangkan nilai terendah SO<sub>2</sub> di bulan Agustus pada tahun 2019.



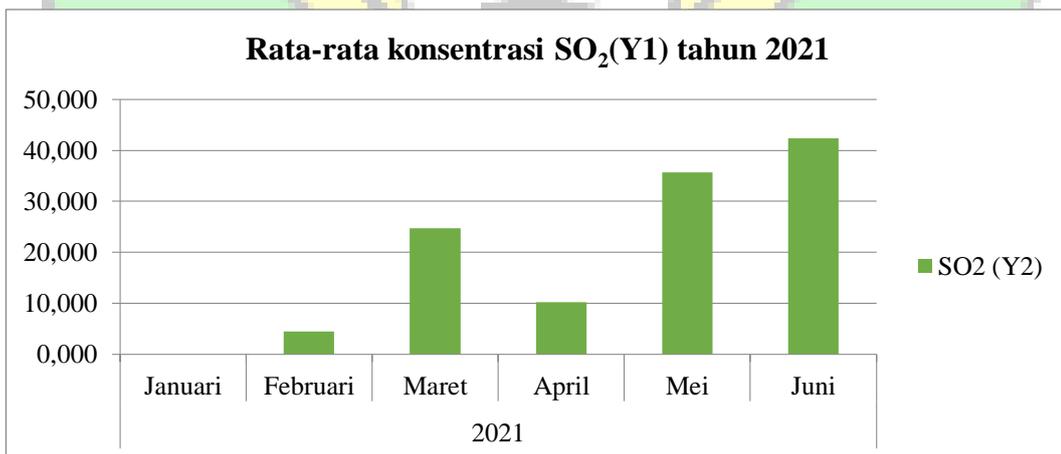
**Gambar 4. 11** konsentrasi SO<sub>2</sub> tahun 2019

Dilihat dari grafik konsentrasi SO<sub>2</sub> mempunyai persentasi data dengan konsentrasi yang terendah yaitu 1,258 mg/ m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan agustus tahun 2019, dan konsentrasi yang teretinggi yaitu pada bulan november sebesar 33,467 mg/ m<sup>3</sup> tahun 2019. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi SO<sub>2</sub> sepanjang tahun 2019 masih di kategorikan baik. Berikut grafik konsentrasi SO<sub>2</sub> tahun 2020 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Februari, sedangkan nilai terendah SO<sub>2</sub> di bulan Oktober pada tahun 2020.



**Gambar 4. 12** konsentrasi SO<sub>2</sub> tahun 2020

Dilihat dari grafik konsentrasi SO<sub>2</sub> mempunyai persentasi data dengan konsentrasi yang terendah yaitu 1,767 mg/ m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan oktober tahun 2020, dan angka yang teretinggi yaitu pada bulan febuari sebesar 42,828 mg/ m<sup>3</sup> tahun 2020. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat di katakan konsentrasi SO<sub>2</sub> sepanjang tahun 2020 masih dikategorikan baik. Berikut grafik konsentrasi SO<sub>2</sub> tahun 2021 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Juli, sedangkan nilai terendah SO<sub>2</sub> di bulan Februari pada tahun 2021.

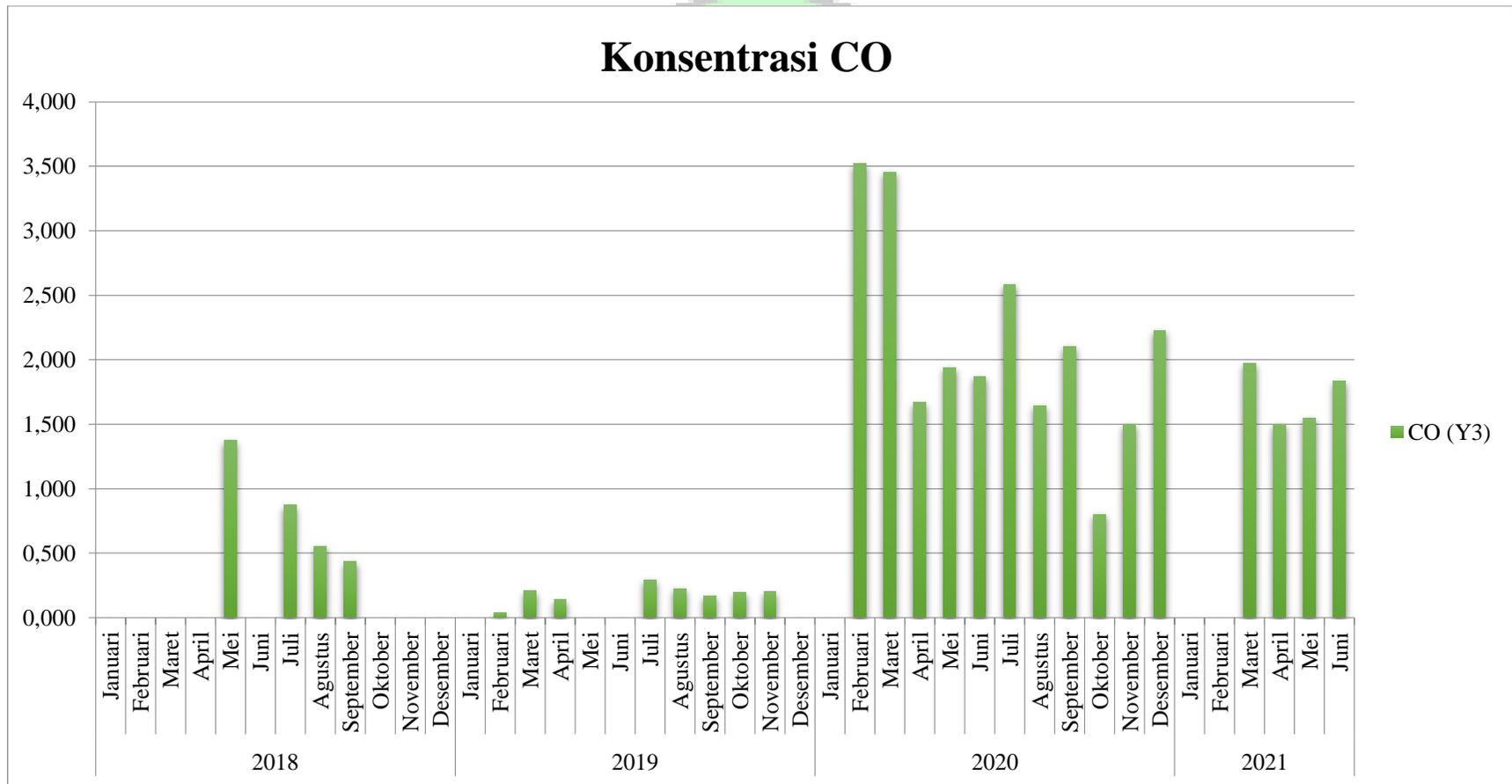


**Gambar 4. 13** konsentrasi SO<sub>2</sub> tahun 2021

Dilihat dari grafik konsentrasi SO<sub>2</sub> mempunyai persentasi data dengan konsentrasi yang terendah yaitu 4,500 mg/ m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan februari tahun 2021, dan angka yang teretinggi yaitu pada bulan juni sebesar 42,333 mg/

m<sup>3</sup> tahun 2021. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi SO<sub>2</sub> sepanjang tahun 2021 masih dikategorikan baik.



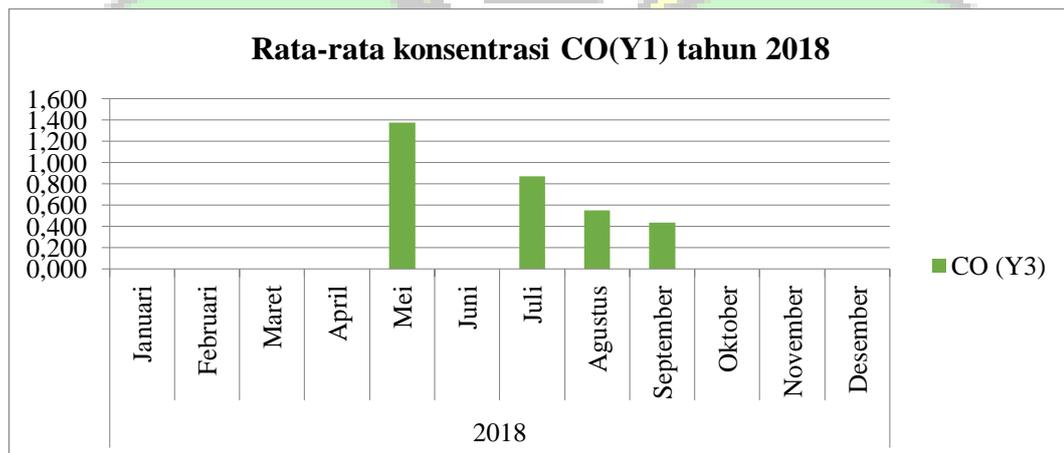


Gambar 4. 14 Konsentrasi CO dari tahun 2018 - 2021

Dapat dilihat pada **Gambar 4. 13** menunjukkan trend data yang bersifat fluktuatif. Diketahui bahwa kualitas udara ambien dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: kondisi cuaca (arah kecepatan angin), suhu, curah hujan, sinar matahari, kondisi peralatan dan aktivitas kegiatan atau usaha yang menghasilkan pencemaran atau emisi setempat. Dimana nilai konsentrasi CO tertinggi di tahun 2018 yaitu di bulan Mei, kemudian ditahun 2019 nilai konsentrasi CO tertinggi di bulan Juli, tahun 2020 nilai konsentrasi CO tertinggi di bulan Februari, dan nilai konsentrasi CO di tahun 2021 tertinggi di bulan Maret

#### 4 .3.3 Analisis Karbon monoksida (CO) 2018 - 2021

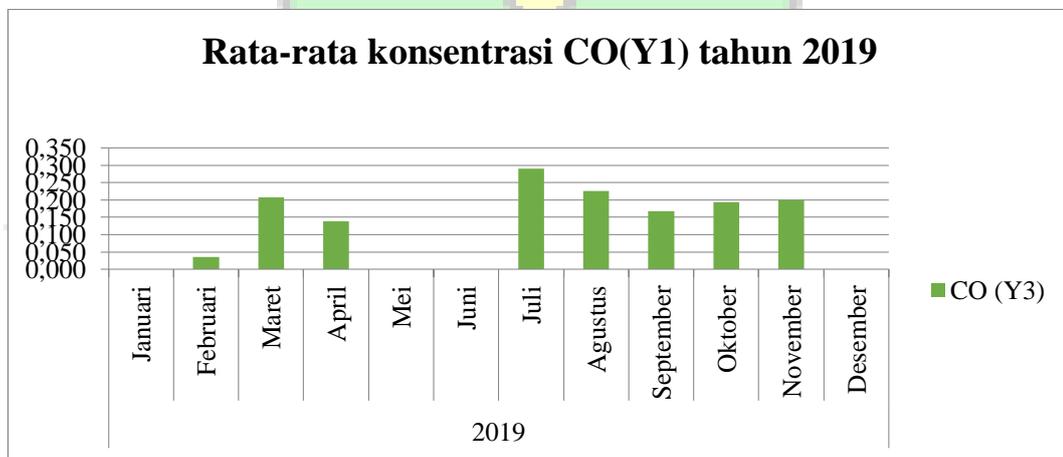
Gas karbon monoksida memiliki sifat tidak berwarna dan tidak berbau, oleh karena itu, kehadirannya tidak diketahui. Gas ini bersifat racun, dapat menimbulkan rasa sakit pada mata, saluran pernafasan, dan paru-paru (Sinolungan, 2009). Pada analisis CO kali ini menurut grafik, CO tidak pernah melampaui baku mutu. Namun tetap memaparkan hasil analisis CO secara singkat pada setiap tahun di semua data digambarkan dalam bentuk grafik yang masih berfungsi. Berikut grafik konsentrasi CO tahun 2018 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Mei, sedangkan nilai terendah CO di bulan September pada tahun 2018.



**Gambar 4. 15** konsentrasi CO tahun 2021

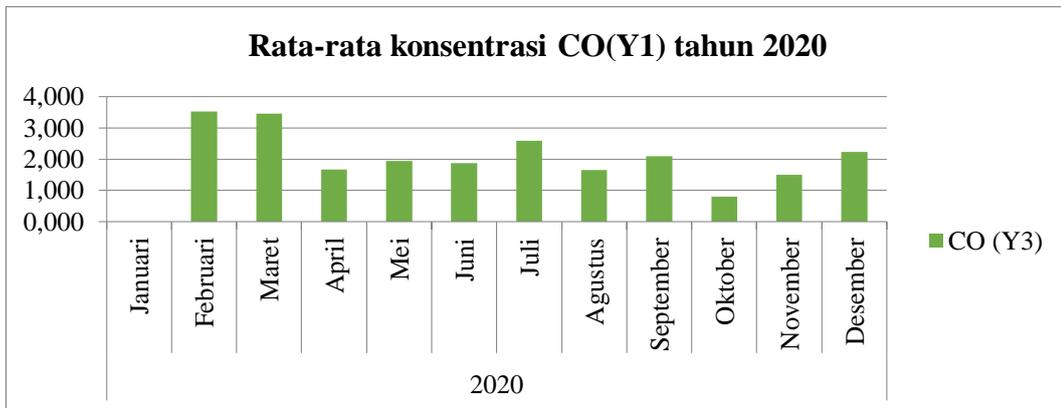
Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui pula bahwa nilai konsentrasi CO terendah pada bulan september tahun 2018 sebesar 0,433 mg/m<sup>3</sup>, dan

sementara nilai tertinggi konsentrasi CO pada bulan mei tahun 2018 sebesar 1,375 mg/m<sup>3</sup>. Dimana terlihat juga kenaikan konsentrasi curah hujan tertinggi di bulan Mei 2018 yaitu 1437,332 mm, parameter hujan juga dapat mempengaruhi konsentrasi polutan udara, karena dapat menghilangkan polusi gas dan mengedapkan gas atau partikulat lainnya melalui proses kimia atmosfer. Angka-angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi CO sepanjang tahun 2018 masih dikategorikan baik. Berikut grafik konsentrasi CO tahun 2019 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Juli, sedangkan nilai terendah CO di bulan Februari pada tahun 2019.



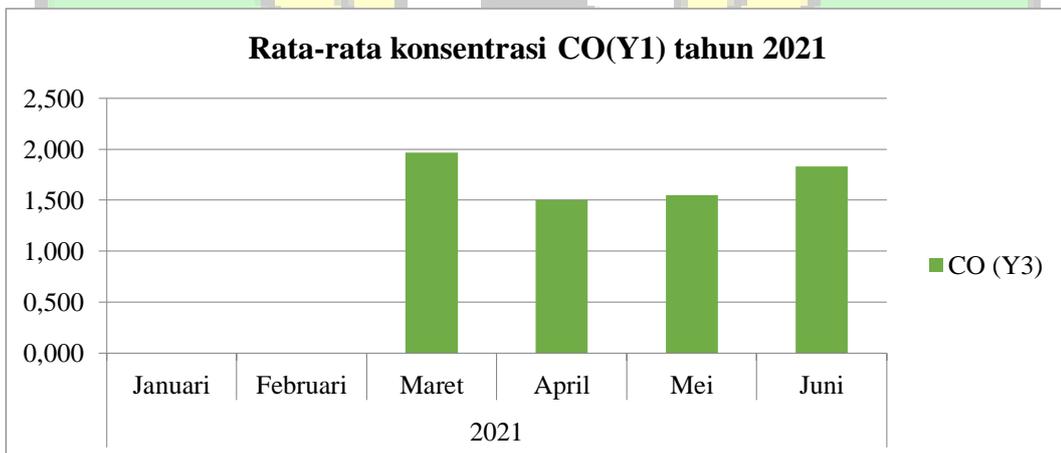
**Gambar 4. 16** konsentrasi CO tahun 2019

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui pula bahwa nilai konsentrasi CO terendah pada bulan februari tahun 2019 sebesar 0,036 mg/m<sup>3</sup>, dan sementara nilai tertinggi konsentrasi CO pada bulan juli tahun 2019 sebesar 0,290 mg/m<sup>3</sup>. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi CO sepanjang tahun 2019 masih dikategorikan baik. Berikut grafik kosentrasi CO tahun 2020 yang memiliki nilai kosentrasi tertinggi di bulan Februari, sedangkan nilai terendah CO di bulan Oktober pada tahun 2020.



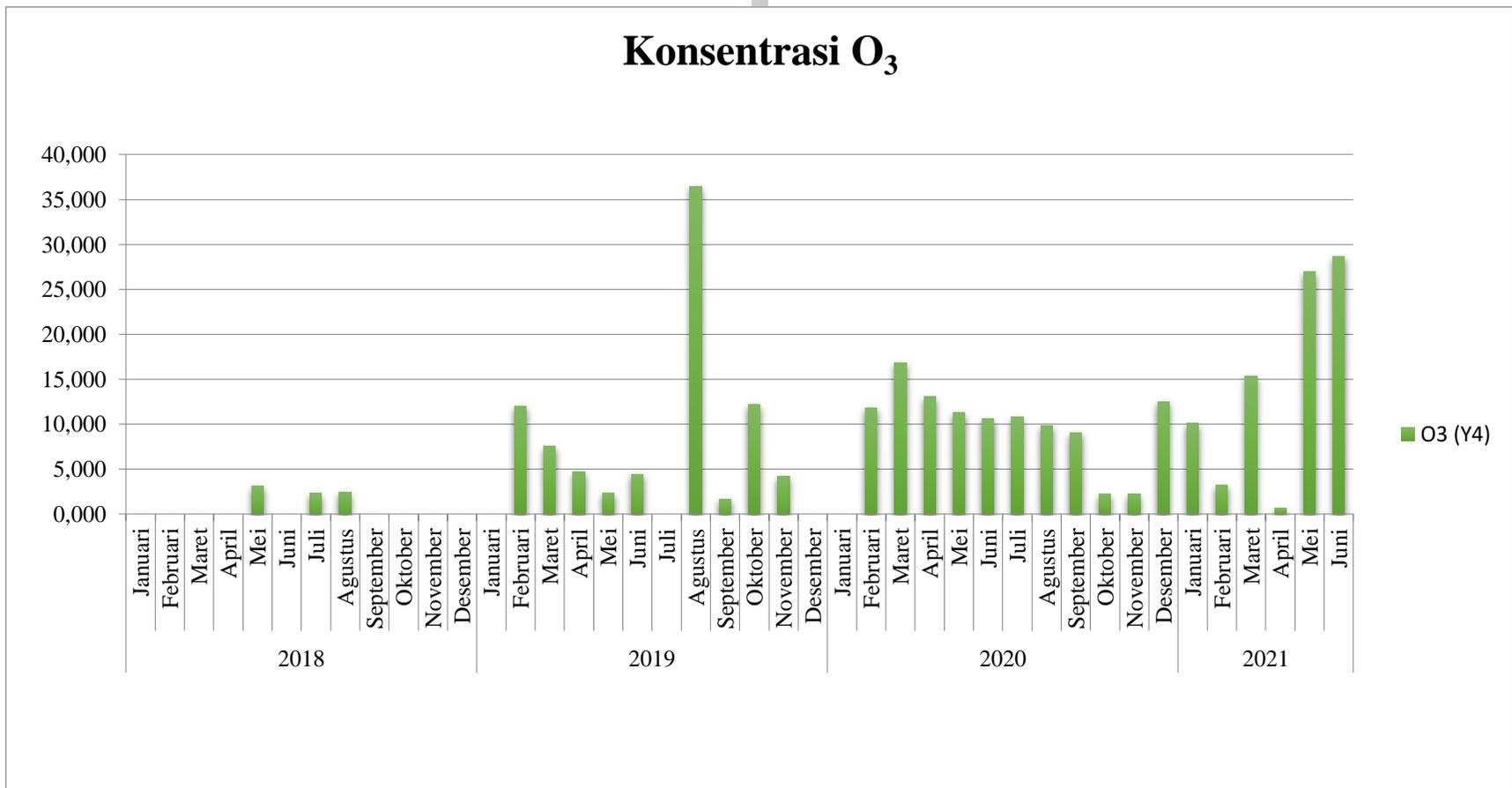
**Gambar 4. 17** konsentrasi CO tahun 2020

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui pula bahwa nilai kosentrasi CO terendah pada bulan oktober tahun 2020 sebesar 0,800 mg/m<sup>3</sup>, dan sementara nilai tertinggi konsentrasi CO pada bulan februarai, dan maret tahun 2020 sebesar 3,517 mg/m<sup>3</sup>, 3,452 mg/m<sup>3</sup>. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan konsentrasi CO sepanjang tahun 2020 masih dikategorikan baik. Berikut grafik konsentrasi CO tahun 2021 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Maret, sedangkan nilai terendah CO di bulan april pada tahun 2021.



**Gambar 4. 18** konsentrasi CO tahun 2021

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui pula bahwa nilai konsentrasi CO terendah pada bulan april tahun 2021 sebesar 1,500 mg/m<sup>3</sup>, dan sementara nilai tertinggi konsentrasi CO pada bulan maret tahun 2021 sebesar 1,968 mg/m<sup>3</sup>. Angka- angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan kosentrasi CO sepanjang tahun 2021 masih dikategorikan baik.

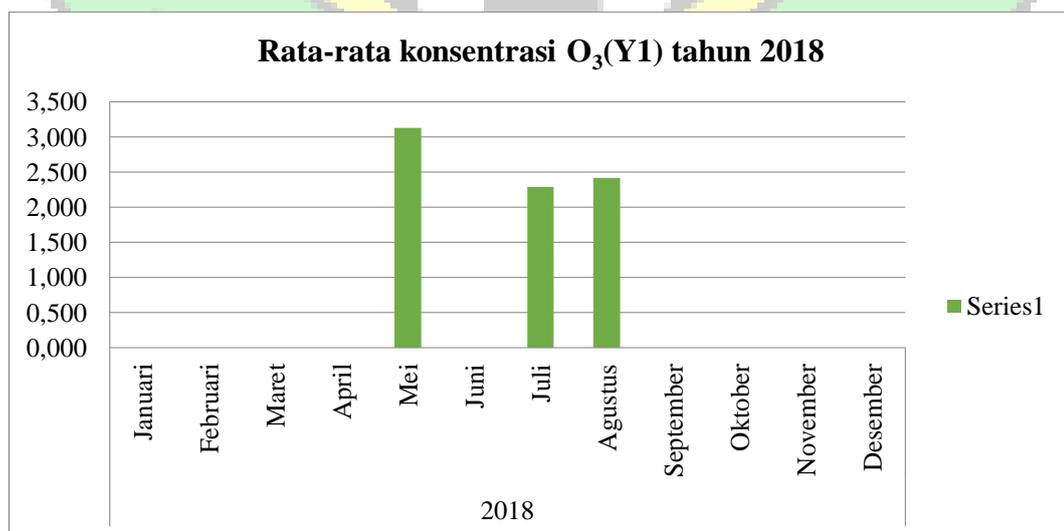


**Gambar 4. 19** Konsentrasi O<sub>3</sub> dari tahun 2018 - 2021

Dapat dilihat pada **Gambar 4.18** menunjukkan trend data yang bersifat fluktuatif. Diketahui bahwa kualitas udara ambien dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: kondisi cuaca (arah kecepatan angin), suhu, curah hujan, sinar matahari, kondisi peralatan dan aktivitas kegiatan atau usaha yang menghasilkan pencemaran atau emisi setempat. Dimana nilai konsentrasi O<sub>3</sub> tertinggi di tahun 2018 yaitu di bulan Mei, kemudian ditahun 2019 nilai konsentrasi O<sub>3</sub> tertinggi di bulan Agustus, tahun 2020 nilai konsentrasi O<sub>3</sub> tertinggi di bulan Maret, dan nilai konsentrasi O<sub>3</sub> di tahun 2021 tertinggi di bulan Juni.

#### 4.3.4 Analisis Ozon (O<sub>3</sub>) 2018 - 2021

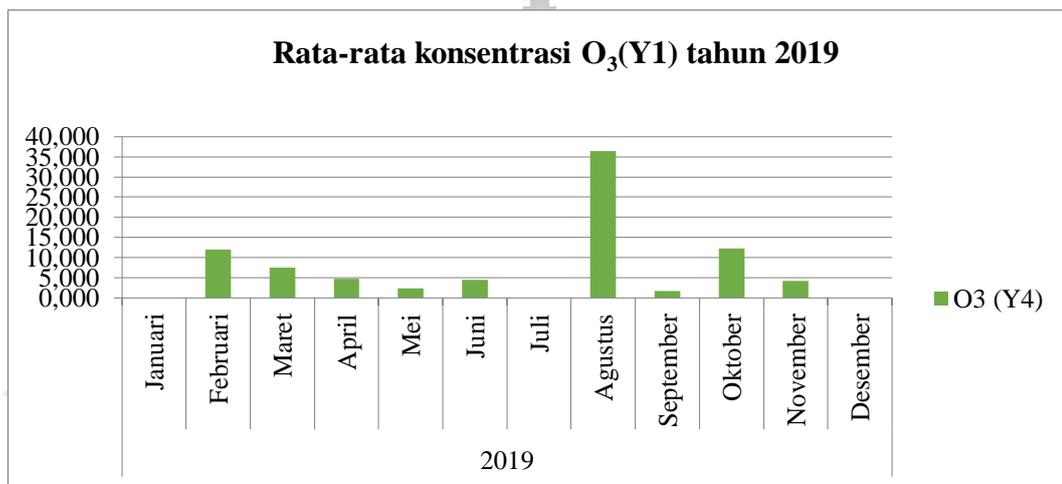
Analisis O<sub>3</sub> dari deret nilai rata-rata O<sub>3</sub> dari tahun 2018 - 2021 menunjukkan bahwa nilai rata-rata dalam bentuk grafik, Ozon (O<sub>3</sub>) juga berdampak pada meningkatnya radiasi ultraviolet pada permukaan bumi. Tingginya radiasi UV dapat berakibat pada meningkatnya potensi kejadian kanker kulit (Wulandari & Dewi, 2018). Untuk membuat grafik analisis O<sub>3</sub> rata-rata harian, bulanan dan tahunan. Berikut grafik konsentrasi O<sub>3</sub> tahun 2018 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Agustus, sedangkan nilai terendah O<sub>3</sub> di bulan Mei pada tahun 2021.



**Gambar 4. 20** konsentrasi O<sub>3</sub> tahun 2018

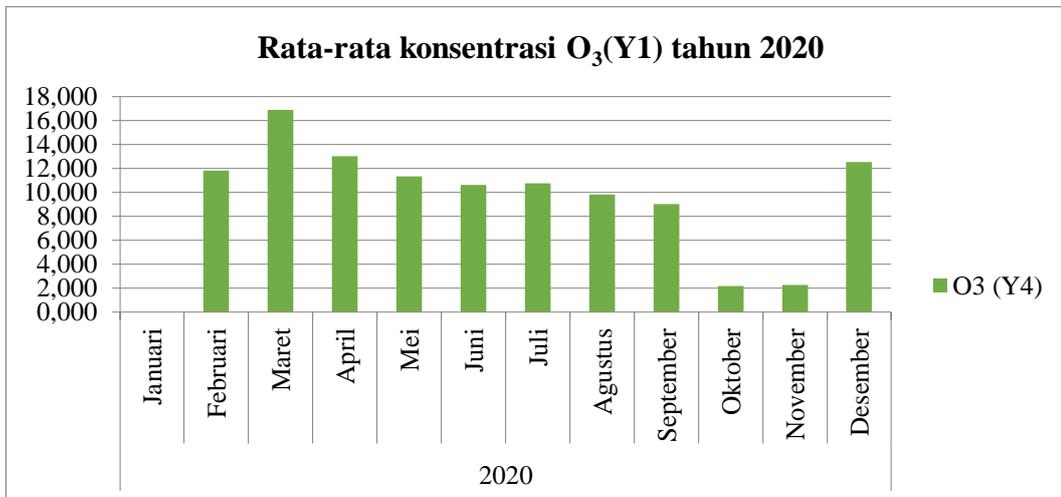
Grafik konsentrasi O<sub>3</sub> sepanjang tahun 2018 s/d 2021 tidak pernah melampaui baku mutu, dengan konsentrasi terendah yaitu 2,290 mg/m<sup>3</sup> yang

terjadi pada bulan juli tahun 2018 dan konsentrasi tertinggi yaitu 3,125 mg/m<sup>3</sup>. Angka-angka tersebut sangat jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi O<sub>3</sub> dalam 1 tahun terakhir dalam kategori aman. Berikut grafik konsentrasi O<sub>3</sub> tahun 2019 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Agustus, sedangkan nilai terendah O<sub>3</sub> di bulan september pada tahun 2019.



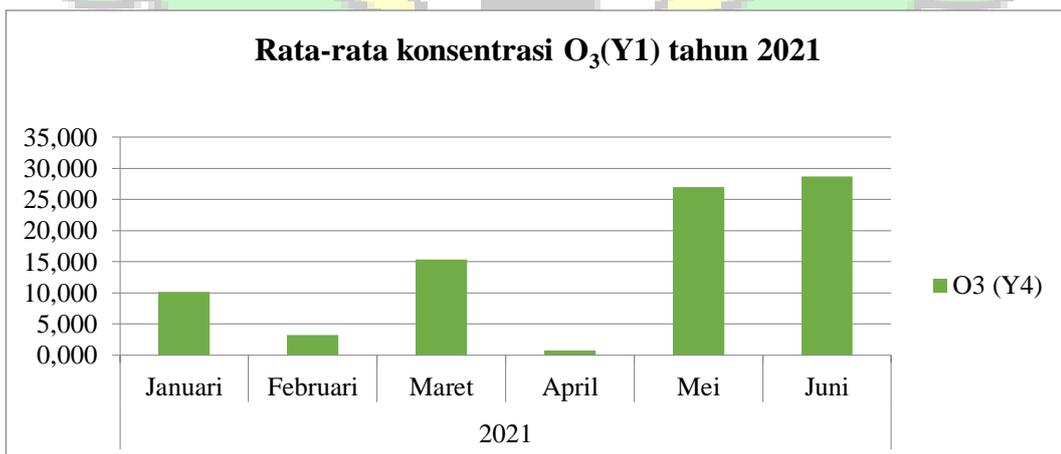
**Gambar 4. 21** konsentrasi O<sub>3</sub> tahun 2019

Grafik konsentrasi O<sub>3</sub> sepanjang tahun 2018-2021 tidak pernah melampaui baku mutu dengan terendah terendah yaitu 1,667 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan september tahun 2019 dan konsentrasi tertinggi yaitu 36,484 mg/m<sup>3</sup> pada bulan agustus tahun 2019. Dimana peningkatan konsentrasi O<sub>3</sub> di tahun 2019 mengalami peningkatan signifikan sampai melebihi kategori tidak sehat, kenaikan konsentrasi memicu jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu dimana-mana. Hal ini kemungkinan terjadi karena pada tahun 2019 terjadi demo tolak ijin tambang, aktivisas pendemo memicu kenaikan konsentrasi O<sub>3</sub>. Berikut grafik konsentrasi O<sub>3</sub> tahun 2020 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Maret, sedangkan nilai terendah O<sub>3</sub> di bulan Oktober pada tahun 2020.



**Gambar 4. 22** konsentrasi O<sub>3</sub> tahun 2020

Pada grafik konsentrasi O<sub>3</sub> sepanjang tahun 2018-2021 tidak pernah melampaui baku mutu dengan konsentrasi terendah yaitu 2,200 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan oktober tahun 2020 dan konsentrasi tertinggi yaitu 16,871 mg/m<sup>3</sup> pada bulan maret tahun 2020. Angka-angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi O<sub>3</sub> dalam 1 tahun terakhir dalam kategori aman. Berikut grafik konsentrasi O<sub>3</sub> tahun 2021 yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi di bulan Juli, sedangkan nilai terendah O<sub>3</sub> di bulan April pada tahun 2021



**Gambar 4. 23** konsentrasi O<sub>3</sub> tahun 2021

Pada grafik konsentrasi O<sub>3</sub> sepanjang tahun 2018-2021 tidak pernah melampaui baku mutu dengan konsentrasi terendah yaitu 0,700 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan april tahun 2021 dan konsentrasi tertinggi yaitu 28,667 mg/m<sup>3</sup>

pada bulan juli tahun 2021. Angka-angka tersebut masih jauh dibawah baku mutu, sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi  $O_3$  dalam 1 tahun terakhir dalam kategori aman.

#### **4.4 Pengaruh Iklim Terhadap Kualitas Udara**

Konsentrasi pencemaran udara  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $O_3$ , dan  $NO_2$  untuk wilayah Kota Banda Aceh bersifat fluktuatif. Diketahui bahwa kualitas udara ambien/ gas dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain kondisi cuaca (arah kecepatan angin), suhu, curah hujan, kelembapan, temperatur, kondisi peralatan dan aktivitas kegiatan/usaha yang menghasilkan cemaran/emisi setempat.

Cuaca adalah bentuk awal yang terkait dengan pemahaman kondisi fisik udara pada suatu tempat dan waktu tertentu serta dapat diartikan sebagai peristiwa perubahan atmosfer yang terjadi saat ini dan dapat berubah dari waktu ke waktu. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perubahan cuaca, seperti suhu, tekanan, kelembapan, kecepatan angin, lama penyinaran matahari, arah angin, awan dan hujan (Deliany dkk, 2019).

Setiap unsur cuaca memiliki peran yang berbeda-beda, misalnya curah hujan menjadi unsur cuaca yang berpengaruh pada ketersediaan air (Sunarmi dkk., 2022) Penelitian terkait unsur cuaca yang telah dilakukan diantaranya mengkaji hubungan unsur cuaca dengan kejadian yang ada di masyarakat misalnya asosiasi cuaca dengan kejadian demam berdarah (Arieskha, dkk 2019) pengembangan sistem informasi prakiraan cuaca (Hutabarat, 2020), analisis pola distribusi unsur cuaca pada wilayah tertentu (Waluwanja dkk., 2019), dan Penelitian terkait unsur cuaca memegang peranan yang penting karena cuaca sangat mempengaruhi kegiatan manusia dalam berbagai aspek.

Penelitian ini dilakukan dengan memperoleh data penelitian unsur cuaca berdasarkan data pengamatan harian, bulanan, tahunan 2018-2021 dari Badan Meteorologi dan Geofisika Iklim (BMKG) kelas I Iskandar Muda, Kabupaten Aceh Besar. Data unsur cuaca tersebut yaitu kecepatan angin, suhu, curah hujan, arah angin, kelembapan dan lama penyinaran matahari (diakses Jun 02, 2022).

#### 4.4.1 Pengaruh Iklim Terhadap PM<sub>10</sub> Tahun 2018-2021

Dalam penghitungan linearitas antara hubungan iklim dan lingkungan, beberapa variabel independen dilambangkan dengan menggunakan huruf kapital X, dimana X1 adalah Temperatur (°C), X2 adalah kelembapan (%), X3 adalah curah hujan (mm), X4 adalah sinar matahari (jam), X5 adalah arah kecepatan angin (s/m), dan variabel dependen di lambangkan dengan huruf Y yaitu adalah konsentrasi PM<sub>10</sub> (*particulate matter*).

**Tabel 4. 4** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap PM<sub>10</sub> 2018

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4,529	12,828		,353	,736
	Temperature	-1,342	1,085	-2,942	-1,237	,262
	Kelembapan	,431	,331	2,854	1,303	,240
	Curah hujan	-,010	,006	-,765	-1,810	,120
	Sinar matahari	-5,330	1,875	-1,206	-2,842	,029
	Arah kecepatan angin	15,184	6,388	1,392	2,377	,055

a. Dependent Variable: PM10

Berdasarkan **Tabel 4. 4** dapat dituliskan rumus persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = +4,529 -0,1342 x_1 +0,431 x_2 -0,010 x_3 -0,5330 x_4 +0,15184 x_5 \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

##### 1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah 4,529 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi PM<sub>10</sub>) memiliki nilai sebesar 0,4529%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah -1,342 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperatur, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami penurunan sebesar -0,1342% dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah 431 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami peningkatan sebesar 0,431% dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah -0,010 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami penurunan sebesar -0,010% dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah -0,5330 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami penurunan sebesar -0,5330% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah 0,15184 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami peningkatan sebesar 0,15184% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4.4** maka diperoleh nilai 0,431 (X2), 0,15184 (X5) maka kelembapan, arah kecepatan angin menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi  $PM_{10}$ . Sedangkan koefesien regresi yang bernilai negatif -0,010 yaitu (X3) curah hujan maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah. Kemudian pada tahun 2019 penyajian data dapat dilihat pada tabel **Tabel 4.5**

Tabel 4. 5 Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap PM <sub>10</sub> 2019						
Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	291,598	151,960		1,919	,103
	Temperature	-4,932	3,926	-,727	-1,256	,256
	Kelembapan	-1,291	,556	-1,201	-2,322	,059
	Curah hujan	-,005	,005	-,283	-,994	,359
	Sinar matahari	2,150	1,555	,464	1,382	,216
	Arah kecepatan angin	-20,173	6,320	-,940	-3,192	,019

a. Dependent Variable: PM10

Berdasarkan **Tabel 4.5** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = +291,598 - 0,4932 x_1 - 0,1291 x_2 - 0,005 x_3 + 0,2150 x_4 - 0,20173 x_5 \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah 291,598 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi PM<sub>10</sub>) memiliki nilai sebesar 0,291598%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah -4,932 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperatur, maka konsentrasi PM<sub>10</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,4932% dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai  $X_2$  (kelembapan) adalah -1,291 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami penurunan sebesar -0,291% dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi ( $X_3$ )

Nilai  $X_3$  (curah hujan) adalah -0,005 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami penurunan sebesar -0,005% dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi ( $X_4$ )

Nilai  $X_4$  (sinar matahari) adalah 0,2150 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami peningkatan sebesar 0,2150% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi ( $X_5$ )

Nilai  $X_5$  (arah kecepatan angin) adalah -20,173 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi  $PM_{10}$  akan mengalami penurunan sebesar -0,20173% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4.5** maka diperoleh nilai 0,2150 ( $X_4$ ), maka sinar matahari menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi  $PM_{10}$ . Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,005 yaitu ( $X_1$ ) curah hujan maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah. Sementara itu Dalam penghitungan linearitas antara hubungan iklim dan lingkungan, tahun 2019 dapat dilihat pada tabel **Tabel 4.6**

**Tabel 4. 6** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap PM<sub>10</sub> 2020

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8,053	11,473		,702	,509
	Temperatur	1,142	2,157	,971	,530	,615
	Kelembapan	-,279	,678	-,691	-,412	,695
	Curah hujan	,004	,004	,403	,814	,447
	Sinar Matahari	1,582	2,321	,617	,681	,521
	Arah kecepatan Angin	-6,062	5,309	-,821	-1,142	,297

a. Dependent Variable: PM10

Berdasarkan **Tabel 4. 6** dapat di rumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = +8,053 + 0,1142 x_1 - 0,279 x_2 + 0,004 x_3 + 0,1582 x_4 - 0,6062 x_5 \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah 8,053 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi PM<sub>10</sub>) memiliki nilai sebesar 0,8053%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi b (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah 1142 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperature, maka konsentrasi PM<sub>10</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,1142% dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah -279 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi PM<sub>10</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,279% dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah 004 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi PM<sub>10</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,004% dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah 1582 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi PM<sub>10</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,1582% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah -6062 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi PM<sub>10</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,6062% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 6** maka diperoleh nilai 0, 0,1142 (X1), 0,004 (X3), 0,1582 (X4) maka temperatur, curah hujan, sinar matahari, menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi PM<sub>10</sub>. Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,279 yaitu (X2) kelembapan maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah.

#### 4.4.2 Pengaruh Iklim Terhadap SO<sub>2</sub> Tahun 2018-2021

Dalam penghitungan linearitas antara hubungan iklim dan lingkungan, beberapa variabel independen dilambangkan dengan menggunakan huruf kapital X, dimana X1 adalah Temperatur (°C), X2 adalah kelembapan (%), X3 adalah curah hujan(mm), X4 adalah sinar matahari(jam), X5 adalah arah kecepatan angin(s/m), dan variabel dependen di lambangkan dengan huruf Y yaitu adalah konsentrasi SO<sub>2</sub> (Sulfur dioksida).

**Tabel 4. 7** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap SO<sub>2</sub> 2018

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-12,403	13,398		-,926	,390
	Temperature	-,523	1,133	-,959	-,461	,661
	Kelembapan	,126	,346	,698	,365	,728
	Curah hujan	-,007	,006	-,461	-1,247	,259
	Sinar matahari	-3,754	1,959	-,711	-1,917	,104
	Arah kecepatan angin	18,917	6,672	1,451	2,835	,030

a. Dependent Variable: SO2

Berdasarkan **Tabel 4.7** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = -12,403 -0,523 x_1 +0,126 x_2 -0,007 x_3 -0,3754 x_4 +0,1891 x_5 \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah -12,403 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi SO<sub>2</sub>) memiliki nilai sebesar -0,12403%, apabila variabel bebas

(temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah  $-0,523$  yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperature, maka konsentrasi  $SO_2$  akan mengalami penurunan sebesar  $-0,523\%$  dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah  $0,126$  yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi  $SO_2$  akan mengalami peningkatan sebesar  $0,126\%$  dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah  $-0,007$  yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi  $SO_2$  akan mengalami penurunan sebesar  $-0,007\%$  dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah  $-0,3754$  yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi  $SO_2$  akan mengalami penurunan sebesar  $-0,3754\%$  dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah  $0,18917$  yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi  $SO_2$  akan mengalami peningkatan sebesar  $0,18917\%$  dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 7** maka diperoleh nilai (X2)  $0,126$ , (X5)  $0,18917$  maka kelembapan, arah kecepatan angin menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi  $SO_2$ . Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif  $-0,007$  yaitu (X3) curah hujan maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah. Adapun penghitungan linearitas antara hubungan iklim dan lingkungan, pada tahun 2019 dapat dilihat pada tabel **Tabel 4. 8** berikut.

**Tabel 4. 8** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap SO<sub>2</sub> 2019

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-92,657	347,384		-,267	,799
	Temperature	1,490	8,974	,134	,166	,874
	Kelembapan	1,157	1,271	,656	,910	,398
	Curah hujan	-,022	,011	-,813	-2,051	,086
	Sinar matahari	,372	3,556	,049	,105	,920
	Arah kecepatan angin	-10,835	14,447	-,308	-,750	,482

a. Dependent Variable: SO2

Berdasarkan **Tabel 4.8** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut

$$Y = -92,657 + 0,1490 x_1 + 0,1157 x_2 - 0,022 x_3 + 0,372 x_4 - 0,10835 x_5 \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah -92,657 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi SO<sub>2</sub>) memiliki nilai sebesar 0,92657%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah 1,490 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperature, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,1490 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah 1,157 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,1157 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah -0,22 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,022 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah 0,373 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,373 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah -0,10835 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,10835% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 8** maka diperoleh nilai (X1) 0,1490, (X2) 0,1157, (X4) 0,373, maka temperatur, kelembapan, sinar matahari menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi SO<sub>2</sub>. Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,022 yaitu (X3) curah hujan maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah. Kemudian pada tahun 2020 penyajian data dapat di lihat pada tabel **Tabel 4. 9** berikut.

**Tabel 4. 9** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap SO<sub>2</sub> 2020

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4,089	22,442		-,182	,861
	Temperatur	-3,973	4,218	-1,223	-,942	,383
	Kelembapan	,825	1,326	,739	,622	,557
	Curah hujan	,013	,009	,505	1,442	,199
	Sinar Matahari	8,306	4,541	1,173	1,829	,117
	Arah kecepatan Angin	3,378	10,384	,166	,325	,756

a. Dependent Variable: SO2

Berdasarkan **Tabel 4.9** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = -4,089 - 0,3973 x_1 + 0,825 x_2 + 0,013 x_3 + 0,8306 x_4 + 0,3378 x_5 \quad (6)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah -4,089 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi SO<sub>2</sub>) memiliki nilai sebesar -0,4089%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah -3,973 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperature, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,3973% dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah 825 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,825 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah 013 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,013% dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah 8,306 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,8306% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah 3,378 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi SO<sub>2</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,3378% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 9** maka diperoleh nilai (X2) 0,825, (X3) 0,013, (X4) 0,8306, (X5) 0,3378, maka temperatur, kelembapan, sinar matahari, arah kecepatan angin menunjukan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap kosentrasi SO<sub>2</sub>. Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,3973 yaitu (X1) temperatur maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah.

#### 4 .4.3 Pengaruh Iklim Terhadap CO Tahun 2018-2021

Dalam penghitungan linearitas antara hubungan iklim dan lingkungan, beberapa variabel independen dilambangkan dengan menggunakan huruf kapital X, dimana X1 adalah Temperatur (°C), X2 adalah kelembapan (%), X3 adalah curah hujan (mm), X4 adalah sinar matahari(jam), X5 adalah arah kecepatan angin (s/m), dan variabel dependen di lambangkan dengan huruf Y yaitu adalah kosentrasi CO (karbon monoksida).

**Tabel 4. 10** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap CO 2018

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,257	1,023		-,251	,810
	Temperatur	,084	,087	1,972	,975	,367
	Kelembapan	-,032	,026	-2,269	-1,217	,269
	Curah hujan	,001	,000	,705	1,959	,098
	Sinar matahari	,047	,150	,113	,313	,765
	Arah kecepatan angin	-,028	,510	-,027	-,055	,958

a. Dependent Variable: CO

Berdasarkan **Tabel 4.10** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = -0,257 + 0,084 x_1 - 0,032 x_2 + 0,001 x_3 + 0,047 x_4 - 0,028 x_5 \quad (7)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah  $-257$  yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi CO) memiliki nilai sebesar  $-0,257\%$ , apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah  $084$  yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan  $1\%$  temperature, maka kosentrasi CO akan mengalami peningkatan sebesar  $0,084\%$  dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah -0,032 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi CO akan mengalami penurunan sebesar -0,032 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah 0,001 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi CO akan mengalami peningkatan sebesar 0,001% dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah 0,047 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi CO akan mengalami peningkatan sebesar 0,047% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah -0,028 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi CO akan mengalami penurunan sebesar -0,028% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 10** maka diperoleh nilai (X1) 0,084, (X3) 0,001, (X4) 0,047, maka temperatur, curah hujan, sinar matahari, menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi CO. Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,032 yaitu (X2) kelembapan maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah. Selanjutnya pada tahun 2019 penyajian data dapat dilihat Tabel 4.11

**Tabel 4. 11** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap CO 2019

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10,712	2,072		5,171	,002
	Temprature	-,246	,054	-1,883	-4,601	,004
	Kelembapan	-,035	,008	-1,705	-4,657	,003
	Curah hujan	,000	,000	-,546	-2,714	,035
	Sinar matahari	,072	,021	,805	3,386	,015
	Arah kecepatan angin	-,532	,086	-1,287	-6,174	,001

a. Dependent Variable: CO

Berdasarkan **Tabel 4.11** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = +10,712 - 0,246 x_1 - 0,035 x_2 + 0,00 x_3 + 0,072 x_4 - 0,532 x_5 \quad (8)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah 10,712 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi CO) memiliki nilai sebesar 0,10712%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah -246 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperatur, maka konsentrasi CO akan mengalami penurunan sebesar -0,246% dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah -0,035 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi CO akan mengalami penurunan sebesar -0,035 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah ,000 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi CO akan mengalami peningkatan sebesar 0,000% dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah 0,072 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi CO akan mengalami peningkatan sebesar 0,072% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah -0,532 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi CO akan mengalami penurunan sebesar -0,532% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 11** maka diperoleh nilai (X3) 0,000, (X4) 0,072, maka curah hujan, sinar matahari, menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi CO. Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,246, -0,035, -0,532 yaitu (X1), (X2) (X5) temperatur, kelembapan, arah kecepatan angin maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah.

Diketahui nilai sig dari **Tabel 4. 11** temperatur (X1) adalah  $0,004 < 0,005$  tingkat signifikansi, maka temperatur berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi CO, kemudian nilai sig dari kelembapan (X2) adalah  $0,003 < 0,005$  tingkat signifikansi, maka kelembapan berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi CO dan nilai sig arah kecepatan angin (X5) adalah  $0,001 < 0,005$  tingkat signifikansi nya, maka arah kecepatan angin berpengaruh signifikan. Adapun pada tahun 2020 penyajian data dapat dilihat pada **Tabel 4. 12**

**Tabel 4. 12** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap CO 2020

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,463	2,288		,639	,546
	Temperatur	-,134	,430	-,513	-,313	,765
	Kelembapan	,033	,135	,364	,243	,816
	Curah hujan	,001	,001	,735	1,661	,148
	Sinar Matahari	,679	,463	1,188	1,467	,193
	Arah kecepatan Angin	-1,064	1,059	-,647	-1,005	,354

a. Dependent Variable: CO

Berdasarkan **Tabel 4.12** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = +1,463 -0,134 x_1 +0,033 x_2 +0,001 x_3 +0,679 x_4 -0,1064 x_5 \quad (9)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah 1,463 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi CO) memiliki nilai sebesar 0,1463%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dalam keadaan tetap.

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah -134 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperature, maka konsentrasi CO akan mengalami penurunan sebesar -0,134% dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah 0,033 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi CO akan mengalami penurunan sebesar 0,033 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah 0,001 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi CO akan mengalami peningkatan sebesar 0,001% dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah 0,679 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi CO akan mengalami peningkatan sebesar 0,679% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah -0,1064 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi CO akan mengalami penurunan sebesar -0,1064% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 12** maka diperoleh nilai (X2) 0,033, (X3) 0,001, (X4) 0,679 maka kelembapan, curah hujan, sinar matahari, menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi CO. Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,134, -0,1064, yaitu (X1),(X5) temperatur, arah kecepatan angin maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah.

#### **4 .4.4 Pengaruh Iklim Terhadap O<sub>3</sub> Tahun 2018-2021**

Dalam penghitungan linearitas antara hubungan iklim dan lingkungan, beberapa variabel independen dilambangkan dengan menggunakan huruf kapital X, dimana X1 adalah Temperatur (°C), X2 adalah kelembapan (%), X3 adalah curah hujan(mm), X4 adalah sinar matahari(jam), X5 adalah arah kecepatan angin(s/m), dan variabel dependen di lambangkan dengan huruf Y yaitu adalah konsentrasi O<sub>3</sub> (Ozon).

**Tabel 4. 13** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap O<sub>3</sub> 2018

Model		Koefisien				
		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1,357	2,043		-,664	,531
	Temprature	,156	,173	1,381	,901	,402
	Kelembapan	-,067	,053	-1,792	-1,268	,252
	Curah hujan	,001	,001	,421	1,545	,173
	Sinar matahari	-,117	,299	-,107	-,392	,708
	Arah kecepatan angin	1,132	1,017	,421	1,113	,308

a. Dependent Variable: O3

Berdasarkan **Tabel 4.13** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = -1,357 + 0,156 x_1 - 0,067 x_2 + 0,001 x_3 - 0,117 x_4 + 0,1132 x_5 \quad (10)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah -1,357 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi O<sub>3</sub>) memiliki nilai sebesar -0,1357%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin).

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah 156 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperature, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami peningkatan sebesar -0,156% dengan asumsi variabel lainnya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah -0,67 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,67 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah 0,001 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,001% dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah -0,117 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,117% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah 0,1132 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,1132% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 13** maka diperoleh nilai (X1) 0,156, (X3) 0,001, (X5) 0,1132 maka temperatur, curah hujan, arah kecepatan angin, menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap konsentrasi O<sub>3</sub>. Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,67, -0,117, yaitu (X2),(X4), kelembapan, sinar matahari maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah. Kemudian pada tahun 2019 penyajian data dapat dilihat pada **Tabel 4. 14**

**Tabel 4. 14** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap O<sub>3</sub> 2019

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	463,741	487,091		,952	,378
	Temperatur	-10,313	12,584	-,832	-,820	,444
	Kelembapan	-1,710	1,783	-,871	-,959	,375
	Curah hujan	-,011	,015	-,386	-,774	,469
	Sinar matahari	2,147	4,985	,254	,431	,682
	Arah kecepatan angin	-17,412	20,258	-,445	-,860	,423

a. Dependent Variable: O<sub>3</sub>

Berdasarkan **Tabel 4.14** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = +463,741 - 0,10313 x_1 - 0,1710 x_2 - 0,011 x_3 + 2147 x_4 - 0,17412 x_5 \quad (11)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah 463,741 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi O<sub>3</sub>) memiliki nilai sebesar 0,463741%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin).

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah -10313 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperature, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,10313% dengan asumsi variabel lainya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah -1710 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,1710 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah -011 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,011 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah 2147 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,2147% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah -17412 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,17412% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefesien regresi berganda pada **Tabel 4. 14** maka diperoleh nilai 0,2147 (X4), sinar matahari menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (linier) terhadap kosentrasi O<sub>3</sub>. Sedangkan koefesien regresi yang bernilai negatif -0,10313, -0,1710, -0,011, -0,17412 yaitu (X1), (X2), (X3), (X5), temperatur,kelembapan, curah hujan, arah kecepatan angin maka ada hubungan tidak linier atau berlawanan arah. Sementara dalam pengitungan liniearitas pada tahun 2020 dapat dilihat pada **Tabel 4. 15** berikut.

**Tabel 4. 15** Regresi Linier Dari SPSS Iklim Terhadap O<sub>3</sub> 2020

Koefisien						
Model		Koefisien tidak standar		Koefisien Standar	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4,636	11,768		,394	,707
	Temperature	1,123	2,212	,833	,508	,630
	Kelembapan	-,234	,695	-,506	-,337	,747
	Curah hujan	,006	,005	,629	1,420	,206
	Sinar Matahari	2,538	2,381	,864	1,066	,327
	Arah kecepatan Angin	-8,735	5,445	-1,033	-1,604	,160

a. Dependent Variable: O<sub>3</sub>

Berdasarkan **Tabel 4.15** dapat dirumuskan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = +4,636, +1123 x_1 -0,234 x_2 +0,006 x_3 +0,2538 x_4 -0,8735 x_5 \quad (12)$$

Berdasarkan persamaan (linier) ditunjukkan pada masing-masing arah variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin). Dapat dilihat dari penjelasan sebagai berikut:

1. Kontanta (a)

Nilai kontanta a adalah 4,636 yang menunjukkan variabel terikat yaitu (konsentrasi O<sub>3</sub>) memiliki nilai sebesar 0,4636%, apabila variabel bebas (temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin).

2. Koefisien regresi (X1)

Nilai X1 (temperatur) adalah 1123 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% temperature, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,1123% dengan asumsi variabel lainnya konstan.

3. Koefisien regresi (X2)

Nilai X2 (kelembapan) adalah -234 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% kelembapan, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,234 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

4. Koefisien regresi (X3)

Nilai X3 (curah hujan) adalah 006 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% curah hujan, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami peningkatan sebesar -0,006 % dengan asumsi variabel lainya konstan.

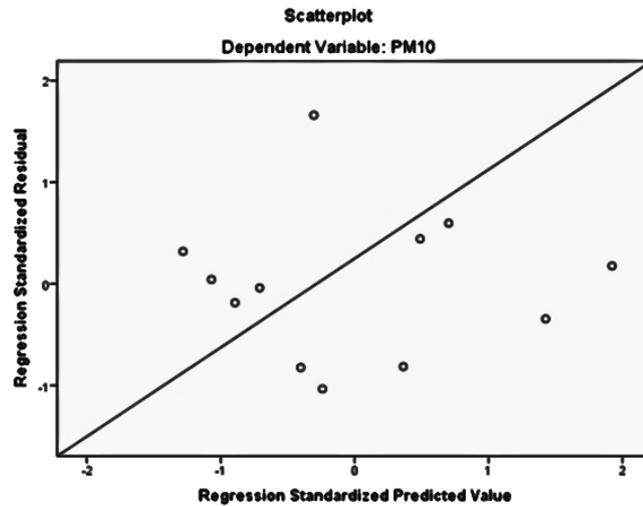
5. Koefisien regresi (X4)

Nilai X4 (sinar matahari) adalah 2538 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% sinar matahari, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami peningkatan sebesar 0,2538% dengan asumsi variabel lainya konstan.

6. Koefisien regresi (X5)

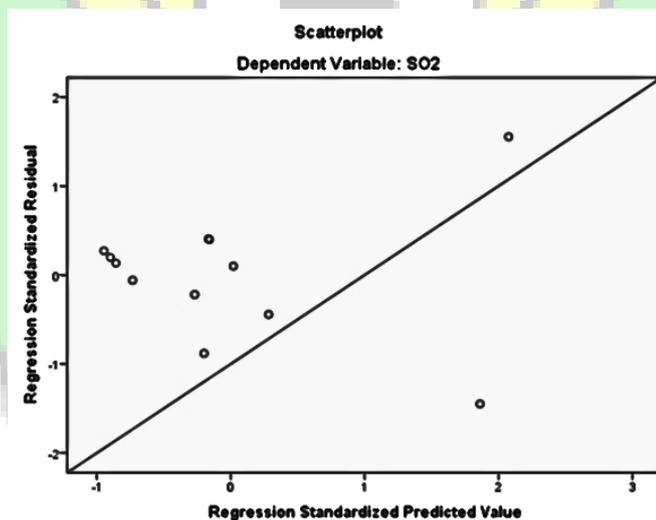
Nilai X5 (arah kecepatan angin) adalah -8735 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% arah kecepatan angin, maka konsentrasi O<sub>3</sub> akan mengalami penurunan sebesar -0,8735% dengan asumsi variabel lainya konstan.

Hasil dari koefisien regresi berganda pada **Tabel 4. 15** maka di peroleh nilai (X1) 0,1123,(X3) 0,006,(X4) 0,2538, temperatur, curah hujan, sinar matahari menunjukkan Koefisien regresi bernilai positif menyatakan adanya hubungan sejalan atau searah yang sama (regresi) terhadap konsentrasi O<sub>3</sub>. Sedangkan koefisien regresi yang bernilai negatif -0,234, -0,8735, yaitu (X2), (X5), kelembapan, arah kecepatan angin maka ada hubungan terbalik atau berlawanan arah.



**Gambar 4. 24** Scatterplot PM<sub>10</sub> tahun 2018

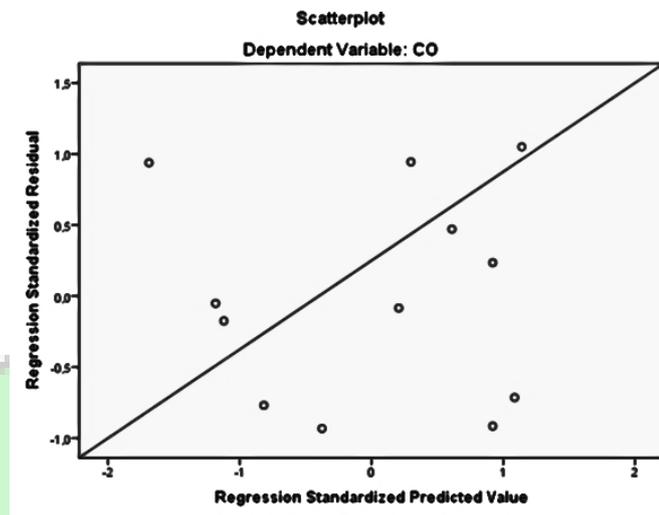
Berdasarkan dari hasil **Gambar 4.19** scatterplot PM<sub>10</sub> diperoleh nilai  $R^2=0,755$ , hal ini menunjukkan keeratan pengaruh iklim yaitu seperti temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari dan arah kecepatan angin terhadap konsentrasi PM<sub>10</sub> ditahun 2018 di Kota Banda Aceh berpengaruh sedang. Nilai yang mendekati angka 1 atau positif, artinya hubungan berbanding lurus atau searah (linier).



**Gambar 4. 25** Scatterplot SO<sub>2</sub> tahun 2018

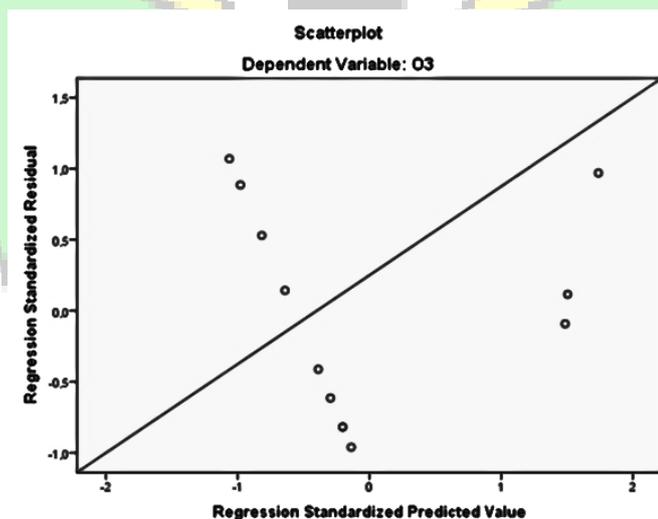
Diproleh hasil nilai  $R^2=0,813$  dari **Gambar 4.20**, hal ini menunjukkan adanya pengaruh signifikan iklim yaitu temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari dan arah kecepatan angin terhadap konsentrasi SO<sub>2</sub> ditahun 2018 di

Kota Banda Aceh berpengaruh kuat. Nilai yang mendekati angka 1 atau positif, artinya hubungan berbanding lurus atau searah (linier).



**Gambar 4. 26** Scatterplot CO tahun 2019

Kemudian pada **Gambar 4.21** menunjukkan nilai  $R^2 = 0,875$ , yaitu pengaruh iklim seperti temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari dan arah kecepatan angin terhadap konsentrasi CO pada tahun 2019 di Kota Banda Aceh berpengaruh kuat. Nilai yang mendekati angka 1 atau positif, artinya hubungan berbanding lurus atau searah (linier).



**Gambar 4. 27** Scatterplot O<sub>3</sub> tahun 2018

Sedangkan pada **Gambar 4.22** memiliki nilai  $R^2 = 0,898$  yaitu menandakan bahwa pengaruh iklim seperti temperatur, kelembapan, curah hujan,

sinar matahari dan arah kecepatan angin terhadap konsentrasi  $O_3$  pada tahun 2018 di Kota Banda Aceh berpengaruh kuat atau pun tinggi. Karena, Nilai yang mendekati angka 1 atau positif, artinya hubungan berbanding lurus atau searah (linier).

➤ **Pengaruh Temperatur terhadap  $PM_{10}$  ( $SO_2$ ), (CO), dan ( $O_3$ )**

Suhu udara memiliki peranan penting dalam menentukan banyaknya partikulat di udara ambien. (Cahyadi dkk., 2016) Suhu udara yang tinggi dapat mengakibatkan keadaan lingkungan menjadi panas dan kering sehingga polutan akan mudah terangkat dan melayang di udara.

(Azmi dkk., 2013) memaparkan bahwa adanya regresi antara konsentrasi  $PM_{10}$  dan faktor meteorologi (suhu). Suhu yang tinggi pada udara mampu menaikkan jumlah pembakaran biomassa (*biomass burning*) dan menguapkan material didalamnya (termasuk debu dari permukaan tanah sehingga mengakibatkan meningkatnya polutan  $PM_{10}$  di udara. Selain itu juga adanya regresi yang tidak signifikan antara kelembaban dengan  $PM_{10}$  di udara ambien.

Pengaruh suhu udara terhadap parameter ( $PM_{10}$ ), ( $SO_2$ ), (CO), dan ( $O_3$ ) di tahun 2018-2020 yang memiliki nilai konstanta a berturut-turut 4,529, 291,598, 8,053, ( $PM_{10}$ ), -12,403, -9,657, 4,089. ( $SO_2$ ), -257, 1,712, -1,463. (CO) -1,357, 463,741, 4,636 ( $O_3$ ) dimana angka ini mengartikan bahwa setiap peningkatan suhu udara diikuti dengan peningkatan konsentrasi  $PM_{10}$ .  $SO_2$ , CO,  $O_3$ . Faktor suhu (temperatur) menunjukkan angka regresi positif yang mengartikan semakin tinggi suhu akan meningkat konsentrasi  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ , CO,  $O_3$  secara signifikan. Menurut Iswati dkk., (2021) menyatakan bahwa tingginya konsentrasi berkaitan dengan adanya suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah.

➤ **Pengaruh Kelembaban terhadap  $PM_{10}$ , (*particulate matter*) dan  $SO_2$  (sulfur dioksida)**

Menurut (Turyanti dkk, 2006), Kelembaban yang tinggi disebabkan oleh kandungan uap air yang tinggi di atmosfer menyebabkan proses dispersi

polutan terhambat. Udara yang lembab akan membantu proses pengendapan suatu bahan pencemar, karena saat udara lembab bahan pencemar seperti  $PM_{10}$  dan  $SO_2$  akan berikatan dengan air yang ada di udara serta membentuk partikel yang berukuran yang lebih besar yang kemudian jatuh ke permukaan bumi.

Pengaruh kelembapan terhadap parameter  $PM_{10}$  di tahun 2018 memiliki nilai regresi positif yang bernilai 0,431 yang berartikan peningkatan kelembapan diikuti dengan peningkatan konsentrasi  $PM_{10}$ . Dan kelembapan terhadap parameter  $SO_2$  di tahun 2018 memiliki nilai regresi positif berturut turut yaitu 0,126, 0,1157, dan 0,825 menunjukkan angka positif yang mengartikan semakin tinggi suhu akan meningkat. Menurut Santikayasa dan Turyanti (2006), menyatakan bahwa setelah terjadi kelembapan maksimum (80-100%), yang kemungkinan terjadi hujan, terjadi penurunan kelembapan yang diikuti oleh penurunan konsentrasi partikulat, ini menunjukkan juga pengaruh proses pencucian oleh air hujan.

➤ **Pengaruh Curah hujan terhadap CO (karbon monoksida)**

Pengaruh curah hujan terhadap parameter CO di tahun 2018-2021 memiliki nilai regresi positif dimana selama 4 tahun yang berpengaruh terhadap parameter CO adalah curah hujan. Berdasarkan penelitian lain yang dilakukan oleh (Maziya dkk, 2020), menunjukan bahwa pada musim penghujan CO yang berada di atmosfer mengalami penurunan karena ikut terbawa bersama air ketika hujan turun. Sehingga dari teori dan penelitian sebelumnya, data yang didapat menunjukan kesesuaian, sebab curah hujan menurun sedangkan konsentrasi CO meningkat.

➤ **Pengaruh Sinar matahari terhadap CO (karbon monoksida), dan  $PM_{10}$  (*particulate matter*)**

Faktor radiasi (*Grad/Global radioation*) menunjukkan Semakin terik matahari, radiasi meningkat sehingga mengakibatkan kondisi atmosfer menjadi relatif tidak stabil dan memungkinkan partikel terbawa berpindah atau terangkat ke atas. Sementara itu, adanya faktor radiasi menunjukkan angka

korelasi yang signifikan 0,2150, dan 0,1582. Di tahun 2018, disusul dengan nilai CO selama 4 tahun berturut turut yaitu 0,072, 0,042 dan 0,679 yang artinya jika terjadi radiasi akan menaikkan CO dan PM<sub>10</sub> panas Terik matahari.

➤ **Pengaruh Arah kecepatan angin terhadap variabel PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan O<sub>3</sub>**

Menurut Purnama, (2017 ), kecepatan angin merupakan udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan udara rendah, kecepatan angin juga mempengaruhi jumlah konsentrasi pencemar yang ada di atmosfer. Semakin tinggi kecepatan angin maka pencemaran polutan dan sumber embisi di atmosfer semakin besar. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh kecepatan angin dengan konsentrasi PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan O<sub>3</sub>.

Sebagai analogi area yang memiliki sumber polusi seperti pusat industri diprediksikan akan mencemari lingkungan disekitarnya saja, namun kenyataannya tidak demikian. Polusi akan menyebar secara kontinyu sesuai arah dan kecepatan angin. Kecepatan angin pada daerah perkotaan akan mengalami penurunan, hal ini disebabkan oleh adanya gesekan yang terjadi pada bangunan-bangunan yang ada di perkotaan. Malam hari adalah waktu dimana polusi terjadi peningkatan hingga titik maksimal, hal ini dikarenakan adanya kecepatan angin yang bergerak secara vertikal dan akan bercampur ketika atmosfer dalam keadaan level terendah.

**Tabel 4. 16** adalah arah kecepatan angin dari tahun 2018-2021

Bulan/tahun	2018	2019	2020	2021
Januari		SE	SE	SE
Februari		SE	SE	SE
Maret		SE	SE	SE
April		SE	SE	SE
Mei	SE	SE	SE	SE
Juni	N	SE	SE	SE
Juli	SW	SE	SE	S
Agustus	SW	S	SE	SW
September	SE	SE	SE	SE
Oktober	SE	SE	SE	SE
November	SE	SE	W	SE
Desember	SE	SE	SE	SE

Keterangan :

Southeast (SE) : Tenggara

North (N) : Utara

South (S) : Selatan

Southwest (SW) : Barat daya

West (W) : Barat

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis data penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa pencemaran udara di Kota Banda Aceh pada tahun 2018-2021 adalah dengan mengukur parameter PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub>. Dimana kualitas udara di Kota Banda Aceh nilainya masih dibawah ambang baku mutu pencemaran.
2. Hasil analisis regresi linier berganda dari *software SPSS* menunjukkan adanya pengaruh iklim terhadap parameter PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub>, dari tahun 2018-2021.
3. Pengaruh iklim terhadap lingkungan dapat dilihat dari perbedaan hasil regresi linier berganda dengan menggunakan aplikasi *software SPSS 23*, dengan parameter iklim yaitu temperature, kelembapan, curah hujan, sinar matahari, dan arah kecepatan angin. Terhadap parameter lingkungan PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub>. Diperoleh nilai sig CO tahun 2019 yaitu (002), (004), (002), dan (001) dimana nilai sig < 005 maka pengaruhnya signifikan, dari perhitungan tersebut selama 4 tahun tersebut yang berpengaruh signifikan iklim terhadap lingkungan di tahun 2019.
4. Pengaruh terbesar pada tahun 2019 yaitu konsentrasi CO, dimana terdapat nilai R<sup>2</sup>= 0,875 nilai tersebut sangat besar sehingga variabel iklim seperti temperatur, kelembapan, curah hujan, sinar matahari dan arah kecepatan angin paling mempengaruhi konsentrasi tersebut.

#### **V.2 Saran**

Adapun saran dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya agar memfokuskan penelitian kepada pengaruh arah kecepatan angin, dengan mengambil data yang lebih

lengkap, dan lakukan penelitian di daerah/kota yang lebih luas atau padat penduduk.

2. Untuk DLHK3 Kota Banda Aceh, agar bisa mengganti jaringan internet, baterai dan memperbaiki transfer data ke *website* untuk mengoptimalkan kerja alat AQMS dan melakukan penambahan lokasi pemantauan kualitas udara di beberapa titik yang memiliki potensi pencemaran tinggi di Kota Banda Aceh. Selain pada lokasi berpotensi memiliki pencemaran tinggi juga bisa dilakukan di titik pemantauan yang sesuai dengan penggunaan lahannya seperti area parkir umum, sekolah, pasar, dan perkantoran.
3. Untuk dinas yang terkait tentang alat AQMS agar display ISPU seelalu di aktifkan supaya masyarakat faham dengan informasi mutu udara ambien yang ada di Kota Banda Aceh.
4. Kepada pihak kampus supaya melakukan kerja sama dengan lembaga atau instansi terkait, yang meneliti kondisi kualitas udara di Kota Banda Aceh agar mempermudah mendapatkan data.
5. Untuk pengendalian lingkungan, pemerintah dapat menetapkan peraturan tentang standar emisi kendaraan bermotor/transportasi untuk memastikan bahwa kualitas udara tetap dibawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan. Pemerintah membuat kebijakan pengecekan kendaraan bermotor secara bersekala.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, I., Nurdin, J., & Hasanuddin, H. (2016). Kajian Potensi Energi Angin Di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai Untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Mekanik*, 2(1), 329147.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*.
- Azmi, H., Indriyanti, D. R., & Kariada, N. (2013). Identifikasi ektoparasit pada ikan koi (*Cyprinus carpio* L) di pasar ikan hias Jurnatan Semarang. *Life Science*, 2(2).
- Bahri, S., & Madlazim, M. (2012). Pemetaan Topografi, Geofisika Dan Geologi Kota Surabaya. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(2), 23–28.
- Bardeschi, A., Colucci, A., Gianelle, V., Gnagnetti, M., Tamponi, M., & Tebaldi, G. (1991). Analysis of the impact on air quality of motor vehicle traffic in the Milan urban area. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, 25(3), 415–428.
- Cahyadi, W., Achmad, B., Suhartono, E., & Razie, F. (2016). Pengaruh Faktor Meteorologis Dan Konsentrasi Partikulat (Pm10) Terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Ispa)(Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015). *Enviroscientiae*, 12(3), 302–311.
- Damara, D. Y., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). Analisis dampak kualitas udara karbon monoksida (CO) di sekitar Jl. Pemuda akibat kegiatan car free day menggunakan program caline4 dan surfer (studi kasus: Kota Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–14.
- Deliany, N., Hidayat, A., & Nurhayati, Y. (2019). Penerapan multimedia interaktif untuk meningkatkan pemahaman konsep IPA peserta didik di sekolah dasar. *Educare*, 90–97.
- Dewi, I. A. P. P., & Sedana, I. B. P. (2018). *Faktor-faktor yang mempengaruhi kebijakan dividen pada perusahaan manufaktur di Bursa Efek Indonesia*. Udayana University.
- Didu, S., & Fauzi, F. (2016). Pengaruh jumlah penduduk, pendidikan dan

- pertumbuhan ekonomi terhadap kemiskinan di Kabupaten Lebak. *Jurnal Ekonomi-Qu*, 6(1).
- Farli, R. (2011). *Alat Pendeteksi Polusi Udara Dari Gas Karbonmonoksida (CO) pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Faculty of Industrial Technology.
- Grant, R. W., Mariani, R. A., Vieira, V. J., Fleshner, M., Smith, T. P., Keylock, K. T., Lowder, T. W., McAuley, E., Hu, L., Chapman-Novakofski, K., & others. (2008). Cardiovascular exercise intervention improves the primary antibody response to keyhole limpet hemocyanin (KLH) in previously sedentary older adults. *Brain, Behavior, and Immunity*, 22(6), 923–932.
- GUMILAR, B. B. (2013). *Pendeteksi Gas Karbon Monoksida Dengan Indikator Output Suara IC ISD25120*. Universitas Gadjah Mada.
- Hutabarat, Y. H. M. (2020). Pengembangan Sistem Informasi Prakiraan Cuaca Berbasis Dampak Menggunakan Model Prakiraan Cuaca Numerik untuk Wilayah Jakarta. *Jurnal Widya Climago*, 2(2).
- Iswati, I., Natsir, M. H., Ciptadi, G., & Susilawati, T. (2021). Pengaruh NaCl Fisiologis dan Ringer Laktat terhadap Kualitas Spermatozoa pada Suhu Ruang dan Fertilitas Telur Ayam Buras. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 23(1), 33–42.
- Janssen, N., & Klein, M. (2011). *The international transmission of euro area monetary policy shocks*.
- Kementerian, P. U. (2013). *Jaringan Jalan Nasional Indonesia*. Jakarta.
- Keresztes, R., & Rapo, E. (2017). Statistical analysis of air pollution with specific regard to factor analysis in the Ciuc basin, Romania. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Chemia*, 62(3), 283–292.
- Khambali, I., & ST, M. (2019). Pemanasan Global Dan Gangguan Kesehatan Serta Mitigasinya. *Seri: Pencemaran Lingkungan*. Surabaya: HAKLI Provinsi Jawa Timur.
- Kusminingrum, N., & Gunawan, G. (2008). Polusi udara akibat aktivitas kendaraan bermotor di jalan perkotaan Pulau Jawa dan Bali. *Jurnal, Jakarta, Puslitbang Jalan Dan Jembatan*.

- Kusnoputranto, H., & others. (2000). Kesehatan lingkungan. *Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.*
- Lestari, P. M., Radjab, N. S., & Octaviani, A. (2014). Formulasi dan evaluasi fisik granul effervescent sari buah naga (*Hylocereus undatus*). *Farmasains*, 2(4), 182–185.
- Martono, H., & Sulistiyani, N. (2004). Kondisi Pencemaran Gas Nitrogen Dioksida di Udara Jakarta pada Titik Nol Meter dan 120 Meter dari Jalan Raya. *Indonesian Bulletin of Health Research*, 32(1), 20230.
- Mati, B. M., Morgan, R. P. C., Gichuki, F. N., Quinton, J. N., Brewer, T. R., & Liniger, H. P. (2000). Assessment of erosion hazard with the USLE and GIS: A case study of the Upper Ewaso Ng'iro North basin of Kenya. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2(2), 78–86.
- Maziya, F. B., & others. (2020). *Analisis Dampak Paparan Particulate Matter (PM10) di Kota Yogyakarta.*
- Nabawi, R. (2019). Pengaruh lingkungan kerja, kepuasan kerja dan beban kerja terhadap kinerja pegawai. *Maneggio: Jurnal Ilmiah Magister Manajemen*, 2(2), 170–183.
- No, G., SO, P. I. I. S. D., & Ox, P. I. I. I. O. (n.d.). Daftar Gambar. *FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG.*
- Papuling, O. A. P., & Sugiarto, A. (2021). MEMBANGUN MANAJEMEN KEBERAGAMAN MELALUI AKULTURASI BUDAYA KERJA KARYAWAN EKSPATRIAT DAN KARYAWAN LOKAL. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 10(3), 543–562.
- Payne, D. C., Iblan, I., Alqasrawi, S., Al Nsour, M., Rha, B., Tohme, R. A., Abedi, G. R., Farag, N. H., Haddadin, A., Al Sanhoury, T., & others. (2014). Stillbirth during infection with Middle East respiratory syndrome coronavirus. *The Journal of Infectious Diseases*, 209(12), 1870–1872.
- PURNAMA, N. L., & others. (n.d.). *MONITORING KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) DAN PARAMETER METEOROLOGI (KELEMBABAN, SUHU, DAN KECEPATAN ANGIN) DI TERMINAL TAWANG ALUN KABUPATEN JEMBER.*

- Ratnawati, H., Widowati, W., & Gunawan, E. (2010). Hubungan antara kadar karbon monoksida (CO) udara dan tingkat kewaspadaan petugas parkir di tiga jenis tempat parkir. *Maranatha Journal of Medicine and Health*, 10(1), 150760.
- Ryan, Cooper, & Tauer. (2013). 濟無No Title No Title No Title. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 12–26.
- Setiani, P. (2020). *Sains perubahan iklim*. Bumi Aksara.
- Sinolungan, J. (2009). Dampak Polusi Partikel Debu dan Gas kendaraan Bermotor Pada Volume Dan Kapasitas Paru. *Jurnal Biomedik: JBM*, 1(2).
- Srimuruganandam, B., & Nagendra, S. M. S. (2011). Chemical characterization of PM10 and PM2.5 mass concentrations emitted by heterogeneous traffic. *Science of the Total Environment*, 409(17), 3144–3157.
- Sunarmi, N., Kumailia, E. N., Nurfaiza, N., Nikmah, A. K., Aisyah, H. N., Sriwahyuni, I., & Lailly, S. N. (2022). Analisis Faktor Unsur Cuaca terhadap Perubahan Iklim Di Kabupaten Pasuruan pada Tahun 2021 dengan Metode Principal Component Analysis. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 3(2), 56–64.
- Syauqoti, R., Ghozali, M., & others. (2018). Analisis sistem lembaga keuangan syariah Dan lembaga keuangan konvensional. *Jurnal Iqtishaduna*, 14(1), 19–21.
- Tang, M., & Mudd, G. M. (2015). The pollution intensity of Australian power stations: a case study of the value of the National Pollutant Inventory (NPI). *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 18410–18424.
- Turyanti, A., & Santikayasa, I. P. (2006). ANALISIS POLA UNSUR METEOROLOGI DAN KONSENTRASI POLUTAN DI UDARA AMBIEN STUDI KASUS: JAKARTA DAN BANDUNG (ANALYSIS OF PATTERN OF METEOROLOGY VARIABLE AND AMBIENT POLLUTANT CONCENTRATION CASE STUDY: BANDUNG AND JAKARTA). *Agromet*, 20(2), 25–37.
- Waluwanja, A., Tanesib, J. L., Tarigan, J., Wahid, A., & others. (2019). Analisis pola distribusi unsur-unsur cuaca di lapisan atas atmosfer di wilayah kota

- kupang. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 4(2), 121–130.
- Wilken, N., Wijayanti, K., Kamasamudram, K., Currier, N. W., Vedaiyan, R., Yezerets, A., & Olsson, L. (2012). Mechanistic investigation of hydrothermal aging of Cu-Beta for ammonia SCR. *Applied Catalysis B: Environmental*, 111, 58–66.
- Woeryanto, H., & Susanto, F. X. (2003). *Koperasi Kredit (Credit Union) untuk Anda*. Jakarta: Yayasan Bekatiga Indonesia.
- Wulandari, R. A., & Dewi, K. (2018). ANALISIS POLA VARIABILITAS OZON STRATOSFER DAN BAHAN PERUSAK OZON SERTA PENGARUHNYA TERHADAP INDEKS UV DI WILAYAH INDONESIA TERKAIT PROTOKOL MONTREAL ANALYSIS OF STRATOSPHERIC OZONE AND OZONE DEPLETION SUBSTANCES VARIABILITY IN QUALITY OF UV INDEX OVER. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 24(2).
- Xu, Q., & Chandra, M. (2006). Catalytic activities of non-noble metals for hydrogen generation from aqueous ammonia--borane at room temperature. *Journal of Power Sources*, 163(1), 364–370.

## LAMPIRAN

### Lampiran. 1 Foto Dokumentasi Penelitian



Alat AQMS



AQMS PM<sub>2,5</sub>



Termometer tanah digital



Automatic Weather Stasion (AWS)



Depan kantor BMKG Indra Puri Aceh Besar



Display ISPU simpang 5 Banda Aceh



Gun Belani (radiasi matahari)



Anemometer digital 10 m



Anemometer 2m

## Lampiran. 2 Surat Rekomendasi Penelitian

	<b>PEMERINTAH KOTA BANDA ACEH</b> <b>BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK</b> <b>KOTA BANDA ACEH</b> Jln. Twk.Hasyim Banta Muda Nomor 1 Telepon (0651) 22888 Faxsimile (0651) 22888, Website : <a href="http://kesbangpol.bandaacehkota.go.id">Http://kesbangpol.bandaacehkota.go.id</a> , Email : <a href="mailto:kesbangpolbna@gmail.com">kesbangpolbna@gmail.com</a>
<b><u>SURAT REKOMENDASI PENELITIAN</u></b> Nomor : 070 / 365	
Dasar	: - Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor; 64 Tahun 2011, Tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian. - Peraturan Walikota Banda Aceh Nomor 66 Tahun 2016, tentang Susunan Organisasi Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Banda Aceh. - Peraturan Walikota Banda Aceh Nomor 31 Tahun 2020, tentang Standar Operasional Prosedur pada Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Banda Aceh
Membaca	: Surat dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Nomor; B-280/Un.08/TL/PP.00.9/06/2022 Tanggal 2 Juni 2022 tentang Permohonan Rekomendasi Penelitian
Memperhatikan	: Proposal Penelitian yang bersangkutan
Dengan ini memberikan Rekomendasi untuk melakukan Penelitian kepada :	
Nama	: R o y m a n s y a h
Alamat	: Jl. Gampong Meunasah Papeun Kec. Krueng Barona Jaya Kab. Aceh Besar
Pekerjaan	: Mahasiswa
Kebangsaan	: WNI
Judul Penelitian	: Analisis Pencemaran Udara di Kota Banda Aceh Tahun 2020-2022 Dengan Metode Air Quality Mentoring System (AQMS)
Tujuan Penelitian	: Untuk Mengetahui Analisis Pencemaran Udara di Kota Banda Aceh Tahun 2020-2022 Dengan Metode Air Quality Mentoring System (AQMS) (Pengumpul dan Wawancara)
Tempat/Lokasi/ Daerah Penelitian	: DLHK3 Banda Aceh
Tanggal dan/atau Lamanya Penelitian	: 3 (tiga) bulan
Bidang Penelitian	: -
Status Penelitian	: Baru
Penanggung Jawab	: Husnawati Yahya (Ketua Prodi)
Anggota Peneliti	: -
Nama Lembaga	: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Sponsor	: -

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Peneliti wajib mentaati dan melakukan ketentuan dalam rekomendasi penelitian.
2. Peneliti menyampaikan rekomendasi penelitian kepada Instansi/Lembaga/SKPK/Camat yang menjadi tempat/lokasi penelitian.
3. Tidak dibenarkan melakukan Penelitian yang tidak sesuai/tidak ada kaitannya dengan Rekomendasi Penelitian dimaksud.
4. Harus mentaati semua ketentuan peraturan Perundang-undangan, norma-norma atau adat istiadat yang berlaku.
5. Tidak melakukan kegiatan yang dapat menimbulkan keresahan di masyarakat, disintegrasi bangsa atau keutuhan Negara Kesatuan Republik Indonesia.
6. Surat Rekomendasi ini akan dicabut kembali dan dinyatakan tidak berlaku lagi, apabila ternyata pemegang Surat ini tidak mentaati/mengindahkan ketentuan-ketentuan seperti tersebut diatas.
7. Asli dari Surat Rekomendasi Penelitian ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.
8. Peneliti melaporkan dan menyerahkan hasil penelitian kepada Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Banda Aceh.

Ditetapkan : Banda Aceh  
Pada Tanggal : 6 Juni 2022

**KEPALA BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK  
KOTA BANDA ACEH,**



**Bachtiar, S.Sos**

Pembina Utama Muda/ NIP. 19690913 199011 1 001

Tembusan :

1. Walikota Banda Aceh;
2. Para Kepala SKPK Banda Aceh;
3. Para Camat Dalam Kota Banda Aceh;
4. Pertinggal.

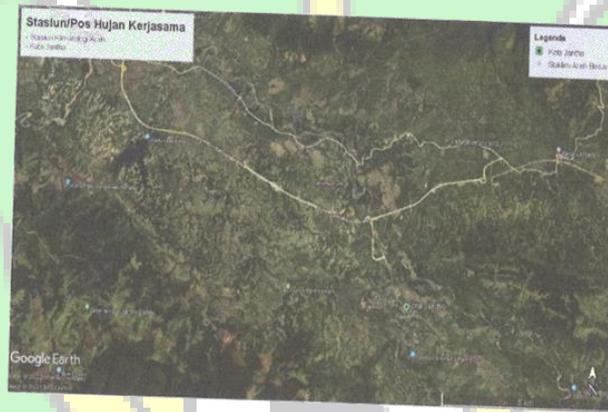
### Lampiran. 3 Surat Permohonan Informasi Data

	<b>BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA</b> <b>STASIUN KLIMATOLOGI KELAS IV ACEH BESAR</b> Jl. Banda Aceh – Medan Km. 27,5 Indrapuri, Aceh Besar. Telp : 0811 6815 162 E-Mail : staklim.indrapuri@bmgk.go.id	
Nomor	: KL.01.00/080/KACB/X/2022	Aceh Besar, 05 Oktober 2022
Lampiran	: 2 Lembar	
Perihal	: Informasi Iklim Aceh Besar Bulanan Periode 2018 s.d 2021	
Kepada	Yth. Roymansyah	
Di -	Tempat	
Memenuhi surat permintaan saudara/i perihal permohonan informasi curah hujan, arah dan kecepatan angin, serta particulate matter (PM2.5) selama periode 2018 s.d 2021 di kabupaten Aceh Besar. Dengan ini kami sampaikan informasi unsur iklim tersebut di Stasiun Klimatologi Aceh, Aceh Besar adalah sebagai berikut:		
<b>A. Pendahuluan</b>		
Posisi Geografis Indonesia yang strategis yang terletak di daerah tropis, diantara Benua Asia dan Australia, diantara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia serta dilalui garis khatulistiwa terdiri dari pulau dan kepulauan yang membujur dari barat ke timur, terdapat banyak selat dan teluk menyebabkan wilayah Indonesia rentan terhadap fenomena perubahan cuaca/iklim. Sementara kondisi topografi wilayah Indonesia yang memiliki daerah pegunungan, daerah lembah serta banyak pantai merupakan topografi lokal yang menambah beragamnya kondisi iklim di wilayah Indonesia. Provinsi Aceh yang terletak dibagian barat indonesia dipengaruhi oleh kondisi/ faktor global, regional, dan lokal. Pengaruh adanya Dipole Mode Index (DMI), Monsun, El Nino dan La Nina, serta munculnya siklon tropis perlu dipertimbangkan dalam analisis cuaca/ iklim sehingga diperlukan adanya data real hasil pengamatan untuk mendukung hal tersebut.		
<b>Curah hujan</b> (mm) menyatakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter berarti bahwa pada luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. <b>Hari hujan</b> adalah banyaknya hari dengan tinggi hujan lebih dari 1 mm per hari dalam satu bulan kalender. <b>PM2.5</b> mengacu pada Particulate Matter atau juga dikenal sebagai polutan udara yang berukuran lebih kecil dari 2.5 mikrometer ( $\leq 2.5 \mu\text{m}$ ). Nilai Ambang Batas (NAB) adalah Batas konsentrasi polusi		

udara yang diperbolehkan berada dalam udara ambien. NAB PM2.5 = 65  $\mu\text{gram}/\text{m}^3$ . BMKG membagi level polusi udara PM2.5 di Indonesia, menjadi :

- Baik/warna hijau (0 – 15  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ )
- Sedang/warna biru (16 – 65  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ )
- Tidak sehat/warna kuning (66 – 150  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ )
- Sangat tidak sehat/warna merah (151 – 250  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ )
- Berbahaya/warna hitam (> 250  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ )

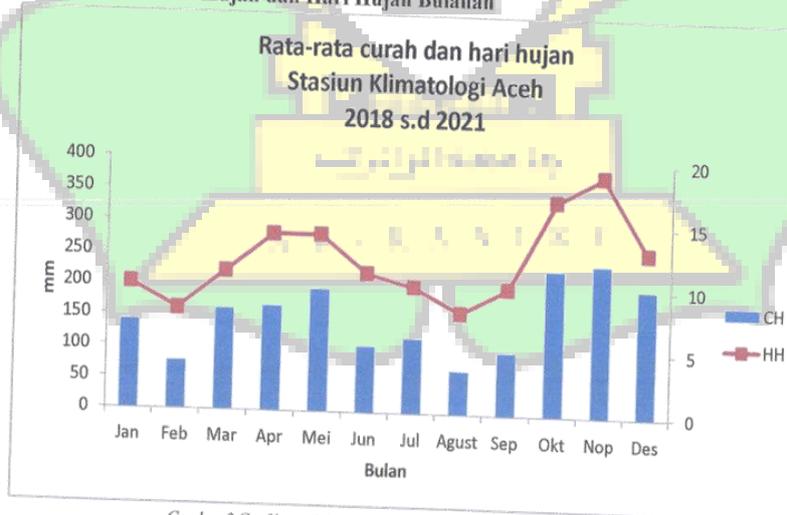
Stasiun Klimatologi Aceh terletak di kecamatan Indrapuri pada 5.403678°LU, 95.464787°BT, Kabupaten Aceh Besar.



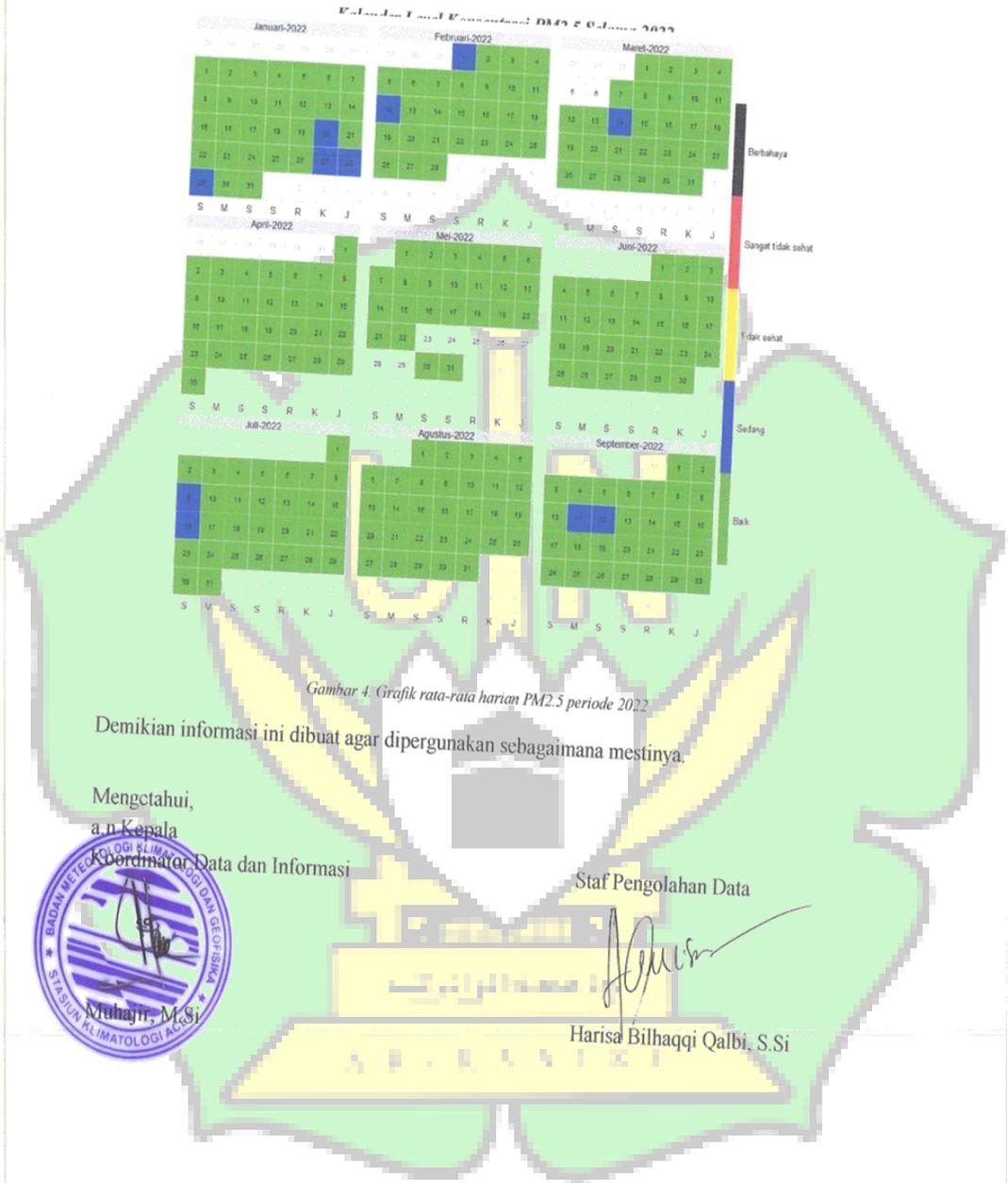
Gambar 1. Letak geografis Stasiun pos hujan kerjasama di Aceh Besar

## B. Informasi Iklim Bulanan Aceh Besar Periode 2018 s.d 2021

### 1. Informasi Curah Hujan dan Hari Hujan Bulanan



Gambar 2. Grafik curah hujan dan hari hujan bulanan, periode 2017 s.d 2021



Gambar 4. Grafik rata-rata harian PM2.5 periode 2022

Demikian informasi ini dibuat agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,  
 a.n Kepala  
 Koordinator Data dan Informasi



Muharrir, M.Si

Staf Pengolahan Data

Harisa Bilhaqqi Qalbi, S.Si