

**LAPORAN MBKM By Design FKM UNAIR  
BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI,  
DAN GEOFISIKA JAKARTA**

**ANALISIS KADAR *PARTICULATE MATTER* (PM) 2.5  
DAN FAKTOR IKLIM (SUHU DAN KELEMBAPAN)  
DENGAN KEJADIAN ISPA DI JAKARTA**



**NAYLA KARIMA EDNISA PUTRI  
102011133242**

**Departemen Kesehatan Lingkungan**

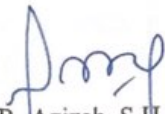
**UNIVERSITAS AIRLANGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
SURABAYA  
2023**

**LAPORAN PELAKSANAAN MAGANG MBKM  
DI BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA  
JAKARTA**

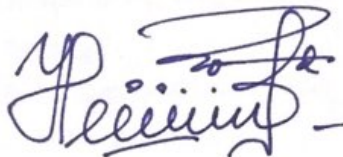
Disusun Oleh:  
Nayla Karima Ednisa Putri  
NIM. 102011133242

Telah disahkan dan diterima dengan baik oleh:


Dosen Pembimbing Magang MBKM  
Departemen Kesehatan Lingkungan

  
Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
NIP. 196712311993032003


Pembimbing Lapangan Magang MBKM  
BMKG Jakarta

  
Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
NIP. 197202281992031001

Koordinator Program Studi Kesehatan  
Masyarakat Program Pendidikan Sarjana

  
Dr. Muji Sulistyowati, S.KM., M.Kes.  
NIP. 197311151999032002

Ketua Departemen  
Kesehatan Lingkungan

  
Dr. Lilis Sulistyorini, Ir., M.Kes.  
NIP. 196603311991032002

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya Laporan MBKM *by Design* FKM UNAIR di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta dengan judul “Analisis Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) dengan Kejadian ISPA di Jakarta”. Dalam Penyusunan dan penulisan laporan magang ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Selain itu, dengan senang hati saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Santi Martini dr., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
2. Dr. Muji Sulistyowati, S.KM., M.Kes., selaku koordinator Program Studi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
3. Dr. Lilis Sulistyorini, Ir., M.Kes., selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
4. Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes., selaku dosen pembimbing MBKM *by Design* Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
5. Hary Tirto Djatmiko, S.T., selaku pembimbing lapangan MBKM *by Design* FKM UNAIR di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta
6. Pak Albert, Mbak Kukuh, Mas Robby, Mbak Ayuna, dan Mbak Lulu yang telah membimbing saya selama pelaksanaan magang MBKM *by Design* FKM UNAIR di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta
7. Ibu Asniar selaku tim kerja bidang ISPA di Dinas Kesehatan Jakarta yang telah membantu selama proses pengajuan data awal kesehatan di Dinas Kesehatan Jakarta
8. Ibu Pauline, Bu Sety, Mbak Arie, dan Mas Deny selaku tim kerja bidang ISPA di Kementerian Kesehatan yang telah membantu selama proses pengajuan data awal kesehatan di Kementerian Kesehatan
9. Keluarga dan teman-teman yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi setiap saat

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan pahala atas segala amal yang telah diberikan dan semoga laporan MBKM *by Design* FKM UNAIR ini berguna dan bermanfaat baik diri sendiri maupun pihak lain.

Surabaya, 18 Desember 2023

Nayla Karima Ednisa Putri

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	3
1.2.1 Tujuan Umum .....	3
1.2.2 Tujuan Khusus .....	3
1.3 Manfaat .....	4
1.3.1 Manfaat Bagi Mahasiswa .....	4
1.3.2 Manfaat Bagi Perguruan Tinggi .....	4
1.3.3 Manfaat Bagi Instansi .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).....	6
2.1.1 Definisi Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).....	6
2.1.2 Etiologi Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).....	6
2.1.3 Epidemiologi Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).....	7
2.2 Pencemaran Udara .....	7
2.2.1 Definisi Pencemaran Udara .....	7
2.2.2 Sumber Pencemaran Udara.....	9
2.3 Faktor Iklim.....	9
2.3.1 Definisi Iklim.....	9
2.3.2 Unsur-Unsur Iklim.....	10
2.4 Keterkaitan Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) .....	11
2.4.1 Keterkaitan Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) .....	11
2.4.2 Keterkaitan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) .....	12
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Lokasi MBKM <i>by Design</i> FKM UNAIR.....	14
3.2 Waktu Pelaksanaan MBKM <i>by Design</i> FKM UNAIR .....	14
3.3 Metode Pelaksanaan MBKM <i>by Design</i> FKM UNAIR.....	16
3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	16
3.4.1 Teknik Pengumpulan Data .....	16
3.4.2. Teknik Pengolahan Data.....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Gambaran Umum Instansi.....	19
4.1.1 Struktur Organisasi Instansi .....	19
4.2 Pembelajaran Pencapaian <i>Learning Outcome</i> Mata Kuliah.....	20
4.2.1 Instrumentasi dan Observasi Lingkungan (Praktikum) .....	20

4.2.2	Pengelolaan Lingkungan Hidup .....	20
4.2.3	Sistem Informasi Geografis .....	22
4.3	Identifikasi Tren dan Sebaran Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) di Jakarta Tahun 2018-2022 .....	23
4.3.1	Unduh Data ECMWF ( <i>The European Centre for Medium-Range Weather Forecast</i> ) Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) di Jakarta Tahun 2018-2022.....	23
4.3.2	Tren Grafik Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) di Jakarta Tahun 2018-2022.....	25
4.3.3	Gambaran Spasial Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) di Jakarta Tahun 2018-2022.....	31
4.4	Identifikasi Tren dan Sebaran Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022 .....	34
4.4.1	Tren Grafik Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022.....	34
4.4.2	Gambaran Spasial Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022.....	36
4.5	Analisis Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022.....	37
4.5.1	Analisis Tren Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022 .....	37
4.5.2	Analisis Tren Suhu Udara dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022.....	39
4.5.3	Analisis Tren Kelembapan dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022.....	41
4.6	Dampak Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) bagi Lingkungan dan Kesehatan.....	43
4.7	Kendala Pelaksanaan MBKM <i>by Design</i> FKM UNAIR.....	44
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>45</b>
5.1	Kesimpulan .....	45
5.2	Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>51</b>

**DAFTAR TABEL**

<b>Nomor</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) PM <sub>2.5</sub> .....	8
2.2	Standar Baku Mutu Debu Partikulat PM <sub>2.5</sub> .....	9
3.1	Jadwal Kegiatan MBKM <i>by Design</i> FKM UNAIR di BMKG Jakarta.....	14

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Struktur Organisasi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta .....	19
4.2	Grafik <i>Time Series</i> Kadar PM <sub>2.5</sub> di Jakarta.....	25
4.3	Siklus Rata-Rata Tahunan Kadar PM <sub>2.5</sub> di Jakarta.....	26
4.4	Grafik <i>Time Series</i> Suhu Udara di Jakarta Tahun 2018-2022.....	27
4.5	Siklus Rata-Rata Tahunan Suhu Udara di Jakarta.....	28
4.6	Grafik <i>Time Series</i> Kelembapan di Jakarta Tahun 2018-2022.....	29
4.7	Siklus Rata-Rata Tahunan Kelembapan di Jakarta .....	30
4.8	Peta Sebaran Kadar PM <sub>2.5</sub> di Jakarta Tahun 2018-2022 .....	31
4.9	Peta Sebaran Tingkat Suhu Udara di Jakarta Tahun 2018-2022.....	32
4.10	Peta Sebaran Kelembapan di Jakarta Tahun 2018-2022.....	33
4.11	Grafik <i>Time Series</i> Jumlah Kejadian ISPA di Jakarta.....	34
4.12	Siklus Rata-Rata Tahunan Jumlah Kejadian ISPA di Jakarta.....	35
4.13	Peta Sebaran Jumlah Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021 .....	36
4.14	Peta Sebaran Jumlah Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2022 .....	36
4.15	Analisis Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dengan Kejadian ISPA .....	37
4.16	Analisis Kadar <i>Particulate Matter</i> (PM) 2.5 dengan Kejadian ISPA .....	38
4.17	Analisis Faktor Suhu Udara dengan Kejadian ISPA.....	39
4.18	Analisis Faktor Suhu Udara dengan Kejadian ISPA.....	40
4.19	Analisis Faktor Kelembapan dengan Kejadian ISPA.....	41
4.20	Analisis Faktor Kelembapan dengan Kejadian ISPA.....	42



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Nomor</b>	<b>Judul Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1	Logbook MBKM <i>by Design</i> FKM UNAIR.....	52
2	Dokumentasi Kegiatan Magang.....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika yang kemudian disingkat BMKG merupakan badan pemerintah non kementerian Indonesia yang memiliki tugas untuk melakukan tugas pemerintahan di bagian meteorologi, klimatologi, dan geofisika. BMKG memiliki peran penting dalam melindungi masyarakat dari ancaman bencana alam, mengamati perubahan iklim, serta memberikan informasi akurat dan terkini kepada pemerintah, sektor bisnis, dan masyarakat umum. Informasi terkait meteorologi, klimatologi, dan geofisika dapat digunakan sebagai informasi pendukung di berbagai bidang lainnya, salah satunya penggunaan informasi kualitas udara dan iklim di bidang kesehatan. Informasi kualitas udara dapat berupa pemantauan partikulat (PM<sub>2.5</sub>), gas rumah kaca, ozon permukaan sulfur dioksida, nitrogen dioksida, SPM, kimia air hujan, dan indeks UV. Adapun monitoring iklim terdiri dari pemantauan curah hujan, suhu, kelembapan, arah angin, hingga perubahan iklim. Salah satu penggunaan informasi kualitas udara dan faktor iklim adalah pengaplikasiannya pada bidang kesehatan dalam menganalisis faktor risiko suatu penyakit yang memiliki keterkaitan dengan faktor lingkungan, seperti kualitas udara dan iklim. Salah satu contoh penyakit yang dipengaruhi oleh faktor iklim dan kualitas udara adalah Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA).

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) adalah infeksi akut yang menyerang salah satu bagian atau lebih dari saluran pernapasan mulai dari hidung sampai alveoli termasuk organ adneksanya yaitu sinus, rongga telinga tengah dan pleura (Mayasari Usman et al., 2019). Kejadian ISPA di Indonesia mencapai 28% dengan 533.187 kasus yang ditemukan pada tahun 2016 dan 18 provinsi diantaranya memiliki prevalensi di atas angka nasional (Kementerian Kesehatan RI, 2017; Suryani, 2021). Adapun pada tahun 2023, data Dinas Kesehatan Jakarta mencatat bahwa selama periode Januari - Juni 2023 terdapat

638.291 kasus ISPA di Jakarta, dengan kasus ISPA terbanyak dilaporkan pada Maret 2023 sebanyak 119.734 kasus dan sempat mengalami penurunan hingga akhirnya meningkat pada bulan Juni sebanyak 102.475 kasus (Muhamad, 2023). ISPA yang terjadi pada saluran pernapasan atas sering ditemui sebagai *common cold*, influenza, sinusitis, tonsilitis, bahkan dapat meluas hingga menyebabkan otitis media. Sementara ISPA yang menyerang saluran pernapasan bawah adalah bronchitis dan pneumonia (Saputri, 2016). Ditinjau melalui konsep segitiga epidemiologi, ISPA disebabkan oleh 3 faktor yang saling berkaitan, yaitu faktor pejamu (*host*), patogen penyebab penyakit (*agent*), dan lingkungan (*environment*). *Agent* penyebab ISPA, seperti virus atau bakteri, dapat menular melalui bakteri yang terbawa dalam droplet yang terhirup melalui droplet penderita yang dikeluarkan melalui bersin atau batuk. Media penularan *agent* penyebab penyakit ini dapat ditularkan melalui droplet yang dikeluarkan melalui batuk atau bersin oleh penderita adalah virus influenza, virus sinsitial, dan rhino virus (Sinuraya, 2017). Masa inkubasi *agent* penyakit berkisar antara 1 hingga 4 hari untuk berkembang dan menyebabkan ISPA pada individu yang ditularkan (Lea, Febriyanti and Trianista, 2022). Hal ini berkaitan faktor lingkungan (*environment*), yaitu kualitas udara lingkungan tersebut. Apabila mikroorganisme di udara terakumulasi dalam jumlah yang banyak, dapat berisiko membahayakan individu. Oleh karena itu, faktor lingkungan sangat menentukan bagaimana transmisi berbagai macam penyakit, termasuk ISPA (Shibata et al., 2014).

Keterkaitan kejadian ISPA dengan faktor kualitas udara dan iklim dapat terjadi melalui adanya pencemaran udara. Pencemaran udara adalah masuknya zat atau komponen lainnya di udara sehingga melewati baku mutu atau standar yang telah ditentukan (Cahyono Eko, 2011). Data World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa pencemaran udara setiap tahunnya menyumbang hampir 7 juta kematian di seluruh dunia. Menurut World Air Quality Report dari IQAir, Indonesia menduduki peringkat pertama negara di ASEAN dengan udara terburuk pada tahun 2022, yaitu  $30.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dimana angka ini 6 kali lebih tinggi dari standar ideal WHO yaitu berkisar antara 0

hingga  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada tahun 2022, Jakarta menduduki peringkat pertama dengan kadar  $\text{PM}_{2.5}$  tertinggi, yaitu sebesar  $36.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  selama 5 tahun berturut-turut (2018-2022) di ASEAN (IQAir, 2022 dalam 2022 World Air Quality Report Region & City  $\text{PM}_{2.5}$  Ranking). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hidayati, Anggiani and Maufikoh (2017) menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara kejadian ISPA dengan faktor kualitas udara  $\text{PM}_{10}$  dan faktor iklim seperti curah hujan, kelembapan, dan suhu. Berdasarkan data observasi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) selama tahun 1981-2018 menyatakan bahwa tren suhu di Indonesia bernilai positif dengan variasi sekitar  $0.03^\circ\text{C}$  setiap tahunnya, yang artinya suhu akan mengalami kenaikan sebesar  $0.03^\circ\text{C}$  setiap tahunnya (BMKG, 2023). Suhu dan kelembapan udara memiliki korelasi yang positif dengan virus pemicu penyakit pernafasan terhadap anak-anak di bagian tenggara Brasil (Vitor Marques Simas et al., 2012). Suhu dapat memengaruhi perubahan organisme patogen seperti protozoa, bakteri dan virus sehingga yang dapat meningkatkan potensi transmisi penyebab penyakit (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004).

## 1.2 Tujuan

### 1.2.1 Tujuan Umum

Menganalisis kadar *particulate matter* (PM) 2.5 dan faktor iklim (suhu dan kelembapan) dengan kejadian ISPA di Jakarta.

### 1.2.2 Tujuan Khusus

1. Mengidentifikasi gambaran umum instansi magang Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta
2. Mengidentifikasi pencapaian *learning outcome* mata kuliah di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga
3. Mengidentifikasi sebaran dan tren kadar *particulate matter* (PM) 2.5 dan faktor iklim (suhu dan kelembapan) di Jakarta tahun 2018-2022

4. Mengidentifikasi sebaran dan tren kejadian ISPA di Jakarta tahun 2021-2022
5. Menganalisis tren kadar kadar *particulate matter* (PM) 2.5 dan faktor iklim (suhu dan kelembapan) dengan kejadian ISPA di Jakarta tahun 2021-2022
6. Mengidentifikasi dampak kadar *particulate matter* (PM) 2.5 dan faktor iklim (suhu dan kelembapan) pada lingkungan dan kesehatan berdasarkan standar baku mutu lingkungan
7. Mengidentifikasi kendala pelaksanaan magang di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta.

### **1.3 Manfaat**

#### **1.3.1 Manfaat Bagi Mahasiswa**

1. Mahasiswa dapat mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama kuliah pada saat melaksanakan magang di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta
2. Mahasiswa mendapatkan pengalaman bekerja di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta
3. Mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan berpikir secara kritis dan analisis penyelesaian suatu masalah dengan berbekal teori yang sudah didapatkan selama perkuliahan.

#### **1.3.2 Manfaat Bagi Perguruan Tinggi**

1. Menjalin kerjasama yang baik antara lembaga perguruan tinggi dengan instansi dalam upaya memberikan bekal bagi mahasiswa untuk mengetahui dunia kerja
2. Menambah referensi gambaran kegiatan di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta.

### **1.3.3 Manfaat Bagi Instansi**

1. Mengetahui gambaran kemampuan serta keterampilan mahasiswa sehingga dapat dijadikan sebagai rekomendasi rekrutmen sumber daya manusia
2. Sebagai jembatan yang memperkenalkan kegiatan lingkungan kerja dengan instansi perguruan tinggi Universitas Airlangga.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)**

##### **2.1.1 Definisi Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)**

Infeksi akut saluran pernapasan (ISPA) merupakan penyakit pernapasan yang terjadi pada salah satu bagian atau lebih dari saluran pernapasan, mulai dari hidung (saluran atas) hingga alveoli (saluran bawah), yang terdiri dari jaringan adneksanya seperti sinus, rongga telinga tengah, dan pleura. Adapun menurut WHO (2017), ISPA adalah penyakit saluran pernapasan atas atau bawah yang dapat menimbulkan penyakit lainnya, baik penyakit tanpa gejala maupun infeksi ringan dan berat yang dipengaruhi oleh patogen penyebabnya (*agent*), faktor lingkungan (*environment*), dan faktor pejamu (*host*). Ditinjau secara anatomis, ISPA dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu ISPA pada bagian pernapasan bawah dan ISPA pada bagian pernapasan atas. ISPA yang terjadi pada bagian pernapasan bawah antara lain bronkitis, bronkiolitis, dan pneumonia. Adapun ISPA yang terjadi pada pernapasan atas terdiri dari influenza, faringitis, dan tonsilitis (Rahajoe, 2010).

##### **2.1.2 Etiologi Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)**

Penyakit ISPA dapat disebabkan oleh beberapa agen penyebab penyakit, seperti bakteri dan virus. Beberapa bakteri penyebab ISPA seperti *Streptokokus*, *Pneumokokus*, *Hemofilus*, dan *Corynebacterium*. Adapun virus penyebab ISPA antara lain berasal dari golongan *Miksovirus*, *Adenovirus*, *Mikoplasma*, *Coronavirus*, dan sebagainya. Umumnya, ISPA pada bagian pernapasan atas disebabkan oleh virus dan ISPA pernapasan bagian bawah dapat disebabkan oleh bakteri, virus, maupun jamur. Patogen penyebab ISPA 90-95% adalah virus (Depkes RI, 2002 dalam Masriadi, 2017). Media penularan agen penyebab penyakit ini dapat ditularkan melalui droplet yang dikeluarkan melalui

batuk atau bersin oleh penderita adalah virus influenza, virus sinsitial, dan rhino virus (Sinuraya, 2017). Selain melalui udara, juga dapat terjadi melalui benda yang terkontaminasi dengan agen penyebab penyakit tersebut. Infeksi melalui udara dapat menular melalui kontak langsung dari penderita, tetapi sebagian besar penyakit disebabkan oleh menghirup udara yang mengandung zat penyebab atau mikroorganismenya penyebab (Masriadi, 2017).

### **2.1.3 Epidemiologi Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)**

Menurut Kemenkes RI (2017), kasus ISPA di Indonesia mencapai 28% dengan 533.187 kasus yang ditemukan pada tahun 2016 dan 18 provinsi diantaranya memiliki prevalensi di atas angka nasional. Ditinjau dari kelompok umur, prevalensi ISPA tertinggi terjadi pada kelompok umur satu sampai empat tahun yaitu sebesar 13,7% (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Kasus ISPA terbanyak di Indonesia yaitu terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Timur 15,4%, Papua 13,1%, Banten 11,9%, Nusa Tenggara Barat 11,7%, Bali 9,7% (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Survei mortalitas yang dilakukan oleh Subdit ISPA tahun 2016 menempatkan ISPA/ISPA sebagai penyebab kematian bayi terbesar di Indonesia dengan persentase 32,10% dari seluruh kematian balita) (Kemenkes RI, 2016). Berdasarkan data World Health Organization (WHO) tahun 2016, jumlah penderita ISPA adalah 59.417 kasus dan memperkirakan pada negara berkembang kasus ISPA berkisar 40-80 kali lebih tinggi daripada negara maju.

## **2.2 Pencemaran Udara**

### **2.2.1 Definisi Pencemaran Udara**

Pencemaran udara diartikan sebagai masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan kesehatan manusia, dan menurunkan kualitas lingkungan. Adapun menurut Soedomo dalam



Cahyono Eko (2011), pencemaran udara Pencemaran udara juga dapat diartikan sebagai perubahan atmosfer karena masuknya zat pencemar buatan atau alami ke atmosfer (Mukono, 2011) adalah ketika zat pencemar masuk ke dalam udara dalam jumlah yang berlebihan, menyebabkan kualitas udara menjadi buruk. Pencemaran udara dapat dikelompokkan menjadi pencemaran udara dalam ruang (*indoor pollution*) dan pencemaran udara di luar ruang (*outdoor pollution*). *Indoor pollution* meliputi segala pencemaran udara di dalam ruangan, seperti di dalam rumah, sekolah, maupun perkantoran, sedangkan *outdoor pollution* meliputi pencemaran yang terjadi di udara ambien. Daerah padat industri dan kota-kota besar biasanya mengalami pencemaran udara karena gas yang mengandung zat di atas batas yang telah ditetapkan oleh peraturan (Oktora, 2008).

*Particulate Matter* (PM<sub>2.5</sub>) merupakan partikel udara yang berukuran kurang atau sama dengan 2.5 mikron. Berikut merupakan standar terkait kadar PM<sub>2.5</sub> menurut Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).

Tabel 2.1 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) PM<sub>2.5</sub>

ISPU	24 jam PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Keterangan
0-50	0-15,5 µg/m <sup>3</sup>	Baik
51-100	15,6-55,4 µg/m <sup>3</sup>	Sedang
101-200	55,5-150,4 µg/m <sup>3</sup>	Tidak Sehat
201-300	150,5-250,4 µg/m <sup>3</sup>	Sangat Tidak Sehat
>300	> 500 µg/m <sup>3</sup>	Berbahaya

Sumber: (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2023, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara )

Tabel 2.2 Standar Baku Mutu Debu Partikulat PM<sub>2.5</sub>

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
Debu Partikulat (PM <sub>2.5</sub> )	24 jam	55 µg/m <sup>3</sup>
	Tahunan	15 µg/m <sup>3</sup>

Sumber: Kementerian Kesehatan, 2023

## 2.2.2 Sumber Pencemaran Udara

Pencemaran udara lazim dijumpai di kota-kota besar di Indonesia yang disebabkan karena banyaknya aktivitas industri dan kepadatan hunian yang relatif lebih tinggi daripada kota-kota yang lebih kecil. Sumber pencemaran udara dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori sebagai berikut (Wardoyo, 2016).

1. Polutan primer, merupakan polutan yang dihasilkan langsung dari sumber tertentu, baik berupa polutan gas (senyawa karbon, sulfur, nitrogen, halogen) maupun polutan partikulat atau partikel yang memiliki karakteristik baik zat padat/cair/suspensi udara (PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub>).
2. Polutan sekunder, merupakan polutan yang bersumber dari hasil reaksi dari dua atau lebih bahan kimia yang ada di udara, seperti reaksi fotokimia. Ozon, formaldehid, dan Peroxyacyl Nitrat (PAN) adalah beberapa contoh polutan sekunder yang memiliki sifat fisik dan kimia yang tidak stabil.

## 2.3 Faktor Iklim

### 2.3.1 Definisi Iklim

Iklim adalah rata-rata keadaan cuaca dalam jangka waktu yang cukup lama dan bersifat tetap, sedangkan cuaca adalah keadaan atmosfer dalam waktu tertentu yang dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu. Adapun meteorologi adalah ilmu yang menekankan proses fisika yang terjadi di atmosfer misalnya hujan, angin, dan suhu (Fadholi, 2013; Kartasapoetra and Gunarsih, 2017).

### 2.3.2 Unsur-Unsur Iklim

Komponen penyusun iklim terdiri dari beberapa unsur sebagai berikut.

#### 1. Suhu Udara

Suhu udara merupakan suatu keadaan panas atau dinginnya suatu tempat pada waktu tertentu yang berhubungan dengan parameter lain, salah satunya adalah kelembapan udara. Suhu udara juga merupakan salah satu parameter penting yang diukur oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika dapat memberikan informasi terkait dengan iklim. Suhu udara permukaan adalah suhu udara yang diukur pada ketinggian 1,25 - 2 m dari permukaan tanah (Wiweka, 2014). Suhu udara akan selalu berfluktuasi yang disebabkan oleh pertukaran energi yang ada di atmosfer. Pada siang hari, radiasi dari matahari akan diabsorpsi oleh gas dan partikel yang berada di atmosfer. Suhu permukaan nantinya akan dapat berpengaruh terhadap jumlah energi yang digunakan untuk memindahkan panas dari permukaan ke udara. Suhu udara dapat dipengaruhi oleh kontur suatu wilayah, seperti kerapatan vegetasi (banyaknya tumbuhan yang tumbuh di suatu wilayah tertentu). Semakin rendah kerapatan vegetasi akan berdampak pada peningkatan suhu udara permukaan, dan sebaliknya (Dede et al., 2019). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, nilai ambang batas (NAB) suhu udara yang optimal adalah 20°C hingga 30°C.

## 2. Kelembapan Udara

Kelembapan udara juga didefinisikan sebagai banyaknya uap air dalam udara. Semakin tinggi kelembapan udara akan semakin tinggi uap air yang terkandung di udara. Kelembapan udara memiliki sifat berbanding terbalik dengan suhu udara. Apabila suhu udara tinggi, kelembapan akan cenderung rendah, dan sebaliknya. Uap air yang terkandung dalam udara akan menyerap radiasi bumi yang dengan sendirinya akan mengatur suhu udara (Pudul, Timpua and Katiandagho, 2013). Kelembapan udara juga merupakan salah satu faktor yang berkaitan dengan kondisi curah hujan. Perkembangan organisme penyebab penyakit berkaitan erat dengan tingkat kelembapan musiman (Kartasapoetra and Gunarsih, 2017). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, nilai ambang batas (NAB) kelembapan udara yang optimal adalah 40% hingga 70%.

### **2.4 Keterkaitan Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)**

#### **2.4.1 Keterkaitan Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)**

*Particulate Matter* (PM<sub>2.5</sub>) merupakan partikel udara yang berukuran kurang atau sama dengan 2.5 mikron. Melihat ukurannya yang sangat kecil, hal ini mempermudah partikel tersebut masuk ke dalam saluran pernapasan bawah dan tertahan oleh mukosa di trakeobronkial atau saluran pernapasan bawah. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya infeksi saluran pernapasan apabila terpapar dan terakumulasi dalam

jangka waktu yang lama dan berpotensi menyebabkan kejadian ISPA. Selain itu, partikel debu dengan ukuran yang lebih kecil dari 0,1 mikron cenderung tetap melayang di dalam paru-paru karena ukuran dan massanya yang sangat kecil. Beberapa standar terkait kadar *Particulate Matter 2.5* (PM<sub>2.5</sub>) antara lain adalah Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

#### **2.4.2 Keterkaitan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)**

Perubahan suhu dan kelembapan udara dapat berpengaruh kelangsungan hidup mikroorganisme patogen pneumonia. Pada suhu 31°C – 37°C, bakteri *Streptococcus pneumoniae* dapat bertumbuh dengan baik (Liu et al., 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Ernyasih, Fajrini and Latifah (2018) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara suhu udara dengan kejadian ISPA, dimana semakin rendah suhu udara, semakin tinggi kejadian ISPA. Suhu juga dapat berpengaruh terhadap perubahan organisme patogen, seperti bakteri, virus, dan protozoa. Perkembangan mikroorganisme penyebab ISPA juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, salah satunya adalah kelembapan. Pada kelembapan < 25% dan > 80% merupakan kelembapan optimal untuk pertumbuhan bakteri *Mycoplasma pneumoniae* (Liu et al., 2016). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ernyasih, Fajrini and Latifah (2018) bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kelembapan dengan kejadian ISPA. Suhu dan kelembapan udara berkorelasi positif dengan virus penyakit pernapasan anak-anak di bagian Tenggara Brazil (Vitor Marques Simas et al., 2012).

Faktor kelembapan juga berkaitan dengan curah hujan di suatu wilayah. Curah hujan yang tinggi mengakibatkan udara di sekitarnya cenderung menjadi lebih dingin dan lembab. Kondisi inilah yang dapat meningkatkan kejadian penyakit infeksi, termasuk ISPA. Selain itu,

curah hujan yang tinggi juga mengakibatkan tingkat kelembapan dalam rumah meningkat, sehingga berpotensi dalam menyebabkan kejadian ISPA terlebih pada penduduk yang tinggal di kawasan padat dengan sirkulasi dan sanitasi yang kurang baik. Hal ini juga dapat mempercepat penularan infeksi satu sama lain (*cross infection*).

### BAB III METODE PELAKSANAAN

#### 3.1 Lokasi MBKM *by Design* FKM UNAIR

Pelaksanaan kegiatan kerja praktik atau magang ini dilaksanakan di kantor Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta yang beralamat di Jl. Angkasa I No. 2, Kemayoran Jakarta Pusat, Jakarta 10610. Telepon (021)196. Email: [cc196@bmkgo.go.id](mailto:cc196@bmkgo.go.id).

#### 3.2 Waktu Pelaksanaan MBKM *by Design* FKM UNAIR

Pelaksanaan kegiatan magang MBKM *by Design* FKM UNAIR di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta dilaksanakan selama 3 bulan, dimulai dari tanggal 2 Oktober 2023 sampai dengan 29 Desember 2023.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan MBKM *by Design* FKM UNAIR di BMKG Jakarta

No.	Jenis Kegiatan	Agu	Sept	Okt				Nov				Des				
		IV	I - IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
1.	Pengajuan Proposal Magang															
2.	Perkuliahan semester 7															
3.	Melakukan studi literatur terkait topik skripsi dan metode yang akan digunakan															
4.	Mempelajari dasar statistika															

5.	Mempelajari analisis statistika																
6.	Mempelajari dasar pemetaan dan analisis spasial menggunakan aplikasi QGIS																
7.	Mempelajari pengolahan data menggunakan aplikasi Python																
8.	Pengajuan data penelitian awal kepada pihak instansi terkait																
9.	Mempelajari data dan dokumen yang terkait dengan kualitas udara dan faktor iklim yang ada di BMKG Jakarta																
10.	Pemaparan progress MBKM (Ujian Tengah Semester)																
11.	Pembuatan laporan magang																



12.	Pemaparan hasil laporan magang (Ujian Akhir Semester)																	
-----	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### 3.3 Metode Pelaksanaan MBKM *by Design* FKM UNAIR

Kerja praktik atau magang merupakan kegiatan pengamatan dan pengaplikasian ilmu di instansi terkait atau di industri yang mencakup aktivitas antara lain sebagai berikut:

1. Pengenalan lingkungan kerja dan budaya di tempat praktik magang serta penyesuaian diri
2. Partisipasi aktif dengan ikut serta dalam pelaksanaan kegiatan tertentu
3. Melakukan analisis dari kegiatan yang dilakukan selama magang
4. Studi literatur untuk memperoleh teori yang berkaitan dengan permasalahan kesehatan lingkungan yang ada

### 3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

#### 3.4.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada kegiatan magang ini berasal dari data sekunder. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian berasal dari data Dinas Kesehatan Jakarta, Kementerian Kesehatan, dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta. Selain itu, dalam penelitian ini juga melakukan studi literatur yang digunakan untuk mendukung penelitian sebagai dasar topik yang diangkat.

#### 3.4.2. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan pemrograman Python, baik dalam mengolah data awal (*re-gridding* dan konversi format file NetCDF) maupun analisis univariat (pemetaan dan grafik tren). Adapun teknik pengolahan data terbagi menjadi 2 kategori, yaitu pengolahan data

kadar *particulate matter* (PM) 2.5 dan faktor iklim (suhu dan kelembapan), serta pengolahan data kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) di Jakarta tahun 2018-2022.

**A. Pengolahan Data Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan)**

1. Mengunduh data re-analisis kadar PM<sub>2.5</sub> ambien dan faktor iklim suhu dan kelembapan di website ECMWF (*The European Centre for Medium-Range Weather Forecast*)
2. Melakukan *re-gridding* data *re-analysis* untuk mendapatkan nilai pada setiap titik wilayah yang diinginkan dengan mengubah resolusi/*grid* data dari 0.25° menjadi 0.05°.
3. Mengonversi format file NetCDF menjadi Excel atau CSV untuk melihat bentuk data yang telah dilakukan *re-gridding*
4. Melakukan pemetaan sebaran dan grafik tren (*time series* dan siklus rata-rata tahunan) kadar PM<sub>2.5</sub> dan faktor iklim suhu dan kelembapan
5. Menetapkan data sekunder yang akan dianalisis secara spasial dan grafik tren
6. Melakukan analisis univariat (eksplorasi data spasial, sebaran, dan tren) kadar PM<sub>2.5</sub>, faktor iklim (suhu dan kelembapan), dan jumlah kejadian ISPA di Jakarta tahun 2021-2022.

**B. Pengolahan Data Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)**

1. Pengajuan permohonan data awal ke Dinas Kesehatan Jakarta dan Kementerian Kesehatan RI
2. Melakukan rekap data jumlah kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) di Jakarta tahun 2018-2022 per kabupaten/kota dan bulanan
3. Melakukan pemetaan sebaran dan grafik tren (*time series* dan siklus rata-rata tahunan) jumlah kejadian Infeksi Saluran

Pernapasan Akut (ISPA) di Jakarta tahun 2018-2022 per kabupaten/kota dan bulanan

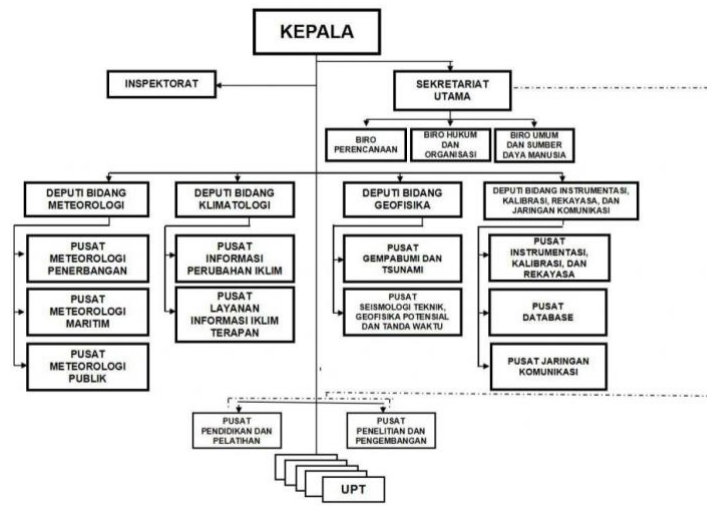
4. Menetapkan data sekunder yang akan dianalisis secara spasial dan grafik tren
5. Melakukan analisis univariat (eksplorasi data spasial, sebaran, dan tren) kadar  $PM_{2.5}$  ambien, faktor iklim (suhu dan kelembapan), dan jumlah kejadian ISPA di Jakarta tahun 2021-2022.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum Instansi

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) merupakan badan pemerintah non kementerian Indonesia yang memiliki tugas untuk melakukan tugas pemerintahan di bagian meteorologi, klimatologi dan geofisika yang bertanggung jawab untuk memantau dan menyediakan informasi terkait iklim, cuaca, dan geofisika di seluruh wilayah Indonesia. BMKG memiliki peran penting dalam melindungi masyarakat dari ancaman bencana alam, mengamati perubahan iklim, serta memberikan informasi akurat dan terkini kepada pihak eksternal lainnya dan masyarakat umum. Dalam menyediakan informasi iklim, cuaca, dan geofisika di beberapa wilayah melalui jaringan stasiun pemantau cuaca dan iklim yang tersebar di wilayah Indonesia, termasuk stasiun pemantauan yang terletak di Jakarta. Beberapa stasiun pemantauan yang terdapat di Jakarta antara lain Tangerang, Tanjung Priuk, Kemayoran, dan Halim Perdana Kusuma.

#### 4.1.1 Struktur Organisasi Instansi



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta

## **4.2 Pembelajaran Pencapaian *Learning Outcome* Mata Kuliah**

### **4.2.1 Instrumentasi dan Observasi Lingkungan (Praktikum)**

Pada mata kuliah Instrumentasi dan Observasi Lingkungan (Praktikum) dijelaskan mengenai materi pengukuran kualitas udara PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub> dalam ruang dan luar ruang menggunakan alat HAZ-DUST EPAM 5000. Standar kualitas udara yang digunakan di Departemen Kesehatan Lingkungan dalam materi tersebut adalah berasal dari Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Adapun di BMKG Jakarta, pengukuran kualitas udara PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, dan SO<sub>2</sub> dilakukan pengukuran udara ambien sehingga alat yang digunakan lebih canggih dan ditempatkan di beberapa titik stasiun di wilayah Jakarta. Adapun standar yang digunakan berasal dari ISPU Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara. Selain itu, dikaji pula hubungan kualitas udara (PM<sub>2.5</sub>) dengan dampak terhadap kesehatan, salah satunya adalah penyakit ISPA.

### **4.2.2 Pengelolaan Lingkungan Hidup**

#### **1. Pencemaran Udara**

Dalam mata kuliah Pengelolaan Lingkungan Hidup dengan materi pencemaran udara dijelaskan bagaimana pencemaran udara dapat memengaruhi kesehatan masyarakat dan bagaimana standar/nilai ambang batas yang ditetapkan dalam peraturan dengan dampaknya terhadap kesehatan. Pencemaran udara dapat dilihat dari kualitas udara yang telah melewati ambang batas yang telah ditetapkan, dimana BMKG mengacu pada standar nilai ISPU pada setiap indikator udara ambien yang diukur. Adanya perbedaan antara standar baku mutu lingkungan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 tentang

Peraturan Pelaksanaan PP No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan dengan standar ISPU dapat dijadikan perbandingan dalam menentukan tingkat pencemaran udara ambien.

## 2. Program Kampung Iklim (Proklam)

Dalam mata kuliah Pengelolaan Lingkungan Hidup dengan materi program kampung iklim dijelaskan mengenai program kampung iklim yang dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman mengenai perubahan iklim dan dampak yang ditimbulkannya sehingga seluruh pihak terdorong untuk melaksanakan aksi nyata yang dapat memperkuat ketahanan masyarakat menghadapi perubahan iklim serta memberikan kontribusi terhadap upaya pengurangan emisi GRK. BMKG dengan tugasnya menyediakan informasi terkait dengan bidang klimatologi, termasuk dengan kondisi iklim dan kualitas udara termasuk dengan emisi gas rumah kaca (GRK) dapat menjadi salah satu tempat atau sumber informasi yang dapat digunakan dalam mewujudkan tujuan program iklim. Informasi yang diperoleh dari BMKG dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam membuat rencana program kampung iklim, seperti melalui diseminasi perubahan iklim dan upaya pengurangan emisi GRK.

## 3. Pembangunan Berkelanjutan

Dalam mata kuliah Pengelolaan Lingkungan Hidup dengan materi pembangunan berkelanjutan dijelaskan mengenai pembangunan berkelanjutan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Dalam tujuan ke-3 (kehidupan sehat dan sejahtera) dan ke-13 (penanganan perubahan iklim). Salah satu upaya perwujudan tujuan SDGs ke-3 dapat ditinjau dari kualitas udara dan iklim yang dapat berdampak pada kesehatan masyarakat. Kualitas udara yang buruk/pencemaran udara dapat

menyebabkan beberapa penyakit, terlebih pada penyakit pernapasan. Zat-zat berbahaya pada polutan udara yang masuk ke dalam saluran pernapasan dapat memicu iritasi dan infeksi pada saluran pernapasan atau lebih parahnya masuk ke paru-paru. Adapun faktor iklim, seperti suhu, kelembapan, dan curah hujan dapat berkontribusi pada perkembangan dan penyebaran vektor pembawa *agent* penyakit. Hal ini berkaitan dengan tujuan SDGs ke -13 mengenai diseminasi mitigasi perubahan iklim kepada masyarakat luas berdasarkan informasi tren yang telah diolah oleh BMKG.

#### 4.2.3 Sistem Informasi Geografis

Informasi geografis merupakan salah satu aspek penting yang diperhatikan oleh BMKG dalam menyediakan informasi baik bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika. Data yang telah diolah oleh BMKG selanjutnya ditampilkan melalui pemetaan dan grafik lainnya guna mempermudah pembaca dalam memahami informasi yang disampaikan. Pemetaan juga bertujuan untuk melihat persebaran informasi kondisi cuaca, iklim, gempa, tsunami, kualitas udara, dan sebagainya. Dalam bidang layanan informasi iklim terapan terdapat kajian terkait dengan tren kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) dan faktor iklim di Jakarta yang bekerja sama dengan Dinas Kesehatan Jakarta. Seluruh pengolahan data baik data statistik maupun pemetaan di BMKG Pusat sudah dilakukan dengan *software* pemrograman sehingga *output* data yang dihasilkan dapat lebih cepat. Namun, terdapat pula *software* yang pernah digunakan selama perkuliahan Sistem Informasi Geografis (SIG), seperti QGIS dan GeoDA. Oleh karena itu, penerapan mata kuliah Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan dalam membuat pemetaan kualitas udara dan faktor iklim serta kaitannya dengan kasus ISPA di Jakarta.

### 4.3 Identifikasi Tren dan Sebaran Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) di Jakarta Tahun 2018-2022

#### 4.3.1 Unduh Data ECMWF (*The European Centre for Medium-Range Weather Forecast*) Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) di Jakarta Tahun 2018-2022

Data kadar PM<sub>2.5</sub> dapat diunduh melalui situs ECMWF dengan tata cara sebagai berikut.

1. Membuka situs dan membuat akun ECMWF EAC4 <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-reanalysis-eac4-monthly?tab=overview>. Lalu, klik "Download Data"
2. Pada bagian *variable*, pilih data yang diinginkan. Dalam penelitian ini menggunakan data *Particulate Matter* (PM)<sub>2.5</sub>
3. Pada bagian *pressure level* dan *model level* digunakan dalam variabel multi level. Dalam penelitian ini menggunakan variabel *single level* PM<sub>2.5</sub>
4. Pada bagian *year*, klik tahun yang diinginkan untuk mendapatkan data tahunan. Dalam penelitian ini menggunakan tahun 2018-2022
5. Pada bagian *month*, klik bulan yang diinginkan untuk mendapatkan data bulanan. Dalam penelitian ini menggunakan 12 bulan
6. Pada bagian *product type*, klik "Monthly mean" untuk mendapatkan data rata-rata bulanan atau "Monthly mean by hour of day" untuk mendapatkan rata-rata bulanan per jam
7. Pada bagian *time*, klik waktu yang diinginkan untuk mendapatkan data per jam
8. Pada bagian *geographical area*, klik "Sub-region extraction" dan input titik koordinat sesuai wilayah yang diinginkan. Titik koordinat dapat diperoleh dari situs [https://gnome.orr.noaa.gov/goods/tools/GSHHS/coast\\_subset](https://gnome.orr.noaa.gov/goods/tools/GSHHS/coast_subset)
9. Pada bagian *format*, klik "NetCDF (Experimental)" untuk mendapatkan format file .nc dan klik "Submit"



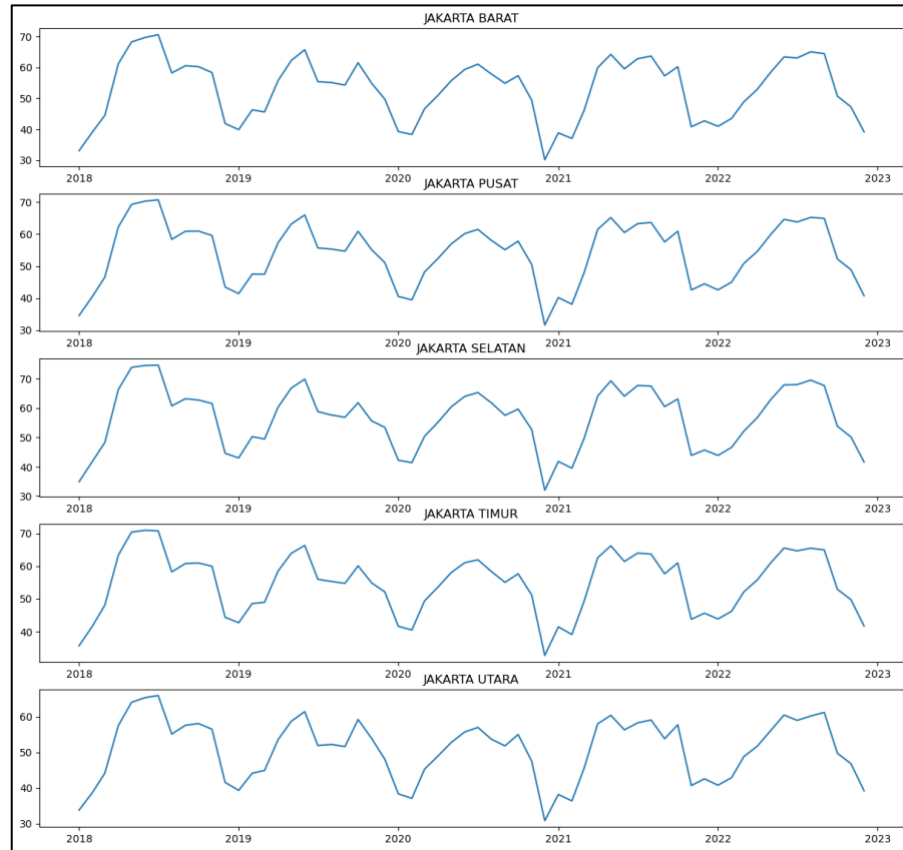
10. Apabila proses pengunduhan telah selesai, file .nc siap diolah

Data suhu udara dan kelembapan dapat diunduh melalui situs ECMWF dengan tata cara sebagai berikut.

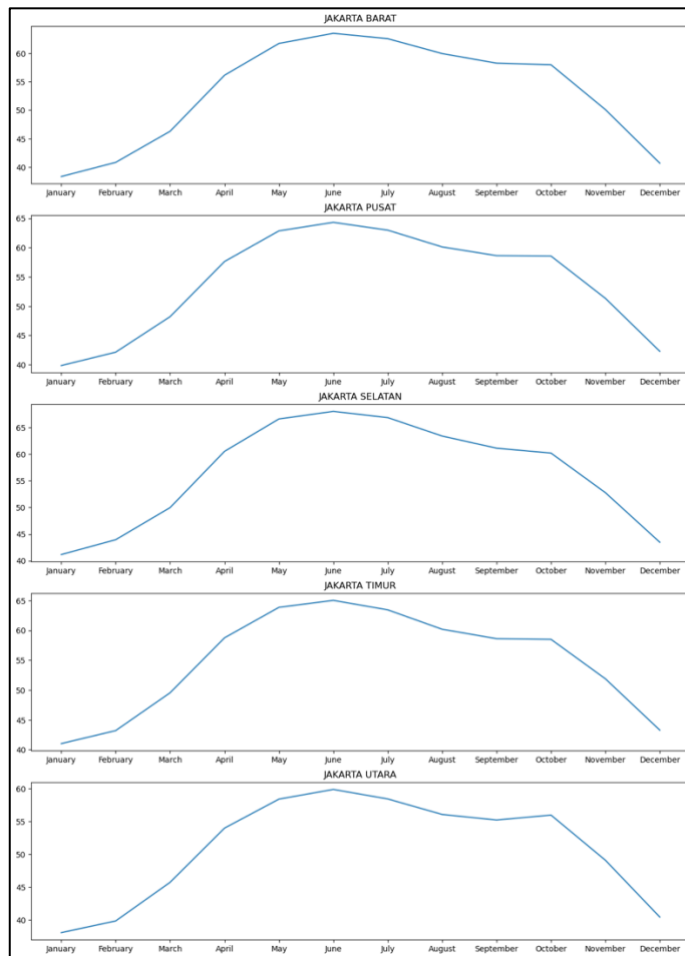
1. Membuka situs dan membuat akun ECMWF ERA5 <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels-monthly-means?tab=form>. Lalu, klik "Download Data"
2. Pada bagian *product type*, klik "Monthly-averaged reanalysis" untuk mengunduh data rata-rata bulanan
3. Pada bagian *variable*, pilih data yang diinginkan. Dalam penelitian ini menggunakan data *2m temperature* dan *2m dewpoint temperature*
4. Pada bagian *year*, klik tahun yang diinginkan untuk mendapatkan data tahunan. Dalam penelitian ini menggunakan tahun 2018-2022
5. Pada bagian *month*, klik bulan yang diinginkan untuk mendapatkan data bulanan. Dalam penelitian ini menggunakan 12 bulan
6. Pada bagian *time*, klik waktu yang diinginkan untuk mendapatkan data per jam
7. Pada bagian *geographical area*, klik "Sub-region extraction" dan input titik koordinat sesuai wilayah yang diinginkan. Titik koordinat dapat diperoleh dari situs [https://gnome.orr.noaa.gov/goods/tools/GSHHS/coast\\_subset](https://gnome.orr.noaa.gov/goods/tools/GSHHS/coast_subset)
8. Pada bagian *format*, klik "NetCDF (Experimental)" untuk mendapatkan format file .nc dan klik "Submit"
9. Apabila proses pengunduhan telah selesai, file .nc siap diolah

### 4.3.2 Tren Grafik Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) di Jakarta Tahun 2018-2022

#### A. Tren Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 di Jakarta Tahun 2018-2022



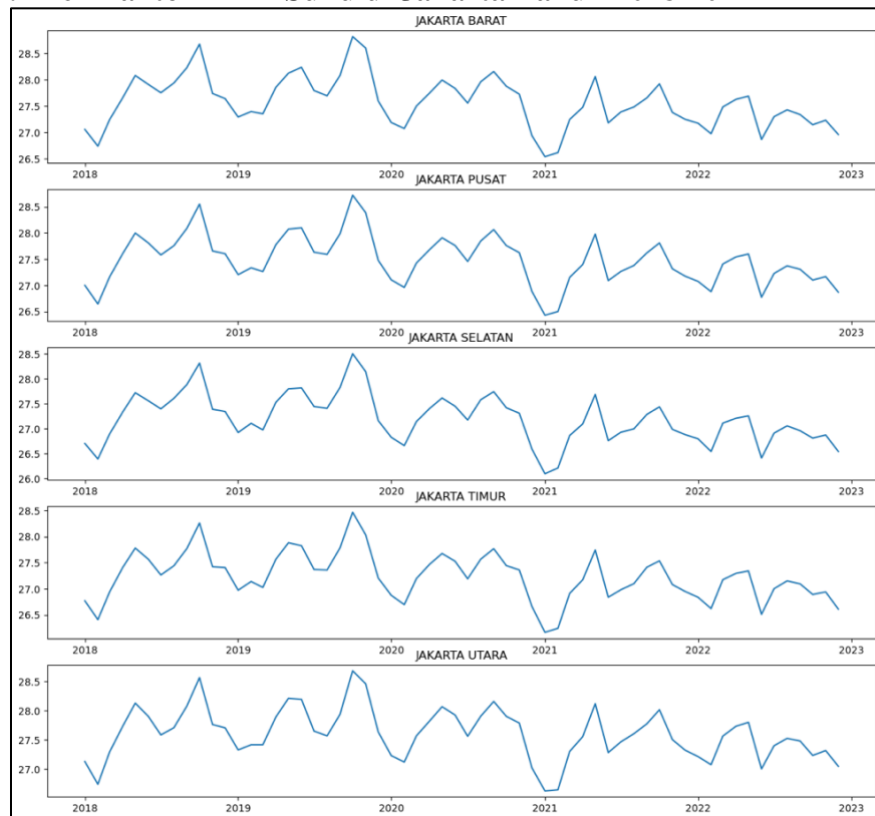
Gambar 4.2 Grafik *Time Series* Kadar PM<sub>2.5</sub> di Jakarta Tahun 2018-2022



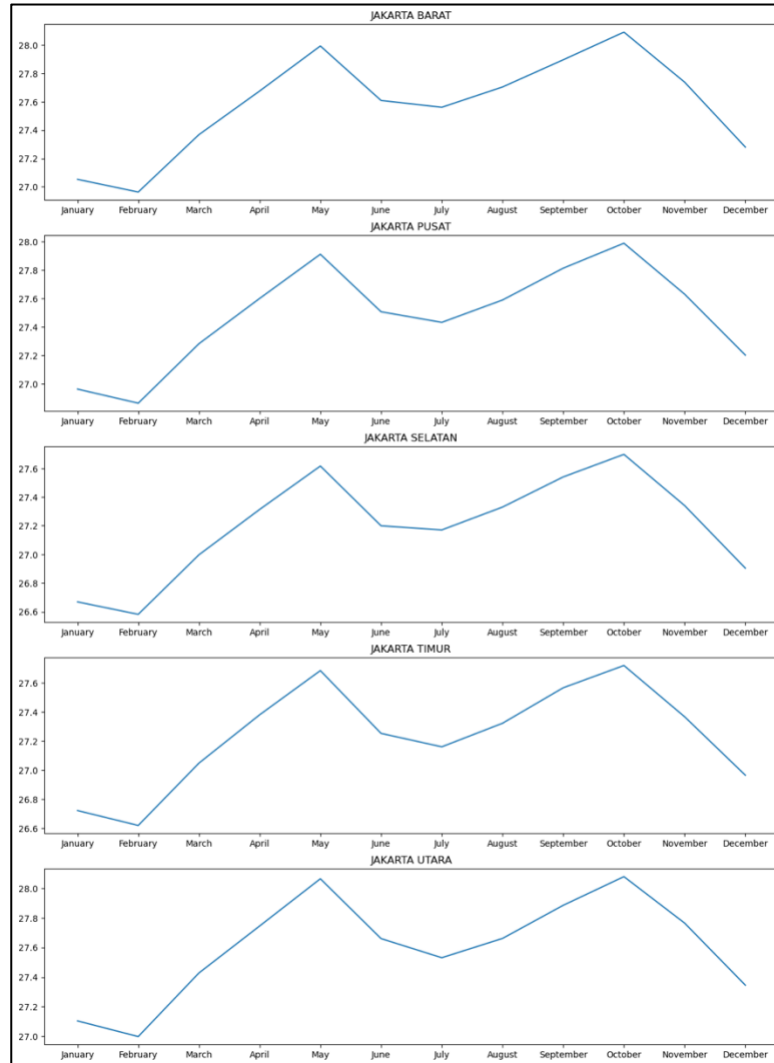
Gambar 4.3 Siklus Rata-Rata Tahunan Kadar PM<sub>2.5</sub> di Jakarta Tahun 2018-2022

Berdasarkan gambar 4.3, diketahui bahwa peningkatan kadar PM<sub>2.5</sub> terjadi mulai bulan Januari hingga Juni dan terjadi penurunan mulai bulan Juli hingga Desember di tiap kota administrasi Jakarta. Siklus ini membentuk pola yang cenderung sama setiap tahunnya seperti grafik *time series* tahun 2018-2022 pada gambar 4.2.

### B. Tren Faktor Iklim Suhu di Jakarta Tahun 2018-2022



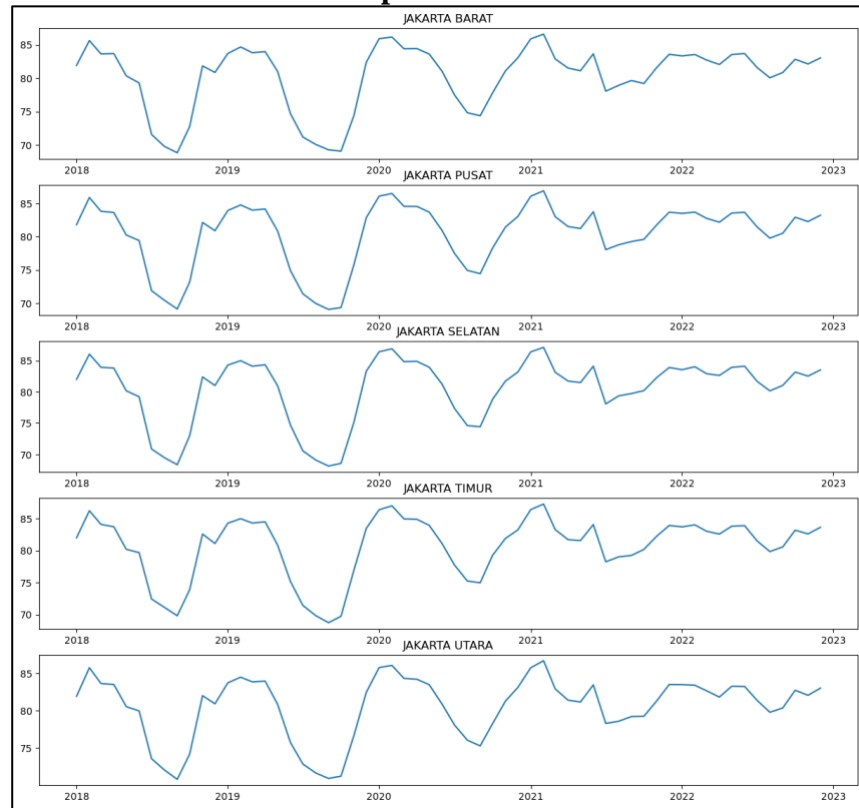
Gambar 4.4 Grafik *Time Series* Suhu Udara di Jakarta Tahun 2018-2022



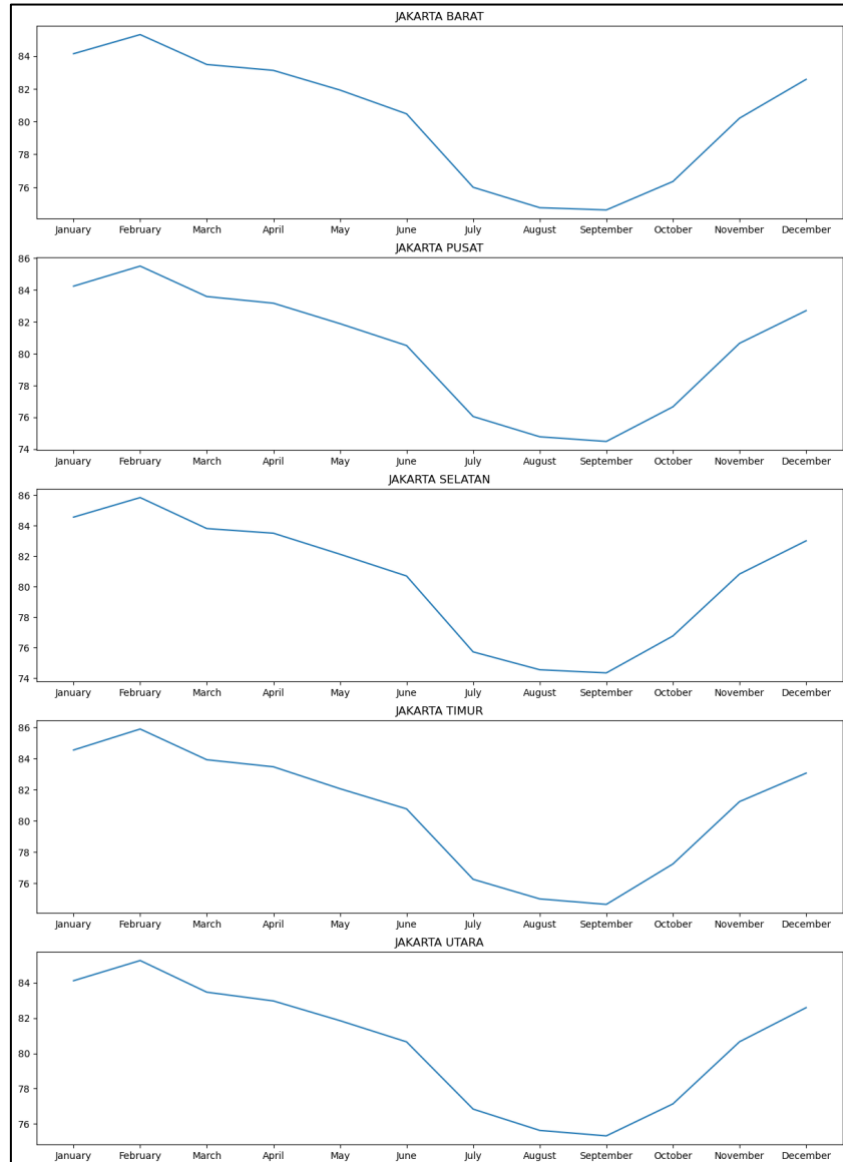
Gambar 4.5 Siklus Rata-Rata Tahunan Suhu Udara di Jakarta Tahun 2018-2022

Berdasarkan gambar 4.5, diketahui bahwa suhu udara mulai meningkat pada bulan Februari dan Juli dengan puncak tertinggi di tiap kota administrasi Jakarta berada di bulan Mei dan Oktober. Tren suhu udara cenderung seirama dengan tren kadar  $PM_{2.5}$ , dimana pada bulan Februari hingga Mei suhu udara mengalami peningkatan dan pada bulan Januari hingga Juni kadar  $PM_{2.5}$  mengalami peningkatan. Siklus ini membentuk pola seperti pada gambar 4.4 yang menunjukkan grafik *time series* suhu udara tahun 2018-2022. Dalam grafik tersebut juga diketahui bahwa mulai tahun 2021 suhu udara menurun hingga akhir tahun 2022.

### C. Tren Faktor Iklim Kelembapan di Jakarta Tahun 2018-2022



Gambar 4.6 Grafik *Time Series* Kelembapan di Jakarta Tahun 2018-2022



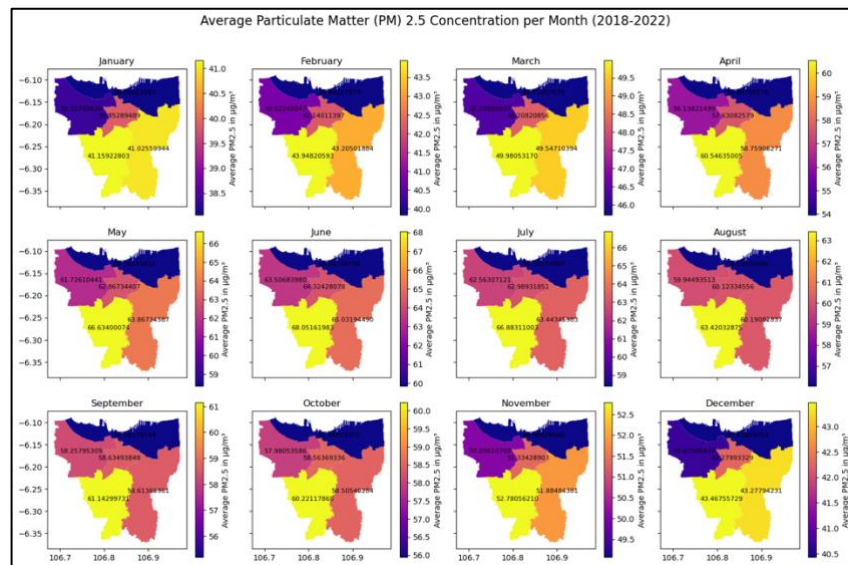
Gambar 4.7 Siklus Rata-Rata Tahunan Kelembapan di Jakarta Tahun 2018-2022

Berdasarkan gambar 4.7, diketahui bahwa kelembapan mulai meningkat pada bulan September dengan puncak tertinggi di tiap kota administrasi Jakarta berada di bulan Februari. Lalu, terjadi penurunan mulai dari bulan Februari hingga September. Tren kelembapan memiliki fase yang berkebalikan dengan suhu udara, dimana disaat kelembapan mengalami peningkatan, tren suhu udara cenderung mengalami penurunan. Hal ini dapat terlihat pada bulan Oktober hingga Desember di tiap kota administrasi Jakarta. Selain itu, dalam grafik *time*

series pada gambar 4.6 diketahui bahwa mulai tahun 2021 kelembapan meningkat hingga akhir tahun 2022.

### 4.3.3 Gambaran Spasial Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) di Jakarta Tahun 2018-2022

#### A. Gambaran Spasial Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 di Jakarta Tahun 2018-2022

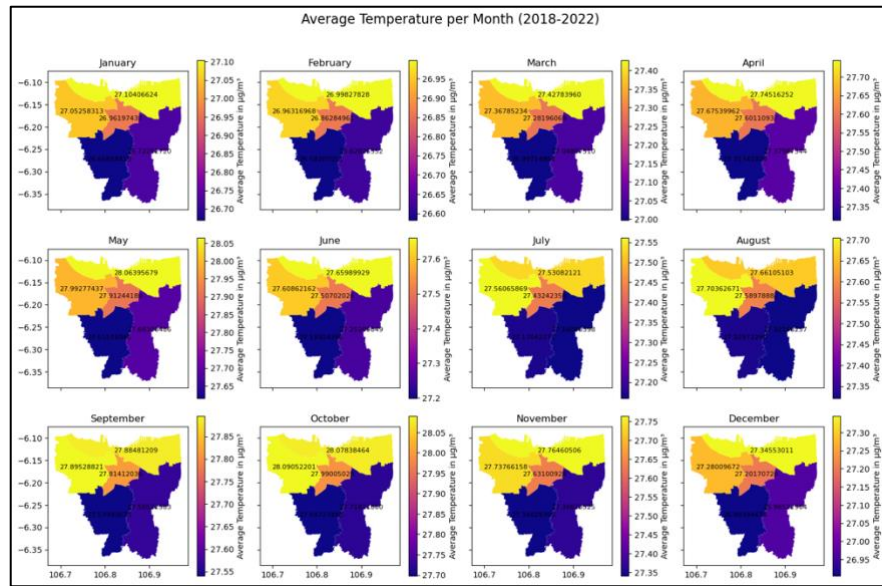


Gambar 4.8 Peta Sebaran Kadar PM<sub>2.5</sub> di Jakarta Tahun 2018-2022

Berdasarkan gambar 4.8, diketahui bahwa rata-rata kadar PM<sub>2.5</sub> selama 5 tahun (2018-2022) tertinggi berada di wilayah Jakarta Selatan ( $68.05\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pada bulan Juni dan terendah berada di wilayah Jakarta Utara ( $38.06\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pada bulan Januari. Kadar PM<sub>2.5</sub> di wilayah Jakarta Selatan tergolong dalam kategori "tidak sehat", sedangkan kadar PM<sub>2.5</sub> di wilayah Jakarta Utara tergolong dalam kategori "sedang" menurut standar ISPU yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Salah satu faktor yang menyebabkan wilayah Jakarta Utara memiliki kadar PM<sub>2.5</sub> yang cenderung rendah karena berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Adapun untuk wilayah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur berbatasan dengan Provinsi Jawa Barat, dimana pada provinsi tersebut terdapat beberapa industri yang berkontribusi terhadap peningkatan kadar PM<sub>2.5</sub>.



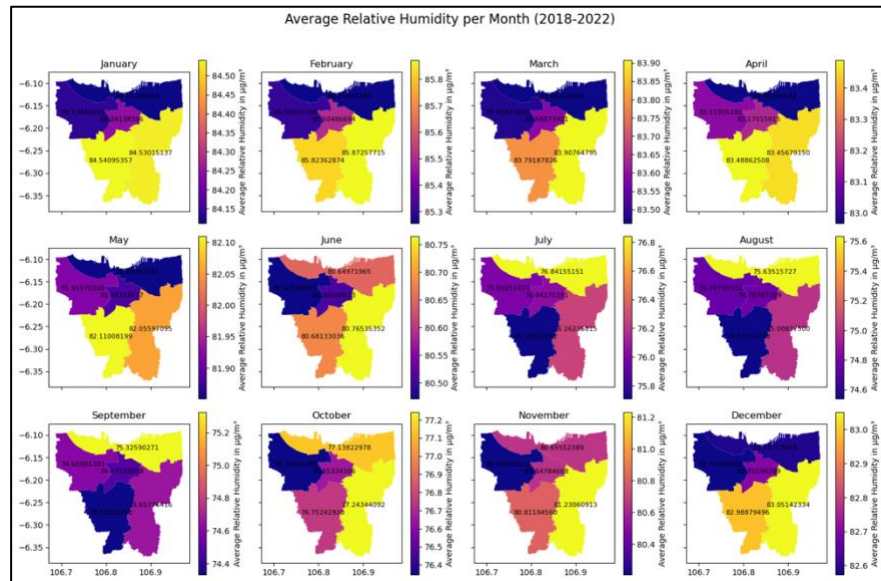
## B. Gambaran Spasial Suhu Udara di Jakarta Tahun 2018-2022



Gambar 4.9 Peta Sebaran Tingkat Suhu Udara di Jakarta Tahun 2018-2022

Berdasarkan gambar 4.9, diketahui bahwa rata-rata suhu udara selama 5 tahun (2018-2022) tertinggi berada di wilayah Jakarta Utara dan terendah mayoritas berada di wilayah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur. Adapun suhu udara di Jakarta berkisar antara 27°C - 28°C, dimana rata-rata suhu udara tertinggi berada di bulan Mei dan Oktober. Salah satu penyebab suhu udara yang tinggi di Jakarta Utara karena berbatasan langsung dengan Laut Jawa dan memiliki daratan yang lebih rendah dibandingkan dengan wilayah Jakarta lainnya. Suhu tersebut masih dalam nilai ambang batas yang ditentukan oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023, dimana NAB suhu udara berkisar antara 20°C - 30°C.

### C. Gambaran Spasial Kelembapan di Jakarta Tahun 2018-2022

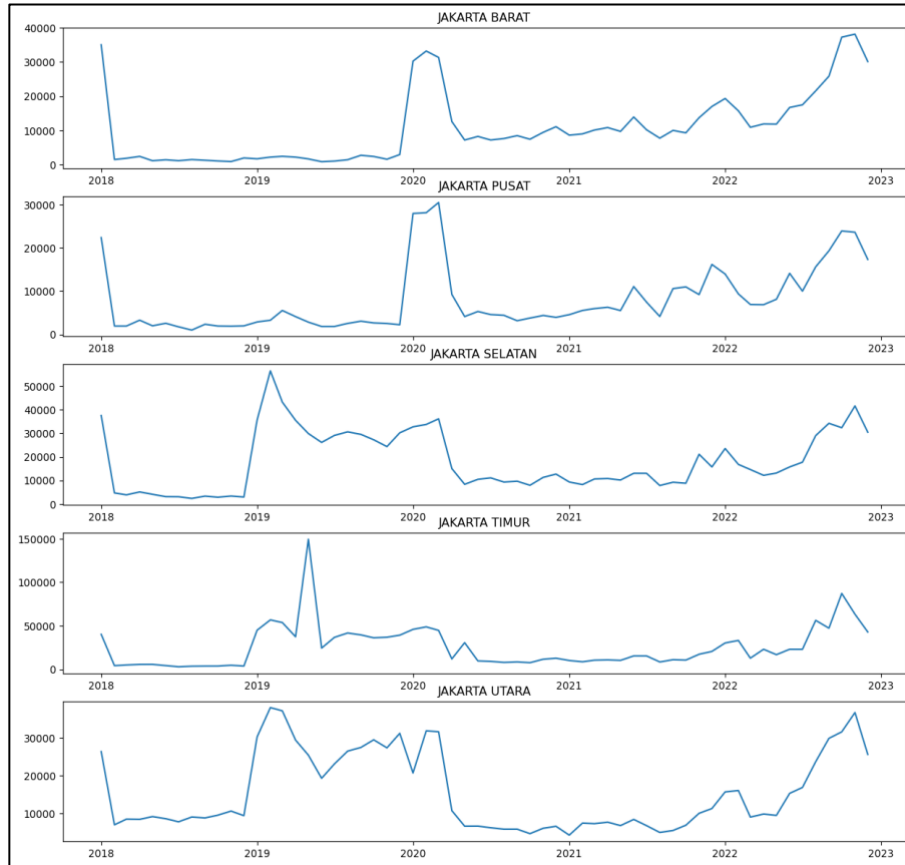


Gambar 4.10 Peta Sebaran Kelembapan di Jakarta Tahun 2018-2022

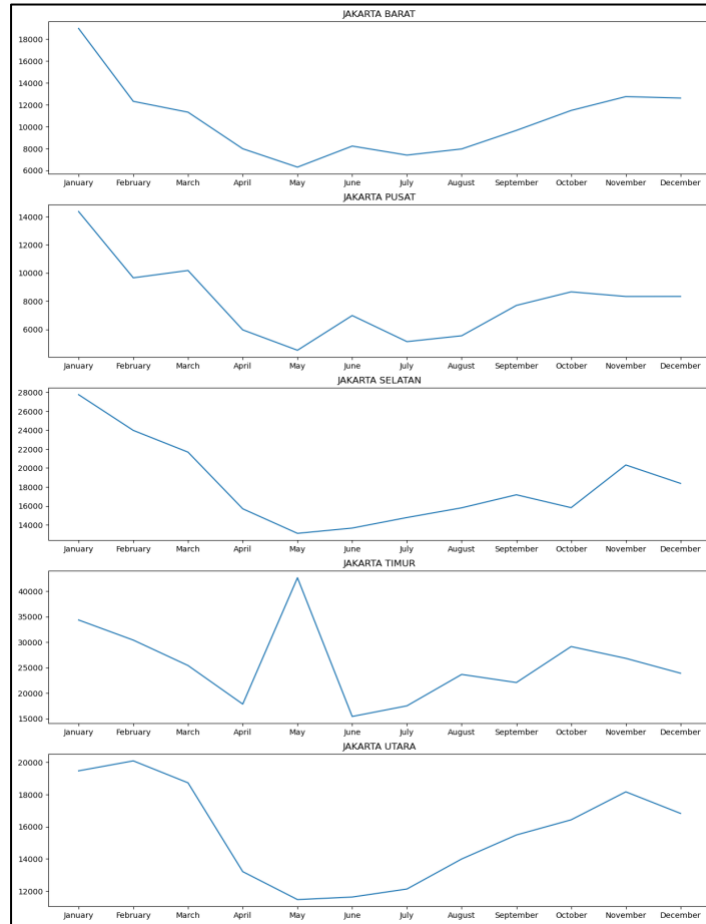
Berdasarkan gambar 4.10, diketahui bahwa rata-rata kelembapan selama 5 tahun (2018-2022) tertinggi berada di wilayah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur sebesar 74.33% dan terendah mayoritas berada di wilayah Jakarta Utara sebesar 85.25%. Berkebalikan dengan suhu, tingkat kelembapan yang rendah cenderung terjadi di wilayah dengan suhu yang tinggi, dan sebaliknya. Adapun tingkat kelembapan udara di Jakarta berkisar antara 75% - 85%, dimana rata-rata kelembapan tertinggi selama 5 tahun terjadi di bulan Februari, yaitu 85.8%. Tingkat kelembapan udara di Jakarta dapat dikatakan telah melewati ambang batas kelembapan udara yang telah ditetapkan oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023, yaitu berkisar antara 40% - 70%.

#### 4.4 Identifikasi Tren dan Sebaran Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022

##### 4.4.1 Tren Grafik Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022



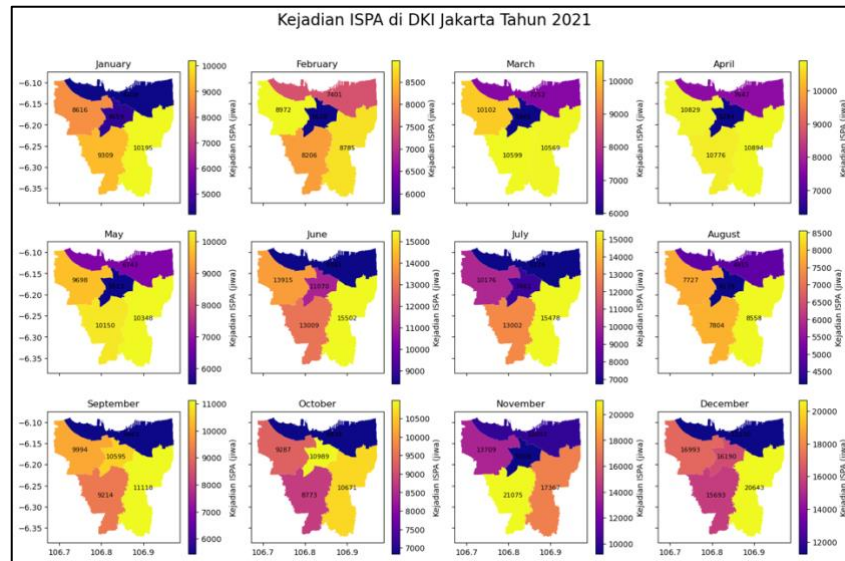
Gambar 4.11 Grafik *Time Series* Jumlah Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022



Gambar 4.12 Siklus Rata-Rata Tahunan Jumlah Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022

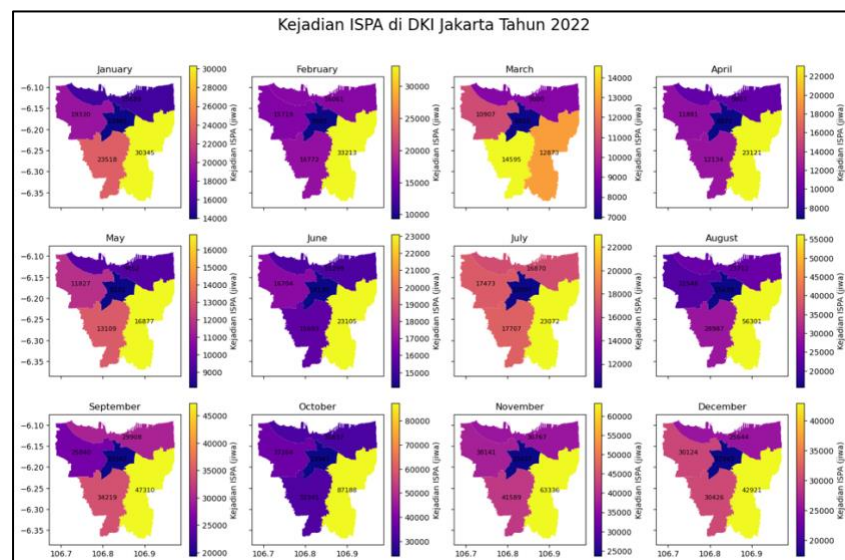
Berdasarkan gambar 4.12, diketahui bahwa jumlah kejadian ISPA di tiap wilayah memiliki pola yang cukup berbeda, khususnya di Jakarta Utara dan Jakarta Timur. Namun, mayoritas wilayah mengalami kenaikan jumlah kejadian ISPA pada bulan Juli dengan puncak tertinggi di bulan Januari dan penurunan jumlah kejadian ISPA cenderung terjadi pada bulan Januari hingga Juni. Siklus ini membentuk pola seperti grafik *time series* pada gambar 4.11, yaitu cenderung memiliki pola yang fluktuatif. Dalam grafik *time series* juga diketahui bahwa mulai tahun 2021 jumlah kejadian ISPA di tiap kota administrasi Jakarta mengalami peningkatan hingga akhir tahun 2022.

#### 4.4.2 Gambaran Spasial Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022



Gambar 4.13 Peta Sebaran Jumlah Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021

Berdasarkan gambar 4.13, diketahui bahwa jumlah kejadian ISPA tahun 2021 tertinggi berada di wilayah Jakarta Selatan (21.075 kasus) pada bulan November dan jumlah kejadian ISPA terendah mayoritas berada di wilayah Jakarta Utara (4.029) pada bulan Januari.

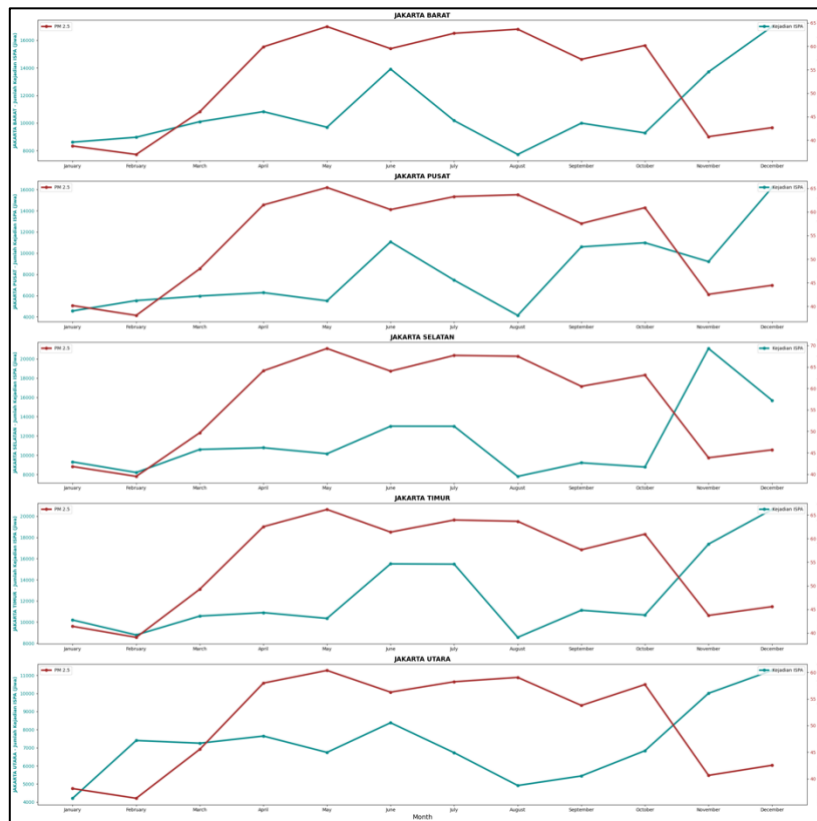


Gambar 4.14 Peta Sebaran Jumlah Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2022  
Berdasarkan gambar 4.14, diketahui bahwa jumlah kejadian ISPA tahun 2022 tertinggi berada di wilayah Jakarta Timur (87.188 kasus) pada bulan

Oktober dan jumlah kejadian ISPA terendah mayoritas berada di wilayah Jakarta Pusat (6.920 kasus) pada bulan Maret.

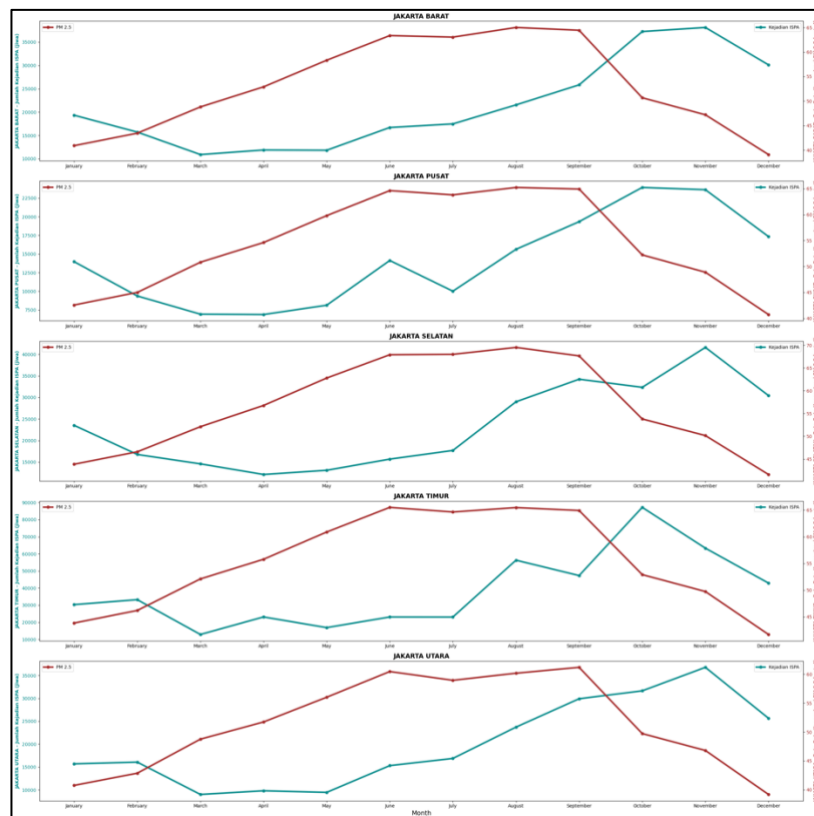
#### 4.5 Analisis Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022

##### 4.5.1 Analisis Tren Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022



Gambar 4.15 Analisis Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021

Berdasarkan gambar 4.15, diketahui bahwa tren jumlah kejadian ISPA dengan kadar  $PM_{2.5}$  tahun 2021 memiliki fase seirama. Ketika kadar  $PM_{2.5}$  mengalami penurunan, jumlah kejadian ISPA cenderung mengalami penurunan pula. Fase ini dapat terlihat pada tiap bulannya di tiap kota administrasi Jakarta. Namun, terdapat beberapa fase berkebalikan antara jumlah kejadian ISPA dengan  $PM_{2.5}$  tahun 2021, yaitu pada bulan Juni dan November di tiap wilayahnya. Pada fase ini, terlihat terdapat jeda waktu (*lag*) pada bulan Juni, dimana penurunan kadar  $PM_{2.5}$  pada bulan Juni berdampak pada penurunan jumlah kejadian ISPA di bulan berikutnya, yaitu bulan Juli.  $PM_{2.5}$  juga dapat menjadi media penularan patogen penyebab ISPA bagi individu yang menghirup  $PM_{2.5}$  yang telah terkontaminasi oleh patogen di tubuh penderita (Boubel *et al.*, 2008).



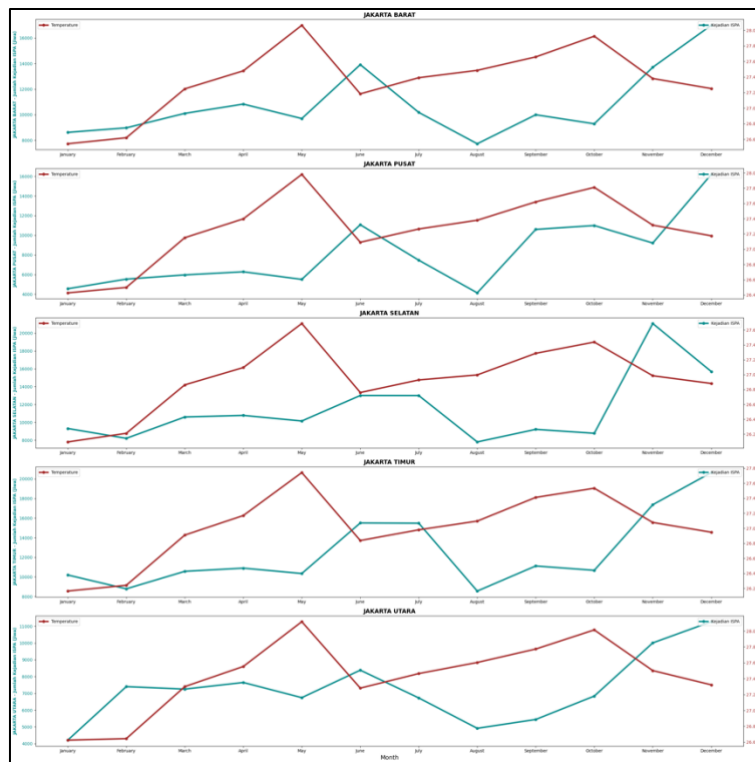
Gambar 4.16 Analisis Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2022

Berdasarkan gambar 4.16, diketahui bahwa tren jumlah kejadian ISPA dengan kadar  $PM_{2.5}$  tahun 2022 cenderung memiliki fase seirama. Ketika kadar



PM<sub>2.5</sub> mengalami peningkatan, jumlah kejadian ISPA cenderung mengalami peningkatan pula. Fase ini dapat terlihat pada bulan Maret hingga September di tiap kota administrasi Jakarta, dimana keduanya sama-sama meningkat, dan bulan Oktober - Desember menurun. Dalam fase ini terlihat adanya jeda waktu (*lag*), dimana kadar PM<sub>2.5</sub> pada bulan September mengalami penurunan yang berdampak pada penurunan kejadian ISPA 1 bulan setelahnya, yaitu bulan Oktober hingga Februari di tiap kota administrasi Jakarta.

#### 4.5.2 Analisis Tren Suhu Udara dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022

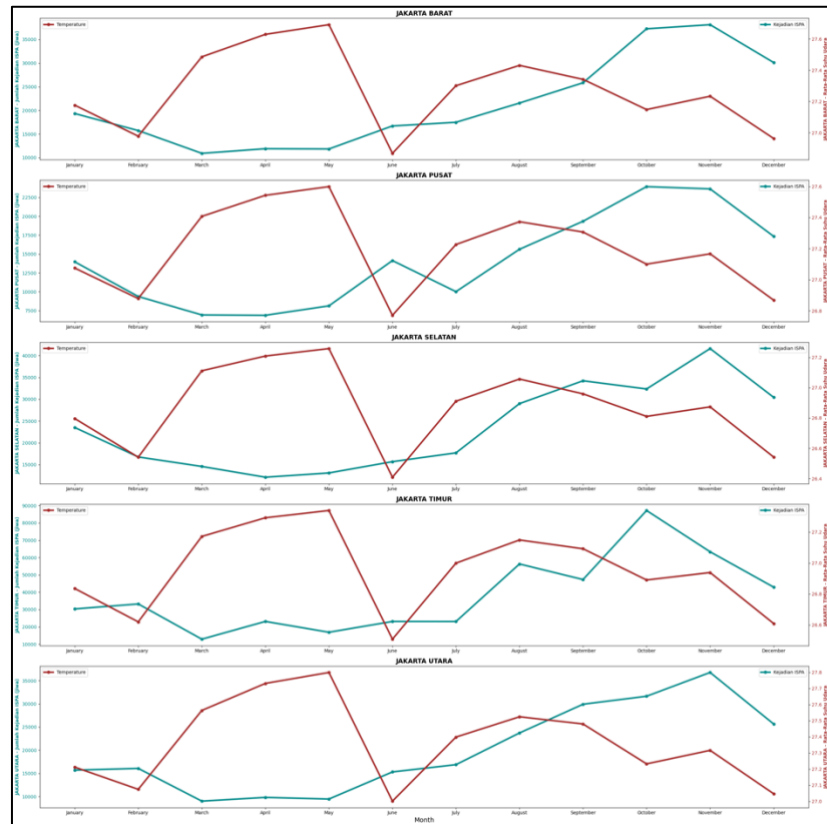


Gambar 4.17 Analisis Faktor Suhu Udara dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021

Berdasarkan gambar 4.17, diketahui bahwa tren jumlah kejadian ISPA dengan suhu udara tahun 2021 cenderung memiliki fase seirama. Ketika suhu udara mengalami peningkatan, jumlah kejadian ISPA cenderung mengalami peningkatan pula. Peningkatan suhu udara terjadi mulai bulan Januari-Mei dan Agustus-November yang diiringi dengan peningkatan kejadian ISPA. Dalam fase ini terlihat adanya jeda waktu (*lag*), dimana suhu udara pada bulan Mei



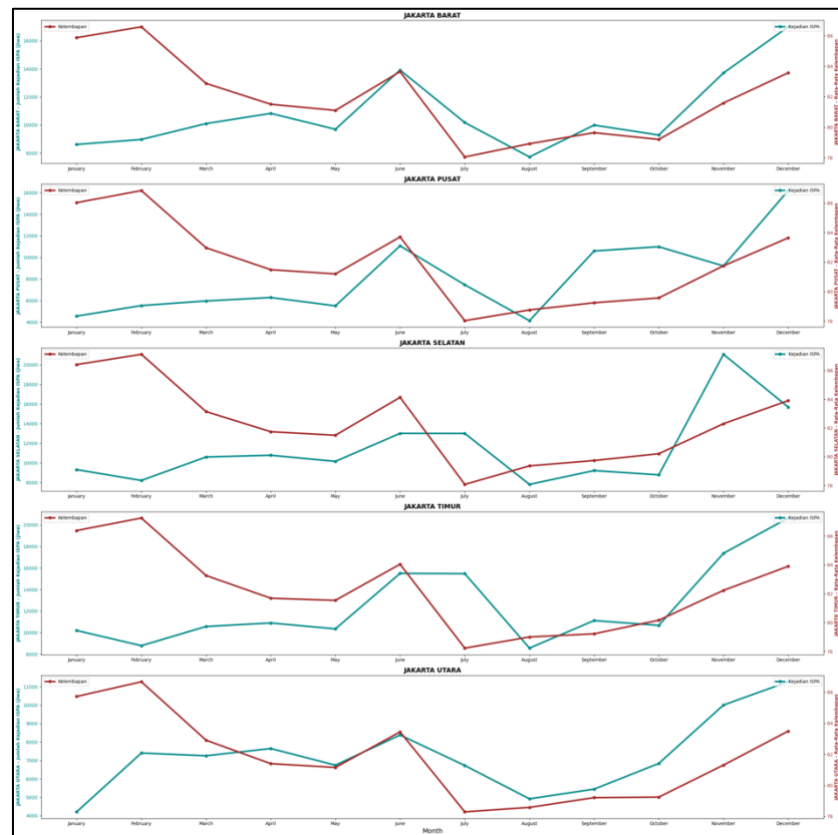
mengalami peningkatan yang berdampak pada peningkatan kejadian ISPA 1 bulan setelahnya, yaitu bulan Juni di tiap kota administrasi Jakarta.



Gambar 4.18 Analisis Faktor Suhu Udara dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2022

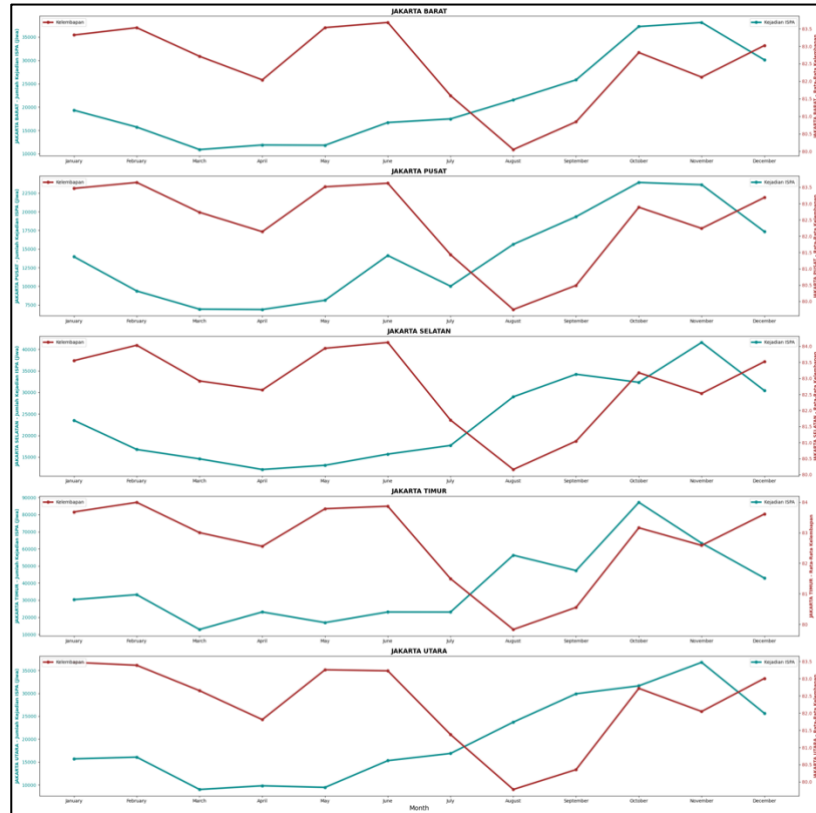
Berdasarkan gambar 4.18, diketahui bahwa tren jumlah kejadian ISPA dengan suhu udara tahun 2022 cenderung memiliki fase seirama. Ketika suhu udara mengalami peningkatan, jumlah kejadian ISPA cenderung mengalami peningkatan pula. Dalam fase ini terlihat adanya jeda waktu (*lag*), dimana suhu udara pada bulan Juni mengalami peningkatan yang berdampak pada peningkatan kejadian ISPA 1 bulan setelahnya, yaitu bulan Juli di tiap kota administrasi Jakarta.

### 4.5.3 Analisis Tren Kelembapan dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021-2022



Gambar 4.19 Analisis Faktor Kelembapan dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2021

Berdasarkan gambar 4.19, diketahui bahwa tren jumlah kejadian ISPA dengan kelembapan tahun 2021 cenderung memiliki fase seirama. Ketika kelembapan mengalami penurunan, jumlah kejadian ISPA cenderung mengalami penurunan. Fase ini terlihat mulai bulan Maret hingga Desember, dimana tren kejadian ISPA mengalami peningkatan, tingkat kelembapan juga meningkat. Dalam fase ini terlihat adanya jeda waktu (*lag*), dimana kelembapan pada bulan Juli mengalami penurunan, sedangkan penurunan kejadian ISPA baru terjadi 1 bulan setelahnya, yaitu bulan Agustus di tiap kota administrasi Jakarta.



Gambar 4.20 Analisis Faktor Kelembapan dengan Kejadian ISPA di Jakarta Tahun 2022

Berdasarkan gambar 4.20, diketahui bahwa tren jumlah kejadian ISPA dengan kelembapan tahun 2022 cenderung memiliki fase seirama. Ketika kelembapan mengalami penurunan, jumlah kejadian ISPA cenderung mengalami peningkatan. Dalam fase ini terlihat adanya jeda waktu (*lag*) pada bulan Juli dan Agustus, dimana pada bulan Juli kelembapan masih menurun, tetapi kejadian ISPA sudah meningkat 1 bulan sebelumnya, yaitu bulan Juni di tiap kota administrasi Jakarta. Hal ini dapat disebabkan oleh suhu udara pada bulan Juli mengalami peningkatan, sehingga kelembapan perlahan terus berkurang, dan kejadian ISPA terus meningkat.

#### **4.6 Dampak Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan) bagi Lingkungan dan Kesehatan**

##### **A. Dampak *Particulate Matter* (PM) 2.5**

*Particulate Matter* (PM<sub>2.5</sub>) merupakan partikel udara yang berukuran kurang atau sama dengan 2.5 mikron. Kadar PM<sub>2.5</sub> di udara ambien apabila telah melewati ambang batas yang ditentukan oleh standar, maka dapat dikatakan telah terjadi pencemaran udara. Kadar zat pencemar udara yang diklasifikasikan dalam Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) terbagi dalam beberapa kategori dan dampaknya pada kesehatan. Mayoritas dampak kesehatan yang sering timbul akibat adanya polusi udara adalah penyakit pernapasan. Melihat ukurannya yang sangat kecil, hal ini mempermudah partikel tersebut masuk ke dalam saluran pernapasan bawah dan tertahan oleh mukosa di trakeobronkial atau saluran pernapasan bawah. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya infeksi saluran pernapasan apabila terpapar dan terakumulasi dalam jangka waktu yang lama dan berpotensi menyebabkan kejadian ISPA. Partikulat yang berada di udara ambien dapat membawa patogen seperti virus, bakteri, alga, jamur, protozoa, dan serbuk sari. Hal ini mendukung bahwa PM<sub>2.5</sub> juga dapat menjadi media penularan patogen penyebab ISPA bagi individu yang menghirup PM<sub>2.5</sub> yang telah terkontaminasi oleh patogen di tubuh penderita (Boubel et al., 2008).

##### **B. Faktor Iklim (Suhu dan Kelembapan)**

Perubahan suhu dan kelembapan udara dapat berpengaruh kelangsungan hidup mikroorganisme patogen pneumonia. Pada suhu 31°C – 37°C, bakteri *Streptococcus pneumoniae* dapat bertumbuh dengan baik (Liu et al., 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Ernyasih, Fajrini and Latifah (2018) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara suhu udara dengan kejadian ISPA, dimana semakin rendah suhu udara, semakin tinggi kejadian ISPA. Suhu juga dapat berpengaruh terhadap perubahan organisme patogen, seperti bakteri, virus, dan protozoa. Perkembangan mikroorganisme penyebab ISPA juga dapat dipengaruhi oleh faktor

lingkungan, salah satunya adalah kelembapan. Pada kelembapan < 25% dan > 80% merupakan kelembapan optimal untuk pertumbuhan bakteri *Mycoplasma pneumoniae* (Liu et al., 2016). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ernyasih, Fajrini and Latifah (2018) bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kelembapan dengan kejadian ISPA. Suhu dan kelembapan udara berkorelasi positif dengan virus penyakit pernapasan anak-anak di bagian Tenggara Brazil (Vitor Marques Simas et al., 2012).

Selain berdampak pada kesehatan, suhu yang tinggi juga dapat berkontribusi terhadap terjadinya pemanasan global. Pemanasan global (*global warming*) yang terus terjadi juga mengakibatkan efek domino lainnya, seperti naiknya permukaan air laut, rusaknya ekosistem, munculnya wabah penyakit, rawan terjadi bencana alam, dan sebagainya. Suhu udara yang tinggi juga dapat menyebabkan adanya peningkatan polusi udara di atmosfer karena kelembapan dan curah hujan yang rendah, sehingga polutan tertahan melayang di atmosfer dalam beberapa waktu.

#### **4.7 Kendala Pelaksanaan MBKM *by Design* FKM UNAIR**

Beberapa kendala dalam pelaksanaan MBKM *by Design* FKM Universitas Airlangga di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta adalah sebagai berikut.

1. Penempatan divisi mahasiswa magang awalnya belum terarah karena perbedaan fokus jurusan kesehatan masyarakat dengan bidang ilmu yang terdapat di BMKG berbeda
2. BMKG sudah menggunakan sistem pemrograman untuk pengolahan data keseluruhan, sehingga harus menyesuaikan untuk belajar pemrograman dari awal menggunakan Python yang belum didapatkan selama perkuliahan
3. Keterbatasan waktu untuk membandingkan data re-analisis dengan data observasional terkait kadar *particulate matter* (PM) 2.5 dan faktor iklim (suhu dan kelembapan), sehingga uji validitas data re-analisis ditinjau dari literatur yang sudah ada sebelumnya.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam melakukan tugasnya pada bagian meteorologi, klimatologi dan geofisika bertanggung jawab untuk memantau dan menyediakan informasi terkait iklim, cuaca, dan geofisika di seluruh wilayah Indonesia. Informasi yang dihasilkan oleh BMKG dapat dijadikan referensi/acuan dalam bidang lainnya, salah satunya pada bidang kesehatan. Salah satu contoh penggunaan informasi/data BMKG dalam bidang kesehatan adalah kajian terkait hubungan suatu kasus penyakit dengan kualitas udara dan faktor iklim. Hubungan penyakit dengan kualitas udara dan faktor iklim dapat digambarkan melalui hasil uji hubungan/korelasi, didukung dengan tren dan sebaran setiap variabelnya. Dalam pengolahan data, BMKG menggunakan Python sebagai *tools* untuk mengolah berbagai data, termasuk menggambarkan pemetaan. Namun, tools lainnya, seperti QGIS dan GeoDA juga dapat digunakan sebagai alternatif lain untuk melakukan pemetaan distribusi data.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa kadar *particulate matter* (PM) 2.5 di Jakarta dalam 5 tahun (2018-2022) berkisar antara  $38.06\mu\text{g}/\text{m}^3$  hingga  $68.05\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan kadar  $\text{PM}_{2.5}$  tertinggi berada di wilayah Jakarta Selatan dan terendah berada di wilayah Jakarta Utara. Kadar sebesar  $38.06\mu\text{g}/\text{m}^3$  tergolong dalam kategori "sedang" dan kadar sebesar  $68.05\mu\text{g}/\text{m}^3$  tergolong dalam kategori "tidak sehat" menurut Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Adapun sebaran suhu di beberapa kota administrasi Jakarta berkisar antara  $26^{\circ}\text{C}$  -  $28^{\circ}\text{C}$  dengan suhu udara tertinggi berada di wilayah Jakarta Utara dan terendah berada di wilayah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur, dimana rentang suhu udara tersebut masih dalam nilai ambang batas (NAB) yang telah ditetapkan dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 yaitu  $20^{\circ}\text{C}$  -  $30^{\circ}\text{C}$ . Kelembapan udara berkisar antara 74% - 85%, dengan kelembapan tertinggi berada di wilayah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur dan terendah berada di wilayah Jakarta Utara, dimana rentang kelembapan tersebut

masih dalam nilai ambang batas (NAB) yang telah ditetapkan dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 yaitu sebesar 40%-70%. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Jakarta, diketahui bahwa jumlah kejadian ISPA tahun 2021 tertinggi berada di wilayah Jakarta Selatan sebanyak 21.075 kasus dan terendah berada di wilayah Jakarta Utara sebanyak 4.209 kasus. Adapun jumlah kejadian ISPA tahun 2022 tertinggi berada di wilayah Jakarta Timur sebanyak 87.188 kasus dan terendah berada di wilayah Jakarta Pusat sebanyak 6.920 kasus. Kejadian ISPA memiliki tren yang fluktuatif tiap bulannya, dimana kejadian ISPA cenderung mengalami peningkatan pada bulan Juli dan penurunan terjadi pada bulan Januari di tiap wilayah Jakarta.

Berdasarkan tren grafik *time series* dan rata-rata tahunan diketahui bahwa kadar PM<sub>2.5</sub> cenderung meningkat pada bulan Januari dan penurunan pada bulan Juni. Suhu udara meningkat pada bulan Februari dan Juli dan penurunan pada bulan Mei dan Oktober. Kelembapan meningkat pada bulan Februari dan penurunan pada bulan September. Ditinjau berdasarkan analisis tren, kadar PM<sub>2.5</sub>, suhu udara, dan kelembapan memiliki tren yang seirama dengan tren kejadian ISPA di Jakarta tahun 2021-2022.

## 5.2 Saran

1. Penggunaan sistem pemrograman, seperti Python, dapat diusulkan sebagai materi pendukung dalam perkuliahan untuk lebih menguasai pengolahan berbagai data, khususnya dalam bidang kesehatan. Dengan adanya eksplorasi pengolahan data yang lebih luas, diharapkan dapat membantu dalam memecahkan berbagai permasalahan kesehatan yang ada
2. Terus dikembangkannya kajian lainnya oleh BMKG dengan pihak eksternal dari berbagai bidang untuk dapat menghasilkan informasi dan wawasan baru bagi masyarakat
3. Berdasarkan hasil penelitian magang yang dihasilkan, diharapkan adanya mitigasi/pencegahan baik terkait iklim maupun kualitas udara guna mencegah meningkatkan kasus penyakit, khususnya ISPA di Jakarta.

4. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terkait hubungan kadar PM<sub>2.5</sub> dan faktor iklim (suhu dan kelembapan) dengan kejadian ISPA di Jakarta secara perhitungan statistik



## DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. 2023. *Informasi Konsentrasi Partikulat (PM2.5) | BMKG*. [online] Available at: <<http://182.16.248.153/kualitas-udara/informasi-partikulat-pm25.bmkg>> [Accessed 9 November 2023].
- Ayres, J.G., Forsberg, B., Annesi-Maesano, I., Dey, R., Ebi, K.L., Helms, P.J., Medina-Ramón, M., Windt, M. and Forastiere, F., 2008. *Climate Change and Respiratory Disease: European Respiratory Society Position Statement. European Respiratory Journal*, <https://doi.org/10.1183/09031936.00003409>.
- BMKG, 2023. *Informasi Parameter Iklim*. [online] Available at: <<https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim>> [Accessed 8 November 2023].
- Boubel, R.W., Fox, D.L., Turner, D.B. and Stern, A.C., 2008. *Fundamentals of Air Pollution*. 4th ed. [online] Oxford: Elsevier's Science & Technology Rights. Available at: <<http://elsevier.com>>.
- Cahyono Eko, W., 2011. KAJIAN TINGKAT PENCEMARAN SULFUR DIOKSIDA DARI INDUSTRI DI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA. *Berita Dirgantara*, [online] 12(4), pp.132–137. Available at: <[https://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita\\_dirgantara/article/view/1661](https://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita_dirgantara/article/view/1661)>.
- Dede, M., Pramulatsih, G.P., Widiawaty, M.A., Ramadhan, Y.R. and Ati, A., 2019. DINAMIKA SUHU PERMUKAAN DAN KERAPATAN VEGETASI DI KOTA CIREBON. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, [online] 6(1), pp.23–30. Available at: <<https://jurnal.stmkg.ac.id/index.php/jmkg/article/view/59>>.
- Ernyasih, Fajrini, F. and Latifah, N., 2018. Analisis Hubungan Iklim (Curah Hujan, Kelembaban, Suhu Udara dan Kecepatan Angin) dengan Kasus ISPA di DKI Jakarta Tahun 2011 – 2015. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, [online] 07(03), pp.167–173. Available at: <<https://journals.stikim.ac.id/index.php/jikm/>>.
- Fadholi, A., 2013. STUDY PENGARUH SUHU DAN TEKANAN UDARA TERHADAP OPERASI PENERBANGAN DI BANDARA H.A.S. HANANJOEDDIN BULUH TUMBANG BELITUNG PERIODE 1980-2010. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(1), pp.1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jpfa.v3n1.p1-10>.
- Hidayati, R., Anggiani, S.T. and Maufikoh, I., 2017. Incidence Analysis of an Acute Respiratory Infection due to Climate Conditions and PM10 Concentration in West Jakarta Region. *Agromet*, 31(2), p.62. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.31.2.62-70>.
- Kartasapoetra and Gunarsih, A., 2017. *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Kementerian Kesehatan, 2023. *PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 2 TAHUN 2023 TENTANG PERATURAN PELAKSANAAN PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 66 TAHUN 2014 TENTANG KESEHATAN LINGKUNGAN*. [online] Available at: <[www.peraturan.go.id](http://www.peraturan.go.id)>.

- Kementerian Kesehatan RI, 2017. *Pedoman Pengendalian Infeksi Saluran Pernapasan Akut*.
- Lea, A.I., Febriyanti, E. and Trianista, S., 2022. Gambaran Faktor Penyebab Infeksi Saluran Pernapasan Akut pada Balita (Status Gizi Dan Status Imunisasi) di Wilayah Kerja Puskesmas Sikumana. *Jurnal Nursing Update*, [online] 13(4). Available at: <<https://stikes-nhm.e-journal.id/NU/index>> [Accessed 9 November 2023].
- Liu, Y., Liu, J., Chen, F., Shamsi, B.H., Wang, Q., Jiao, F., Qiao, Y. and Shi, Y., 2016. Impact of Meteorological Factors on Lower Respiratory Tract Infections in Children. *Journal of International Medical Research*, 44(1), pp.30–41. <https://doi.org/10.1177/0300060515586007>.
- Masriadi, 2017. *Epidemiologi Penyakit Menular*. Depok: Rajawali Press.
- Mayasari Usman, A., Firmansyah, A., Ridwanca and Firmansyah, E., 2019. PENGARUH PENDIDIKAN KESEHATAN DENGAN MEDIA LEAFLET TERHADAP PENGETAHUAN IBU TENTANG PENATALAKSANAAN ISPA PADA BALITA DI PUSKESMAS MAMBI KABUPATEN MAMASA. *Bina Generasi Jurnal Kesehatan*, 10(1), pp.78–94. <https://doi.org/10.35907/jksbg.v10i1.85>.
- Mukono, H.J., 2011. *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Oktora, B., 2008. *HUBUNGAN ANTARA KUALITAS FISIK UDARA DALAM RUANG (SUHU DAN KELEMBABAN RELATIF) DENGAN KEJADIAN SICK BUILDING SYNDROME (SBS) PADA PEGAWAI KANTOR PUSAT PERUSAHAAN JASA KONSTRUKSI X DI JAKARTA TIMUR TAHUN 2008*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Pudul, S., Timpua, T.K. and Katiandagho, D., 2013. HUBUNGAN KONSENTRASI DEBU DAN KELEMBABAN UDARA DENGAN KEJADIAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) DI KECAMATAN MAPANGET KOTA MANADO. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 3(1), pp.282–291. <https://doi.org/https://doi.org/10.47718/jkl.v2i2.548>.
- Rahajoe, N., 2010. *Buku Ajar Respirologi Anak*. 1st ed. Ikatan Dokter Anak Indonesia.
- Saputri, I.W., 2016. *Analisis Spasial Faktor Lingkungan Penyakit ISPA Pneumonia pada Balita di Provinsi Banten Tahun 2011-2015*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Shibata, T., Wilson, J.L., Watson, L.M., Leduc, A., Meng, C., Ansariadi, La Ane, R., Manyullei, S. and Maidin, A., 2014. Childhood acute respiratory infections and household environment in an eastern Indonesian urban setting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(12), pp.12190–12203. <https://doi.org/10.3390/ijerph111212190>.
- Sinuraya, L.D.B., 2017. *FAKTOR RISIKO YANG MEMPENGARUHI KEJADIAN ISPA PADA BALITA DI DESA SINGGAMANIK KECAMATAN MUNTE KABUPATEN KARO TAHUN 2017*. [Karya Tulis] Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan. Available at: <<http://poltekkkes.aplikasi-akademik.com/xmlui/handle/123456789/447>>.


- Suryani, N.K., 2021. *Gambaran Pengetahuan Ibu Tentang Penatalaksanaan ISPA pada Balita di Desa Bungaya Kecamatan Bebandem Kabupaten Karangasem Tahun 2021*. Karya Tulis Ilmiah. Politeknik Kesehatan Kemenkes Denpasar.
- Vitor Marques Simas, P., Luiz Durigon, E., Zanetta, D., Gustavo Gardinassi, L., Batista Salomão, J., Maria Zanetta Trevisan, D., Antonio Cordeiro, J., Nogueira Lacerda, M., Rahal, P. and Pereira de Souza, F., 2012. SEASONALITY OF VIRAL RESPIRATORY INFECTIONS IN SOUTHEAST OF BRAZIL: THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND AIR HUMIDITY. *Article in Brazilian Journal of Microbiology*, [online] pp.98–108. <https://doi.org/10.1590/S1517-838220120001000011>.
- Wardoyo, A.Y.P., 2016. *Emisi Praktikulum Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan*. Malang: Brawijaya.
- Wiweka, 2014. POLA SUHU PERMUKAAN DAN UDARA MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT MULTITEMPORAL. *Jurnal Ecolab*, 8(1), pp.1–52. <https://doi.org/10.20886/jklh.2014.8.1.11-22>.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Logbook MBKM by Design FKM UNAIR****LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)**

TAHUN 2023

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah. S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	2 Oktober 2023	Membuat <i>literature review</i> terkait topik untuk penelitian skripsi	
2.	3 Oktober 2023	1. Membuat akun instagram magang @diprediksibmkg 2. Diskusi rencana kebutuhan dan metode analisis data penelitian skripsi 3. Penyusunan timeline dan rencana kegiatan magang	
3.	4 Oktober 2023	1. Diskusi lebih lanjut ketersediaan data dan metode penelitian yang akan dilakukan 2. Kunjungan ke taman alat BMKG 3. Membuat timeline kegiatan selama 3 bulan	
4.	5 Oktober 2023	1. Mencari data statistik untuk mempelajari statistika dasar	
5.	6 Oktober 2023	1. Koordinasi pengambilan data sekunder kesehatan dengan pihak Kemenkes Jakarta 2. Rekap data penyakit kabupaten/kota DKI Jakarta tahun 2018-2022	

TTD Pembimbing Lapangan



Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)

TTD Pembimbing Akademik



Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)

**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)  
TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	27 November 2023	- Mengerjakan laporan magang - Diskusi terkait pengelolaan data menggunakan R.	
2.	28 November 2023	- Melakukan downscaling menggunakan data kualitas udara dan iklim (data re-analisis) menggunakan python. - Mengerjakan laporan magang.	
3.	29 November 2023	- Mengerjakan laporan magang - Mengkonversi bentuk file data re-analisis dari bentuk .nc menjadi .csv	
4.	30 November 2023	- Mengerjakan laporan magang - Melakukan pemetaan data iklim dan kualitas udara menggunakan python	
5.	1 Desember 2023	- Persiapan supervisi pada hari Senin dengan dosen pembimbing akademik - Koordinasi ke Kementerian Kesehatan terkait dengan data ISPA	

**TTD Pembimbing Lapangan**

**TTD Pembimbing Akademik**






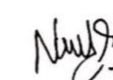

Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)



Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)

**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)****TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah. S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	9 Oktober 2023	Analisis data penyakit TBC/Pneumonia di kabupaten/kota DKI Jakarta tahun 2018-2022	
2.	10 Oktober 2023	Berkoordinasi dengan pihak Kemenkes terkait permintaan data referensi	
3.	11 Oktober 2023	1. Diskusi dengan pihak PTSP BMKG terkait persyaratan administrasi untuk meminta data. 2. Olah data BMKG terkait kualitas udara PM2.5 di DKI Jakarta tahun 2018-2022	
4.	12 Oktober 2023	- Mengolah dan analisis data BMKG terkait kualitas udara PM2.5 di DKI Jakarta tahun 2018-2022 - Mencari data pendukung dan berdiskusi dengan pihak BMKG	
5.	13 Oktober 2023	- Pengajuan surat ke Departemen Kesehatan Lingkungan terkait pengajuan data awal skripsi - Mengolah dan analisis data BMKG terkait iklim tahun 2016-2022	

**TTD Pembimbing Lapangan**


Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)

**TTD Pembimbing Akademik**


Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)



**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)****TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah. S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	30 Oktober 2023	1. Persiapan supervisi 2. Mengurus surat pengajuan data awal ke FKM UNAIR	Nayla
2.	31 Oktober 2023	1. Supervisi MBKM by Design FKM UNAIR di BMKG Pusat DKI Jakarta dengan dosen pembimbing akademik dan lapangan. 2. Mempelajari dasar python 3. Mengurus surat dan proposal skripsi untuk pengajuan kembali data awal ke FKM UNAIR	Nayla
3.	1 November 2023	1. Berdiskusi dengan pihak BMKG terkait cara pengambilan data reanalisis iklim dan kualitas udara 2. Mempelajari dasar python	Nayla
4.	2 November 2023	1. Revisi proposal skripsi	Nayla
5.	3 November 2023	1. Revisi proposal skripsi 2. Mempelajari dasar python	Nayla

**TTD Pembimbing Lapangan****TTD Pembimbing Akademik**


Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)



Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)

**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)  
TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah. S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	20 November 2023	- Internalisasi mahasiswa magang BMKG Pusat	Nayla
2.	21 November 2023	- Follow-up pengajuan data awal kepada Kementerian Kesehatan RI dan Dinas Kesehatan DKI Jakarta - Mencari literatur terkait kualitas udara dan iklim di perpustakaan BMKG	Nayla
3.	22 November 2023	- Mengambil data re-analisis terkait kualitas udara dan iklim	Nayla
4.	23 November 2023	- Mempelajari Python terkait pengolahan data (data series, data frame, pre-processing dan visualisasi data)	Nayla
5.	24 November 2023	- Koordinasi dengan Dinas Kesehatan terkait dokumen yang diperlukan.	Nayla

**TTD Pembimbing Lapangan**

**TTD Pembimbing Akademik**



Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)








Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)



**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)****TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	16 Oktober 2023	Mengolah data simulasi konsentrasi PM 2.5	
2.	17 Oktober 2023	1. Membuat grafik konsentrasi PM 2.5 2. Mengolah data BMKG terkait iklim tahun 2016-2022	
3.	18 Oktober 2023	Mengolah data BMKG terkait iklim tahun 2016-2022	
4.	19 Oktober 2023	Mengolah data BMKG terkait iklim tahun 2016-2022 dan membuat grafik	
5.	20 Oktober 2023	1. Mengolah data BMKG terkait iklim tahun 2016-2022 dan membuat grafik 2. Melakukan diskusi dengan pihak BMKG terkait metode analisis dan pemetaan yang digunakan 3. Melakukan korelasi data iklim dengan penyakit.	

TTD Pembimbing Lapangan



Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)

TTD Pembimbing Akademik

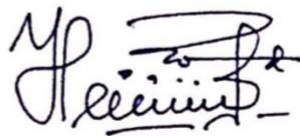


Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)

**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)****TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	23 Oktober 2023	- Menganalisis data BMKG terkait iklim tahun 2016-2022 menggunakan SPSS	
2.	24 Oktober 2023	- Bimbingan pengolahan data sekunder dan analisis statistik dengan pembimbing lapangan di BMKG	
3.	25 Oktober 2023	- Analisis tekstual grafik Konsentrasi PM 2.5 di DKI Jakarta tahun 2018-2022	
4.	26 Oktober 2023	- Pemetaan Konsentrasi PM 2.5 di DKI Jakarta tahun 2018-2022 menggunakan QGIS	
5.	27 Oktober 2023	- Pemetaan Konsentrasi PM 2.5 di DKI Jakarta tahun 2018-2022 menggunakan QGIS	

**TTD Pembimbing Lapangan****TTD Pembimbing Akademik**







Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)



Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)

**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)  
TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	4 Desember 2023	- Supervisi oleh dosen pembimbing dan pembimbing instansi terkait progres pengolahan data untuk seminar hasil - Pengolahan data (pemetaan) kualitas udara dan faktor iklim	
2.	5 Desember 2023	- Pengolahan data (pemetaan dan grafik) kualitas udara dan faktor iklim	
3.	6 Desember 2023	- Supervisi oleh dosen pembimbing dan pembimbing instansi terkait dengan persiapan seminar hasil magang - Pengolahan data (pemetaan) kualitas udara dan faktor iklim	
4.	7 Desember 2023	- Pengolahan data kesehatan, kualitas udara, dan faktor iklim (analisis dan pemetaan)	
5.	8 Desember 2023	- Kunjungan ke Kementerian Kesehatan RI untuk menyerahkan <i>souvenir</i> - Persiapan seminar hasil magang	

**TTD Pembimbing Lapangan**

**TTD Pembimbing Akademik**



Hary Tirta Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)




Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)

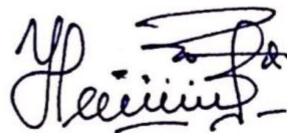
**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)**

**TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah. S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	13 November 2023	- Seminar proposal skripsi	
2.	14 November 2023	- Seminar proposal skripsi	
3.	15 November 2023	- Mengirim surat pengajuan data awal kepada Kementerian Kesehatan RI	
4.	16 November 2023	- Mengirim surat pengajuan data awal kepada Dinas Kesehatan DKI Jakarta - Revisi proposal skripsi	
5.	17 November 2023	- Revisi proposal skripsi	

**TTD Pembimbing Lapangan**



Hary Tirta Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)

**TTD Pembimbing Akademik**



Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)



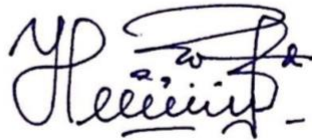
**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)  
TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah. S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	11 Desember 2023	- Seminar hasil magang dengan dosen penguji, dosen pembimbing, dan pembimbing instansi	Nayla
2.	12 Desember 2023	- Revisi laporan magang - Melakukan studi literatur terkait saran yang diberikan saat seminar hasil magang	Nayla
3.	13 Desember 2023	- Melanjutkan studi literatur terkait saran yang diberikan saat seminar hasil magang	Nayla
4.	14 Desember 2023	- Mempelajari uji korelasi menggunakan Python	Nayla
5.	15 Desember 2023	- Mempelajari uji korelasi menggunakan Python	Nayla

**TTD Pembimbing Lapangan**

**TTD Pembimbing Akademik**



Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
(NIP. 197202281992031001)



Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
(NIP. 196712311993032003)

**LOGBOOK MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA (MBKM)**

**TAHUN 2023**

Nama : Nayla Karima Ednisa Putri  
 NIM : 102011133242  
 Instansi / Mitra : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta  
 Pembimbing Akademik : Dr. R. Azizah. S.H., M.Kes.

No.	Tanggal	Jenis Kegiatan	TTD Mahasiswa
1.	6 November 2023	- Persiapan Proposal Skripsi	
2.	7 November 2023	- Persiapan Proposal Skripsi	
3.	8 November 2023	- Persiapan Proposal Skripsi	
4.	9 November 2023	- Persiapan Proposal Skripsi	
5.	10 November 2023	- Persiapan Proposal Skripsi	

**TTD Pembimbing Lapangan**



Hary Tirto Djatmiko, S.T.  
 (NIP. 197202281992031001)

**TTD Pembimbing Akademik**



Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes.  
 (NIP. 196712311993032003)

## Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Magang



Dokumentasi 1. Diskusi Terkait Proses Pengolahan Data BMKG Jakarta



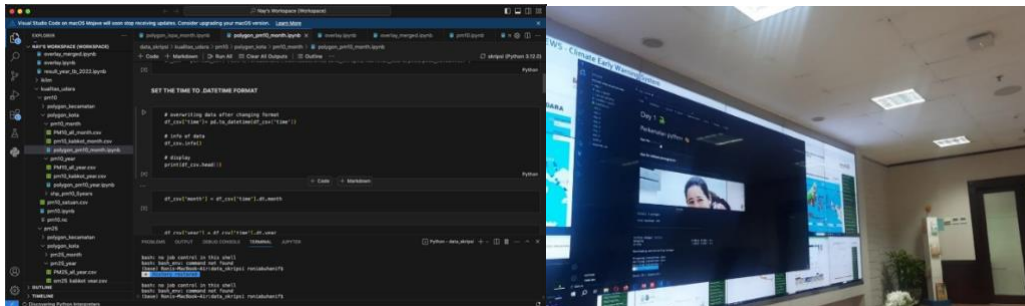
Dokumentasi 2. Internalisasi Mahasiswa Magang BMKG Jakarta



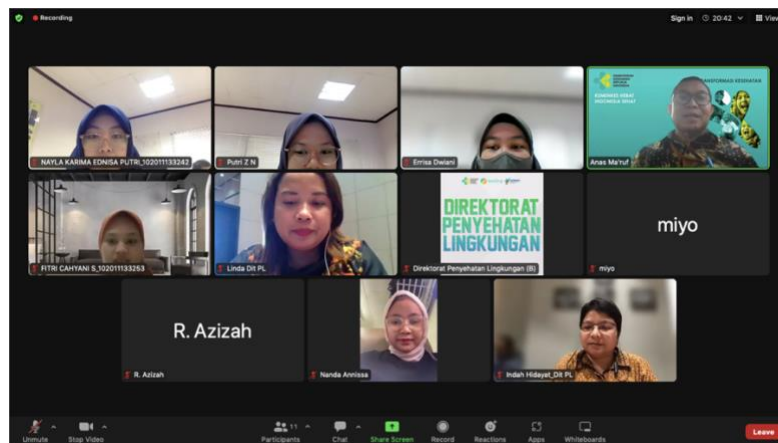
Dokumentasi 3. Supervisi Pertama dengan Dosen Pembimbing dan Pembimbing Lapangan



Dokumentasi 4. Supervisi Kedua dengan Dosen Pembimbing dan Pembimbing Lapangan



Dokumentasi 5. Pengolahan Data Kadar *Particulate Matter* (PM) 2.5 dan Faktor Iklim dengan Program Python

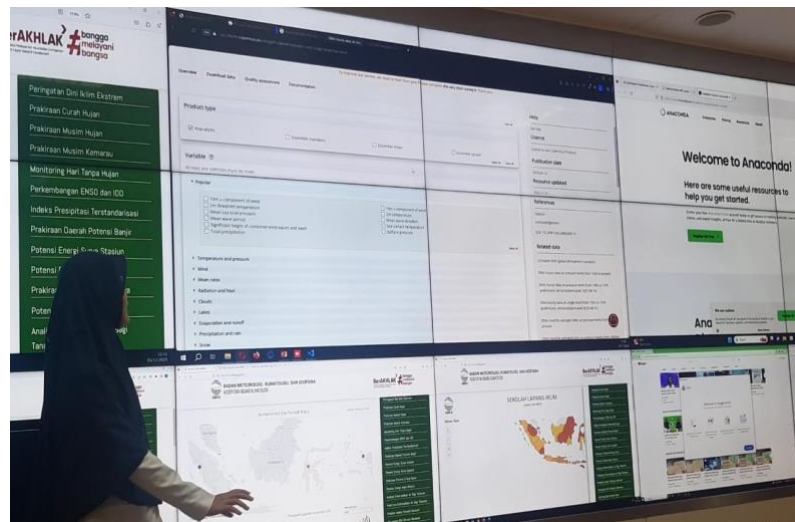


Dokumentasi 6. Diskusi Terkait Permohonan Data Awal ke Kementerian Kesehatan RI

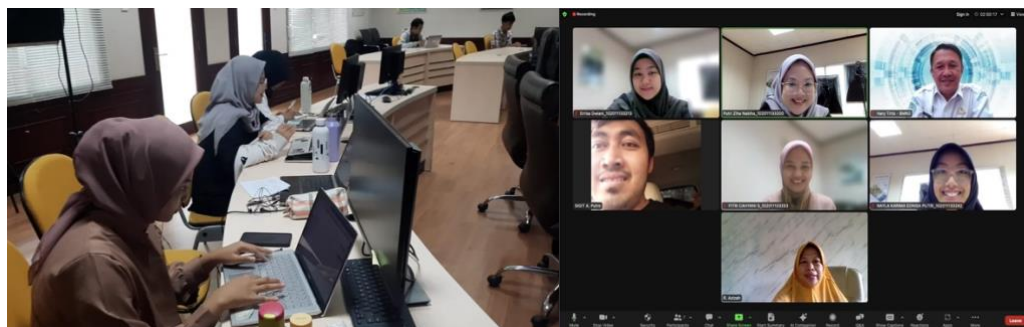




Dokumentasi 7. Kunjungan ke Taman Alat Meteorologi BMKG



Dokumentasi 8. Pengunduhan Data Re-Analisis melalui website ECMWF



Dokumentasi 9. Pelaksanaan Seminar Hasil Magang