

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
INTISARI.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN LETTER OF ACCEPTANCE	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kualitas Udara.....	9
2.2 Sumber Pencemaran Udara	10
2.3 Jenis dan Karakter Pencemar Udara	11
2.4 Partikulat	11
2.5 Baku Mutu Udara Ambien.....	14
2.6 Sistem Pemantauan Pencemar Udara.....	15
2.6.1 Pemantauan Pencemar Udara oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika).....	17
2.6.2 Pemantauan Pencemar Udara oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta dan KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)	18
2.7 Penginderaan Jauh.....	19
2.8 Tingkat Pemrosesan Data Penginderaan Jauh.....	24

2.9	Sentinel-5P TROPOMI	25
2.10	Data Meteorologi	30
2.11	Karakteristik Iklim di Jakarta.....	30
2.12	Pemodelan Spasial dan Temporal PM _{2.5}	32
	2.12.1 GEE.....	32
	2.12.2 Machine Learning (ML)	33
	2.12.3 Algoritma Random Forest (RF)	35
2.13	Penelitian Terdahulu.....	36
2.14	Kerangka Pemikiran.....	44
BAB III METODE PENELITIAN.....		47
3.1	Deskripsi Wilayah Penelitian.....	47
3.2	Waktu Penelitian	50
3.3	Alat dan Variabel Penelitian	51
	3.3.1 Alat Penelitian.....	51
	3.3.2 Variabel Penelitian	52
3.4	Preprocessing Data.....	54
	3.4.1 Generate Arah dan Kecepatan Angin.....	54
	3.4.2 Data Cleaning.....	55
3.5	Pengolahan Data.....	56
3.6	Analisis Data	57
	3.6.1 Analisa Trend Konsentrasi PM _{2.5} Spatio-temporal	57
	3.6.2 Analisa Korelasi dengan Faktor Variabel Penelitian	57
	3.6.3 Analisa Estimasi Konsentrasi PM _{2.5} Spatio-temporal.....	58
3.7	Evaluasi kesesuaian model.....	59
3.8	Diagram Alir Penelitian	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		61
4.1	Persiapan Data.....	61
	4.1.1 Data Observasi PM _{2.5}	61
	4.1.2 Pengolahan Data Citra Sentinel-5P	62
	4.1.3 Pengolahan Data Meteorologi ERA-5	63
4.2	Pra-Pemrosesan Data.....	63
	4.2.1 Generate Arah dan Kecepatan Angin	63

4.2.2	Data Cleaning.....	65
4.3	Analisa Temporal 2021 – 2023 Observasi PM _{2.5} di DKI Jakarta .	68
4.4	Gambaran Kondisi Variabel Kualitas Udara.....	71
4.5	Analisa Variabel yang Mempengaruhi Konsentrasi PM _{2.5} Provinsi DKI Jakarta	72
4.6	Korelasi Variabel Kualitas Udara di Provinsi DKI Jakarta	76
4.7	Analisis Konsentrasi PM _{2.5}	80
4.7.1	Analisis Konsentrasi PM _{2.5} Musiman	80
4.7.2	Analisis Konsentrasi PM _{2.5} Tahunan.....	86
4.8	Membangun Model Spasial Temporal PM _{2.5} di Provinsi DKI Jakarta	92
4.8.1	Uji Normalitas Data Pemodelan Spasial	92
4.8.2	Uji Multikolinieritas Variabel Pemodelan	94
4.8.3	Pengujian Model Spasial dan Data Training.....	95
4.9	Analisa Pola Spasial Temporal Konsentrasi PM _{2.5} di Provinsi DKI Jakarta	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		103
5.1	Kesimpulan	103
5.2	Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA		106
LAMPIRAN.....		1064

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi materi partikulat (PM) dan sumber partikel.....	12
Gambar 2. 2 Alat pemantau PM _{2.5} di Kemayoran	16
Gambar 2. 3 Tampilan peta interaktif konsentrasi partikulat PM _{2.5}	17
Gambar 2. 4 Tampilan peta interaktif konsentrasi partikulat PM _{2.5}	19
Gambar 2. 5 Satelit Polar dan Geostasioner	20
Gambar 2. 6 Orbit LEO, MEO, dan GEO.....	21
Gambar 2. 7 Tipe Multispectral scanners	23
Gambar 2. 8 Sentinel 5P	26
Gambar 2. 9 Sebaran Tipe Umum Zona Musim di Indonesia, tipe ZOM Monsunal (Kuning), tipe ZOM Ekuatorial (Hijau) dan tipe ZOM Lokal (Merah)	31
Gambar 2. 10 Komponen code editor GEE	33
Gambar 2. 11 Tipe – tipe machine learning.....	35
Gambar 2. 12 Kerangka Pemikiran.....	46
Gambar 3. 1 Peta Wilayah Penelitian	49
Gambar 3. 2 Koordinat Kartesius dan komponen velocity	54
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	60
Gambar 4. 1 Jumlah raw data citra sentinel-5P pada variabel Aerosol, CO, NO ₂ , dan O ₃	62
Gambar 4. 2 Jumlah raw data citra sentinel-5P pada variabel Aerosol, CO, NO ₂ , dan O ₃	63
Gambar 4. 3 Boxplot Konsentrasi PM _{2.5} DKI Jakarta periode 2021 -2023.....	66
Gambar 4. 4 Dataset.....	68
Gambar 4. 5 Rata-rata bulanan data observasi PM _{2.5} (µg/m ³) di DKI Jakarta tahun 2021	68
Gambar 4. 6 Rata-rata bulanan data observasi PM _{2.5} (µg/m ³) di DKI Jakarta tahun 2022.....	69
Gambar 4. 7 Rata-rata bulanan data observasi PM _{2.5} (µg/m ³) di DKI Jakarta tahun 2023.....	70

Gambar 4. 8 Pola temporal deret waktu konsentrasi PM _{2.5} dan O ₃ tahun 2021-2023	73
Gambar 4. 9 Pola temporal deret waktu konsentrasi PM _{2.5} dan Aerosol Indeks 2021-2023	73
Gambar 4. 10 Pola temporal deret waktu konsentrasi PM _{2.5} dan CO tahun 2021-2023.....	74
Gambar 4. 11 Pola temporal deret waktu konsentrasi PM _{2.5} dan NO ₂ tahun 2021-2023.....	74
Gambar 4. 12 Pola temporal deret waktu konsentrasi PM _{2.5} dan kecepatan angin tahun 2021-2023	75
Gambar 4. 13 Pola temporal deret waktu konsentrasi PM _{2.5} dan arah angin tahun 2021-2023	75
Gambar 4. 14 Plot korelasi, histogram, dan scatter plot dengan garis regresi linier polutan.....	78
Gambar 4. 15 Polar Plot Konsentrasi PM _{2.5} musiman tahun 2021 – 2023	82
Gambar 4. 16 (a) ketika kecepatan angin rendah, kepulan asap akan saling berdekatan dan lebih terkonsentrasi. (b) ketika kecepatan angin besar, kepulan asap lebih jauh dan lebih encer karena pusaran turbulen mencampur asap dengan udara di sekitarnya	83
Gambar 4. 17 Lapisan inversi bertindak sebagai penutup polutan di bawahnya. Jika inversi menurun, kedalaman pencampuran berkurang dan polutan terkonsentrasi dalam volume yang lebih kecil.....	84
Gambar 4. 18 (a) Pada siang hari, ketika atmosfer tidak stabil, polutan naik, bercampur, dan menyebar ke arah angin. (b) Pada malam hari ketika terjadi pembalikan radiasi, polutan dari terperangkap di dalam inversi.....	85
Gambar 4. 19 Polar Plot Konsentrasi PM _{2.5} tahun 2021 – 2023	89
Gambar 4. 20 sebaran PLTU yang beroperasi di sekitar Jakarta	91
Gambar 4. 21 Uji algoritma model regresi spasial.....	95
Gambar 4. 22 Nilai sebaran konsentrasi PM _{2.5} pada tahun 2021	98
Gambar 4. 23 Nilai sebaran konsentrasi PM _{2.5} pada tahun 2022.....	99

Gambar 4. 24 Nilai sebaran konsentrasi PM _{2.5} pada tahun 2023.....	100
Gambar 4. 25 Validasi model antara observasi dan prediksi PM _{2.5}	101
Gambar 4. 26 Prediksi Temporal Konsentrasi PM _{2.5} dari tahun 2021-2023.....	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengaruh ukuran partikel pada kesehatan manusia.....	13
Tabel 2. 2 Baku Mutu Udara Ambien Nasional.....	14
Tabel 2. 3 Pewarnaan dan rentang konsentrasi partikulat.....	18
Tabel 2. 4 Perbedaan posisi satelit LEO, MEO, dan GEO	22
Tabel 2. 5 Tingkat pemrosesan data penginderaan jauh	25
Tabel 2. 6 Karakteristik Sentinel – 5P	27
Tabel 2. 7 Panjang gelombang pada Sentinel – 5P	28
Tabel 2. 8 Platform dan sensor untuk monitoring aerosol	29
Tabel 2. 9 Penelitian terdahulu.....	39
Tabel 3.1 Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk Prov. DKI Jakarta	48
Tabel 3. 2 Lokasi Stasiun Pemantau Kualitas Udara PM _{2.5}	50
Tabel 3. 3 Variabel Penelitian	52
Tabel 4. 1 Hasil generated arah dan kecepatan angin	64
Tabel 4. 2 Data Cleaning pada penelitian	67
Tabel 4. 3 Nilai statistik gambaran variabel kualitas udara di DKI Jakarta.....	72
Tabel 4. 4 Referensi korelasi pearson (r) terhadap PM _{2.5}	79
Tabel 4. 5 PLTU yang berada dalam jarak 100km dari kota Jakarta.....	91
Tabel 4. 6 Hasil uji normalitas data penelitian.....	93
Tabel 4. 7 Hasil uji multikolinearitas variabel	94
Tabel 4. 8 Referensi penggunaan model spasial machine learning	96