

EKSPLORASI FLUKTUASI KONSENTRASI PM_{2.5} DI PROVINSI DAERAH KHUSUS JAKARTA SELAMA OKTOBER 2022

Nafisa Syaharani*, Firman Hadi, Andri Suprayogi

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : zaharahasanah01@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas udara yang buruk menjadi tanda tercemarnya udara yang telah terkontaminasi unsur-unsur berbahaya yang dapat berdampak pada kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya. Daerah Khusus Jakarta merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki kualitas udara tidak sehat. Salah satu polutan pencemar udara yang paling mempengaruhi kualitas udara adalah Particulate Matter 2.5 atau yang dikenal dengan PM 2.5. Penelitian ini memanfaatkan basis data spasial volume lalu lintas, faktor meteorologi, dan indeks kehijauan dari nilai NDVI satelit Landsat 8 untuk memahami distribusi dan tren fluktuasi polutan PM 2.5 pada ke-enam SPKU menggunakan 3 model machine learning yaitu Regresi Linear, Random Forest, dan XGBoost, untuk mengetahui perbedaan dan faktor penyebab yang paling mempengaruhi dalam peningkatan kadar polutan PM 2.5 pada ke-enam SPKU di Daerah Khusus Jakarta. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model Random Forest memiliki performa yang lebih baik untuk memprediksi fluktuasi PM 2.5 pada pagi, siang, dan sore hari di keenam SPKU. Faktor yang paling mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 di pagi hari adalah adalah kecepatan angin, suhu, indeks vegetasi, dan kelembapan. Faktor yang paling mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 di siang hari adalah adalah kecepatan angin, lalu lintas, curah hujan, dan suhu. Faktor yang paling mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 di sore hari adalah adalah curah hujan, lalu lintas, kecepatan, dan suhu. Konsentrasi PM 2.5 tertinggi berada di wilayah SPKU Kebon Jeruk Jakarta Barat, dilanjutkan dengan SPKU Bundaran HI. Urutan ketiga adalah SPKU GBK dan terakhir terdapat 3 SPKU lainnya secara berurutan yakni SPKU Kelapa Gading, SPKU Lubang Buaya, dan SPKU Jagakarsa

Kata Kunci: AHP, Erupsi, Kerentanan, SIG

ABSTRACT

Poor air quality is a sign of polluted air that has been contaminated with dangerous elements that can impact human health, living creatures, and other environmental elements. The Jakarta Special Region is one of the provinces in Indonesia that has unhealthy air quality. One of the air pollutants that most affects air quality is Particulate Matter 2.5 or what is known as PM 2.5. This research utilizes a spatial database of traffic volume, meteorological factors, and greenness index from the NDVI value of the Landsat 8 satellite to understand the distribution and fluctuation trends of PM 2.5 pollutants at the six SPKUs using 3 machine learning models, namely Linear Regression, Random Forest, and XGBoost, to find out the differences and causal factors that most influence the increase in PM 2.5 pollutant levels at the six SPKUs in the Special Region of Jakarta. This research shows that the Random Forest model performs better for predicting PM 2.5 temperatures in the morning, afternoon, and evening at the six SPKUs. The factors most influencing PM 2.5 fluctuations in the morning are wind speed, temperature, vegetation index, and humidity. The factors most influencing PM 2.5 fluctuations during the day are wind speed, traffic, rainfall, and temperature. The factors that most influence PM 2.5 fluctuations in the afternoon are rainfall, traffic, speed and temperature. The highest concentration of PM 2.5 is in the Kebon Jeruk SPKU area, West Jakarta, followed by the HI Roundabout SPKU. The third place is SPKU GBK and finally there are 3 other SPKUs in sequence, namely SPKU Kelapa Gading, SPKU Lubang Buaya, and SPKU Jagakarsa.

Keywords: PM 2.5, Air Quality, Air Pollutants, Special Region of Jakarta

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

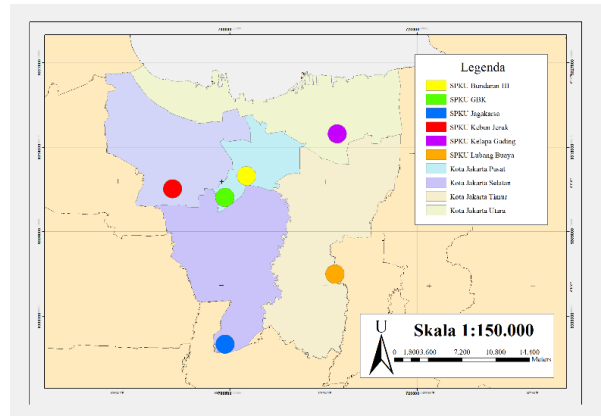
I. Pendahuluan

Pencemaran udara di Indonesia saat ini menjadi salah satu isu lingkungan yang sedang hangat untuk dibahas, berbagai upaya pemerintah dan masyarakat dilakukan untuk memperbaiki kualitas udara yang semakin memburuk terutama pada kota-kota besar. Daerah Khusus Jakarta merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki kualitas udara tidak sehat. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), penurunan kualitas udara di Daerah Khusus Jakarta disebabkan oleh kombinasi antara faktor meteorologi seperti iklim dan cuaca dengan sumber emisi yang berasal dari kontributor polusi udara seperti aktivitas industri hingga transportasi. Salah satu polutan pencemar udara yang paling mempengaruhi adalah *Particulate Matter 2.5* atau yang dikenal dengan PM 2.5. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Hutauruk. R. C. H., 2020) di Jakarta pada periode 2016-2019, fluktuasi konsentrasi PM 2.5 dipengaruhi oleh faktor angin dan suhu dimana saat kecepatan angin minimum, konsentrasi PM 2.5 meningkat. Angin dari barat daya Jakarta diidentifikasi membawa banyak polutan PM2.5. Suhu udara juga mempengaruhi konsentrasi PM2.5 dimana saat suhu rata – rata minimum, konsentrasi akan meningkat dan saat maksimum konsentrasi partikulat menurun. Berdasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Brook. R. D., 2010) dalam (Wu. D. C, 2017), partikel halus PM 2.5 secara signifikan dapat menyebabkan beragam penyakit pada sistem kardiovaskular dan penapasan manusia, seperti kanker paru-paru, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) hingga stroke. Dengan ukuran yang sangat kecil, PM 2.5 yang termasuk partikel halus yang dapat menembus paru-paru hingga masuk ke aliran darah dan mempengaruhi semua organ utama. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Daerah Khusus Jakarta melakukan pemantauan dengan menggunakan Stasiun Pemantauan Kualitas Udara (SPKU) yang tersebar pada 5 kota besar Daerah Khusus Jakarta yaitu Jakarta Selatan, Jakarta Utara, Jakarta Barat, Jakarta Timur, dan Jakarta Pusat.

II. Data dan Metode

Lokasi penelitian ini mencakup 1 provinsi Daerah Khusus Jakarta yang memiliki luas wilayah daratan 661.52 km² dan luas lautan 6.977.5 km². Provinsi Daerah Khusus Jakarta, secara administrasi terbagi menjadi 5 wilayah kotamadya yaitu Jakarta Pusat, Jakarta Selatan, Jakarta Timur,

Jakarta Utara, dan Jakarta Barat, serta 1 kabupaten administrasi yaitu Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. Untuk penentuan area penelitian menggunakan *buffer* dengan radius 1000m dari 6 stasiun SPKU yang tersebar di 5 kota besar Provinsi Daerah Khusus Jakarta yaitu Jakarta Selatan, Jakarta Utara, Jakarta Barat, Jakarta Timur, dan Jakarta Pusat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 3 rentang waktu yaitu pagi mulai pukul 07.00-10.00 WIB, siang mulai pukul 12.00-15.00 WIB, dan sore pada pukul 16.00-19.00 WIB, pembagian ini dilakukan untuk memahami distribusi dan tren fluktuasi polutan PM 2.5 pada tiga waktu tersebut dengan menghubungkannya dengan beberapa variabel penyebab polutan antara lain, volume lalu lintas, faktor meteorologi, dan indeks kehijauan berbasis satelit yang didapatkan dari nilai NDVI satelit Landsat 8 menggunakan 3 model *machine learning* yaitu Regresi Linear, *Random Forest*, dan XGBoost, sehingga dapat diketahui apakah terdapat perbedaan dan penyebab yang paling mempengaruhi dalam peningkatan kadar polutan PM 2.5 pada pagi, siang, sore di ke-enam SPKU Daerah Khusus Jakarta. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan untuk memahami karakteristik polusi udara di wilayah Daerah Khusus Jakarta.

Adapun pengolahan data dilakukan dalam beberapa pengolahan sebagai berikut:

1. Pengolahan citra Landsat 8 untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi yang berasal dari nilai NDVI menggunakan Google Earth Engine. Kemudian melakukan analisis *zonal statistics* pada QGIS untuk mendapatkan indeks vegetasi pada *buffer area* 1km dari titik SPKU.
2. Pengolahan statistik fluktuasi PM 2.5 menggunakan library *geopandas* pada Google Colab, dengan melakukan normalisasi data untuk setiap parameter yaitu PM 2.5, kecepatan

- angin, kelembapan, volume lalu lintas, suhu, curah hujan, dan indeks vegetasi.
3. Pengolahan prediksi fluktuasi PM 2.5 menggunakan tiga model *machine learning* Regresi Linear, *Random Forest*, dan XGBoost.
 4. Validasi hasil model *machine learning* menggunakan metode validasi K-Fold *Cross Validation*.
 5. Perhitungan parameter pemengaruh peningkatan PM 2.5 pada pagi, siang, dan sore hari di wilayah Daerah Khusus Jakarta.
 6. Pengolahan fluktuasi PM 2.5 untuk setiap SPKU menggunakan model *machine learning* *Random Forest*.

III. Hasil dan Pembahasan

III.1. Prediksi Fluktuasi PM 2.5 dengan Model *Machine Learning*

Prediksi fluktuasi PM 2.5 menggunakan model *machine learning* adalah untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan, mendukung pengambilan keputusan berbasis data, merencanakan kebijakan perkotaan dan transportasi, serta mempersiapkan mitigasi risiko bencana lingkungan. Prediksi fluktuasi PM 2.5 di wilayah Daerah Khusus Jakarta diprediksi menggunakan tiga model, yaitu Regresi Linear, *Random Forest*, dan XGBoost. Adapun hasil dari prediksi ketiga model dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Prediksi PM 2.5

No.	Model <i>Machine Learning</i>	MSE	R2
1.	Regresi Linear	0.0255	0.0139
2.	<i>Random Forest</i>	0.0138	0.4660
3.	XGBoost	0.0169	0.3467

Berdasarkan hasil pada **Tabel 1**, model *Random Forest* memiliki performa paling unggul dengan nilai MSE yang paling mendekati 0 yaitu 0.0138 dan nilai R² yang paling mendekati 1 yaitu sebesar 0.4660. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebanyak 46.60% variasi dalam data dapat di jelaskan oleh model *Random Forest*. Hasil ini menunjukkan bahwa model *Random Forest* cukup akurat dalam prediksi fluktuasi PM 2.5 di wilayah Daerah Khusus Jakarta. Model XGBoost menghasilkan nilai MSE sebesar 0.0169, dan nilai R² yang dihasilkan sebesar 0.3467. Hasil ini menandakan bahwa model XGBoost dapat mengidentifikasi sebesar 34.67% variasi dalam data, sehingga model ini memiliki hasil yang cukup akurat meskipun memiliki performa yang

kurang unggul dibandingkan model *Random Forest*. Model Regresi Linear dengan nilai MSE yang lebih besar dari dua model lainnya yaitu sebesar 0.0255. Nilai R² yang dihasilkan oleh model Regresi Linear lebih rendah dibandingkan dua model lainnya, yaitu 0.0139. Hasil ini dapat diartikan bahwa model Regresi Linear hanya dapat menjelaskan variasi dalam data sebesar 1.38%, yang mengindikasikan bahwa model Regresi Linear memiliki performa kurang akurat untuk prediksi fluktuasi PM 2.5 di Daerah Khusus Jakarta.

III.2. Eksplorasi Parameter Fluktuasi PM 2.5 Pada Pagi Hari

Model *Random Forest* memiliki performa yang lebih baik dalam melakukan prediksi fluktuasi PM 2.5 di wilayah Daerah Khusus Jakarta pada Bulan Oktober 2022, sehingga perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui parameter yang paling mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 pada pagi hari mulai pukul 07.00-10.00 WIB menggunakan keenam parameter yakni kecepatan angin, suhu, kelembapan, lalu lintas, curah hujan, dan indeks vegetasi. Hasil pengolahan ini dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut:

Tabel 2. Nilai Parameter Pemengaruh Pagi Hari

No.	Parameter	Nilai
1.	Kecepatan Angin	0.353
2.	Suhu	0.2802
3.	Indeks Vegetasi	0.223
4.	Kelembapan	0.144
5.	Lalu Lintas	0.095
6.	Curah Hujan	0.089

Parameter pertama yang paling mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 pada pagi hari di wilayah Daerah Khusus Jakarta adalah kecepatan angin, dengan nilai sebesar 0.353. Hal ini dapat diartikan bahwa angin berperan sebagai alat mobilisasi polutan PM 2.5 dari satu tempat ke tempat lainnya. Parameter kedua yang mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 di Daerah Khusus Jakarta pada pagi hari adalah suhu, dengan nilai sebesar 0.2802. Sifat suhu yang dapat meningkatkan aktivitas kimia tertentu di atmosfer, dapat berpengaruh pada peningkatan atau penurunan konsentrasi PM 2.5 di udara. Parameter ketiga yang mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 di Daerah Khusus Jakarta pada pagi hari adalah indeks vegetasi (NDVI), dengan nilai sebesar 0.223. Vegetasi dapat berperan sebagai penyaring alami, menyerap polutan, dan mempengaruhi konsentrasi PM 2.5 di udara. Keenam SPKU yang

tersebar di Daerah Khusus Jakarta, memiliki rentang nilai vegetasi dibawah 0.2 pada *buffer area* 1km dari titik SPKU. Nilai ini mengindikasikan kurangnya vegetasi pada wilayah tersebut. Parameter keempat yang mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 adalah kelembapan, dengan nilai sebesar 0.144. Parameter kelima yang memiliki pengaruh cukup minim dalam fluktuasi PM 2.5 di pagi hari adalah lalu lintas. Volume lalu lintas menghasilkan nilai sebesar 0.095 dalam memberikan pengaruh terhadap konsentrasi PM 2.5 pada pukul 07.00-10.00 WIB. Parameter keenam yang menghasilkan nilai yang tidak terlalu signifikan dalam fluktuasi PM 2.5 di pagi hari adalah curah hujan. Faktor curah hujan menghasilkan nilai sebesar 0.089, nilai ini tergolong kecil dalam memberikan pengaruh terhadap konsentrasi PM 2.5 di pagi hari.

III.3. Eksplorasi Parameter Fluktuasi PM 2.5 Pada Siang Hari

Pengolahan menggunakan model *Random Forest*, untuk mengetahui parameter yang paling berpengaruh dari keenam parameter yang digunakan, yakni lalu lintas, indeks vegetasi, kecepatan angin, suhu, curah hujan, dan kelembapan dalam peningkatan fluktuasi PM 2.5 pada pukul 12.00 WIB-15.00 WIB selama Bulan Oktober 2022 dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut:

Tabel 3 Nilai Parameter Fluktuasi Siang Hari

No.	Parameter	Nilai
1.	Kecepatan Angin	0.3411
2.	Lalu Lintas	0.256
3.	Curah Hujan	0.249
4.	Suhu	0.1541
5.	Indeks Vegetasi	0.067
6.	Kelembapan	0.0634

Berdasarkan **Tabel 3** diatas, dapat diketahui bahwa terdapat parameter yang paling mempengaruhi fluktuasi konsentrasi PM 2.5. Parameter pertama yang paling berpengaruh adalah kecepatan angin dengan nilai 0.3411. Pada Bulan Oktober, angin yang berhembus cenderung angin muson dari barat yang membawa uap air dari Samudra Hindia, namun area perkotaan padat seperti Jakarta, kecepatan angin dapat teredam oleh padatnya bangunan tinggi. Parameter kedua yang paling berpengaruh setelah kecepatan angin adalah Lalu lintas, dengan nilai sebesar 0.256. Volume kendaraan pada siang hari pukul 12.00-15.00 WIB cenderung meningkat karena beberapa faktor seperti mobilitas pekerja pada waktu istirahat makan siang, pola aktivitas masyarakat,

dan transportasi umum perkotaan. Hal ini menyebabkan peningkatan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, yang mencakup gas buang dan partikel rem serta ban, merupakan salah satu sumber utama PM 2.5, khususnya di daerah dengan tingkat urbanisasi yang tinggi dan kepadatan kendaraan yang tinggi. Parameter ketiga selanjutnya yang berpengaruh pada fluktuasi PM 2.5 adalah curah hujan, dengan nilai sebesar 0.249. Periode siang hari di Bulan Oktober 2022 menunjukkan adanya potensi hujan konvektif yang kuat karena peningkatan suhu pada siang hari yang cukup signifikan, hal ini dipengaruhi karena Bulan Oktober merupakan masa peralihan dari musim kemarau ke musim hujan. Parameter keempat yang paling berdampak terhadap fluktuasi konsentrasi PM 2.5 adalah suhu. Nilai *importance* yang dihasilkan sebesar 0.1541, yang membuktikan bahwa suhu juga memiliki dampak terhadap fluktuasi PM2.5, meskipun dengan tingkat pengaruh yang lebih. Parameter kelima yang cukup berdampak terhadap peningkatan konsentrasi PM 2.5 meskipun tidak terlalu signifikan adalah vegetasi. Nilai yang dihasilkan vegetasi sebesar 0.067, hasil ini tergolong kecil dibandingkan parameter lainnya. Parameter yang memiliki pengaruh paling rendah untuk fluktuasi PM 2.5 di siang hari adalah kelembapan dengan nilai sebesar 0.0634.

III.4. Eksplorasi Parameter Fluktuasi PM 2.5 Pada Sore Hari

Analisis juga perlu dilakukan pada sore hari dalam rentang waktu 16.00-19.00 WIB untuk mengetahui lebih lanjut terkait faktor yang paling mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 di Daerah Khusus Jakarta, maka perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut menggunakan model *Random Forest*, hasil pengolahan pada sore hari dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut:

Tabel 4 Nilai Parameter Fluktuasi Sore Hari

No.	Parameter	Nilai
1.	Curah Hujan	0.376
2.	Lalu Lintas	0.2224
3.	Kecepatan Angin	0.2192
4.	Suhu	0.183
5.	Kelembapan	0.1151
6.	Indeks Vegetasi	0.081

Berdasarkan **Tabel 4**, parameter pertama yang paling mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 pada rentang waktu 16.00-19.00 WIB di Daerah Khusus Jakarta adalah curah hujan dengan nilai sebesar 0.376. Menurut data curah hujan Ventusky selama

Bulan Oktober 2022, di wilayah Daerah Khusus Jakarta pada sore hari dominan rendah dan tergolong hujan ringan dengan rentang nilai 0-100 mm.

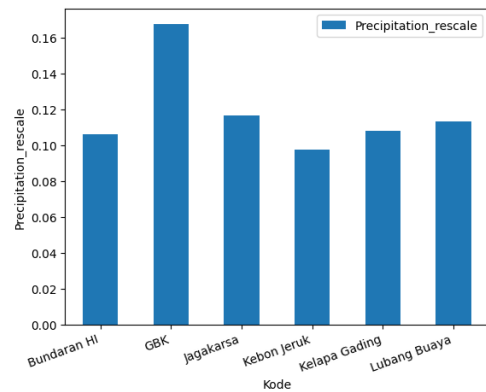
Faktor kedua yang paling mempengaruhi adalah lalu lintas dengan nilai sebesar 0.2224. Pukul 16.00-19.00 WIB merupakan jam sibuk di Daerah Khusus Jakarta, karena bertepatan dengan waktu pulang kerja dan aktivitas peralihan dari perkantoran ke rumah. Faktor ketiga yang mempengaruhi PM 2.5 adalah kecepatan angin, dengan nilai sebesar 0.2192 yang hampir sebanding dengan lalu lintas. Wilayah padat seperti Daerah Khusus Jakarta cenderung memiliki kecepatan angin yang lemah, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kepadatan bangunan, efek *Urban Heat Island* (UHI), hingga kurangnya ruang terbuka hijau.

Faktor keempat yang mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 di Daerah Khusus Jakarta adalah suhu, dengan nilai sebesar 0.183. Wilayah dengan suhu yang lebih tinggi seperti Daerah Khusus Jakarta, cenderung terjadi peningkatan volatilitas beberapa polutan lainnya yang pada akhirnya berpengaruh dalam konsentrasi PM 2.5 di permukaan.

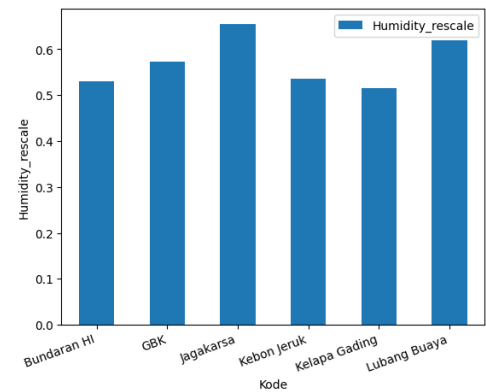
Pengaruh selanjutnya dalam konsentrasi PM 2.5 di sore hari adalah faktor kelembapan dengan nilai pengaruh sebesar 0.1151, dan indeks vegetasi dengan nilai sebesar 0.081. Nilai ini tergolong minim sehingga menunjukkan bahwa kelembapan dan indeks vegetasi tidak begitu signifikan dalam mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 di sore hari.

III.4. Konsentrasi PM 2.5 Antar SPKU

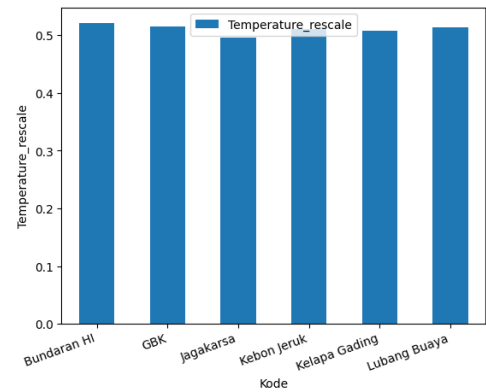
Hasil pengolahan menunjukkan adanya perbedaan konsentrasi PM 2.5 pada tiap SPKU yang cukup signifikan yang dapat dilihat pada Gambar 2 s/d Gambar 8



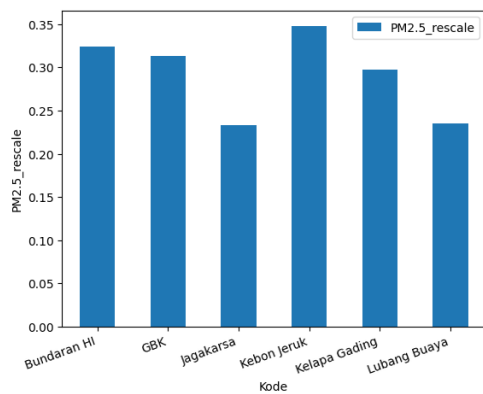
Gambar 3 Konsentrasi Curah Hujan



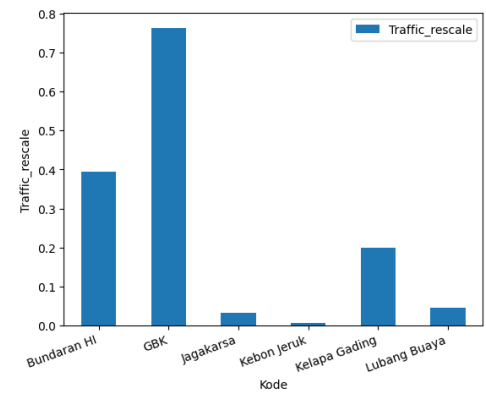
Gambar 4 Kelembapan Antar SPKU



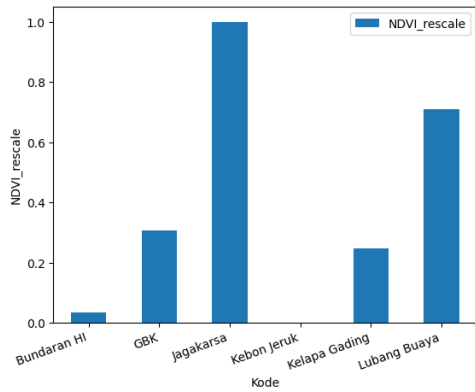
Gambar 5 Suhu Antar SPKU



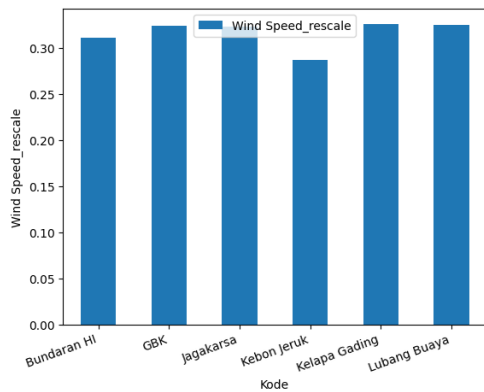
Gambar 2 Konsentrasi PM 2.5



Gambar 6. Volume Lalu Lintas Antar SPKU



Gambar 7. Indeks Vegetasi Antar SPKU



Gambar 8 Kecepatan Angin Antar SPKU

Konsentrasi PM 2.5 tertinggi berada di wilayah SPKU Kebon Jeruk Jakarta Barat dengan kode area 4, dengan faktor yang paling mempengaruhi adalah kecepatan angin dengan nilai sebesar 0.294980, lalu lintas dengan nilai sebesar 0.206905, dan suhu dengan nilai 0.179022. Wilayah Kebon Jeruk terpapar oleh angin muson dari barat yang dominan karena pengaruh peralihan musim dari musim kemarau ke musim penghujan. Padatnya topografi perkotaan yang dipenuhi oleh perumahan, menyebabkan kecepatan angin di wilayah Kebon Jeruk melemah dan polutan hanya terkonsentrasi di wilayah tersebut. Stagnasi udara karena angin lemah membuat konsentrasi polutan meningkat, terutama di daerah lalu lintas padat seperti Kebon Jeruk, di mana emisi dari kendaraan menjadi sumber utama PM 2.5. Dengan tidak adanya angin yang cukup kuat untuk mendispersikan partikel-partikel ini, konsentrasi PM 2.5 cenderung tetap tinggi sepanjang hari.

Dilanjutkan dengan SPKU Bundaran HI dengan kode area 1 dan faktor yang paling berpengaruh adalah suhu dengan nilai sebesar 0.237167, kecepatan angin dengan nilai sebesar 0.223794, dan kelembapan dengan skor sebesar 0.193281. Bundaran HI merupakan salah satu area sibuk di

Daerah Khusus Jakarta yang menjadi pertemuan arus kendaraan, dan dikelilingi oleh banyaknya gedung tinggi dan infrastruktur memadai. Suhu di daerah Bundaran HI cenderung tinggi karena efek *urban heat island*, dimana bangunan dan aspal menyerap dan memantulkan panas lebih banyak. Suhu tinggi di wilayah Bundaran HI dapat menyebabkan adanya turbulensi termal apabila tidak disertai angin yang kuat, maka konsentrasi PM 2.5 di wilayah tersebut dapat terperangkap di lapisan udara yang lebih rendah.

Urutan ketiga adalah SPKU GBK, dengan faktor yang paling mempengaruhi adalah curah hujan dengan skor sebesar 0.400882, kecepatan angin dengan nilai sebesar 0.217064, dan suhu dengan nilai 0.174236. Karakteristik area GBK yang terbuka, membuat curah hujan yang bersifat lokal dan tidak intens menjadi kurang efektif untuk menurunkan konsentrasi polutan PM 2.5 secara signifikan. Pada Bulan Oktober, curah hujan seringkali tidak terdistribusi merata sepanjang hari, dengan intensitas hujan yang tidak terlalu signifikan atau terjadi dalam waktu singkat, hal ini dikarenakan Bulan Oktober masih masa peralihan musim dari musim kemarau ke musim penghujan. Curah hujan memiliki peranan penting dalam menurunkan konsentrasi PM 2.5 melalui proses deposisi basah. Hujan dapat menangkap partikel-partikel halus dan menurunkan konsentrasinya di udara. Terakhir terdapat 3 SPKU lainnya secara berurutan yakni SPKU Kelapa Gading, SPKU Lubang Buaya, dan SPKU Jagakarsa, dengan faktor yang paling dominan mempengaruhi tingginya PM 2.5 di ketiga area tersebut adalah kecepatan angin, curah hujan, dan suhu.

IV. Kesimpulan

Model *machine learning* yang memiliki performa paling baik adalah model *Random Forest* yang menghasilkan nilai MSE sebesar 0.013793 dan nilai R^2 0.465969. Hal ini mengindikasikan bahwa model *Random Forest* memiliki performa yang paling baik dibandingkan 2 model lainnya untuk prediksi fluktuasi di wilayah Daerah Khusus Jakarta selama Bulan Oktober 2022.

Parameter yang paling dominan mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 pada pagi hari di wilayah Daerah Khusus Jakarta adalah kecepatan angin, suhu, indeks vegetasi, dan kelembapan, serta lalu lintas dan curah hujan meskipun tidak signifikan. Parameter yang paling dominan mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 pada siang hari di wilayah Daerah

Khusus Jakarta adalah kecepatan angin, lalu lintas, curah hujan Bulan Oktober 2022, suhu, serta indeks vegetasi dan kelembapan tidak terlalu signifikan. Parameter yang paling mempengaruhi fluktuasi PM 2.5 pada rentang waktu 16.00-19.00 WIB di Daerah Khusus Jakarta adalah curah hujan, lalu lintas, kecepatan angin, dan suhu, serta indeks vegetasi dan kelembapan yang tidak terlalu signifikan berpengaruh.

Ucapan Terimakasih

Penulis berterimakasih terhadap pihak-pihak yang membantu penulis dalam mendapatkan data untuk mendukung penelitian. Penulis berterimakasih terhadap pihak tomtom.move atas ketersediaan data volume lalu lintas pada Bulan Oktober 2022.

Daftar Pustaka

- Abidin, J. &. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV (SNFUR-4)*, (pp. 1-7). Riau.
- Brook. R. D., R. S. (2010). Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular. *AHA SCIENTIFIC STATEMENT*, 2331-2378.
- Garcia Y. (2023). *Inhalable Particulate Matter and Health (PM2.5 and PM10)*. Retrieved from California Air Resources Board: <https://ww2.arb.ca.gov/resources/inhalable-particulate-matter-and-health#:~:text=What%20is%20Particulate%20Matter%3F,solid%20cores%20with%20liquid%20coatings>.
- Haidar. F. A. (2020). Analisis Pengaruh Aktivitas Kendaraan Bermotor dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi PM 2.5 Pada Udara Ambien di Kawasan Universitas Pertamina. *Collections of Environmental Engineering Students' Dissertations and Theses*.
- Hutauruk. R. C. H., R. E. (2020). Variasi Musiman dan Harian PM 2.5 di Jakarta Periode 2016-2019. *Buletin GAW Bariri*, 20-28.
- Republik Indonesia. (1999). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta: Sekretaris Kabinet Republik Indonesia.
- Sudariana. N. (2021). *Analisis Statistik Regresi Linear Berganda*. Nusa Putra University.
- Vallero, D. A. (2014). *Fundamentals of air pollution* (4rd ed.). London: Academic Press.
- Wang. H., S. L. (2023). Air Pollution Remote Sensing and the Subsequent Interactions with Ecology on Regional Scales. *Frontiers*, 01-03.
- Warsiti, W. R. (2020). Kajian Kualitas Ambien Udara

di Kota Semarang (Studi Kasus : Jalan Setiabudi dan Jalan Anton Sujarwo). *Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 148.

Wu H., W. T. (2021). Radiative effects and chemical compositions of fine particles modulating urban heat island in Nanjing, China. *Atmospheric Environment*, 1-12.