

Analisis Distribusi Estimasi Kadar *Particulate Matter* (PM10) dan CO di Wilayah Universitas Indonesia dan Gedung Politeknik Negeri Jakarta (Studi Kasus: Tahun 2013, 2017, dan 2024)

Distribution Analysis of Estimated Particulate Matter (PM10) and CO Levels in the University of Indonesia Area and Jakarta State Polytechnic Building (Case Study: 2013, 2017 and 2024)

A. A. Anggita Yuniskara¹, Dedi Septyadi W², Naufal Ade Kurniawan³, Shafiq Steffi Fahmaradewi⁴

^{1,2,3,4} Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.

a.a15@ui.ac.id, dediwibisono@gmail.com, shafiq.steffi@ui.ac.id, naufal.ade@ui.ac.id

Abstrak.

Studi ini menganalisis kualitas udara di sekitar Universitas Indonesia (UI) dan Gedung Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) yang terletak di perbatasan antara kota Depok dan Jakarta. Implikasi ulang alih penduduk Jakarta terhadap kualitas udara di kota ini menjadi fokus utama penelitian. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan kualitas udara yang buruk, terutama tingkat Particulate Matter (PM) 10 dan karbon monoksida (CO) yang tinggi. Polusi udara ini disebabkan oleh pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor dan industri di sekitar wilayah tersebut. Dampak dari peningkatan polusi udara mencakup berbagai penyakit kardiovaskuler dan infeksi pernapasan. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang lebih efektif dalam mengendalikan emisi CO dan pencemaran udara, termasuk melalui pengendalian emisi sektor transportasi dan industri serta pengembangan kebijakan publik yang lebih baik. Identifikasi polusi PM10 dan CO dapat dilakukan menggunakan citra Landsat 8 dan survei lapangan dengan alat pengukur yang sesuai.

Kata kunci: PM10, Universitas Indonesia, Gedung Politeknik Jakarta, Karbon Monoksida(CO), Arcgis, Interpolasi.

Abstrak

This study analyzes the air quality around the University of Indonesia (UI) and the Jakarta State Polytechnic Building (PNJ) which is located on the border between the cities of Depok and Jakarta. The implications of Jakarta's population transfer on air quality in this city is the main focus of research. The results of the analysis show an increase in poor air quality, especially high levels of Particulate Matter (PM) 10 and carbon monoxide (CO). This air pollution is caused by burning fuel from motor vehicles and industries around the area. The impacts of increased air pollution include a variety of cardiovascular diseases and respiratory infections. Therefore, more effective efforts are needed to control CO emissions and air pollution, including through controlling emissions from the transportation and industrial sectors as well as developing better public policies. Identification of PM10 and CO pollution can be done using Landsat 8 imagery and field surveys with appropriate measuring equipment.

Kata kunci: PM10, Universitas Indonesia, Gedung Politeknik Jakarta, Karbon Monoksida(CO), Arcgis, Interpolasi.

Pendahuluan

Universitas Indonesia berada di perbatasan antara kota Depok dan kota Jakarta yang mana terpengaruh dengan ulang alih penduduk Jakarta dapat memiliki implikasi signifikan terhadap kualitas udara di kota ini. Dalam beberapa tahun terakhir, Jakarta telah mengalami peningkatan kualitas udara yang buruk, dengan tingkat PM₁₀ dan CO yang tinggi (Polusi Udara Jakarta, Penyebabnya Dan Bahaya Kesehatan, 2023). Pembakaran mesin kendaraan bermotor menghasilkan polusi udara berupa Particulate Matter (PM) 10, yang terdiri dari partikel-partikel kecil yang dapat menyebar luas dan masuk ke dalam paru-paru manusia. Proses pembakaran bahan bakar menghasilkan unsur-unsur kimiawi yang mencemari udara termasuk karbon monoksida (CO) dan partikel-partikel kecil berukuran mikrometer seperti PM₁₀ (Oke T. et al., 2017). Pembakaran bahan bakar dalam kendaraan melepaskan berbagai polutan, termasuk PM₁₀. Hal ini disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna serta keausan komponen kendaraan seperti ban, rem, dan mesin (Istiqomah et al., 2020) Salah satu faktor yang berkontribusi pada peningkatan ini adalah pergerakan penduduk yang meningkat ke Jakarta yang berpotensi meningkatkan emisi kendaraan dan industri. Ditemukan bahwa pergerakan penduduk yang meningkat dapat meningkatkan emisi CO dan pencemaran udara di Jakarta. Menurut Dirjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Hidup menyebutkan bahwa dalam konteks Pengendalian Pencemaran Lingkungan, beberapa Kabupaten/Kota wilayah Jabodetabek selama mengalami penurunan kualitas udara (ISPU tidak sehat) (KLHK, 2023). Selain itu, menurut Direktur Eksekutif Komisi Penghapusan Bensin Bertimbang, Ahmad Safrudin, menemukan bahwa emisi karbon monoksida dari kendaraan bermotor dan industri dapat memperbesar gas rumah kaca, meningkatkan suhu rata-rata permukaan dan menyebabkan perubahan iklim (AntaraneWS, 2019). Dampak dari peningkatan kualitas udara yang buruk dapat berupa berbagai penyakit kardiovaskuler dan infeksi pernapasan (Brook et al., 2010). Oleh karena itu, perlu adanya upaya yang lebih efektif untuk mengendalikan emisi CO dan pencemaran udara di Jakarta, termasuk melalui pengendalian emisi sektor transportasi dan industri, serta pengembangan kebijakan publik yang lebih baik. Identifikasi dari polusi PM₁₀ dan CO dapat menggunakan citra Landsat 8 dengan terutama pada kombinasi band 1, 3, dan 4 maupun dengan survey lapangan menggunakan alat pengukur.

Metodologi

1.1. Wilayah Penelitian

2.1.1. Universitas Indonesia (UI)

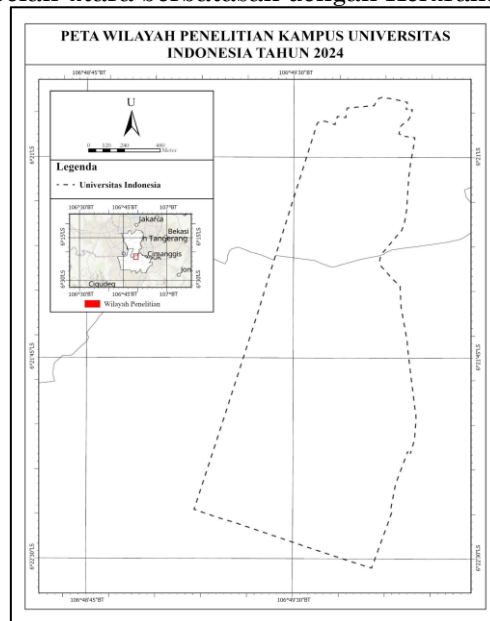
Universitas Indonesia atau yang acap kali dikenal dengan UI adalah salah satu perguruan tinggi yang terdapat di Indonesia. Menurut sejarahnya, UI merupakan universitas pertama di Indonesia yang menjadi cikal bakal dari beberapa universitas terkemuka lainnya seperti Institut Teknologi Bandung, Universitas Airlangga, Institut Pertanian Bogor, Universitas Hasanuddin, Universitas Negeri Jakarta, dan Politeknik Negeri Jakarta. Beberapa perguruan tinggi tersebut pada awalnya merupakan bagian dari UI hingga pada akhirnya memutuskan untuk memisahkan diri dan berdiri sebagai perguruan tinggi tersendiri. UI secara resmi, memulai kegiatan pertamanya di tanggal 2 Februari 1950. Tanggal tersebut kemudian dijadikan sebagai hari kelahiran Universitas Indonesia.

UI sendiri memiliki dua kampus yang keduanya digunakan untuk kegiatan belajar mengajar, kampus utamanya terletak di Provinsi Jawa Barat, lebih tepatnya di Kota Depok. Sementara itu kampus lainnya berlokasi di Salemba, Jakarta Pusat. Kampus utama UI sendiri memiliki wilayah yang cukup luas, terbukti dari komposisi tutupan lahannya yang berupa hutan dan danau yang notabeneNYa memerlukan lahan yang luas. Jika dilihat topografinya, UI memiliki variasi yang cukup signifikan dikarenakan ia memiliki elevasi yang tinggi begitupun rendah. Elevasi rendah di kampus UI berada di sekitar Danau Kenanga, Danau Agathis, Danau Mahoni, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP). Sementara itu elevasi tinggi berada di wilayah Fakultas Hukum (FH) dan Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB).

Menurut laman websitenya, Kampus UI Depok disebutkan memiliki luas sekitar 320 hektare. Saking luasnya, UI bahkan sebenarnya terbentang di dua provinsi yaitu Jawa Barat dan Jakarta, walaupun wilayah yang bagian Jakarta tidak sebanyak bagian Depok, Jawa Barat. UI

sendiri secara astronomis terletak di 6° 21' 44.21" LS, 106° 49' 36.02" BT. **Lihat gambar 2.1 dan 2.2.** Sementara itu, secara geografis ia dibatasi oleh 5 desa dan kelurahan dengan rincian sebagai berikut:

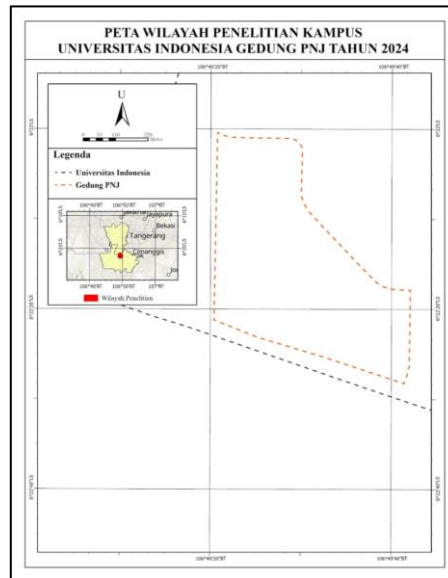
- Di sebelah timur berbatasan dengan Kelurahan Pondok Cina;
- Di sebelah selatan berbatasan dengan Kelurahan Beji Timur, Kemiri Muka, dan Beji;
- Di sebelah barat berbatasan dengan Kelurahan Kukusan;
- Di sebelah utara berbatasan dengan Kelurahan Srengseng Sawah.



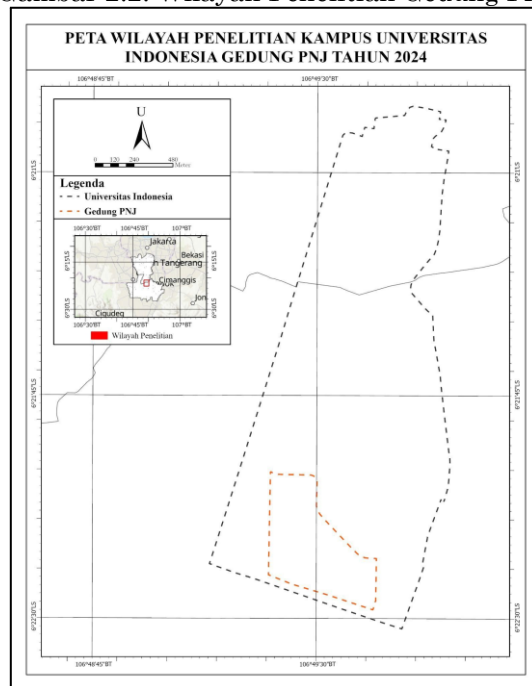
Gambar 2.1. Wilayah Penelitian Universitas Indonesia

2.1.2. Politeknik Negeri Jakarta (PNJ)

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) adalah salah satu perguruan tinggi yang dulunya juga merupakan bagian dari Universitas Indonesia. Uniknya, walaupun PNJ telah memisahkan diri, tetapi lokasi dari perguruan tinggi ini tetap menjadi satu dengan Universitas Indonesia. **Lihat gambar 2.3.** Secara geografis, wilayah Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) berada di dataran yang relatif datar dan strategis, berdekatan dengan beberapa fakultas di Universitas Indonesia. Perguruan tinggi ini berlokasi dekat dengan Fakultas Ilmu Administrasi (FIA) baru dan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA). Secara astronomis, Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) terletak di 6° 22' 13.19" LS, 106° 49' 25.72 " BT.



Gambar 2.2. Wilayah Penelitian Gedung PNJ



Gambar 2.3. Wilayah Penelitian Secara Keseluruhan

2.2. Variabel Penelitian

Variabel adalah objek penelitian atau yang menjadi unit analisis atau fokus perhatian dalam suatu penelitian (Arikunto, 2002:96). Sementara menurut, Sugiyono (2016:68) , 38 variabel penelitian didefinisikan sebagai suatu atribut atau sifat atau nilai dari sesuatu hal yang telah ditetapkan oleh peneliti, di mana variabel sendiri ditetapkan untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian mengenai analisis suhu udara ini akan digunakan beberapa variabel, di antaranya. **Lihat tabel 2.1.**

Tabel 2.1. Variabel penelitian

Variabel	Indikator	Tahun	Sumber Data
Karbon Monoksida (CO)	Jumlah kendaraan	2024	Observasi lapang
	Panjang jalan	2024	Observasi lapang
	Faktor emisi	2024	Observasi lapang
Polutan (PM10)	Citra Landsat 8	2013, 2015, 2017	United States Geological Survey (USGS)

Kurniawati (2017) menjelaskan bahwa karbon monoksida (CO) adalah gas tak berwarna dan tak berbau yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar yang mengandung karbon, seperti bahan organik. Sumber utama emisi CO berasal dari kendaraan bermotor, di mana gas berbahaya ini dilepaskan melalui knalpot saat proses pembakaran tidak optimal. Namun, tak hanya kendaraan bermotor, kendaraan lainnya yang menggunakan bahan bakar fosil juga turut menjadi penyumbang dalam eksistensi CO di muka bumi. Gas buang yang dikeluarkan melalui knalpot intensitasnya cenderung berbeda - beda pada tiap kendaraan dan bergantung kepada kecepatan laju kendaraan, jenis kendaraan, volume lalu lintas, kualitas jalan (Sasmita *et al.*, 2022). Asap atau gas buang yang terlihat dan tidak terlihat dari kendaraan mengandung berbagai zat kimia termasuk CO, yang kemudian tersebar di udara dan dapat secara negatif mempengaruhi kualitas udara (Apriyanti, 2017). Penelitian menunjukkan bahwa kendaraan merupakan kontributor utama terhadap kadar karbon monoksida di atmosfer dikarenakan gas buang yang dihasilkannya.

BMKG menyebutkan bahwa PM10 adalah partikel udara yang berukuran lebih kecil dari 10 mikron (mikrometer). Partikel ini dapat terdiri dari berbagai zat, seperti debu, asap, dan partikel organik yang dapat terbawa oleh angin dan tersebar di udara. Sifat kecilnya membuat PM10 dapat dengan mudah masuk ke dalam saluran pernapasan manusia dan mencapai bagian terdalam paru-paru, mengakibatkan potensi dampak kesehatan yang signifikan. PM10 biasanya berasal dari berbagai sumber, termasuk aktivitas industri, kendaraan bermotor, dan aktivitas pembakaran biomassa. Di perkotaan yang padat, konsentrasi PM10 bisa meningkat secara signifikan, terutama di daerah dengan lalu lintas kendaraan yang tinggi atau industri berat. Peningkatan konsentrasi PM10 dalam udara dapat mengakibatkan masalah pernapasan, seperti iritasi tenggorokan, batuk, sesak napas, dan memperburuk kondisi bagi individu dengan penyakit paru-paru kronis.

2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah salah satu proses dalam metodologi yang ditujukan untuk mendapatkan informasi atau fakta yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian dan menjawab pertanyaan penelitian (Iryana, 2017). Tujuan penelitian yang telah disampaikan pada latar belakang berwujud hipotesis, yang mana bermakna bahwa tujuan tersebut belum memiliki kebenaran yang pasti dan harus melewati proses uji secara empiris. Maka dari itu hadirilah proses pengumpulan data untuk melakukan konfirmasi terhadap hipotesis yang telah dibuat. Sebelum melakukan pengumpulan data, terlebih dahulu ditentukan sampel- sampel yang akan diambil

dari data yang ingin dikumpulkan. Dalam hal ini sampel berperan sebagai representasi dari unit analisis yang akan digunakan sebagai sasaran penelitian. Penelitian yang dilakukan di wilayah Universitas Indonesia dan PNJ diperuntukkan untuk mengetahui bagaimana sebaran nilai LST dan AST.

2.3.1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat secara langsung di lapangan oleh sang peneliti atau yang bersangkutan yang memerlukan data (Hasan, 2002). Sumber lainnya juga menyatakan hal yang sama mengenai definisi data primer yaitu data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti dari sumber aslinya, bukan diambil dari sumber atau publikasi yang sudah ada. Data primer didapat melalui beberapa metode di antaranya adalah wawancara, observasi, catatan lapangan, dan dokumentasi. Pengumpulan data primer dilakukan untuk mendapatkan informasi yang spesifik dan relevan dengan tujuan penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian ini peneliti melakukan pengumpulan data langsung di lapangan yaitu di Universitas Indonesia dan PNJ. Di mana dalam pengumpulan data dilakukan dengan perhitungan secara manual. Berikut adalah rincian data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini.

Lihat tabel 2.1.

Tabel 2.1. Data Primer yang dikumpulkan

Data	Sumber	Alat Ukur
Jumlah kendaraan	Observasi lapang	Perhitungan manual

Data jumlah kendaraan dikumpulkan dikarenakan data ini merupakan salah satu indikator dalam perhitungan estimasi polutan. Penelitian menyebutkan bahwa kendaraan menjadi salah satu penyumbang besar konsentrasi CO di muka bumi.

2.3.2. Data Sekunder

Hasan (2002:58), menyatakan bahwa data sekunder adalah data yang dikumpulkan oleh individu melalui sumber atau penelitian yang telah ada. Sederhananya, data sekunder adalah data yang tidak diperoleh langsung melalui lapangan melainkan dijemput oleh pihak kedua. Dalam penelitian ini data sekunder didapat melalui instansi atau lembaga yang berkaitan dengan penelitian dan data sekunder yang dikumpulkan adalah sebagai berikut. Lihat tabel 2.2.

Tabel 2.2. Data Sekunder yang dikumpulkan

Data	Format Data	Sumber
Citra Landsat 8	Raster	United States Geological Survey (USGS)

2.4. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan proses input dan output data menjadi bentuk lain yang dibutuhkan dalam penelitian (Nawassyarif, 2020). Secara eksplisit, menurut Hasan (2006:24), pengolahan data didefinisikan sebagai sebuah proses di dalam meringkas data dengan menggunakan cara-cara tertentu. Pengolahan data ini ditujukan agar data yang sebelumnya berbentuk abstrak

menjadi lebih mudah dipahami setelah diolah. Dalam penelitian ini data yang ditujukan untuk diolah adalah data sekunder yang diperoleh melalui literatur-literatur relevan. Dalam penelitian mengenai polusi udara ini akan dilakukan dua jenis pengolahan data di antaranya sebagai berikut:

2.4.1. Particulate Matter 10 (PM 10)

Data citra Landsat yang telah dikumpulkan menjadi langkah awal dalam proses pengolahan data konsentrasi PM10, yang dilakukan melalui perangkat lunak ArcGIS Pro sebagai platform utama. Penggunaan software ini esensial untuk mengelola dan menganalisis citra dengan detail yang diperlukan. Tahap pertama dalam pengolahan adalah memasukkan data citra Landsat, khususnya dari band 1, 3, dan 4, ke dalam ArcGIS Pro. Setiap band ini memuat informasi yang berbeda mengenai reflektansi dari permukaan bumi, yang penting untuk menghitung nilai reflektansi pada puncak atmosfer (TOA Reflectance).

Proses berikutnya melibatkan konversi nilai Digital Number (DN) dari citra menjadi nilai reflektansi. Langkah ini dilakukan dengan memanfaatkan persamaan yang melibatkan nilai multiplicative (REFLECTANCE_MULT_BAND_x) dan additive (REFLECTANCE_ADD_BAND_x) yang tercatat dalam metadata citra. Konversi ini penting untuk memastikan bahwa nilai reflektansi yang diperoleh mencerminkan kondisi yang sebenarnya dari permukaan yang dipantau. Adapun rumusnya sebagai berikut: $\rho\lambda' = M\rho Q_{cal} + A\rho$(1)

Keterangan:

$\rho\lambda'$: reflektan TOA yang belum terkoreksi sudut matahari. $M\rho$: faktor skala (Band-specific multiplicative rescaling factor)

$A\rho$: faktor penambah (Band-specific additive rescaling factor)

Q_{cal} : nilai piksel (DN)

Selanjutnya, setelah memperoleh nilai reflektansi awal ($\rho\lambda'$), langkah berikutnya adalah melakukan koreksi terhadap nilai ini dengan mempertimbangkan sudut elevasi matahari (θ_{SE}) yang juga tercatat dalam metadata. Sudut elevasi matahari mempengaruhi jumlah energi matahari yang diterima oleh sensor satelit, sehingga perlu dikoreksi untuk memastikan konsistensi dalam pengukuran reflektansi di berbagai kondisi pencahayaan. Untuk melakukan koreksi tersebut digunakan persamaan sebagai berikut:

Keterangan : $\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})}$(2)

: Nilai reflektansi dengan koreksi sudut matahari $\rho\lambda'$ $\rho\lambda$
 θ_{SE} :

: Nilai reflektansi tanpa koreksi sudut matahari

Sudut elevasi matahari

Metode ini memberikan pendekatan kuantitatif untuk mengestimasi konsentrasi PM10 menggunakan informasi reflektansi dari citra Landsat. Informasi metadata yang terkandung dalam citra, seperti nilai θ_{SE} , merupakan bagian integral dalam proses koreksi reflektansi yang dilakukan, sehingga hasil akhir ($\rho\lambda$) lebih akurat dan dapat diandalkan dalam analisis lingkungan yang membutuhkan tingkat presisi tinggi.

Sementara itu untuk mendapatkan nilai PM10 di wilayah UI digunakan referensi perhitungan melalui penelitian dari Tamara, Dwi & Wibowo, Adi & Ash Shidiq, Iqbal (2023).

Spatial Model of PM10 in Bekasi City, West Java, using Landsat 8. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1190.10.1088/1755-1315/1190/1/012002. Rumus tersebut digunakan untuk memperkirakan konsentrasi Partikulat PM10 berdasarkan nilai Aerosol Optical Thickness (AOT) yang diperoleh dari data satelit Landsat-8 setelah koreksi atmosfer. Rumusnya menggunakan nilai reflektansi dari pita Landsat yang berbeda ($R\lambda_1$, $R\lambda_3$, $R\lambda_4$) untuk memperkirakan konsentrasi PM10 yang diperoleh dari citra Landsat 8. Perhitungan ini juga tetap dilakukan di software ArcGIS Pro dengan memanfaatkan *tool* pada *geoprocessing* yaitu *raster calculator*. *Tool* ini digunakan untuk melakukan operasi matematis dan spasial pada data raster, yang merupakan representasi dari data spasial dalam bentuk grid atau piksel. Adapun rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$PM10 = - 444R\lambda_1 + 1.766R\lambda_3 - 1.664R\lambda_4 + 78 \dots\dots (3)$$

Keterangan:

PM10 : Konsentrasi partikel di udara dengan diameter <10 mikrometer

: Reflektansi pada Band 1 (biru)

$R\lambda_3$: Reflektansi pada Band 3 (merah)

: Reflektansi pada Band 4 (Near Infrared)

2.4.2. Emisi Karbon Monoksida (CO)

Tidak berbeda dengan pengolahan data PM10, di mana pengolahan data emisi CO juga akan dilakukan pada software ArcGIS Pro. Tahapan awal yang dilakukan adalah dengan mengekspor data plotting yang telah tersimpan di Avenza Maps dan menyimpannya dengan format KML. Data tersebut kemudian diimpor ke ArcGIS untuk diproses lebih lanjut. Dalam penelitian ini kami menggunakan titik sampel sejumlah 5 titik.

Tahapan selanjutnya adalah melihat faktor emisi yang dihasilkan dari masing - masing jenis kendaraan yang bersumber dari penelitian berjudul “Carbon Sequestration Capability Analysis of Urban Green Space Using Geospatial Data” oleh Azaria, et al (2018). Disebutkan bahwa terdapat klasifikasi dari faktor emisi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan berdasarkan tiga kendaraan yaitu motor, mobil, dan truk. Di mana kelas klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2. Klasifikasi Polutan yang dihasilkan Kendaraan

Jenis	CO	HC	NO _x	CO ₂	SO ₂
Kendaraan					
Motor	14.0	5.9	0.29	3180	0.008
Mobil	40.0	4.0	0.01	3180	0.026
Truk	2.8	0.53	0.53	3172	0.440

Sumber: Azaria et al. (2018)

Kemudian tahapan selanjutnya adalah mengukur nilai VKT dengan menggunakan ArcGIS dan memanfaatkan *tool* pengukuran yang memungkinkan untuk memberikan pengukuran jalan yang akurat hanya dengan menggambarkan garis pada jalan yang panjangnya ingin diukur. Setelah mengetahui nilai faktor emisi dan VKT maka tahapan yang selanjutnya dapat dilakukan adalah menghitung besaran nilai emisi karbon monoksida. Besaran ini didapat melalui perhitungan pada software yang sama yaitu ArcGIS dan memanfaatkan *raster calculator*. Di mana dalam perhitungannya merujuk kepada penelitian yang sama dengan yaitu dari Azaria, et al. (2018) dengan judul penelitian yaitu “Carbon Sequestration Capability Analysis of Urban Green Space Using Geospatial Data”. Di mana dalam penelitian tersebut, emisi transportasi (CO)

terdiri atas perhitungan emisi yang diproses dengan nilai jumlah kendaraan, jarak perjalanan, dan faktor emisi pada wilayah pengamatan. Rumus yang akan digunakan adalah sebagai berikut:
 Emisi (Q) = VKT x EF x 10⁻⁶.....(4)

Keterangan:

Emisi : Emisi karbon monoksida (g/jam km)

VKT : Jarak perjalanan kendaraan (km)

EF : Emission factor (g/km/unit)

Namun, perlu diingat bahwa jumlah sampel titik yang diambil dalam survei ini cenderung sedikit sehingga perlu dilakukan tahapan lanjutan agar nilai dari kelima titik tersebut dapat merepresentasikan distribusi emisi karbon monoksida di wilayah penelitian. Oleh karena itu, langkah berikutnya adalah menggunakan salah satu tool dari geoprocessing ArcGIS yaitu "create fishnet". Fishnet akan menghasilkan garis berupa grid dengan titik di masing-masing gridnya, yang mana tiap grid akan merepresentasikan wilayah yang lebih kecil sehingga memungkinkan analisis yang lebih rinci.

Setelah tahapan tersebut selesai, langkah berikutnya adalah mengekstrak nilai dari kelima titik sampel ke setiap poin yang dihasilkan oleh "create fishnet" dengan menggunakan tool pada ArcGIS yang disebut "extract value to point". Tool ini membantu mendistribusikan nilai dari kelima titik sampel tersebut ke seluruh wilayah penelitian secara lebih merata. Tahap terakhir dari pengolahan data ini adalah melakukan interpolasi untuk mengetahui sebaran emisi karbon monoksida di wilayah penelitian. Pada pengolahan data ini, digunakan interpolasi dengan metode Inverse Distance Weighting (IDW), yang dinilai sebagai metode paling cocok untuk menggambarkan distribusi data berdasarkan jarak antar titik.

Metode IDW bekerja dengan memberi bobot lebih besar pada titik yang lebih dekat dengan titik yang dihitung, sehingga hasil interpolasi menjadi lebih akurat dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Dengan IDW, setiap titik grid yang dihasilkan dari fishnet akan memiliki nilai emisi karbon monoksida yang terprediksi berdasarkan kedekatan dan nilai titik sampel asli.

2.5. Analisis Data

Analisis data adalah tahapan di dalam mengolah data secara sistematis baik data yang berupa hasil wawancara, observasi, validasi, maupun lainnya agar dapat meningkatkan pengetahuan dari peneliti di dalam kajian yang ditelitinya dan penyajiannya sebagai temuan berikutnya (Ahmad, 2021). Pernyataan yang hampir sama disampaikan oleh Sugiyono (2010:335), bahwa analisis data didefinisikan sebagai proses mencari data dan menata data yang telah dikumpulkan melalui wawancara, catatan lapangan, dokumentasi, dan lain sebagainya dengan mengelompokkannya terlebih dahulu ke dalam beberapa kategori, kemudian mengajarkannya ke dalam unit, melakukan deliniasi dengan memilih data yang penting, dan dibuat kesimpulan agar mudah dipahami oleh orang lain dan diri sendiri.

Proses analisis data ditujukan untuk menentukan sebaran PM10 dan CO di kawasan kampus Universitas Indonesia dan Gedung PNJ. Maka dari itu, penelitian ini cenderung menggunakan analisis spasial deskriptif, di mana pada dasarnya analisis ini memang diperuntukkan untuk mengetahui wilayah mana saja dengan PM10 tertinggi atau sebaliknya. Data yang telah diproses pada tahapan sebelumnya kemudian diklasifikasikan nilainya berdasarkan pada kelas yang ada. Melalui rujukan yang berjudul "Spatial Model of PM10 in Bekasi City, West Java, using Landsat 8. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science" oleh Tamara *et al.* (2023) , disebutkan juga bahwa terdapat tiga klasifikasi dari PM10 yang menandakan kualitas udara dari suatu wilayah. Di mana ketiga klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

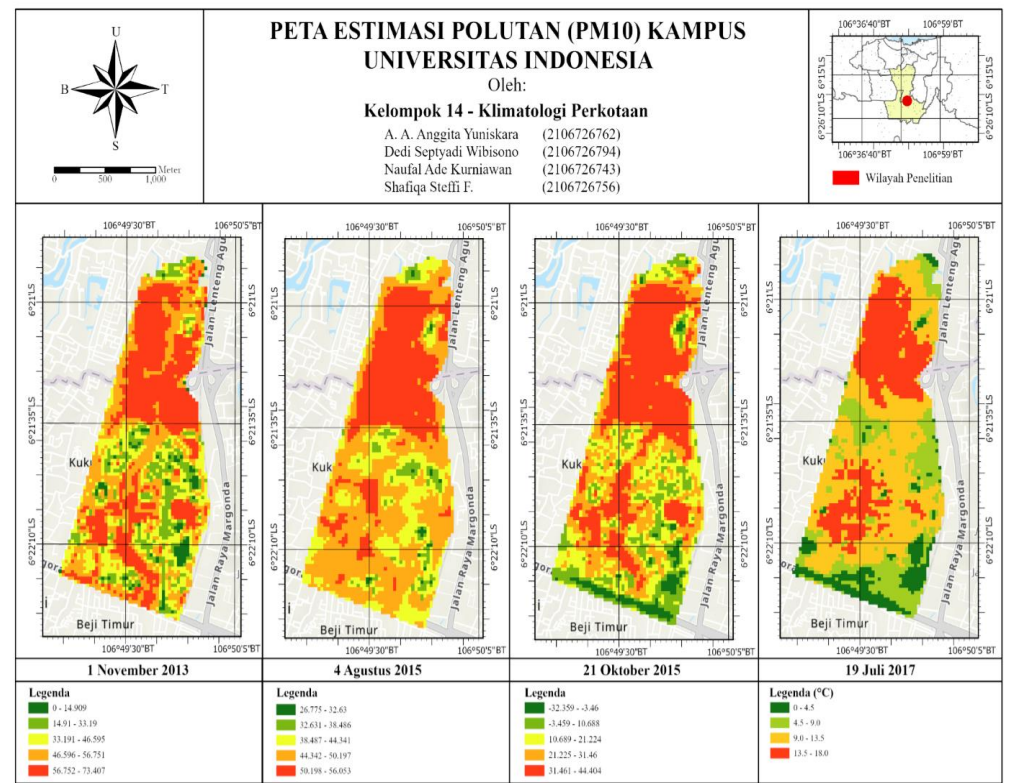
Tabel 2.1. Klasifikasi PM₁₀

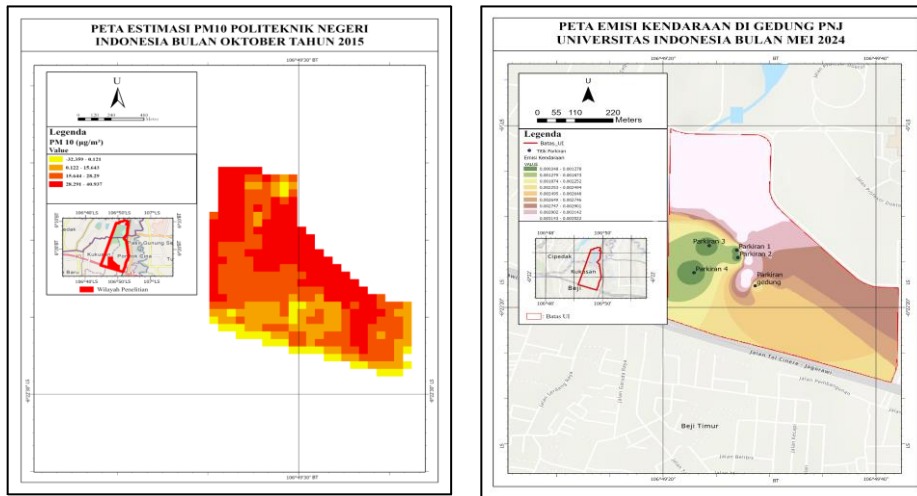
PM ₁₀ (µg/m ³)	PM10 (ton/year)	Air Quality Index
---------------------------------------	-----------------	-------------------

0 - 50	0 - 0,12	Good
51 - 75	0,13 - 0, 18	Moderate
76 - 100	0,19 - 0,24	Unhealthy

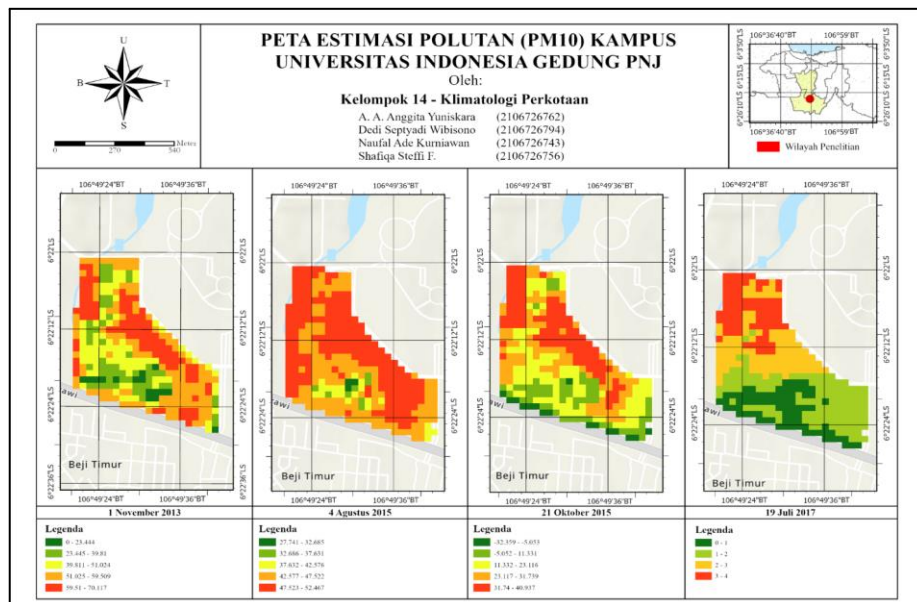
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan, dilihat pada gambar 3.1 bahwa pada pada data tahun 2013 dan 2015 memiliki pola persebaran pm10 yang serupa tetapi data tahun 2017 memiliki pola yang berbeda dari data yang lainnya. Terdapat tingkat pm10 yang tinggi pada bagian utara wilayah UI sedangkan area tersebut merupakan area dengan tingkat vegetasi yang tinggi (Hutan Kota UI)





Gambar 3.1 Hasil Estimasi PM10 UI



Gambar 3.2 Hasil Estimasi PM10 PNJ

Selain itu, dilihat pada gambar 3.2 pola persebaran dari estimasi pm10 memiliki bentuk yang lebih beragam, tetapi adanya ketidaksesuaian dengan tutupan lahan yang pada data tahun 2017 yang dimana pada umumnya memiliki tingkat pm10 yang lebih tinggi.

Gambar 3.3 Perbandingan Hasil Estimasi PM10 dengan Estimasi Emisi Kendaraan

Selain itu, pada gambar 3.3 dapat terlihat perbandingan dari hasil estimasi pm10 pada bulan oktober 2015 dengan hasil estimasi emisi kendaraan yang diukur secara langsung pada bulan Mei 2024. Dapat terlihat bahwa adanya tingkat emisi yang tinggi pada bagian timur yang dimana juga terdapat estimasi pm10 yang tinggi pada area yang sama. Nilai estimasi emisi kendaraan yang dihasilkan dapat mencapai hingga 0,003521536 g/jam km. Kedua hal ini dapat berkaitan karena emisi kendaraan juga merupakan salah satu jenis dari PM10 yang dimana dapat mempengaruhi tingkat pm10 pada wilayah tersebut.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang peneliti lakukan terhadap polusi udara di sekitar Universitas Indonesia dan Gedung Politeknik Negeri Jakarta, ditemukan bahwa peningkatan jumlah kendaraan dan aktivitas pembakaran bahan bakar fosil menjadi faktor utama yang berkontribusi terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO) di wilayah tersebut. Emisi CO yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar dalam kendaraan bermotor dan

kendaraan lainnya menyebabkan peningkatan polusi udara. Penggunaan metode pengolahan data seperti "create fishnet" dan "extract value to point" dalam ArcGIS membantu dalam mendistribusikan nilai emisi karbon monoksida secara merata di wilayah penelitian. Selain itu, interpolasi dengan metode Inverse Distance Weighting (IDW) juga digunakan untuk menggambarkan distribusi data berdasarkan jarak antar titik dengan lebih akurat. Analisis spasial deskriptif dilakukan untuk menentukan sebaran polutan PM10 dan CO di kawasan kampus Universitas Indonesia dan Gedung PNJ. Data yang telah diproses kemudian diklasifikasikan berdasarkan pada kelas yang ada untuk memudahkan pemahaman terhadap wilayah mana yang memiliki konsentrasi polutan tertinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan langkah-langkah pengendalian dan mitigasi polusi udara, seperti pengendalian emisi kendaraan dan pengembangan kebijakan publik yang lebih baik, untuk menjaga kualitas udara di wilayah tersebut.

References

- Azaria, L., Wibowo, A., & Shidiq, I. P. A. (2018). Carbon sequestration capability analysis of urban green space using geospatial data. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 73, p. 03009). EDP Sciences.
- Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., III, et al. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 121(21), 2331-2378. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181d8e311.
- Gumilang, M. P. M. (2020). Analisis hasil koreksi geometri orthorektifikasi citra satelit resolusi tinggi dengan menggunakan DEM SRTM, DEM ALOS-PALSAR, dan DEM NASIONAL (Studi kasus: Kecamatan Wonosari, Kabupaten Malang) (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG).
- Hanung, N. S., Prasetyo, Y., & Suprayogi, A. (2016). Estimasi Nilai Dan Korelasi Biomassa Terhadap Nilai Ndzi Berbasis Metode Polarimetrik Sar Pada Citra Quad-pol Alos Palsar Tahun 2007. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 364-373.
- Istiqomah, N. A., & Marleni, N. N. N. (2020). Particulate air pollution in Indonesia: Quality index, characteristic, and source identification. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 599(1), 012084. doi: 10.1088/1755-1315/599/1/012084.
- Kinerja Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Tahun 2023. (2023, December 29). <https://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/7573/kinerja-pengendalian-pencemaran-dan-kerusakan-lingkungan-tahun-2023>.
- NH, S. A. (2017). Analisis konsentrasi karbon monoksida (CO) pada ruang parkir Ayani Mega Mall Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1).
- Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). *Urban Climates*. Cambridge University Press.
- Polusi Udara Jakarta, Penyebabnya dan Bahaya Kesehatan. (2023, November 13). Iblam. <https://iblam.ac.id/2023/11/13/polusi-udara-jakarta-penyebabnya-dan-bahaya-kesehatan/>.
- Sasmita, A., Reza, M., Elystia, S., & Adriana, S. (2022). Analisis pengaruh kecepatan dan volume kendaraan terhadap emisi dan konsentrasi karbon monoksida di jalan jenderal sudirman, kota pekanbaru. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(4), 269-279.
- Tamara, D., Wibowo, A., & Shidiq, I. P. A. (2023, June). Spatial model of Particulate Matter PM10 in Bekasi City, West Java Province using Landsat-8. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1190, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Udara, I. P. Indikator Pencemaran Udara Berdasarkan Jumlah Kendaraan dan Kondisi Iklim (Studi di Wilayah Terminal Mangkang dan Terminal Penggaron Semarang).
- Wikipedia. (2024, Juni 4). Universitas Indonesia . Diakses dari laman <https://id.wikipedia.org/>.
- Wikipedia. (2024, Mei 4). Politeknik Negeri Jakarta. Diakses dari laman <https://id.wikipedia.org/>.