

APLIKASI PENGINDRAAN JAUH UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KUALITAS UDARA SO₂ MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8

MUHAMAD IPAN MAULANA¹, DEWI KANIA SARI²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung¹
2. Institut Teknologi Nasional Bandung²

Email : im879708@gmail.com

ABSTRAK

Kota Cilegon, yang dulunya merupakan daerah pertanian, kini telah berkembang menjadi pusat industri yang signifikan. Pertumbuhan industri yang pesat di kota ini telah menyebabkan peningkatan kadar polutan udara, khususnya sulfur dioksida (SO₂). Penelitian ini bertujuan untuk memantau kualitas udara terkait sulfur dioksida (SO₂) di Kota Cilegon tahun 2023 menggunakan citra Landsat 8 OLI/TIRS. Penelitian ini menggunakan perhitungan algoritma parameter kualitas udara SO₂. Data kualitas udara yang diperoleh dari citra satelit divalidasi dengan data pemantauan dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Cilegon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata SO₂ tertinggi tercatat sebesar 4,98 µg/m³ pada tahun 2023. Berdasarkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), kualitas udara SO₂ tahun 2023 dikategorikan "baik".

Kata kunci: Kota Cilegon, SO₂, citra Landsat 8 OLI/TIRS

1. PENDAHULUAN

Kota Cilegon dengan keberadaan kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pihak Pemda Kota Cilegon yang dahulunya merupakan daerah pertanian, namun saat ini pertumbuhan dan perkembangan ekonomi Kota Cilegon bertumpu pada sektor industri. Perkembangan industri di Kota Cilegon cukup pesat dengan dibangun nya sektor pendukung seperti industri perhotelan yang merupakan industri padat modal, kemudian pembangunan industri properti seperti perumahan, gedung untuk perkantoran, toko kecil hingga toko ritel atau mall.

Perkembangan ekonomi yang terjadi dapat menyebabkan kualitas udara semakin menurun karena konsentrasi emisi yang semakin meningkat sebagai akibat dari dihasilkannya berbagai macam polusi. Dimana dalam proses produksinya akan menghasilkan produk sampingan/emisi baik dalam jumlah kecil maupun besar, sehingga dapat menimbulkan masalah-masalah penurunan kualitas udara yang akan berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat Kota Cilegon. Kualitas udara yang bersih yaitu udara yang bebas dari berbagai kandungan zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia, dengan karakteristik tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, terasa sejuk, dan tidak mempunyai kandungan padat seperti debu (Yulianita dkk., 2022). Namun kualitas udara saat ini menjadi persoalan global, karena udara telah tercemar akibat aktivitas manusia dan proses alam.

Pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia kedalam lingkungan udara normal yang mencapai jumlah tertentu, sehingga dampaknya dirasakan oleh manusia,

binatang, dan vegetasi (Syarifa, 2013). Pencemaran udara terjadi karena beberapa faktor, yaitu adanya sumber bahan pencemar yang mengeluarkan emisi polutan dan interaksi bahan pencemar di atmosfer yang menyebabkan turunnya kualitas udara serta menimbulkan akibat negatif pada manusia dan lingkungan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 41 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara salah satu indeks yang dapat dijadikan penentu kualitas udara adalah ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara). Indeks kualitas udara didefinisikan sebagai gambaran atau nilai hasil transformasi parameter-parameter (indikator) individual polusi udara yang saling berhubungan, seperti konsentrasi SO_2 , NO_2 , SPM, O_3 , dan CO menjadi satu nilai atau satu set nilai sehingga mudah dimengerti bagi masyarakat awam (Budyono, 2010).

Gas sulfur dioksida (SO_2) merupakan salah satu komponen polutan di atmosfer yang dihasilkan dari proses pembakaran minyak bumi dan batu bara serta proses lain yang mengandung sulfat. Industri dan kendaraan di Indonesia pada umumnya masih menggunakan batu bara dan minyak bumi sebagai bahan bakar utamanya sehingga menyumbang emisi SO_2 di udara ambien. Gas SO_2 sulit dideteksi karena merupakan gas tidak berwarna. Gas SO_2 dapat menyebabkan gangguan pernafasan, pencemaran, sakit kepala, sakit dada, dan dapat menyerang saraf manusia. Pada kadar yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan kematian (Aulia dkk., 2022).

Pemantauan perubahan kualitas udara dapat diketahui dengan pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh multispektral yang memiliki beberapa sensor dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pemantauan lingkungan oleh pengguna. Citra satelit penginderaan jauh yang biasanya dimanfaatkan untuk pemantauan persebaran gas-gas penyebab polusi udara suatu daerah adalah citra satelit Landsat (Sinaga dkk., 2018).

Penelitian ini melakukan pemantauan tingkat kualitas udara SO_2 tahun 2023 menggunakan citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan menerapkan algoritma yang dikembangkan oleh Hasan dkk. (2014). Data kualitas udara yang dihasilkan dari pengolahan citra Landsat 8 OLI/TIRS tersebut dilakukan validasi dengan data dari pemantauan kualitas udara Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Cilegon. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat luas dalam mengetahui tingkat kualitas udara SO_2 di Kota Cilegon dari citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS.

2. METODOLOGI PENELITIAN

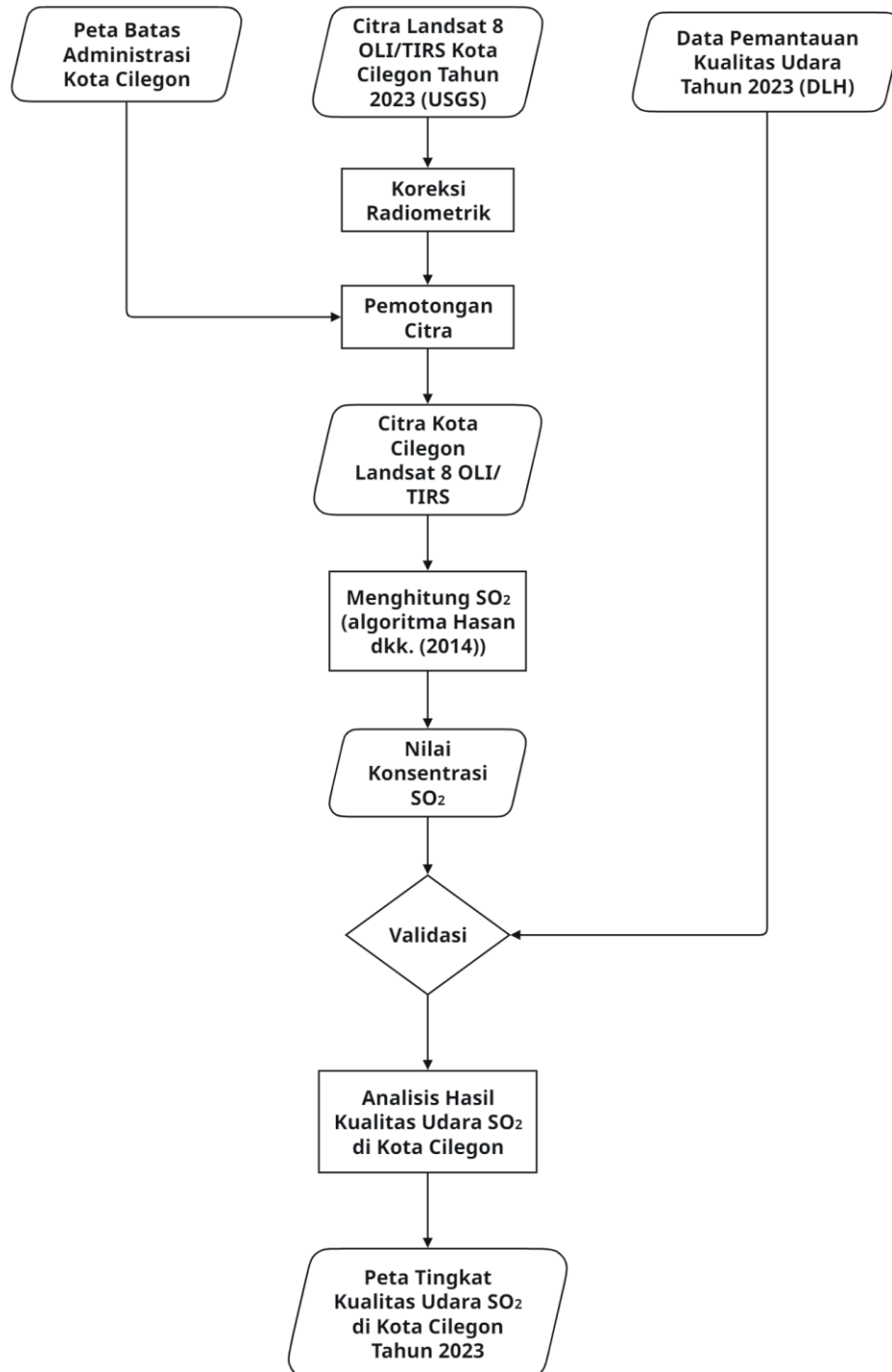
2.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 1**

Tabel 1. Data Penelitian					
No	Jenis Data	Format	Sumber	Tahun	Skala/Resolusi
1	Peta Batas Administrasi Kota Cilegon	Shape File	Badan Informasi Geospasial	2023	1 : 25.000
2	Citra Landsat 8 OLI/TIRS	GeoTIFF	USGS	2023	30 Meter
3	Data Nilai Kualitas Udara SO_2	Excel	Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Cilegon	2023	-

2.2 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian yang disajikan melalui diagram alir, dapat menjadi panduan yang memberikan informasi mengenai tahapan pelaksanaan penelitian. Diagram alir disajikan pada **Gambar 1**



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.3 Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini terdapat beberapa tahap diantaranya dengan melakukan koreksi radiometrik, pemotongan citra pada area yang diteliti yaitu Kota Cilegon, menghitung tingkat kualitas udara sulfur dioksida (SO₂) menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh Hasan dkk. (2014). Selanjutnya di validasi dengan data pemantauan kualitas udara SO₂ dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Cilegon. Tahap pengolahan data diuraikan sebagai berikut:

1. Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan kondisi sebenarnya, dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan.
2. Pemotongan citra dilakukan untuk mengambil daerah atau area pada citra yang dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mempermudah analisis, memperkecil ukuran citra.
3. Menghitung tingkat kualitas udara SO₂ menggunakan algoritma yang merujuk ke Hasan dkk. (2014). Berikut algoritma kualitas udara SO₂ yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 1 (Hasan dkk., 2014):

$$SO_2 = 0,0117T^3 - 0,3282T^2 + 2,837T - 6,4733$$

Keterangan:

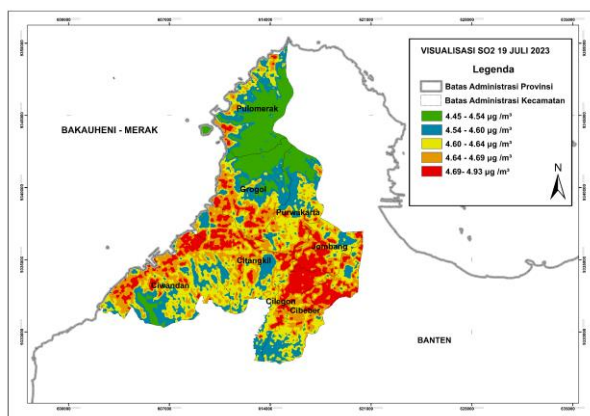
SO₂ = Konsentrasi sulfur dioksida (ppm)

T = Nilai suhu pada *band* termal (C).

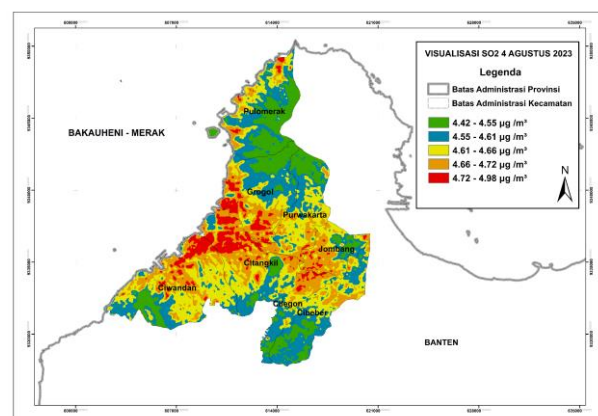
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perubahan Tingkat Kualitas Udara Sulfur dioksida (SO₂)

Hasil kualitas udara sulfur dioksida (SO₂) menggunakan citra Landsat 8 OLI/TIRS di Kota Cilegon tahun 2023 dengan algoritma yang merujuk ke Hasan dkk. (2014) menunjukkan adanya perubahan kualitas udara SO₂ setiap bulannya. Berdasarkan hasil konversi nilai konsentrasi SO₂ terhadap Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), diketahui bahwa kualitas udara SO₂ tahun 2023 berada dalam kategori baik dengan rentang nilai 0-50 µg/m³. Hasil nilai konsentrasi maksimum tertinggi SO₂ yang diperoleh dari algoritma ini pada bulan Juli sebesar 4,93 µg/m³, sedangkan pada bulan Agustus maksimum tertinggi konsentrasi SO₂ mengalami peningkatan menjadi 4,98 µg/m³. Perubahan kualitas udara SO₂ untuk bulan Juli dan Agustus tahun 2023 di Kota Cilegon dapat dilihat pada **Gambar 2**, dan **Gambar 3**



Gambar 2. Sebaran kualitas udara SO₂ Bulan Juli 2023



Gambar 3. Sebaran kualitas udara SO₂ Bulan Agustus 2023

3.2 Hasil Uji Validasi

Berdasarkan perbandingan kualitas udara SO₂ antara hasil pengolahan citra Landsat 8 OLI/TIRS menggunakan algoritma yang merujuk ke Hasan dkk. (2014) dengan data kualitas udara yang dikumpulkan melalui stasiun pemantauan di Kota Cilegon tahun 2023 menunjukkan perbedaan nilai. Berikut hasil perbandingan kualitas udara SO₂ antara hasil pengolahan citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan data stasiun pemantauan kualitas udara Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Cilegon dapat dilihat pada **Tabel 2**

Tabel 2. Perbandingan Citra Satelit Landsat dengan Stasiun Pemantauan Tahun 2023

NO	Latitude (X)	Longitude (Y)	Waktu Pengamatan	Lokasi	Citra Landsat 8 OLI/TIRS (µg/m³)	Stasiun Pemantauan (µg/m³)	E	E²
1	-6.034478	106.082838	19 JULI 2023	SIMPANG TIGA	2,94	0	2,94	8,66
2	-6.034674	106.082811		KIEC	2,92	11	-8,08	65,21
3	-6.034505	105.942657		MERAK	2,92	0	2,92	8,52
4	-5.96101	106.000352		CIWANDAN	2,94	39	-36,06	1300,43
5	-6.011587	106.043538		PCI	2,95	0	2,95	8,69
6	-6.034478	106.082838	4 AGUSTUS 2023	SIMPANG TIGA	2,92	0	2,92	8,51
7	-6.034674	106.082811		KIEC	2,86	0	2,86	8,19
8	-6.034505	105.942657		MERAK	2,93	0	2,93	8,59
9	-5.96101	106.000352		CIWANDAN	2,94	33	-30,06	903,69
10	-6.011587	106.043538		PCI	2,92	0	2,92	8,54
							RMSE =	15,26 µg/m³

Dapat dilihat pada **Tabel 2** perbedaan antara hasil pengolahan citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan pemantauan stasiun Kota Cilegon tahun 2023 terjadi karena beberapa penyebab, salah satunya adalah waktu akuisisi pengambilan citra Landsat 8 OLI/TIRS yang dilakukan untuk pengolahan kualitas udara SO₂ terjadi pengamatan sesaat pada sore hari (15:00-15:45 PM) sedangkan waktu pemantauan kualitas udara SO₂ pada stasiun pemantauan Kota Cilegon terjadi pemantauan dengan hasil yang telah dirata-ratakan selama 24 jam.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemantauan kualitas udara SO₂ tahun 2023 menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS dengan algoritma merujuk ke Hasan dkk. (2014), nilai konsentrasi sulfur dioksida (SO₂) di Kota Cilegon tercatat sebesar 4,45-4,98 µg/m³ pada tahun 2023. Berdasarkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), kualitas udara di Kota Cilegon pada tahun 2023 dikategorikan "baik".

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya kepada Instansi Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Cilegon, yang telah memberikan izin dan dukungan untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, E., Chadirin, Y., & Pribadi, A. (2022). Analisis Sebaran SO₂ pada Musim Wabah Covid-19 Menggunakan Satelit Aura di Wilayah Jabodetabek. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(2), 113-128.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (1997). Keputusan Kepala Bapedal KEP 107/KABAPEDAL/11/1997. Jakarta.
- Budiyono, A. (2010). Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada lingkungan. *Berita Dirgantara*, 2(1).
- Hasan, G., Al Kubaisy, M. A., Nahhas, F. H., Ali, A. A., Othman, N., & Hason, M. M. (2014). Sulfur dioxide (SO₂) monitoring over Kirkuk City using remote sensing data. *Journal of Civil & Environmental Engineering*, 4(5), 1.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tanggal: 26 mei 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Jakarta
- Sinaga, S. H., Suprayogi, A., & Haniah, H. (2018). Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index dan Soil Adjusted Vegetation Index Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A (Studi Kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 202-211.
- Yulianita, Y., Suryani, N., & Mariati, H. (2022). Analisis Perubahan Kualitas Udara di Kawasan PLTU Teluk Sirih Kota Padang Menggunakan Remote Sensing. *Jurnal Pembangunan Nagari*, 7(2), 108-119.