

Pemodelan Dispersi Gas SO₂ dan NO₂ Dari Cerobong PLTSa Merah Putih, Bantargebang, Bekasi, Jawa Barat Menggunakan *AERMOD View*

Bumi Lloyd Marsha Sugiarto¹⁾, Ika Wahyuning Widiarti²⁾, Wisnu Aji Dwi Kristanto³⁾, and Andi Renata Ade Yudono⁴⁾

^{1,2,3,4)}Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta/Jurusan Teknik Lingkungan

^{a)}Corresponding author: ika.widiarti@upnyk.ac.id

^{b)}114190038@student.upnyk.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) merupakan salah satu pengelolaan sampah yang terdapat di TPST Bantargebang. PLTSa merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan sampah rumah tangga atau sampah sejenis rumah tangga sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik. Akan tetapi, eksistensi PLTSa memberikan dampak negatif, yaitu penurunan kualitas udara. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dispersi gas SO₂ dan NO₂ menggunakan model dispersi *Gaussian*. Terdapat dua sampel yang diukur, yaitu sampel gas emisi dan parameter meteorologi. Metode pengumpulan data menggunakan metode *purposive sampling*. Pengukuran gas emisi dilakukan di cerobong PLTSa. Pengelolaan hasil data pengukuran menggunakan *AERMOD View* untuk dispersi gas emisi. Pemodelan dispersi setiap gas emisi dilakukan dengan dispersi selama 1 jam, 24 jam, dan 1 tahun. Konsentrasi gas SO₂ 2,61 mg/Nm³ dan konsentrasi gas NO₂ 149 mg/Nm³ masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam PERMENLHK Nomor 15 Tahun 2019, dengan baku mutu gas SO₂ adalah 210 mg/Nm³ dan gas NO₂ adalah 470 mg/Nm³. Hasil dari pemodelan dispersi menggunakan *AERMOD View* menunjukkan bahwa dispersi gas emisi cenderung menetap pada sumber pencemar atau PLTSa dan konsentrasi gas menurun seiring bertambahnya jarak dari PLTSa.

Kata Kunci: *AERMOD View*; Gas Emisi; Model Dispersi Gaussian; NO₂; Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa); SO₂.

ABSTRACT

The Waste Power Plant (PLTSa) is one of the waste processing plants at the Bantargebang TPST. PLTSa is a power plant that uses household waste or a type of household waste as fuel to produce electricity. However, the existence of PLTSa has a negative impact, namely decreasing air quality. The aim of this research is to determine the dispersion of SO₂ and NO₂ gases using the Gaussian dispersion model. There are two samples measured, namely gas emission samples and meteorological data. The data collection method uses a purposive sampling method. Gas emission measurements were carried out at the PLTSa chimney. Processing measurement data using AERMOD View for emission gas dispersion. Dispersion modeling for each emission gas was carried out with dispersion for 1 hour, 24 hours and 1 year. The SO₂ gas concentration is 2.61 mg/Nm³ and the NO₂ gas concentration is 149 mg/Nm³, which is still below the quality standards stipulated in PERMENLHK Number 15 of 2019, with the SO₂ gas quality standard being 210 mg/Nm³ and NO₂ gas being 470 mg/Nm³. The results of dispersion modeling using AERMOD View show that the distribution of gas emissions tends to remain constant at the pollutant source or PLTSa and the gas concentration decreases as the distance from the PLTSa increases.

Keywords: *AERMOD View*; Emission Gas; Gaussian Dispersion Model; NO₂; Waste Power Plant (PLTSa); SO₂.

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah di Indonesia merupakan permasalahan lingkungan yang cukup kompleks. Peningkatan jumlah sampah dan penurunan ketersediaan lahan mengakibatkan perlu adanya pengelolaan sampah yang efektif dan efisien. Salah satu pengelolaan sampah yang dilakukan, yaitu dengan mengolah sampah dan mengubahnya menjadi energi listrik. Pengelolaan sampah menjadi energi listrik dilakukan dengan bantuan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah atau PLTSa. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah atau PLTSa adalah salah satu pembangkit listrik dengan sampah sebagai tenaga utama dalam menghasilkan listrik (Nurdiansah et al., 2020). Meskipun PLTSa merupakan salah satu solusi dalam menangani permasalahan sampah yang terdapat di Indonesia, PLTSa juga dapat menimbulkan permasalahan lingkungan berupa pencemaran udara ambien. Permasalahan tersebut disebabkan karena

dalam operasi PLTSa terjadi proses pembakaran sampah yang menghasilkan emisi gas yang mengandung polutan pencemar lingkungan. Polutan yang dilepaskan ke atmosfer dapat mengandung gas berbahaya seperti sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen dioksida (NO_2). Gas polutan tersebut dapat memberikan dampak negatif, baik terhadap manusia maupun kualitas udara ambien di sekitar PLTSa.

Berdasarkan uji emisi gas pada PLTSa Merah Putih, gas SO_2 yang dilepaskan ke atmosfer memiliki konsentrasi antara 1 ppm hingga 3 ppm. Polutan SO_2 dapat menimbulkan kerusakan dengan konsentrasi 0,5 ppm terhadap manusia, hewan, maupun tumbuhan. Dampak utama yang ditimbulkan SO_2 kepada manusia, yaitu iritasi sistem pernapasan serta dalam beberapa penelitian, dalam konsentrasi 1 hingga 2 ppm dapat menyebabkan iritasi pada individu yang sensitif dan dalam konsentrasi 5 ppm atau lebih dapat menyebabkan iritasi tenggorokan (Faruk dan Altarans, 2020). Selain itu, juga dapat menyebabkan hujan asam jika bereaksi dengan uap air yang berada di udara. Hujan asam tersebut dapat mengakibatkan kerusakan yang cukup serius bagi bangunan, sarana prasarana, dan tumbuhan (Suryono, 2014 dalam Masito, 2018). Gas NO_2 berdampak pada sistem pernapasan manusia berupa pernapasan tidak teratur, terjangkit sinusitis, faringitis, iritasi lendir, hingga edema paru (MSDS, 2016 dalam Masito, 2018). Gas NO_2 yang dilepaskan ke atmosfer oleh PLTSa Merah Putih memiliki konsentrasi 80 ppm hingga 156 ppm. Menurut Tugaswati (2004) dalam Hidayat (2017), gas NO_2 dengan konsentrasi $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dapat menyebabkan terjadinya radang saluran pernapasan terhadap manusia. Selain itu, juga dapat mengakibatkan terjadinya gangguan fungsi saluran pernapasan, baik pada individu penderita asma maupun individu yang sehat dalam konsentrasi $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (132,8 ppm) hingga $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (265,7 ppm).

PLTSa Merah Putih yang berada di Bantargebang, Bekasi merupakan PLTSa yang berpotensi dalam menurunkan kualitas udara dan kesehatan manusia yang berada di sekitar Bantargebang. SO_2 merupakan gas yang berbahaya bagi manusia. Dengan karakteristik yang tidak mudah terbakar dan memiliki bau yang menyengat, gas ini dapat mengakibatkan terjadinya iritasi sistem pernapasan serta peningkatan sekresi *mucous* (Mulia dan Setiawati, 2021). Gas SO_2 yang dilepaskan ke atmosfer dapat membentuk H_2SO_4 karena polutan SO_2 mudah larut dalam air. H_2SO_4 yang terbentuk akan menyebabkan hujan asam (Maharini, 2017). Nitrogen dioksida merupakan jenis gas anorganik yang memiliki karakteristik berbau tajam dan berwarna coklat kemerahan. Gas NO_2 juga merupakan gas yang mempengaruhi terjadinya hujan asam. Ketika NO_2 bereaksi dengan air maka akan membentuk HNO_3 yang bersifat korosif bagi metal (Pujaardana, 2016). Gas SO_2 dan NO_2 dapat menurunkan kesehatan manusia, yaitu menyebabkan manusia terjangkit ISPA atau Infeksi Saluran Pernapasan Akut. Letak PLTSa yang dekat dengan pemukiman warga menyebabkan potensi warga sekitar PLTSa terjangkit ISPA semakin meningkat. Maka dari itu, diperlukan adanya kajian mengenai pola dispersi gas SO_2 dan NO_2 di sekitar PLTSa Merah Putih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola dispersi gas SO_2 dan NO_2 menggunakan pemodelan dengan AERMOD View. Penggunaan AERMOD View karena pemodelan telah berdasarkan model dispersi Gaussian.

METODE

Penelitian dilakukan di PLTSa Merah Putih yang terletak di Kecamatan Bantargebang, Kota Bekasi, Jawa Barat. Pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*. Pengambilan dan pengukuran emisi gas dilakukan pada cerobong PLTSa Merah Putih. Dalam pengambilan sampel dan uji emisi gas SO_2 mengacu pada SNI 7117. 18:2009 serta untuk pengambilan sampel dan uji gas NO_2 menggunakan SNI 19-7117.5-2005. Bersamaan dengan pengambilan sampel emisi gas, juga dilakukan pengambilan data meteorologi berupa kecepatan dan arah angin, suhu udara, serta kelembaban udara. Selain data primer, dalam penelitian ini juga memerlukan data sekunder berupa data meteorologi untuk melakukan pemodelan di AERMOD View. Data sekunder tersebut berupa suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, *cloud cover*, *ceiling height*, kecepatan dan arah angin, presipitasi, dan radiasi matahari. Data-data tersebut diperoleh dari ERA5 yang menyediakan data meteorologi.

Setelah semua data diperoleh maka selanjutnya data diolah untuk mengetahui dispersi emisi gas. Pengolahan data menggunakan software AERMOD View. Sebelum melakukan pengolahan data menggunakan AERMOD View, data meteorologi dan data elevasi tanah perlu dilakukan pengolahan

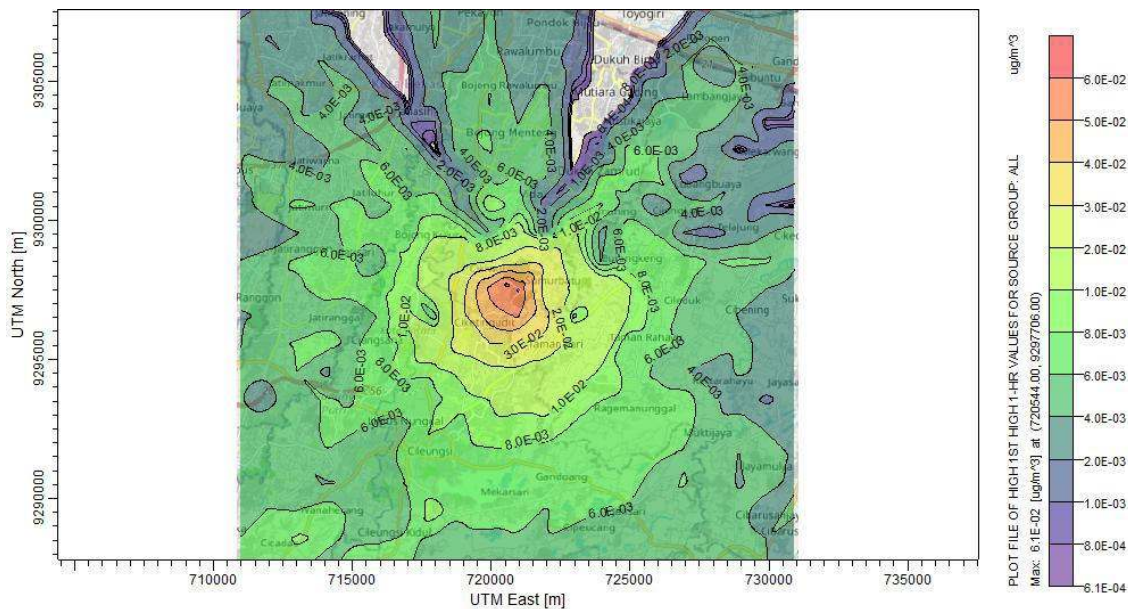
terlebih dahulu. Pengolahan data meteorologi menggunakan AERMET, sedangkan untuk pengolahan data elevasi tanah menggunakan AERMAP. Setelah pengolahan dua data tersebut, maka pengolahan data emisi gas dapat dilakukan pada AERMOD sehingga menghasilkan pola dispersi emisi gas yang terjadi akibat PLTSa Merah Putih. Pemodelan dispersi emisi gas dilakukan dengan pemodelan selama 1 jam, 24 jam, dan 1 tahun untuk setiap gas. Pemodelan dengan variasi waktu tersebut dapat menggambarkan konsentrasi maksimal yang dapat diterima suatu daerah dalam satuan waktu tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel gas emisi dilakukan pada cerobong PLTSa. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak satu kali untuk setiap gas. Pengambilan sampel gas dilakukan pada siang hari. Hasil dari pengambilan sampel gas emisi kemudian dilakukan pengujian gas untuk mengetahui konsentrasi setiap gas. Konsentrasi gas SO₂ yang dilepaskan oleh PLTSa Merah Putih adalah 2,61 mg/Nm³ dan konsentrasi gas NO₂ 149 mg/Nm³. Berdasarkan baku mutu yang telah ditetapkan dalam PERMENLHK Nomor 15 Tahun 2019, gas SO₂ yang dilepaskan berada di bawah baku mutu yang ditetapkan, yaitu 210 mg/Nm³. Begitu pula untuk gas NO₂ yang dilepaskan berada di bawah baku mutu yang ditetapkan, yaitu 470 mg/Nm³. Meskipun konsentrasi emisi gas berada di bawah baku mutu, perlu mengetahui pola dispersinya di sekitar PLTSa Merah Putih. Berikut merupakan pola dispersi emisi gas menggunakan AERMOD View.

a. SO₂

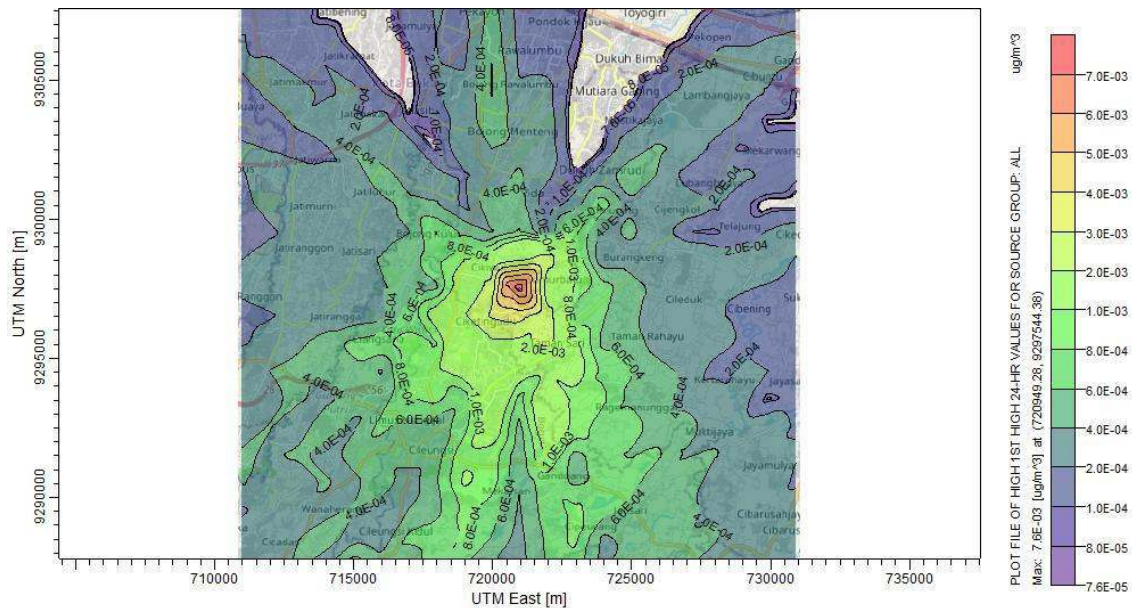
Pemodelan emisi gas SO₂ dilakukan selama 1 jam, 24 jam, dan 1 tahun untuk mengetahui konsentrasi maksimal yang diterima oleh daerah di sekitar PLTSa Merah Putih.



Gambar 1 Pemodelan Gas SO₂ Selama 1 Jam

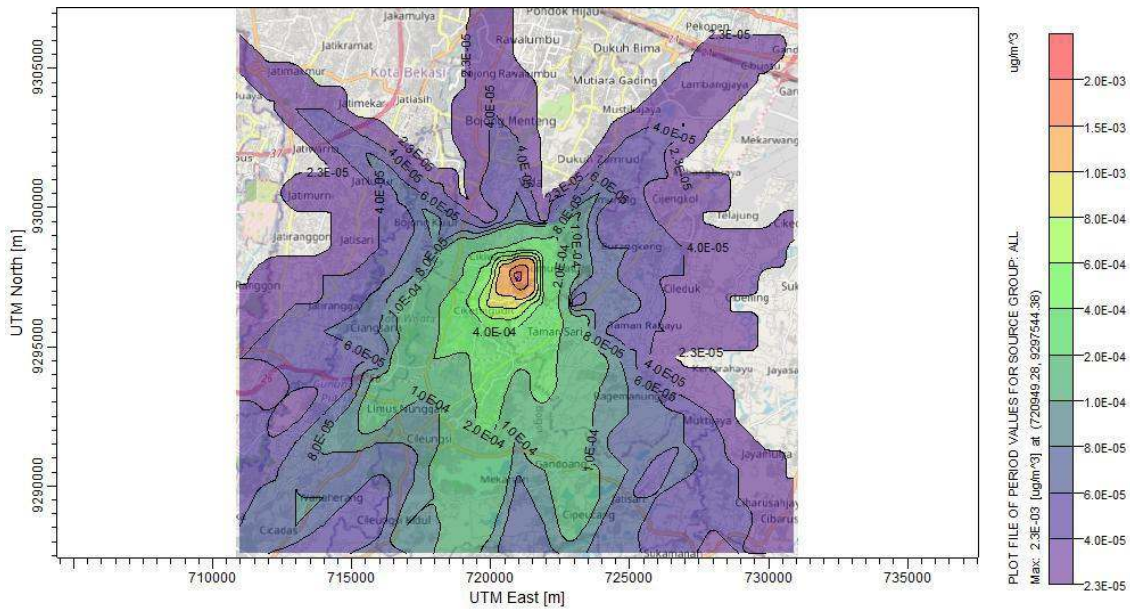
Pemodelan dispersi dilakukan dalam radius 10 km. Pemodelan dispersi emisi gas SO₂ selama 1 jam dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pada gambar dapat terlihat bahwa hasil pemodelan dispersi selama 1 jam untuk gas SO₂ menunjukkan konsentrasi SO₂ di daerah penelitian berkisar antara 0,00061 µg/m³ hingga 0,06 µg/m³. Dari hasil pemodelan selama 1 jam, gas emisi yang diterima oleh lingkungan masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu 150 µg/m³. Konsentrasi tertinggi diterima oleh daerah pemukiman yang berada di bagian sebelah barat dari sumber emisi. Jarak antara sumber emisi dengan daerah penerima konsentrasi tertinggi adalah

± 345 m. Konsentrasi minimum SO₂ diterima oleh daerah pemukiman yang berjarak ± 5 km ke arah timur laut dari sumber emisi dan ± 6 km ke arah barat laut dari sumber emisi.



Gambar 2 Pemodelan Gas SO₂ Selama 24 Jam

Pemodelan dispersi SO₂ selama 24 jam dapat dilihat pada **Gambar 2**. Pada gambar dapat terlihat bahwa hasil pemodelan dispersi selama 24 jam untuk gas SO₂ menunjukkan konsentrasi SO₂ di daerah penelitian berkisar antara 0,000076 µg/m³ hingga 0,007 µg/m³. Dari hasil pemodelan selama 24 jam, gas emisi yang diterima oleh lingkungan masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu 75 µg/m³. Konsentrasi tertinggi terdapat pada daerah dekat sumber emisi, yaitu di sekitar PLTSa. Konsentrasi minimum SO₂ diterima oleh daerah pemukiman yang berjarak ± 5 km ke arah timur laut dari sumber emisi dan ± 6 km ke arah barat laut dari sumber emisi.

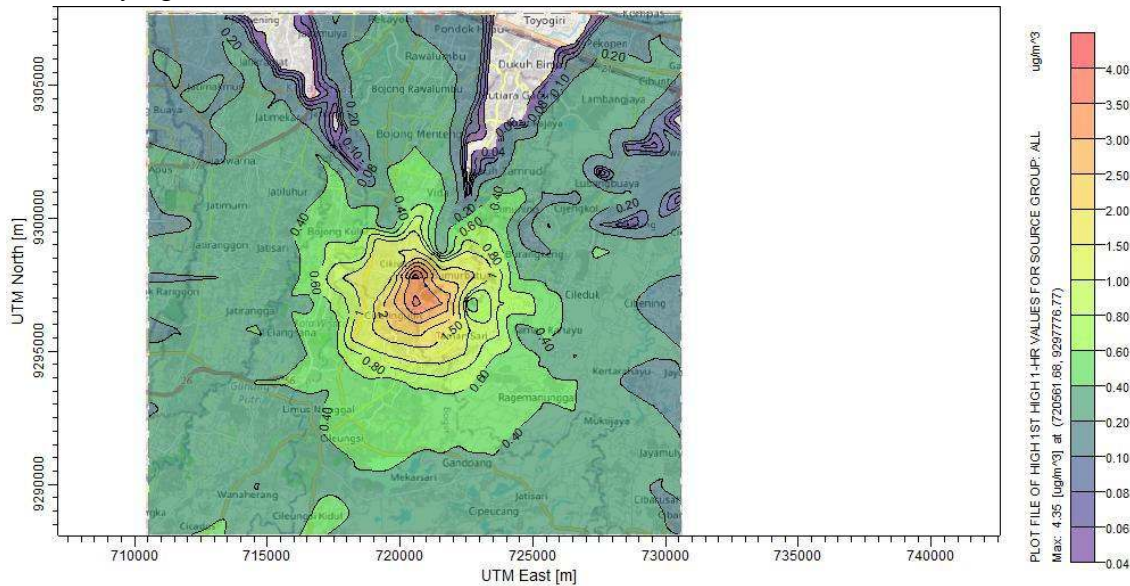


Gambar 3 Pemodelan Gas SO₂ Selama 1 Tahun

Pemodelan dispersi SO₂ selama 1 tahun dapat dilihat pada **Gambar 3**. Pada gambar dapat terlihat bahwa hasil pemodelan dispersi selama 1 tahun untuk gas SO₂ menunjukkan konsentrasi SO₂ di daerah penelitian berkisar antara 0,000023 µg/m³ hingga 0,002 µg/m³. Dari hasil pemodelan selama 1 tahun, gas emisi yang diterima oleh lingkungan masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu 45 µg/m³. Konsentrasi tertinggi terdapat pada daerah dekat sumber emisi, yaitu di sekitar PLTSa. Konsentrasi minimum SO₂ diterima oleh daerah pemukiman yang berjarak ± 8,3 km ke arah barat daya dari sumber emisi, ± 5,6 km ke arah barat dari sumber emisi, ± 3 km ke arah utara dari sumber emisi, dan ± 5,3 km ke arah timur dari sumber emisi.

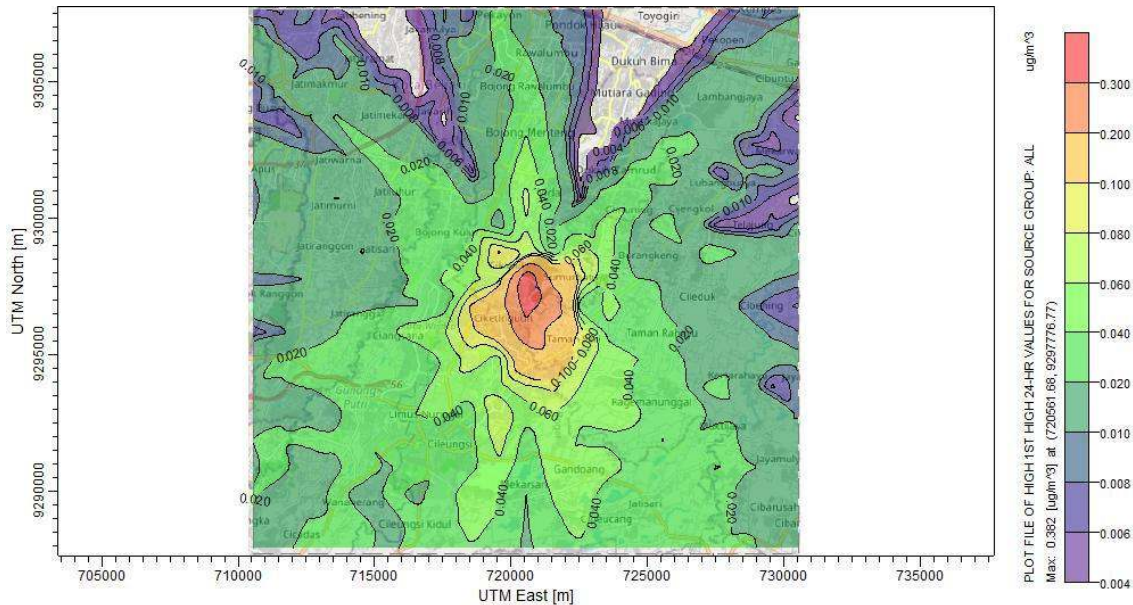
b. NO₂

Pemodelan emisi gas NO₂ dilakukan selama 1 jam, 24 jam, dan 1 tahun untuk mengetahui konsentrasi maksimal yang diterima oleh daerah di sekitar PLTSa Merah Putih.



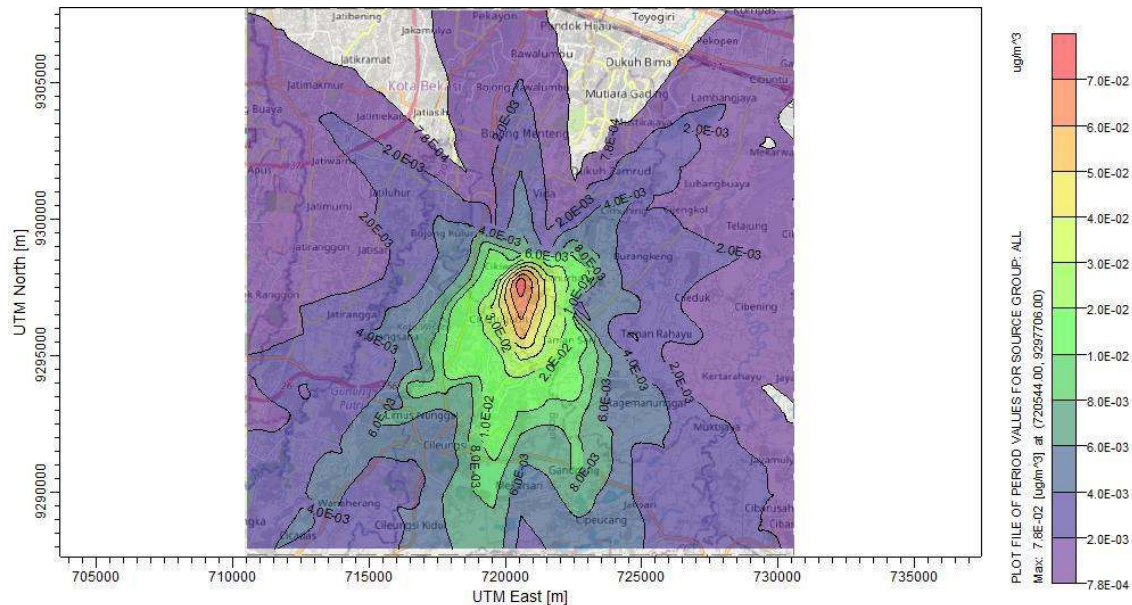
Gambar 4 Pemodelan Gas NO₂ Selama 1 Jam

Pemodelan dispersi selama 1 jam dapat dilihat pada **Gambar 4**. Pada gambar dapat terlihat bahwa hasil pemodelan dispersi selama 1 jam untuk gas NO₂ menunjukkan konsentrasi NO₂ di daerah penelitian berkisar antara 0,04 µg/m³ hingga 4 µg/m³. Dari hasil pemodelan selama 1 jam, gas emisi yang diterima oleh lingkungan masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu 200 µg/m³. Konsentrasi tertinggi diterima oleh pintu masuk TPST Bantargebang atau pos timbangan utama yang berada di bagian sebelah barat laut dari sumber emisi. Jarak antara sumber emisi dengan daerah penerima konsentrasi tertinggi adalah ± 435 m. Konsentrasi minimum NO₂ diterima oleh daerah pemukiman yang berjarak ± 5 km ke arah timur laut dari sumber emisi dan ± 6 km ke arah barat laut dari sumber emisi.



Gambar 5 Pemodelan Gas NO₂ Selama 24 Jam

Pemodelan dispersi selama 24 jam dapat dilihat pada **Gambar 5**. Pada gambar dapat terlihat bahwa hasil pemodelan dispersi selama 24 jam untuk gas NO₂ menunjukkan konsentrasi NO₂ di daerah penelitian berkisar antara 0,004 µg/m³ hingga 0,3 µg/m³. Dari hasil pemodelan selama 24 jam, gas emisi yang diterima oleh lingkungan masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu 65 µg/m³. Konsentrasi tertinggi terdapat pada daerah dekat sumber emisi, yaitu di sekitar PLTSa. Konsentrasi minimum NO₂ diterima oleh daerah pemukiman yang berjarak ± 5 km ke arah timur laut dari sumber emisi, ± 6 km ke arah barat laut dari sumber emisi, dan ± 7 km ke arah timur laut dari sumber emisi.



Gambar 6 Pemodelan Gas NO₂ Selama 1 Tahun

Pemodelan dispersi selama 1 tahun dapat dilihat pada **Gambar 6**. Pada gambar dapat terlihat bahwa hasil pemodelan dispersi selama 1 tahun untuk gas NO₂ menunjukkan konsentrasi NO₂ di daerah penelitian berkisar antara 0,0007 µg/m³ hingga 0,07 µg/m³. Dari hasil pemodelan selama 1 tahun, gas emisi yang diterima oleh lingkungan masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam Lampiran VII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu 50 µg/m³. Konsentrasi tertinggi diterima oleh daerah pemukiman yang berada di bagian sebelah barat dari sumber emisi. Jarak antara sumber emisi dengan daerah penerima konsentrasi tertinggi adalah ± 243 m. Konsentrasi minimum NO₂ diterima oleh daerah pemukiman yang berjarak ± 9 km ke arah barat daya dari sumber emisi, ± 5,6 km ke arah barat dari sumber emisi, ± 3 km ke arah utara dari sumber emisi, dan ± 5,8 km ke arah timur dari sumber emisi.

Faktor meteorologi yang dapat mempengaruhi dispersi gas emisi dan konsentrasi yang diterima oleh suatu daerah meliputi kecepatan dan arah angin, suhu udara, serta kelembaban udara. Hal ini sesuai dengan pendapat Zellia et al. (2018) dalam Cahayani et al. (2021) bahwa tingkat dispersi pencemar atau polutan udara sangat dipengaruhi oleh faktor meteorologis berupa kecepatan angin, suhu, dan kelembaban udara. Arah angin yang terdapat di daerah penelitian cenderung bergerak ke arah barat dan selatan sehingga gas emisi yang keluar dari cerobong akan bergerak sesuai dengan arah angin, yaitu ke arah barat dan selatan. Kecepatan angin di daerah penelitian termasuk cukup lambat sehingga polutan yang dibawa oleh angin terakumulasi di dekat sumber emisi. Jarak rata-rata antara sumber emisi dengan titik penerima konsentrasi tertinggi, yaitu sekitar 300 m. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Safiu (2018), konsentrasi polutan yang terdapat di sumber pencemar akan berkurang jika kecepatan angin pada sumber emisi tinggi. Begitu pula sebaliknya, konsentrasi polutan yang terdapat di sumber emisi akan tinggi jika kecepatan angin pada sumber emisi kecil.

Selain itu, dispersi gas emisi juga dipengaruhi oleh suhu udara. Menurut penelitian oleh Damara et al. (2017), apabila suatu daerah memiliki kecepatan angin dan suhu udara yang rendah maka mengakibatkan stabilnya atmosfer sehingga kecil terjadinya proses *mixing* atau pencampuran polutan dengan zat lainnya di udara. Hal tersebut menyebabkan konsentrasi polutan pada daerah tersebut menjadi tinggi. Hasil dari pemodelan sesuai dengan teori karena suhu udara yang terdapat di PLTSa dan bagian barat laut serta utara adalah rendah serta kecepatan angin yang lambat mengakibatkan polutan tidak mengalami proses pencampuran di udara sehingga konsentrasi yang diterima tinggi. Kecepatan angin yang lambat di PLTSa mengakibatkan turbulensi di udara kecil sehingga proses pencampuran

polutan SO₂ dan NO₂ dengan zat lain di udara rendah sehingga konsentrasi SO₂ dan NO₂ yang terdapat di sekitar PLTSa tinggi.

Faktor meteorologi lain yang mempengaruhi dispersi gas emisi, yaitu kelembaban udara. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hotma (2013) hubungan antara kelembaban udara dengan konsentrasi NO₂, yaitu berbanding terbalik. Sehingga ketika suatu daerah memiliki kelembaban udara yang tinggi maka konsentrasi NO₂ pada daerah tersebut akan rendah. Pada daerah penelitian, kelembaban udara yang tinggi terdapat pada daerah utara hingga timur laut. Kelembaban udara yang tinggi akan menyebabkan konsentrasi polutan rendah. Hasil pemodelan untuk SO₂ dan NO₂ di daeran penelitian sesuai dengan teori. Dapat terlihat bahwa konsentrasi polutan, baik SO₂ maupun NO₂, lebih rendah pada bagian utara dan timur laut. Kelembaban udara berkaitan langsung dengan suhu udara, seperti yang telah dijelaskan bahwa suhu udara berbanding terbalik dengan kelembaban udara. Jika suhu udara di suatu daerah tinggi maka kelembaban udara pada daerah tersebut akan rendah, begitu pula sebaliknya. Menurut penelitian oleh Sugiarto et al. (2019) menyatakan bahwa suatu daerah memiliki udara yang kering ketika nilai kelembaban udara rendah karena kandungan air yang terdapat di udara rendah dan begitu pula sebaliknya udara akan lebih basah ketika nilai kelembaban udara tinggi karena kandungan air di udara tinggi. Kelembaban udara sangat mempengaruhi konsentrasi emisi yang akan diterima oleh suatu daerah. Hal ini dikarenakan kandungan air yang terdapat di udara dapat membantu proses absorpsi SO₂ maupun NO₂.

Topografi di daerah penelitian juga mempengaruhi dispersi gas emisi yang dihasilkan dari PLTSa. Area sebelah utara dan timur daerah penelitian merupakan bukit sampah yang memiliki ketinggian hampir mencapai 100 m. Ketinggian bukit sampah tersebut menyebabkan terhalangnya pergerakan udara ke arah utara maupun ke arah timur. Hal tersebut mengakibatkan dispersi gas emisi bergerak ke arah selatan dan barat yang memiliki topografi landai.

Meskipun konsentrasi gas SO₂ dan NO₂ yang terdapat di daerah penelitian berada di bawah baku mutu yang berlaku, tetapi gas polutan tersebut dapat menyebabkan gangguan kesehatan terhadap manusia. Gas NO₂ dapat menyebabkan gangguan pernapasan pada manusia dan menyebabkan daya tahan tubuh menurun karena penurunan jumlah sel darah putih atau limfosit yang disebabkan oleh gas NO₂. Gangguan kesehatan tersebut dapat dirasakan oleh manusia dengan konsentrasi gas NO₂ sebesar 2 ppm atau 3,76 µg/m³ (Alberta, 2007 dalam Pujaardana, 2016). Selain menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia, gas NO₂ juga dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan paru-paru pada anak yang berada di sekitar lingkungan tercemar polutan. Tidak hanya gas NO₂ yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan, tetapi gas SO₂ juga dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia. Dengan konsentrasi 0,25 ppm atau 0,66 µg/m³ gas SO₂ dapat menyebabkan bronkokonstriksi pada manusia (Bernstein et al., 2004 dalam Saputro, 2020). Selain berbahaya bagi kesehatan manusia, gas SO₂ dan NO₂ juga berbahaya bagi lingkungan. Gas SO₂ dan NO₂ yang dilepaskan ke atmosfer dapat mengakibatkan terjadinya hujan asam. Gas SO₂ dan NO₂ akan bereaksi dengan H₂O di atmosfer sehingga menghasilkan H₂SO₄ dan HNO₃ yang menyebabkan terjadinya hujan asam bersama dengan *particulat matter* (PM). Hujan asam yang turun dapat menyebabkan kerusakan bangunan, infrastruktur, dan bahan material, serta pencemaran air dan tanah karena penurunan pH.

KESIMPULAN

Konsentrasi emisi gas SO₂ adalah 2,61 mg/Nm³ dan konsentrasi emisi gas NO₂ adalah 149 mg/Nm³. Pola dispersi emisi gas SO₂ dan NO₂ selama 1 jam, 24 jam, 1 tahun menunjukkan bahwa konsentrasi emisis gas maksimim diterima oleh daerah yang dekat dengan sumber emisi, yaitu PLTSa Merah Putih dan pemukiman yang berada di sebelah timur PLTSa Merah Putih. Konsentrasi emisi gas menurun dengan bertambahnya jarak dari sumber emisi, yaitu PLTSa Merah Putih. Saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu melakukan analisis dispersi emisi gas berdasarkan 2 musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Sehingga dapat membandingkan pola dispersi gas emisi yang terjadi pada musim yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahayani, A. F., Santoso, D. H., & Purwanta, J. (2021). Pola Persebaran Partikulat Dari Industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Di Desa Karangandri, Cilacap. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI*, 3(1), 302–308. <https://doi.org/10.31315/psb.v3i1.6262>
- Damara, D. Y., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) di Sekitar Jl. Pemuda Akibat Kegiatan Car Free Day Menggunakan Program Caline4 dan Surfer (Studi Kasus: Kota Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–14.
- Faruk, F., & Altarans, I. (2020). Dampak PLTU Tidore Terhadap Lingkungan Udara, Kesejahteraan dan Kesehatan Masyarakat di Kelurahan Rum Balibunga Kecamatan Tidore Utara. *Jurnal Teknik*, 13(2), 38–49.
- Hidayat, M. A. (2017). *Studi Dispersi Emisi NOx Pesawat Komersil Dari Sumber Garis (Line Source) di Bandar Udara Internasional Juanda*.
- Hotma, G. (2013). Pengaruh Kelembaban, Suhu, Arah dan Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂) Dengan Membandingkan 2 Volume Sumber Pencemar di Area Pabrik dan di Persimpangan Jalan (Studi Kasus: PT. Inti General Yaja Steel dan Persimpangan Jarakah). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1–10.
- Maharini, G. A. K. S. (2017). Studi Reduksi Sulfur Dioksida (SO₂) Udara Ambien oleh Ruang Terbuka (RTH) untuk Wilayah Permukiman dan Transportasi di Kota Surabaya. In *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. <https://repository.its.ac.id/43243/1/3313100016-Undergraduate-Theses.pdf>
- Masito, A. (2018). Gangguan Pernapasan pada Masyarakat di Wilayah Risk Assessment Ambient Air Quality (NO₂ and SO₂) And The Respiratory Disorders. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(4), 394–401. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/gk/article/download/3648/2035>
- Mulia, R. M., dan Setiawati, S. (2021). *Pengelolaan Lingkungan Hidup Manusia dan Lingkungan Hidupnya*. Media Nusa Creative.
- Nurdiansah, T., Priyo P, E., dan Kasiwi, A. (2020). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Sebagai Solusi Permasalahan Sampah Perkotaan; Studi Kasus di Kota Surabaya. *Jurnal Envirotek*, 12(1), 87–92. www.bbc.com
- Pujaardana, A. R. (2016). Studi Pemanfaatan Nitrogen Dioksida (NO₂) Dari Satelit Gome 2 Metop-A Untuk Pembuatan Model NO₂ Ambien dan Penggunaan Lahan. In *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Safiu, D. (2018). Pemodelan Pencemaran SO₂ dan CO Akibat Industri PLTD Tello di Makassar. In *Universitas Hasanudin*.
- Saputro, A. D. (2020). *Rancang Bangun Robot Pendeteksi Kadar Gas Sulfur Dioksida (SO₂) dan Gas Karbon Monoksida (CO) Untuk Ekplorasi Kawah Ijo Objek Wisata Candi Gedong Songo Berbasis Internet of Things*. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/32/1/004>
- Sugiarto, Herawati, P., & Riyanti, A. (2019). Analisis Konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat pada Sumber Emisi Tidak Bergerak (Cerobong) Berbahan Bakar Batubara dan Cangkang (Studi Kasus di Kabupaten Muaro Jambi). *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 21–28. <http://daurling.unbari.ac.id>