

ANALISIS POLA SEBARAN GAS PENCEMAR SO_2 DAN NO_2 MENGGUNAKAN *AERMOD VIEW* DI SEKITAR PT. SEMEN KUPANG

Leonardus Lewa Leko¹, Oktavina GLP. Manulangga²

Universitas Tanjungpura, Indonesia^{1,2}

Email: leonarduslewaeko@gmail.com¹

Abstrak

Beberapa Gas buang yang berbahaya adalah sulfur dioksida (SO_2) dan Nitrogen dioksida (NO_2). Emisi SO_2 dan NO_2 dihasilkan oleh semen industri dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas udara lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi emisi SO_2 dan NO_2 dari cerobong industri semen dan penyebarannya serta memprediksi pola penyebaran SO_2 dan NO_2 gas berdasarkan model Aermid View. Sampel diambil dari enam lokasi dan dilakukan analisis konsentrasi lingkungan Gas SO_2 ditentukan menggunakan Metode Pararosanilin dan gas NO_2 ditentukan menggunakan Griez Saltzman. Pola emisi dianalisis menggunakan Continuous Emission Data Sistem Pemantauan (CEMS). Pola sebaran dan luas sebaran dianalisis menggunakan model Aermid View. Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi SO_2 sebesar 1,51 mg/Nm³ dan NO_2 sebesar 63,23 mg/Nm³ dan hasil tersebut masih dibawah standar baku mutu menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 13/1995. Hasil analisis udara ambien menunjukkan konsentrasi maksimum ambien pada jarak 350 meter dari sumber emisi untuk parameter SO_2 sebesar 726,769 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan parameter NO_2 sebesar 152,420 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Konsentrasi tersebut melebihi baku mutu udara ambien nasional sesuai PP nomor 22 tahun 2021 tentang Penataan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (lampiran VII). Hasil pemodelan menggunakan model Aermid View menunjukkan arah sebaran polutan berada di barat dan tenggara. Hal ini sesuai dengan hasil analisis windrose bahwa angin dominan bertiup dari timur ke barat dan dari barat laut ke tenggara. Pola sebarannya adalah semakin jauh letak polutan dari cerobong asap maka konsentrasi polutan semakin kecil dan penyebarannya semakin merata.

Kata Kunci: SO_2 , NO_2 , Aermid View, Penyebaran

Abstract

Some dangerous exhausted gases is sulfur dioxide (SO_2) and Nitrogen dioxide (NO_2). The SO_2 and NO_2 emission is produced by the cement industries can lead to negative effects on the quality of air environment. This research aimed to investigate the concentration of SO_2 and NO_2 emission from the chimney of cement industry and its dispersion as well as to predict the dispersion patterns of SO_2 and NO_2 gases based on Aermid View models. The samples were taken from six locations and the analysis of ambient concentrations SO_2 gases were determined using Pararosaniline Method and NO_2 ases were determined using griez Saltzman. The emission pattern was analyzed using Continuous Emission Monitoring System (CEMS) data. The dispersion patterns and an area dispersion were analyzed using the Aermid View model. The results showed that the SO_2 emission was 1.51 mg/Nm³ and NO_2 was 63,23 mg/Nm³ and this result was still below the standard level according to Minister of Environment Regulation no. 13/1995. The results of air analysis show that the maximum ambient concentration at a distance of 350 meters from the emission source for the SO_2 parameter is 726,769 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ and the NO_2 parameter is 152,420 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. This concentration exceeds national ambient air quality standards according to PP number 22 of 2021 concerning Environmental Administration and Management (attachment VII). Modeling

results using Aermod View models show that the direction of pollutant distribution is in the west and southeast. This is in accordance with the results of the windrose analysis that the dominant wind blows from east to west and from northwest to southeast. The distribution pattern is that the farther the pollutant is from the chimney, the smaller the pollutant concentration and the more evenly it is spread.

Keywords: SO₂, NO₂, *Aermod View*, Dispersion

Pendahuluan

Kualitas udara merupakan salah satu pendukung utama kelangsungan makhluk hidup termasuk manusia. Tingginya konsumsi akan bahan bakar fosil menyebabkan semakin buruknya kondisi udara ambien (Fernández-Pacheco et al., 2023). Hal ini dapat menimbulkan gangguan kesehatan bahkan kematian bagi manusia. Bila dibandingkan dengan semua bentuk pencemaran lingkungan lainnya, polusi udara merupakan penyebab terbesar timbulnya kematian (Houngbégnon et al., 2020). Komisi Lancet tahun 2017 yang melakukan riset tentang polusi dan kesehatan, yang menggunakan data dari *Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study* (GBD) 2015, menemukan bahwa polusi udara bertanggung jawab atas kematian sekitar 9 juta orang (16% dari seluruh kematian secara global) dan untuk bidang ekonomi menimbulkan kerugian sebesar US\$ 4,6 triliun (6,2% dari ekonomi global) (Landrigan et al., 2018).

Inovasi teknologi dalam berbagai bidang industri, akan menghasilkan berbagai macam zat polutan sehingga kualitas udara menurun dan berpotensi menyebabkan polusi. Industri semen menggunakan pemanasan suhu tinggi dalam proses produksi, bahan bakar utama yang digunakan adalah batubara. Industri ini berpotensi menyebabkan pencemaran udara karena emisi dominan yang dihasilkan dari proses pembuatan semen adalah partikel halus berupa debu dan gas seperti Sulfur dioksida (SO₂) dan Nitrogen dioksida (NO₂) (Suryani, Upe, and Gunawan 2010).

Gas SO₂ berperan dalam proses terjadinya hujan asam dan polusi partikel sulfat aerosol. Aerosol sulfat yang masuk ke dalam saluran pernafasan dapat menyebabkan dampak kesehatan yang lebih berat daripada partikel-partikel lainnya karena mempunyai sifat korosif dan karsinogen. Sedangkan gas NO₂ berperan terhadap polusi partikel dan deposit asam dan prekursor ozon yang merupakan unsur pokok timbulnya *fotochemistry*. Peningkatan konsentrasi zat SO₂, NO₂ sangat beresiko terhadap kesehatan penduduk bahkan berhubungan dengan tingginya angka kematian di negara-negara berkembang (Anon 2020).

Pada industri semen isu-isu yang perlu mendapatkan perhatian adalah pengaruh aktivitas industri semen terhadap kualitas udara, jumlah polutan di udara, dispersi polutan dan dampak terhadap lingkungan. Oleh karena itu, dampak lingkungan terhadap aktivitas industri semen tidak hanya bergantung pada emisi buangan melainkan erat pula hubungannya dengan keadaan atmosfer di sekitarnya.

Peneliti pernah melakukan penelitian tentang model penyebaran gas SO₂ dengan model Gaussian di PT. Semen Kupang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencemaran udara SO₂ menyebar sampai jarak 2 km. Namun belum menggunakan peta penyebaran polutan dari PT. Semen Kupang (Leonardus Lewa Leko 2021).

Estimasi terhadap dampak lingkungan akibat dari aktivitas industri semen dapat dilakukan dengan menggunakan analisis sebaran pencemaran udara dari sumber. Untuk meningkatkan efisiensi pengendalian polusi udara, model kualitas udara yang dapat diandalkan untuk pembagian sumber sangat dibutuhkan (Lai et al. 2019). Salah satu pendekatan adalah dengan menggunakan model sebaran pencemaran udara menggunakan *software Aermod View*.

The American Meteorology Society Environmental Protection Agency Regulatory Model (AERMOD) merupakan perangkat lunak berbasis model Gaussian plume yang direkomendasikan oleh US EPA untuk simulasi kualitas udara dan merupakan pemodelan distribusi spasial kualitas udara yang digunakan untuk memenuhi standar peraturan dan dapat memprediksi sebaran kualitas udara hingga 10 sumber yang berbeda (sumber titik, area atau volume) (Seangkiatiyuth et al., 2011). Pola sebaran emisi yang diperoleh dari pemodelan dengan AERMOD digunakan untuk menentukan dan mengetahui kondisi sebaran emisi yang dihasilkan di suatu wilayah pada waktu dan jarak tertentu serta untuk mengetahui arah penyebaran emisi dan jenis pola sebarannya. (Cimorelli et al. 2005).

PT. Semen Kupang dikelilingi oleh pemukiman penduduk. Masyarakat yang bermukim di sekitar PT. Semen Kupang merasakan kualitas udara semakin memburuk akibat polusi udara. Banyaknya penduduk disekitar industri Semen Kupang yang terkena dampak menyebabkan pentingnya melakukan upaya pengendalian emisi gas pencemar secara terus menerus untuk memastikan bahwa gas pencemar yang diemisikan dan kondisi udara ambien memenuhi baku mutu lingkungan berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VII (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 22, 2021).

Penelitian sebelumnya telah banyak mengeksplorasi dampak emisi gas SO_2 dan NO_2 dari industri semen serta pemodelan dispersi polutan menggunakan berbagai pendekatan. Misalnya, Ismahani dan Anurogo(2023) menggunakan Model Gauss yang diintegrasikan dengan Screen3 untuk memperkirakan pola dispersi debu, SO_2 , dan NO_x dari industri semen, namun model ini hanya mempertimbangkan sumber emisi dari cerobong tanpa memperhitungkan emisi lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa konsentrasi emisi gas SO_2 dan NO_2 dari cerobong akibat pengoperasian industri Semen Kupang, berapa konsentrasi maksimum gas pencemar SO_2 dan NO_2 pada jarak terdekat dari titik sumber emisi dari pengambilan sampel di lapangan dan bagaimana pola persebaran gas pencemar SO_2 dan NO_2 menggunakan Aermod View.

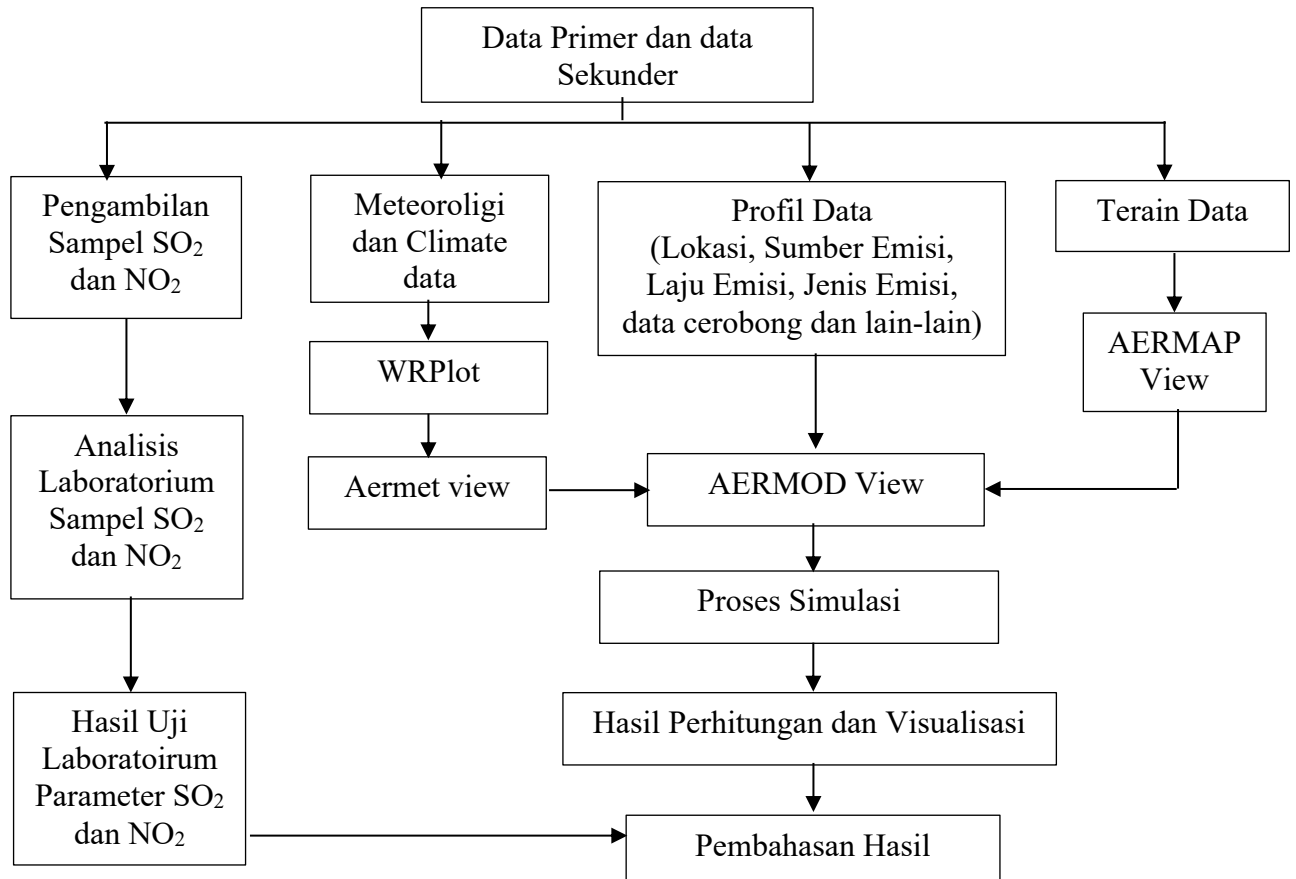
Metode Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di industri Semen Kupang Kelurahan Alak, Kecamatan Alak, Kota Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. Berikut ini adalah alur metode yang digunakan dan proses Aermod View untuk memodelkan pencemaran udara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang digunakan untuk menggambarkan konsentrasi pencemaran gas SO₂, NO₂ dengan mengambil sampel SO₂ dan NO₂ pada lokasi penelitian sebanyak 6 lokasi. Memperoleh data meteorologi untuk pemodelan pencemaran udara dengan menggunakan *software Aermod View* yang digunakan untuk mengetahui sebaran polutan di sekitar wilayah industri Semen Kupang.



Gambar 2. Alur Analisis Parameter SO₂ NO₂ dan kerja *Software AERMOD View*
Sumber: (Irsan and Istiqomah 2023).

Hasil dan Pembahasan

Konsentrasi Emisi Gas Pencemar SO₂ dan NO₂ Dari Cerobong

Sumber emisi berasal dari aktivitas Industri Semen Kupang yang dikeluarkan lewat cerobong. Sumber emisi tersebut berasal dari unit pengolahan yang berjumlah tiga cerobong dengan karakteristik yang berbeda. Namun data yang diambil hanya berasal dari 1 cerobong saja yakni cerobong Raw Mill. Berdasarkan data CEMS yang diperoleh dari PT. Semen Kupang pada cerobong Raw Mill menunjukan emisi rata-rata yang dihasilkan dari cerobong Raw Mill adalah SO₂ 1,51 mg/Nm³ dan NO₂ 63,23 mg/Nm³. Berikut adalah tampilan profil cerobong EP Raw Mill pada tabel 1.

Tabel 1. Profil Cerobong Unit Pengolahan Industri Semen Kupang

Parameter	Cerobong EP Raw Mill
Tinggi Cerobong (h)	75 meter
Diameter (d)	2,8 meter
Kecepatan alir (V)	13,13 m/s

Parameter	Cerobong EP Raw Mill
Suhu Cerobong ($^{\circ}\text{C}$)	120 $^{\circ}\text{C}$
Elevasi sumber (mdpl)	92 meter
Konsentrasi Emisi Rata-rata SO_2 (C)	1,51 mg/Nm^3
Konsentrasi Emisi Rata-rata NO_2 (C)	63,23 mg/Nm^3
Beban emisi (Q)	2,62 g/s

Sumber: PT. Semen Kupang, 2018

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 1995 mengenai Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak untuk industri semen yang mensyaratkan kadar emisi SO_2 maksimal 800 mg/Nm^3 dan NO_2 maksimal 1000 mg/Nm^3 . Oleh karena itu konsentrasi emisi yang dihasilkan oleh cerobong EP Raw Mill masih dibawah standar baku mutu industri semen yang ditetapkan.

Konsentrasi maksimum Gas Pencemar Pada Jarak Terdekat Dari Sumber Emisi

Untuk mengetahui konsentrasi maksimum gas pencemar pada jarak terdekat dari sumber emisi, dilakukan pengukuran udara ambien pada 6 titik dengan jarak dari sumber emisi 300 meter sampai 700 meter. Penentuan titik tersebut berdasarkan arah angin yang diketahui pada saat survei dan pada saat pengambilan sampel. Pengambilan sampel SO_2 dilakukan di 6 titik disekitar lokasi industri Semen Kupang. Ada 3 syarat ketentuan pengambilan sampel yakni pengambilan sampel dilakukan dengan membelakangi arah kepulan asap industri, pengambilan sampel dilakukan pada tepi garis kepulan asap industry dan pengambilan sampel dilakukan berhadapan langsung dengan arah kepulan asap industri.

Kualitas udara ambien yang diukur adalah gas SO_2 dan NO_2 . Selanjutnya sampel diuji di laboratorium. Lama waktu pengambilan sampel adalah selama 1 jam. Hasil uji laboratorium terhadap konsentrasi gas SO_2 dan NO_2 udara ambien ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi udara ambien pada titik terdekat 300 meter sampai 700 meter dari sumber emisi

Titik Sampel	Koordinat	Jarak Dari Cerobong	Parameter SO_2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Parameter NO_2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
1	S 10 ⁰ 11'53.7" E 123 ⁰ 32'17.9"	300 meter	717,306	184,850
2	S 10 ⁰ 11'54.6" E 123 ⁰ 32'13.8"	400 meter	681,346	168,635
3	S 10 ⁰ 11'51.8" E 123 ⁰ 32'35.9"	350 meter	726,769	152,420
4	S 10 ⁰ 11'32.9" E 123 ⁰ 32'20.8"	450 meter	628,352	132,962
5	S 10 ⁰ 11'32.1" E 123 ⁰ 32'38.9"	1 km	692,702	139,448
6	S 10 ⁰ 11'40.7" E 123 ⁰ 32'07.7"	550 meter	660,527	227,009

Sumber: Hasil analisis Laboratorium

Berdasarkan hasil analisis laboratorium dari titik-titik Lokasi pada tabel 1, menunjukkan bahwa lokasi titik sampel 3 memiliki konsentrasi SO_2 lebih besar dari lokasi lainnya yakni parameter SO_2 726,769 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan parameter NO_2 sebesar 152,420

µg/Nm³. Tingginya konsentrasi pada titik sampel ini karena pengambilan sampelnya berhadapan langsung dengan kepulan asap cerobong pabrik semen dan angin pada saat pengambilan sampel berhembus menuju titik pengambilan sampel. Hal ini menunjukkan faktor angin membawa pengaruh pada kondisi konsentrasi udara ambien dan juga pada saat pengambilan sampel ada bahan polutan dari sumber area seperti jalan dan tempat pembuangan sampah (TPA) Alak yang lokasinya cukup dekat dengan industri Semen Kupang. Ketika kecepatan angin naik atau meningkat maka konsentrasi polutan juga ikut meningkat, hal ini dikarenakan sumber pencemar atau partikulat tidak hanya terbawa dari perkotaan tetapi kemungkinan bisa terbawa dari daerah yang lebih jauh lagi (Nuryanto 2021).

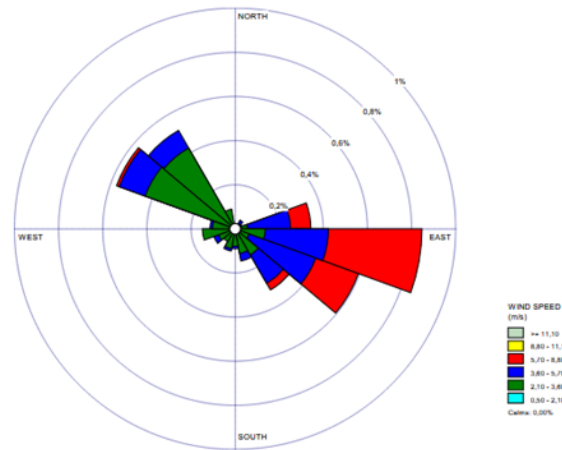
Titik sampel 5 dan 6 merupakan lokasi pemukiman warga konsentrasi parameter SO₂ berturut-turut adalah 692,702 µg/Nm³ dan 660,527 µg/Nm³ sedangkan konsentrasi parameter NO₂ berturut-turut sebesar 139,448 µg/Nm³ dan 227,009 µg/Nm³. Konsentrasi pada Lokasi pemukiman ini cukup tinggi karena pengaruh arah angin yang selalu berubah dan juga jarak antara pemukiman dan cerobong cukup dekat yakni 1 kilo meter. Konsentrasi yang berasal dari emisi cerobong dapat dipengaruhi oleh jarak dari sumber pencemar (cerobong), apabila jarak sebaran emisi semakin dekat dengan sumber pencemar (cerobong) maka konsentrasi emisi akan semakin besar dan grafik akan naik sebaliknya apabila jarak sebaran emisi semakin jauh maka konsentrasi emisi akan semakin kecil dan grafik akan turun (Augista Firstanti et al., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian diatas maka bila dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup maka semua konsentrasi hasil analisis telah melebihi baku mutu udara ambien nasional. Namun konsentrasi pencemaran SO₂ dan NO₂ yang disampling bukan semata berasal dari industri semen Kupang saja namun berasal dari berbagai sumber baik sumber area maupun sumber titik. Kecamatan Alak dan sekitarnya merupakan Lokasi industri. Emisi area seperti jalan dan TPA Alak turut menyumbang emisi ke udara ambien. Juga ada sumber titik yang berasal dari PLTD Alak, PLTU Bolok dan sumber area lainnya. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis pada titik sampel 1 yang pengambilannya membelakangi kepulan asap dari cerobong namun hasil analisis masih tinggi yakni SO₂ 717,306 µg/Nm³ dan NO₂ 184,850 µg/Nm³. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi udara ambien juga berasal dari sumber area dan sumber titik disekitar industry semen Kupang.

Perhitungan Konsentrasi Emisi Menggunakan AERMOD View

a. Windrose

Windrose dominan selama tahun 2023 disekitar lokasi PT. Semen Kupang bertiup dari arah Timur ke Barat dengan kecepatan rata-rata 2,20 – 8,80 m/s dan dari arah Barat Laut ke Tenggara. Data arah/kecepatan angin ini diolah pada perangkat lunak AERMET View untuk memperoleh *Hourly Surface Met Data* dan *Upper Air* (lapisan inversi atas) serta kestabilan atmosfer sebagai salah satu parameter penting dalam permodelan AERMOD. Distribusi polutan dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin. Pola pencemaran ditentukan oleh arah angin dan intensitasnya dipengaruhi oleh faktor meteorologis yang angin diantaranya suhu, kelembaban, kecepatan angin (Gede & Suryana, 2022). Mawar angin dominan di sekitar lokasi PT. Semen Kupang dapat dilihat pada gambar berikut.

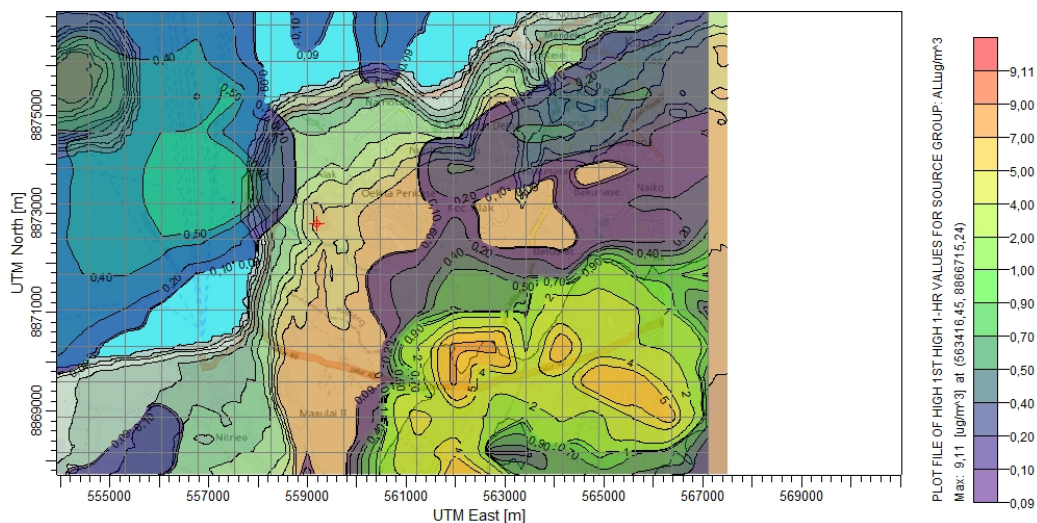


Gambar 3. Wind rose dominan di sekitar PT. Semen Kupang

b. Hasil Pemodelan Sulfur dioksida (SO₂) pada AERMOD View

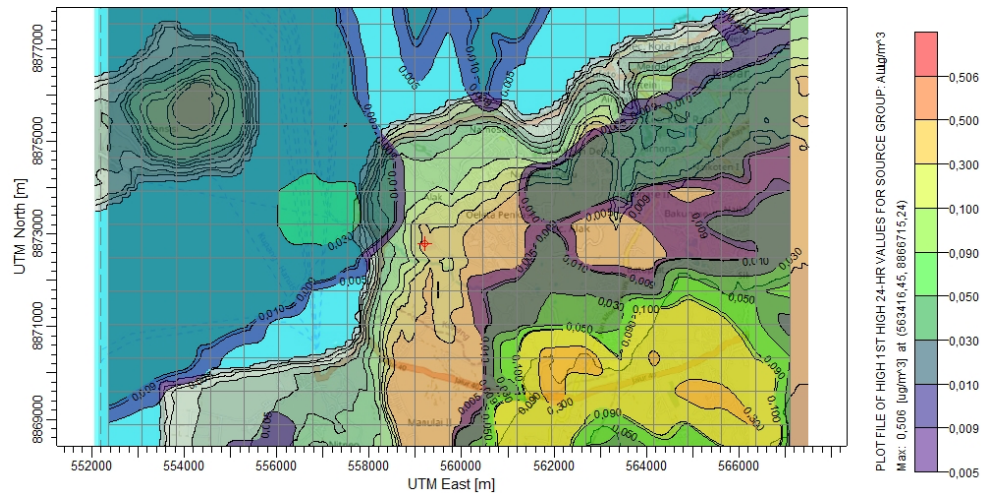
Pemodelan parameter SO₂ dan NO₂ pada Aermid View dilakukan sesuai dengan PP Nomor 22 tahun 2021 lampiran VII yakni pemodelan 1 jam, pemodelan 24 jam dan pemodelan 1 tahun. Untuk parameter SO₂ baku mutu 1 jam 150 µg/Nm³, baku mutu 24 jam 75 µg/Nm³ dan baku mutu 1 tahun 45 µg/Nm³. Sedangkan untuk parameter NO₂ baku mutu 1 jam 200 µg/Nm³, baku mutu 24 jam 65 µg/Nm³ dan baku mutu 1 tahun 50 µg/Nm³. Pengolahan Aermid membutuhkan data meteorologi selama 1 tahun setiap jam. Data ditabulasi dalam excel kemudian di olah di *software Aermid* untuk memperoleh data *sam*. Setelah memperoleh data *sam* selanjutnya *running Aermid* untuk memperoleh data kontur (Ismahani, Anurogo, and Kunci 2022). Kemudian *running Aermid* untuk memperoleh sebaran polutan SO₂.

Dalam pemodelan sebaran emisi SO₂ dan NO₂ dilakukan dari sumber emisi yaitu Raw Mill pada PT. Semen Kupang. Kondisi topografi daerah penelitian relatif datar dan memiliki 1 cerobong asap yang dimodelkan. Klasifikasi atau pembagian konsentrasi emisi dihitung berdasarkan dari yang paling dekat dengan sumber emisi hingga yang paling jauh dengan sumber emisi. Hasil running Aermid untuk parameter SO₂ untuk data 1 jam, 24 jam dan 1 tahun adalah sebagai berikut.

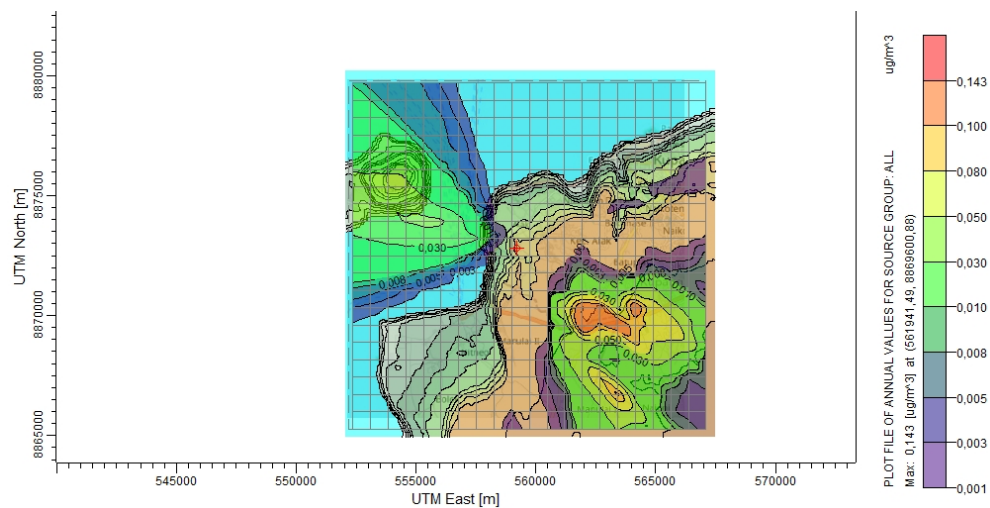


Gambar 4. Hasil Pemodelan Aermid View untuk parameter SO₂ selama 1 jam

Analisis Pola Sebaran Gas Pencemar SO₂ dan NO₂ Menggunakan *Aermod View* di Sekitar PT. Semen Kupang



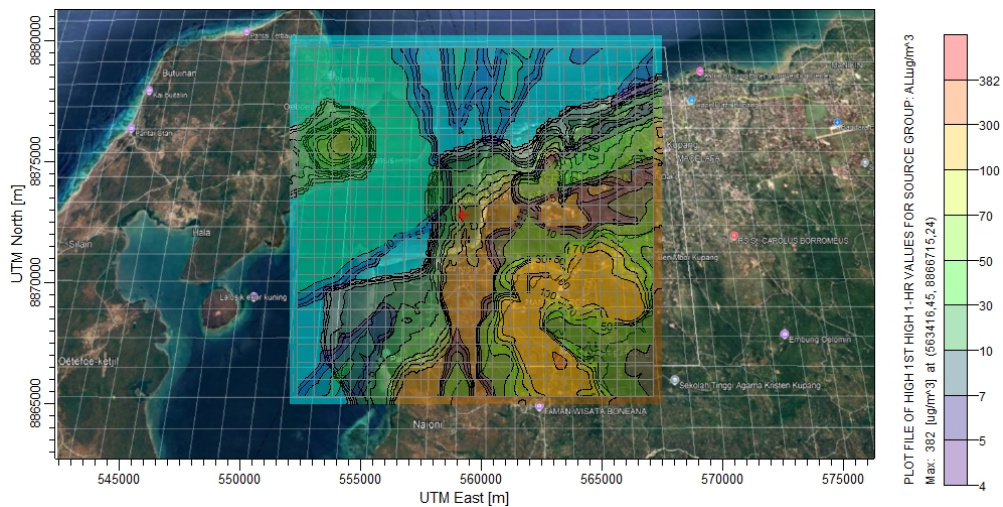
Gambar 5. Hasil Pemodelan Aermod View untuk parameter SO₂ selama 24 jam



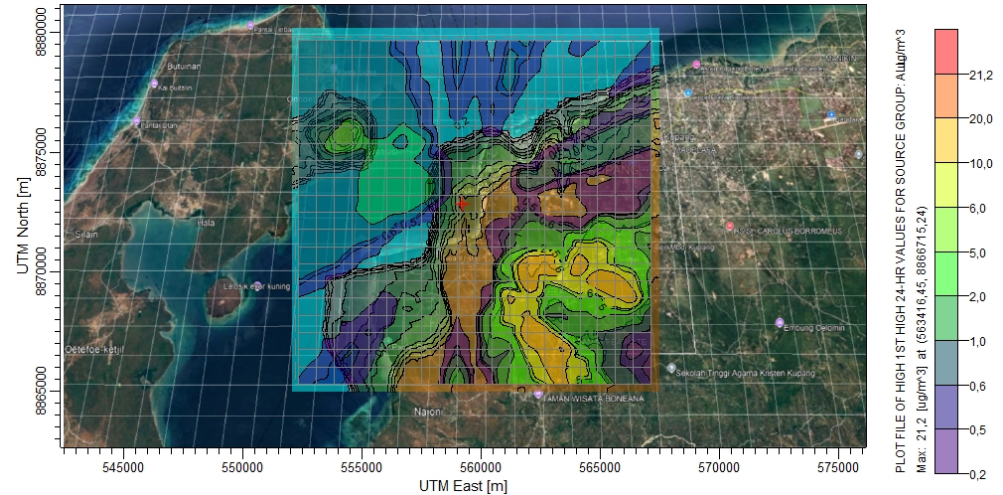
Gambar 6. Hasil Pemodelan Aermod View untuk parameter SO₂ selama 1 tahun

Gambar 4, 5 dan 6 merupakan peta pemodelan emisi SO₂ 1 jam, 24 jam dan 1 tahun dengan konsentrasi paling tinggi secara berturut-turut yaitu 0,90 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, 0,3 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, 7 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Konsentrasi maksimum terletak pada UTM yang sama yakni UTM 560466,53 dan 8873929,34. Persebaran emisi SO₂ terlihat dominan mengarah ke arah Tenggara seperti hasil pola angin pada gambar 3 windrose. Konsentrasi polutan cenderung mengikuti arah angin. Sedangkan pada arah Barat konsentrasinya cenderung rendah dan menyebar secara merata karena sebelah barat merupakan area laut. Rendahnya konsentrasi di area laut karena laut lebih rendah dari daratan dan tidak ada yang menghalangi proses aliran udara.

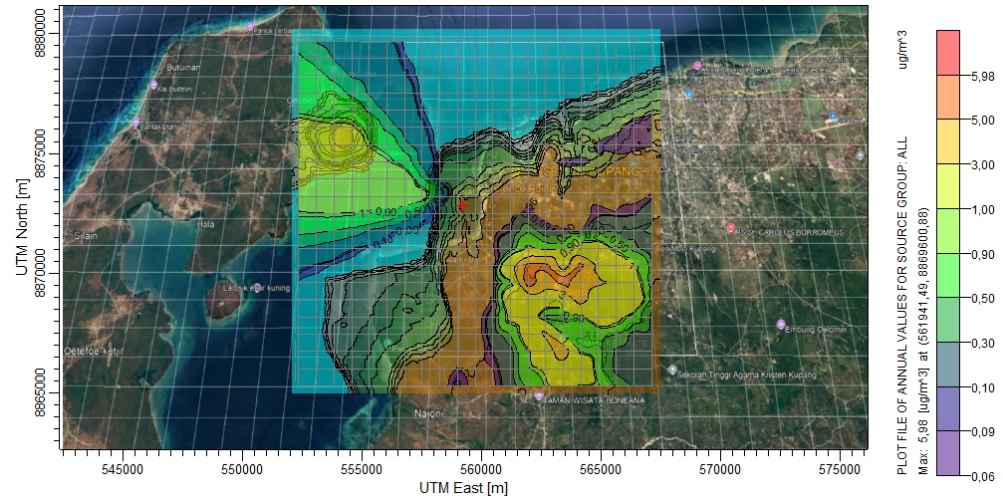
c. Hasil Pemodelan Nitrogen dioksida (NO₂) pada AERMOD View



Gambar 7. Hasil Pemodelan Aermod View untuk parameter NO₂ selama 1 jam



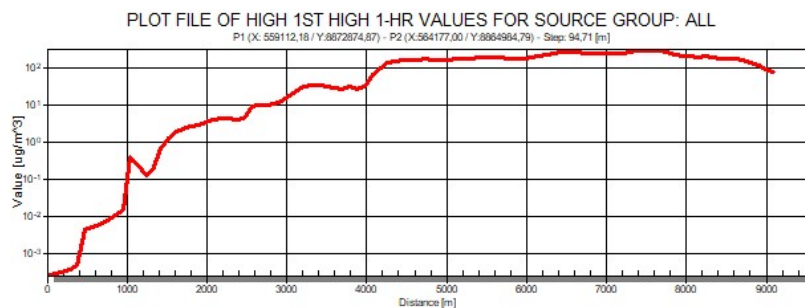
Gambar 8. Hasil Pemodelan Aermod View untuk parameter NO₂ selama 24 jam



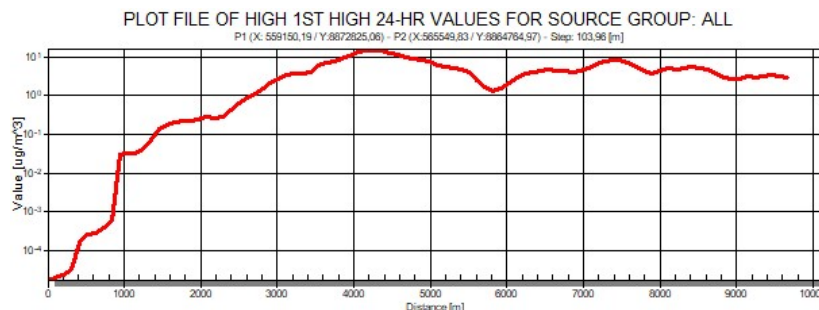
Gambar 9. Hasil Pemodelan Aermod View untuk parameter NO₂ selama 1 tahun

Gambar 7, 8 dan 9 merupakan peta pemodelan emisi NO_2 1 jam, 24 jam dan 1 tahun dengan konsentrasi paling tinggi secara berturut-turut yaitu $139,85129 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $7,76952 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dan $1,48295 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Konsentrasi maksimum terletak pada UTM yang sama yakni UTM 564891,41 dan 8871043,7. Persebaran emisi NO_2 terlihat dominan mengarah ke arah Tenggara seperti hasil pola angin pada gambar 3 windrose. Sedangkan pada arah Barat konsentrasinya cenderung rendah dan menyebar secara merata karena sebelah barat merupakan area laut. Rendahnya konsentrasi di area laut karena laut lebih rendah dari daratan dan tidak ada yang menghalangi proses aliran udara. Apabila dibandingkan dengan PP nomor 22 tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Baku Mutu Udara Ambien Nasional Lampiran VII maka hasil yang didapatkan dari pemodelan dengan menggunakan Aerod View, semuanya masih memenuhi baku mutu udara ambien.

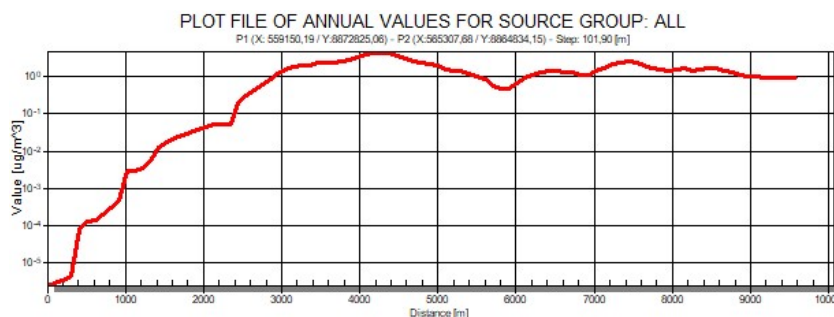
Pola Persebaran Polutan SO_2 dan NO_2



Gambar 10. Grafik pola persebaran polutan SO_2 dan NO_2 yang disimulasi 1 jam



Gambar 11. Grafik pola persebaran polutan SO_2 dan NO_2 yang disimulasi 24 jam



Gambar 12. Grafik pola persebaran polutan SO_2 dan NO_2 yang disimulasi 1 tahun

Berdasarkan grafik 10, 11 dan 12 pemodelan selama 1 jam, konsentrasi polutan SO_2 paling tinggi terdapat pada jarak 4000 meter sampai 8000 meter. Setelah 9000 meter

konsentrasi polutan mulai menurun dan menyebar merata. Pada pemodelan selama 24 jam dan 1 tahun dan pola penyebaran konsentrasi polutan paling tinggi berada pada jarak 4000 meter. Setelah jarak 4500 meter konsentrasi polutan mulai menurun. Pola penyebaran polutan, semakin jauh dari cerobong konsentrasinya semakin menurun dan semakin lama di atmosfer, konsentrasi juga semakin berkurang namun tidak berkurang secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh peristiwa inversi suhu dan tekanan pada atmosfer. Inversi suhu dan tekanan mempunyai efek yang besar terhadap pencemaran udara, termasuk keberadaan SO_2 dan NO_2 yang merupakan salah satu polutan udara. Polutan-polutan udara yang berasal dari kendaraan bermotor, kebakaran, kegiatan industri, dan lain-lain diemisikan ke udara dan inversi ini akan menangkap polutan tersebut sehingga terjadi penurunan kualitas udara di permukaan (Sri Hastutiningrum, 2018).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah Hasil analisis laboratorium menunjukkan konsentrasi polutan tertinggi berada pada titik 3 yakni yang diambil berhadapan langsung dengan cerobong industri Semen Kupang. Berdasarkan analisis Windrose, angin lebih dominan bertiup dari arah timur ke barat dan dari arah barat laut ke tenggara. Hasil simulasi menggunakan software AERMOD view menunjukkan bahwa konsentrasi polutan paling tinggi parameter SO_2 dan NO_2 berada pada jarak yang sama yakni pada UTM 560466,53 dan 8873929,34. Pola penyebarannya pada parameter SO_2 dan NO_2 menunjukkan pola yang sama yang disimulasi 1 jam, 24 jam dan 1 tahun. Polutan semakin jauh dari cerobong, konsentrasi polutan semakin menurun dan menyebar merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Augista, A., Erlan, A., Azis, R. T. (2022). *Pola Sebaran Emisi SO_2 , NO_2 , dan Partikulat dari Cerobong Batu Bara Industri Kecap Menggunakan Software Screen View*. 5(1).
- Cimorelli, A. J., Perry, S. G., Venkatram, A., Weil, J. C., Paine, R. J., Wilson, R. B., Lee, R. F., Peters, W. D., & Brode @@, R. W. (2005). *AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications. Part I: General Model Formulation and Boundary Layer Characterization*.
- Fernández-Pacheco, V. M., Fernández-Tena, A., Ackermann, T., Blanco-Marigorta, E., & Álvarez-Álvarez, E. (2023). Physical and CFD model used in the analysis of particles dispersion. *Heliyon*, 9(11), e21330. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2023.E21330>
- Gede, I., & Suryana, P. E. (2022). Analisis Windrose untuk Prediksi Arah & Jangkauan Pencemaran Udara. *Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer Terapan Indonesia (JSIKTI)*, 4(3), 132–141. <https://doi.org/10.22146/jsikti.xxxx>
- Houngbégnon, P., Atindegla, E., Lawin, H., & Agueh, V. (2020). Estimating Exposure to Traffic-Related Air Pollution and Its Consequences on Respiratory Health in Population Working or Living along the Trunk Road: A Systematic Review. *Open Journal of Air Pollution*, 09(04), 61–76. <https://doi.org/10.4236/ojap.2020.94005>
- Irsan, R., & Istiqomah, Q. (2023). Analisis Data Meteorologi Untuk Input Data Software Aermod View. *IJurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 11 (2). <https://www.ogimet.com/>

- Ismahani, R., Anurogo, D. W., & Kunci, K. (2022). Indonesian Journal of Conservation Pemodelan AERMOD Untuk Proyeksi Pola Penyebaran Emisi Heat Recovery Steam Generator PT X dan PT Y. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(2), 51–63. <https://doi.org/10.15294/ijc.v11i2.37953>
- Ismahani, R., & Anurogo, W. (2023). Pemodelan AERMOD Untuk Proyeksi Pola Penyebaran Emisi Heat Recovery Steam Generator PT X dan PT Y. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(2), 51–63.
- Lai, H. C., Ma, H. W., Chen, C. R., Hsiao, M. C., & Pan, B. H. (2019). Design and application of a hybrid assessment of air quality models for the source apportionment of PM_{2.5}. *Atmospheric Environment*, 212, 116–127. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOSENV.2019.05.038>
- Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J. R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. (Nil), Baldé, A. B., Bertollini, R., Bose-O'Reilly, S., Boufford, J. I., Breyse, P. N., Chiles, T., Mahidol, C., Coll-Seck, A. M., Cropper, M. L., Fobil, J., Fuster, V., Greenstone, M., Haines, A., ... Zhong, M. (2018). The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*, 391(10119), 462–512. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)
- Leonardus, L. L. (2021). *Dispersion analysis of SO₂ pollutant from cement industry (Case study of Kupang cement plant)*.
- Nuryanto, et al. (2021). Pengaruh angin Permukaan dan Kelembaban terhadap Suspended Particulate Matter di Sorong. *Buletin GAW Bariri (BGB)*, 2.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Seangkiatiyuth, K., Surapipith, V., Tantrakarnapa, K., & Lothongkum, A. W. (2011). Application of the AERMOD modeling system for environmental impact assessment of NO₂ emissions from a cement complex. *Journal of Environmental Sciences*, 23(6), 931–940. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(10\)60499-8](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(10)60499-8)
- Sri, et al. (2018). Analisis Hubungan Aktivitas Kendaraan Bermotor Terhadap. *Jurnal Teknologi Technoscientia*.
- Suryani, S., Upe, A., & Gunawan. (2010). Model sebaran polutan so₂ pada cerobong asap pt. semen tonasa. *Seminar Nasional Badan Koordianasi Pusat Studi Lingkungan Hidup Se Indonesia XX*, 2, 14–16.

Copyright holder:

Leonardus Lewa Leko, Oktavina GLP. Manulangga (2025)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

