

Analisis Model Dispersi Emisi Udara (SO₂, NO₂, dan TSP) Menggunakan Model Dari Software AERMOD Dengan Sumber Emisi *Point Source*

M. Ardiansyah Dwi Tama¹, Raden Kokoh Haryo Putro^{2*}, Novi Diah Yuliana³, Ariyana Rismayanti⁴

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

^{3,4}PT Mitra Hijau Indonesia

Email Korespondensi: radenkokoh.tl@upnjatim.ac.id

Kata Kunci:

aermod, emisi, kualitas udara, pencemaran lingkungan, point source

ABSTRAK

Kegiatan produksi di Industri minyak goreng kelapa sawit dan margarin menghasilkan emisi, baik yang berasal dari proses pembakaran maupun non pembakaran. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui hasil model dispersi emisi sumber tidak bergerak terhadap kualitas udara ambien menggunakan *Software AERMOD* di kawasan sekitar Industri. Metode pemodelan *AERMOD* dilakukan dengan menggunakan data beban emisi yang dihasilkan, topografi dan data meteorologi lokasi kegiatan 10 tahun terakhir dengan parameter pencemar udara yang diukur antara lain Partikulat (TSP), Sulfur Dioksida (SO₂) dan Nitrogen Dioksida (NO₂). Setelah dilakukan running data, hasil pemodelan dispersi emisi udara menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi emisi terletak pada pemukiman yang berada di sebelah tenggara sumber emisi industri. Dengan konsentrasi pada tiap parameter yaitu untuk SO₂ berada pada 3,65 mg/Nm³ dengan jarak 537 meter dari sumber emisi, parameter NO₂ berada pada 5,98 mg/Nm³ dengan jarak 497 meter, dan parameter partikulat berada pada 1,31 mg/Nm³ dengan jarak 498 meter. Jarak dapat mempengaruhi konsentrasi emisi yaitu semakin jauh jarak dari sumber emisi, maka konsentrasi emisi semakin rendah. Pemodelan dengan menggunakan *AERMOD* menunjukkan dispersi emisi terhadap kualitas udara ambien di sekitar kawasan industri kelapa sawit masih memenuhi baku mutu yang mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VII tentang Baku Mutu Udara Ambien.

Keyword:

aermod, emission, air quality, environmental pollution, point source

ABSTRACT

Production activities in the palm cooking oil and margarine industry generate emissions, both from combustion and non-combustion processes. This analysis aims to determine the results of the emission dispersion model from immovable sources on ambient air quality using *AERMOD Software* in the area around the Industry. The *AERMOD* modeling method is carried out by using generated emission load data, topography and meteorological data of activity locations for the last 10 years with air pollutant parameters measured including Particulates (TSP), Sulfur Dioxide (SO₂) and Nitrogen Dioxide (NO₂). After running the data, the results of the air emission dispersion modeling show that the highest concentration of emissions is located in settlements that are to the southeast of industrial emission sources. With the concentration of each parameter, namely for SO₂ it is at 3.65 mg/Nm³ at a distance of 537 meters from the emission source, the NO₂ parameter is at 5.98 mg/Nm³ at a distance of 497 meters, and the particulate parameter is at 1.31 mg/Nm³ with a distance of 498 meters. Distance can affect the emission concentration, namely the farther the distance from the emission source, the lower the emission concentration. Modeling using *AERMOD* shows that the dispersion of emissions on ambient air quality around the palm oil industrial area still meets the quality standards which refer to Government Regulation Number 22 of 2021 Appendix VII concerning Ambient Air Quality Standards.

1. PENDAHULUAN

Ketel Uap (*boiler*) dalam industri kelapa sawit adalah perangkat/alat yang dapat digunakan untuk menghasilkan uap air yang akan digunakan dalam setiap proses produksi di industri kelapa sawit. Umumnya, industri kelapa sawit

menggunakan *boiler* dengan bahan bakar padat yang mudah diperoleh dan ekonomis seperti cangkang dan serabut kelapa sawit jika dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Dalam kegiatan operasionalnya, *boiler* selain dapat menghasilkan uap (*steam*), juga dapat menghasilkan emisi gas buangan (pencemar udara). Pada umumnya, emisi yang dihasilkan dari

cerobong boiler industri pengolahan kelapa sawit adalah partikulat, SO₂, dan NO₂ (Sugiarto *et al.*, 2019).

Cerobong *boiler* digunakan sebagai sarana untuk menyalurkan gas buang ke udara ambien dan merupakan emisi sumber tidak bergerak (*point source*) dari industri pengolahan kelapa sawit. Kualitas udara di lingkungan industri sangat ditentukan oleh emisi yang dikeluarkan dari cerobong pabrik (Sugiarto *et al.*, 2019). Hal tersebut dikarenakan emisi dapat menghasilkan polutan – polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Polutan Partikulat (TSP), SO₂ dan NO₂ yang dikeluarkan melalui cerobong akan mengalami dispersi ke udara ambien menuju area sekitar kawasan industri sehingga perlu dilakukannya pemodelan dispersi emisi udara untuk mengetahui pola persebaran emisi terhadap udara ambien. Namun, untuk mengetahui pola persebaran emisi terhadap udara ambien yang dilakukan oleh suatu industri hanya terbatas pada beberapa titik sampling saja karena memerlukan biaya yang besar, waktu yang lama, tenaga yang besar, serta teknologi yang canggih. Oleh karenanya, sulit untuk mengetahui konsentrasi pada titik reseptor lain di sekitar industri sehingga dibutuhkan suatu alternatif dalam upaya untuk mengetahui pola persebaran emisi kualitas udara yang efektif dan lebih representatif. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengetahui pola persebaran emisi udara terhadap udara ambien adalah dengan membuat pemodelan kualitas udara menggunakan *software AERMOD*.

AERMOD (Air Quality Model for Regulatory Applications) adalah salah satu model yang digunakan dalam ilmu lingkungan untuk memprediksi dispersi polutan atau emisi udara yang dirancang untuk menghitung bagaimana polutan yang dilepaskan dari sumber-sumber tertentu akan tersebar dalam udara sekitarnya. Model ini mempertimbangkan faktor-faktor seperti kecepatan dan arah angin, topografi, data emisi, serta karakteristik fisik dari polutan itu sendiri. Model *AERMOD* memiliki kelebihan karena dapat memodelkan sebaran polutan dari berbagai sumber seperti sumber titik, garis, volume, dan area dalam satu kali *running*. Model *AERMOD* juga dapat digunakan untuk memprediksi konsentrasi maksimum polutan selama periode rata-rata 1 jam, 3 jam, 8 jam, 24 jam, bulanan, dan tahunan.

Dalam Analisis yang dilakukan, Model *AERMOD* akan digunakan untuk mengetahui sebaran emisi dari kegiatan industri kelapa sawit yang bergerak dalam bidang produksi minyak goreng kelapa sawit dan margarin dengan menggunakan bahan bakar biomassa, dimana bahan bakar biomassa tersebut menghasilkan polutan Partikulat, SO₂ dan NO₂. Oleh karena itu, akan relevan apabila dilakukannya upaya membuat pemodelan dispersi emisi udara menggunakan *software AERMOD* dengan tujuan untuk mengetahui persebaran konsentrasi parameter polutan Partikulat, SO₂ dan NO₂ serta mengetahui perbandingan antara kualitas udara ambien yang terdampak emisi pada lokasi sekitar kawasan industri dengan baku mutu udara ambien yang mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VII tentang Baku Mutu Udara Ambien.

2. METODE PENELITIAN

Metode Analisis yang dilakukan menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif dalam pengumpulan data. Dimana

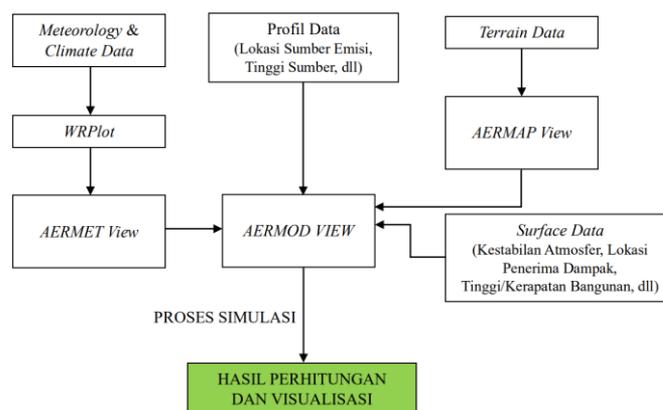
data yang akan digunakan sebagai input Model *AERMOD* adalah 1 data primer yaitu data hasil pengukuran beban emisi yang bersumber dari cerobong (*Point Source*) dan 2 data sekunder terdiri dari data meteorologi lokasi kegiatan 10 tahun terakhir dan data topografi.

Perhitungan beban emisi dilakukan secara kuantitatif yaitu dengan cara *sampling* pada seluruh cerobong yang melepas emisi ke lingkungan di area sekitar kawasan industri kelapa sawit kota Surabaya. Kemudian beban emisi hasil uji laboratorium dikonversi menjadi laju emisi (g/s) untuk data input pemodelan, sementara itu data meteorologi dan topografi didapatkan dengan metode kualitatif yaitu menggunakan data *NEMSGLOBAL* dan *Geographic Information System (GIS)*.

Beberapa perangkat lunak penunjang yang terintegrasi dengan modul *AERMOD View*, antara lain:

- (1) *WRPlot, preprocessor* untuk mengkonversi format data meteorology
- (2) *AERMET View*, berfungsi untuk mengolah data meteorology sehingga siap dibaca oleh modul *AERMOD View*.
- (3) *AERMAP View*, berfungsi untuk menampilkan informasi ketinggian dan topografi wilayah studi, dengan melakukan sinkronisasi ketinggian bangunan, tebing, dan lain sebagainya.

Data yang telah terkumpul akan digunakan untuk melakukan *running* data pada *software AERMOD* guna mengetahui tingkat sebaran dan konsentrasi emisi dengan parameter Partikulat, SO₂, dan NO₂. Kemudian melakukan perbandingan antara konsentrasi emisi terhadap baku mutu udara ambien di lokasi yang terdampak emisi dengan konsentrasi tertinggi. Alur pemrograman menggunakan *AERMOD View* ditunjukkan oleh diagram alir proses simulasi pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Simulasi dan Permodelan Menggunakan *AERMOD View*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

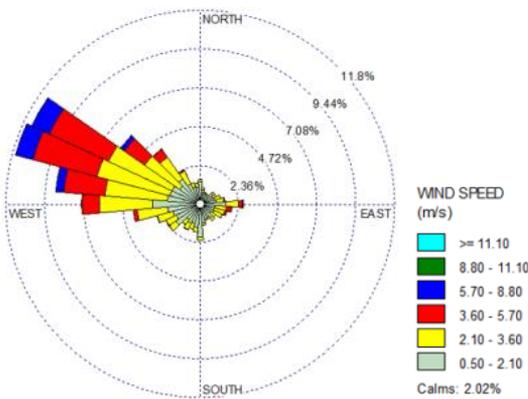
3.1 Kondisi Meteorologi dan Topografi

Data meteorologi yang digunakan dalam melakukan pemodelan sebaran emisi industri kelapa sawit menggunakan hasil proses mesoscale model (MM5) dari data meteorologi *NEMSGLOBAL* dan disediakan oleh www.meteoblue.com yang terdiri oleh data arah/kecepatan angin, curah hujan,

temperature udara, kelembaban dan tekanan udara pada interval 1 jam dari Tahun 2011-2020. Berikut merupakan data meteorologi yang digunakan :

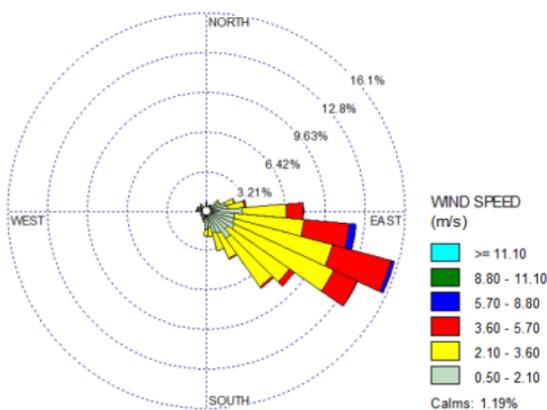
3.1.1 Arah/kecepatan Angin

Data arah dan kecepatan angin yang digunakan dalam analisis merupakan ekstraksi dari pengukuran arah dan kecepatan angin bulanan selama 10 tahun (2011-2020). Ekstraksi data diperoleh dari pencatatan arah dan kecepatan angin dengan interval 1 jam. Analisis dilakukan terhadap variasi arah dan kecepatan angin permukaan untuk mengetahui pengaruh arah dan kecepatan angin terhadap sebaran dampak lingkungan yang mungkin timbul dari kegiatan yang akan dilakukan. Hasil analisis terhadap pola angin permukaan di Kota Surabaya disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 2. Mawar Angin Musim Barat Kota Surabaya

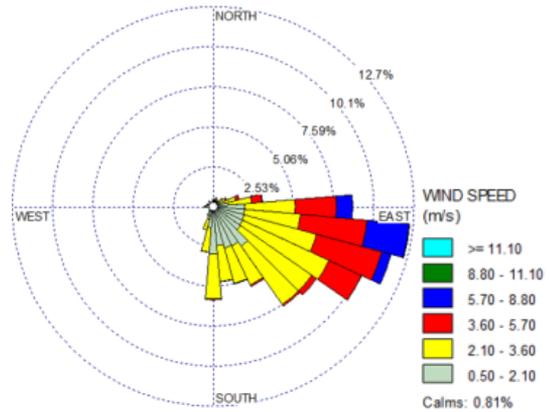
Kecepatan dominan pada musim barat adalah 0,5 – 2,1 m/s dengan persentase 47,8%. Jika pola angin permukaan musim barat dikaitkan dengan pergerakan semu matahari, posisi matahari pada musim barat berada di bumi bagian selatan. Sehingga tekanan rendah berada di selatan ekuator dan dominan angin akan bertiup dari bumi bagian utara (Benua Asia) menuju selatan (Benua Australia).



Gambar 3. Mawar Angin Musim Peralihan 1 Kota Surabaya

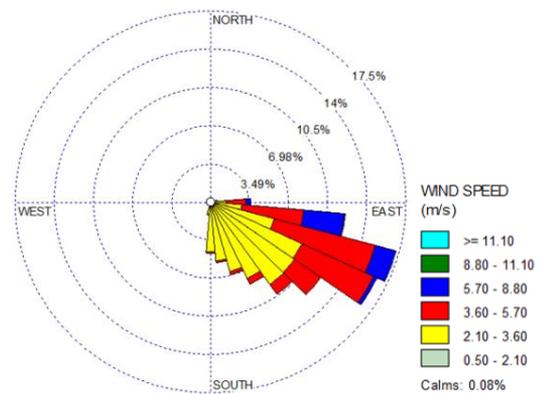
Pada musim peralihan 1 arah angin dominan berasal dari timur dengan kecepatan dominan sebesar 2,1 – 3,6 m/s dan persentase 46,9%. Pada musim peralihan 1, pergerakan semu matahari di bumi bagian selatan mulai bergerak menuju utara.

Sehingga angin bertiup dari bumi bagian selatan (Benua Australia) menuju bumi bagian utara (Benua Asia).



Gambar 4. Mawar Angin Musim Peralihan 2 Kota Surabaya

Pada musim peralihan 2, dominan arah angin berasal dari timur dengan kecepatan dominan pada musim ini adalah 2,1 – 3,6 m/s dengan persentase 43,9%.

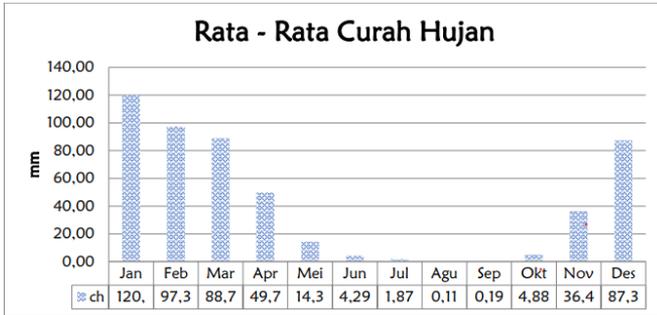


Gambar 5. Mawar Angin Musim Timur Kota Surabaya

Pada musim timur dominan arah angin dari arah timur dengan kecepatan dominan pada adalah 2,1 – 3,6 m/s serta persentase 59,8%. Jika pola angin permukaan musim timur dikaitkan dengan pergerakan semu matahari, posisi matahari pada musim timur berada di bumi bagian utara. Sehingga tekanan rendah berada di utara ekuator dan dominan angin akan bertiup dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia.

3.1.2 Curah Hujan

Curah hujan (mm) adalah ketinggian air hujan yang terkumpul dalam penakar hujan pada tempat yang datar, tidak menyerap, tidak meresap dan tidak mengalir (BMKG, 2016). Menurut Triatmodjo (2008), stasiun penakar hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik dimana stasiun berada, sehingga hujan pada suatu luasan harus diperkirakan dari titik pengukuran tersebut. Apabila pada suatu daerah terdapat lebih dari stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencah, hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. Hasil analisis terhadap curah hujan di Kota Surabaya disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :

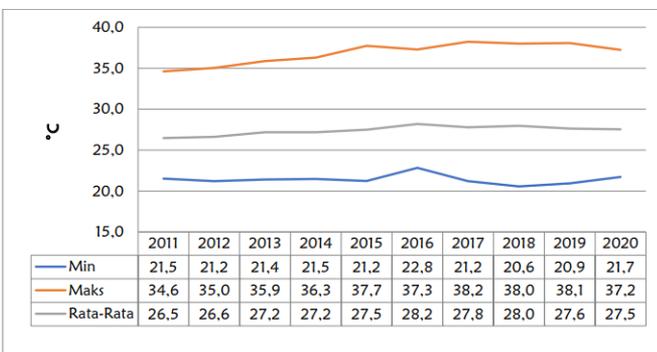


Gambar 6. Grafik Rata – Rata Curah Hujan di Sekitar Lokasi Industri Kelapa Sawit Kota Surabaya selama 10 Tahun Terakhir

Data curah hujan 10 tahun yang diperoleh di lokasi sekitar rencana kegiatan menunjukkan bahwa nilai rata-rata curah hujan bulanan tertinggi di Kota Surabaya sebesar 120,08 mm/bulan terjadi pada bulan Januari, sedangkan nilai rata-rata curah hujan bulanan terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 0,11 mm/bulan. Dalam kurun waktu sepuluh tahun (2011-2020), musim hujan di wilayah ini cenderung terjadi pada bulan November hingga April, yang mana sesuai dengan pola angin muson barat. Angin muson barat terjadi antara bulan Oktober sampai bulan April di Indonesia, menyebabkan terjadinya musim hujan. Sedangkan puncak musim kemarau terjadi pada bulan Mei sampai dengan Oktober. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh angin muson timur.

3.1.3 Temperatur Udara

Perhitungan model dispersi udara sering mempertimbangkan temperatur dan faktor – faktor lainnya untuk memprediksi persebaran emisi dan dampaknya pada kualitas udara di sekitar lokasi kegiatan yang akan dilakukan pengelolaan. Hal itu dikarenakan temperatur dapat mempengaruhi dispersi vertikal emisi. Pada hari yang sangat panas, udara di dekat permukaan mungkin lebih panas daripada udara di atasnya sehingga dapat menyebabkan emisi naik lebih tinggi sebelum terdispersi ke lingkungan. Temperatur di Kota Surabaya selama tahun 2011 hingga 2020 dapat dilihat pada grafik berikut :



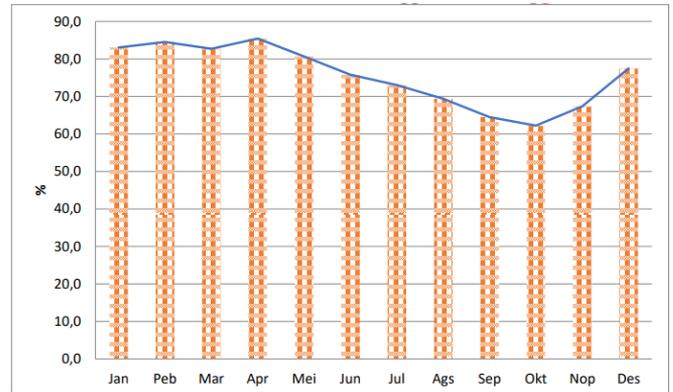
Gambar 7. Temperatur Minimum, Maksimum dan Rata-Rata Bulanan

Berdasarkan data temperatur udara di Kota Surabaya selama tahun 2011 hingga 2020, diketahui bahwa temperatur udara rata-rata minimum bulanan 20,6°C, temperatur udara

rata-rata maksimal berkisar antara 38,1°C, dan temperatur udara rata-rata sebesar 27,2°C.

3.1.4 Kelembaban Udara

Kelembaban udara relatif (RH) merupakan salah satu variabel dalam fisika atmosfer yang menggambarkan hubungan antara tekanan udara aktual dan tekanan udara jenuh. Kelembaban relatif ini dapat menggambarkan jumlah uap air yang ada pada suatu lokasi tertentu. Data kelembaban relatif rata-rata bulanan pada Kota Surabaya dapat dilihat pada grafik dibawah ini :

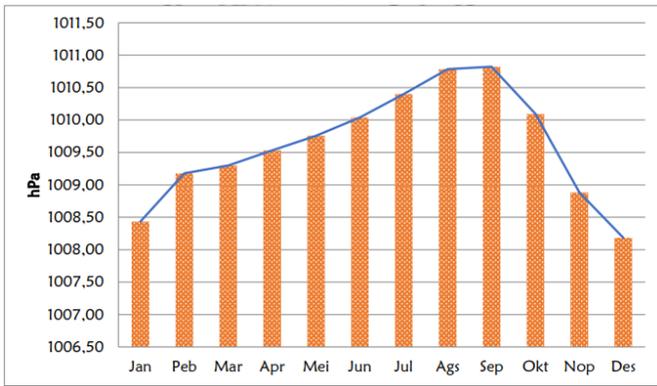


Gambar 8. Grafik Kelembaban Relatif Rata-Rata Bulanan (2011-2020)

Berdasarkan data RH selama sepuluh tahun (2011-2020) dimana RH terendah terjadi pada bulan Oktober tahun 2018 sedangkan tertinggi pada bulan Januari tahun 2011. Tingkat kelembaban relatif ini berkaitan erat dengan temperatur udara dan perubahan musim. Pada musim kemarau yang berlangsung pada bulan September hingga Oktober, kelembaban relatif cenderung rendah yaitu sekitar 62,2 – 64,5 %, sedangkan pada musim hujan, kelembaban relatif akan kembali meningkat. Seperti halnya suhu udara, kelembapan relatif juga merupakan salah satu faktor iklim yang mempengaruhi distribusi polutan di atmosfer. Nilai RH yang rendah akan menyebabkan peningkatan konsentrasi polutan di atmosfer. Rendahnya nilai RH disebabkan oleh rendahnya tekanan atmosfer sehingga tidak memungkinkan polutan bergerak lebih luas di udara untuk pengenceran (dilution). Akibatnya, tingkat polusi udara di suatu tempat tetap tinggi.

3.1.5 Tekanan Udara

Tekanan udara adalah salah satu faktor penting dalam mengetahui bagaimana emisi udara dari berbagai sumber tersebar dalam lingkungan. Perubahan dalam tekanan udara dapat memiliki dampak yang signifikan pada dispersi emisi udara. Data tekanan udara yang diperoleh adalah untuk periode sepuluh tahun terakhir yakni pada rentang tahun 2011-2020. Berikut merupakan grafik tekanan udara rata – rata bulanan di Kota Surabaya :

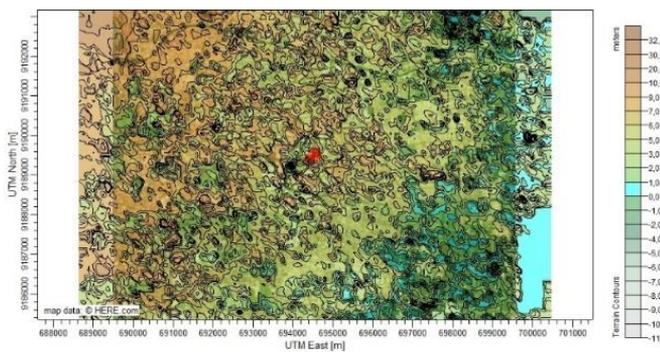


Gambar 9. Grafik Tekanan Udara Rata-Rata Bulanan (2011-2020)

Tekanan udara bulanan rata-rata tertinggi terjadi pada bulan September yaitu sebesar 1010,82 hPa sedangkan tekanan udara rata-rata terendah terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 1008,18 hPa.

3.2 Topografi (Contours)

Ketinggian permukaan tanah dapat mempengaruhi luasan persebaran emisi udara. Oleh karena itu data Topografi diperlukan dalam membuat model dispersi emisi udara. Berikut merupakan kondisi elevasi permukaan tanah industri kelapa sawit di Kota Surabaya :



Gambar 10. Kondisi Elevasi Permukaan Tanah Industri Kelapa Sawit di Kota Surabaya

Berdasarkan kondisi data topografi yang diperoleh menunjukkan bahwa elevasi permukaan tanah di industri kelapa sawit kota Surabaya berada pada ketinggian 3 – 5 meter diatas permukaan laut.

3.3 Input Pemodelan

3.3.1 Data Input untuk Pemodelan

Model yang dibangun untuk mensimulasikan besaran dampak dari kegiatan operasional di industri kelapa sawit Surabaya yaitu dari sumber emisi HPB Ref 1, HPB Ref 2, HPB Ref 3, HPB Ref 4, dan Boiler Batubara 2 yang beroperasi secara rutin. Data yang dibutuhkan untuk pemodelan dapat dilihat pada tabel berikut.

Type	Desc	Height m	Diameter m	Exit Velocity m/s	Exit Temperature K	Release Type	Emission Rate g/s	X1 (N)	Y1 (E)
Parameter SO₂									
POINT	HPB Ref	30	0,4	8,59	581	VERTICAL	0,1618	694492,90	9189445,74
POINT	HPB Ref	30	0,4	8,68	581	VERTICAL	0,1635	694480,01	9189442,10
POINT	HPB Ref	44	0,65	8,82	584	VERTICAL	0,4388	694647,33	9189481,08
POINT	HPB Ref	44	0,32	9,57	584	VERTICAL	0,1154	694647,33	9189481,08
POINT	Boilerbatu Bara 2	24	1,2	11,36	503	VERTICAL	9,6310	694523,78	9189576,19
Parameter NO_x									
POINT	HPB Ref	30	0,4	8,59	581	VERTICAL	0,7013	694492,90	9189445,74
POINT	HPB Ref	30	0,4	8,68	581	VERTICAL	0,7086	694480,01	9189442,10
POINT	HPB Ref	44	0,65	8,82	584	VERTICAL	1,9014	694647,33	9189481,08
POINT	HPB Ref	44	0,32	9,57	584	VERTICAL	0,5000	694647,33	9189481,08
POINT	Boilerbatu Bara 2	24	1,2	11,36	503	VERTICAL	12,8413	694523,78	9189576,19
Parameter Partikulat (TSP)									
POINT	Boilerbatu Bara 2	24	1,2	11,36	503	VERTICAL	3,8524	694523,78	9189576,19

Gambar 11. Data Input Untuk Pemodelan

Sumber : Hasil Analisa, 2022.

3.3.2 Peta Wilayah Studi dan Grid Receptors

Peta dasar yang digunakan dalam melakukan pemodelan dengan *AERMOD View* menggunakan peta dari citra satelit dari *lakes satellite* yang secara terintegrasi disediakan oleh modul *AERMOD View*. *Grid receptor* ditentukan berupa matriks koordinat kartesian yang menggambarkan wilayah sebaran penerima dampak disekitar lokasi rencana kegiatan.

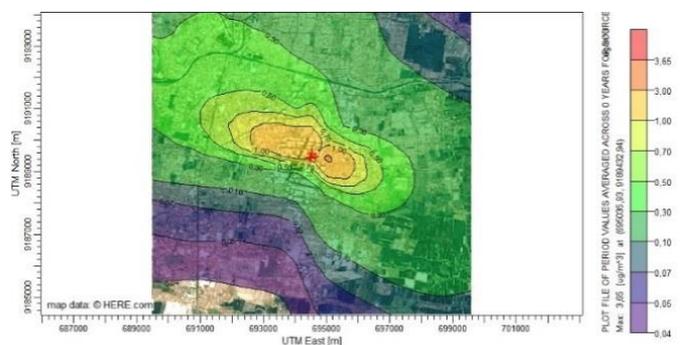


Gambar 12. Peta Grid 500 x 500 Meter Sekitar Lokasi Industri Kelapa Sawit Untuk Areal Pemodelan Dispersi

3.4 Running Model Dispersi Emisi

3.4.1 Parameter Sulfur Dioksida (SO₂)

Persebaran dampak emisi parameter SO₂ disimulasikan dari 5 sumber emisi yaitu HPB Ref 1, HPB Ref 2, HPB Ref 3, HPB Ref 4, dan Boiler Batubara 2. Rata-rata persebaran yang terjadi sepanjang tahun dapat dilihat hasil dispersinya pada gambar berikut :



Gambar 13. Simulasi Sebaran Emisi SO₂ Rata-Rata Sepanjang Tahun.

Hasil simulasi dispersi model sebaran emisi SO₂ menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi dari hasil sebaran berada pada 3,65 mg/Nm³ yang terletak pada pemukiman penduduk terdekat sekitar industri dengan jarak 537 meter ke arah tenggara dari sumber emisi. Sedangkan pada pemukiman yang berjarak 1287 meter ke arah Tenggara konsentrasi SO₂ sebesar 1,00 mg/Nm³. Hal ini menunjukkan bahwa jarak dapat mempengaruhi konsentrasi emisi yaitu semakin jauh jarak dari sumber emisi, maka konsentrasi emisi akan semakin rendah.

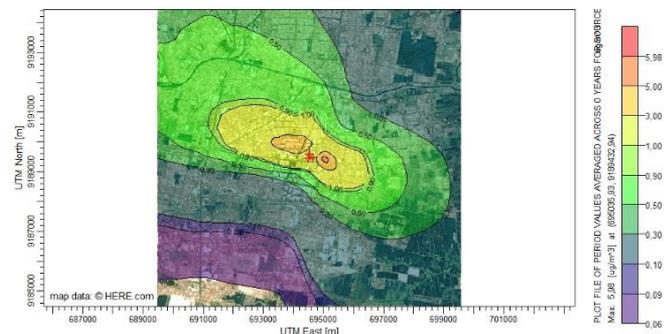
Nilai tersebut jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VII tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk parameter SO₂ sebesar 75 mg/Nm³ masih memenuhi baku mutu emisi yang ditetapkan. Overlay sebaran emisi SO₂ terhadap google earth dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 14. Overlay Sebaran SO₂ Rata-Rata Sepanjang Tahun

3.4.2 Parameter Nitrogen Dioksida (NO₂)

Persebaran dampak emisi parameter NO₂ disimulasikan dari 5 sumber emisi yaitu HPB Ref 1, HPB Ref 2, HPB Ref 3, HPB Ref 4, dan Boiler Batubara 2. Rata-rata persebaran yang terjadi sepanjang tahun dapat dilihat hasil dispersinya pada gambar berikut.



Gambar 15. Simulasi Sebaran Emisi NO₂ Rata-Rata Sepanjang Tahun

Hasil simulasi dispersi model sebaran emisi NO₂ menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi dari hasil sebaran berada pada 5,98 mg/Nm³ yang terletak pada pemukiman penduduk terdekat sekitar industri dengan jarak 497 meter ke arah tenggara dari sumber emisi. Sedangkan pada pemukiman yang berjarak 810 meter ke arah Tenggara konsentrasi NO₂ sebesar 3,00 mg/Nm³. Hal ini menunjukkan bahwa jarak dapat

mempengaruhi konsentrasi emisi yaitu semakin jauh jarak dari sumber emisi, konsentrasi emisi semakin menurun

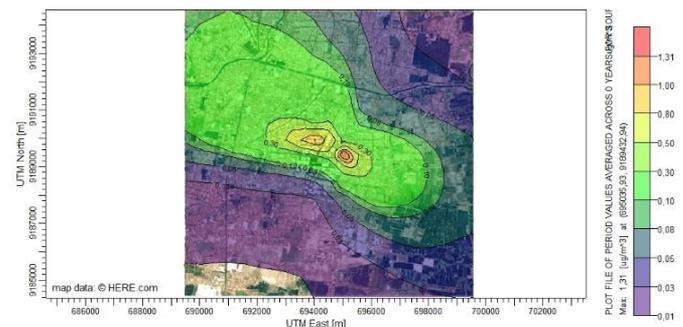
Nilai tersebut jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VII tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk parameter NO₂ sebesar 65 mg/Nm³ masih memenuhi baku mutu emisi yang ditetapkan. Overlay sebaran emisi NO₂ terhadap google earth dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 16. Overlay Sebaran NO₂ Rata-Rata Sepanjang Tahun

3.4.3 Parameter Partikulat (TSP)

Persebaran dampak emisi parameter Partikulat disimulasikan dari sumber emisi Boiler Batubara 2. Rata-rata persebaran yang terjadi sepanjang tahun dapat dilihat hasil dispersinya pada gambar berikut.



Gambar 17. Simulasi Sebaran Emisi Partikulat Rata-Rata Sepanjang Tahun

Hasil simulasi dispersi model sebaran emisi Partikulat (TSP) menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi dari hasil sebaran berada pada 1,31 mg/Nm³ yang terletak pada pemukiman penduduk terdekat sekitar industri dengan jarak 498 meter ke arah tenggara dari sumber emisi. Sedangkan pada pemukiman yang berjarak 603 meter ke arah tenggara konsentrasi Partikulat sebesar 1,00 mg/Nm³. Hal ini menunjukkan bahwa jarak dapat mempengaruhi konsentrasi emisi yaitu semakin jauh jarak dari sumber emisi, maka konsentrasi emisi akan semakin rendah.

Nilai tersebut jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VII tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk parameter Partikulat sebesar 230 mg/Nm³ masih memenuhi baku mutu emisi yang ditetapkan. *Overlay* sebaran emisi Partikulat (TSP) terhadap google earth dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 18. Overlay Sebaran Partikulat Rata-Rata Sepanjang Tahun

3.5 Perbandingan Model Dispersi Terhadap Baku Mutu Udara Ambien

Berdasarkan hasil running model dispersi emisi menggunakan *software* AERMOD didapatkan bahwa konsentrasi parameter SO₂, NO₂ dan Partikulat masih berada dibawah baku mutu kualitas udara ambien yang mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VII.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Dispersi Emisi Terhadap Baku Mutu

No.	Parameter	Konsentrasi mg/Nm ³	Baku Mutu mg/Nm ³
1.	Sulfur Dioksida	3.65	75
2.	Nitrogen Dioksida	5.98	65
3.	Partikulat	1.31	30

Sumber : Hasil Analisa, 2022.

4. KESIMPULAN

Pemodelan dispersi emisi yang bersumber dari cerobong industri kelapa sawit menggunakan model dari *software* AERMOD. Menurut hasil running, konsentrasi tertinggi dari persebaran emisi yang dihasilkan terletak pada pemukiman terdekat di sebelah tenggara kawasan industri kelapa sawit. Pada parameter SO₂ konsentrasi tertinggi berada pada 3,65 mg/Nm³ yang berjarak sekitar 537 meter dari sumber emisi dihasilkan, kemudian pada parameter NO₂ berada pada 5,98 mg/Nm³ berjarak sekitar 497 meter dari sumber emisi dihasilkan, dan untuk parameter Partikulat (TSP) berada pada 1,31 mg/Nm³, berjarak 498 meter terhadap sumber emisi yang dihasilkan.

Sedangkan pada pemukiman yang berjarak lebih jauh dari sumber emisi memiliki konsentrasi emisi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pemukiman yang berada lebih dekat dengan sumber emisi. Pada parameter SO₂ dengan jarak 1287 meter ke arah tenggara konsentrasi SO₂ menurun menjadi 1,00 mg/Nm³. Kemudian pada parameter NO₂ yang berjarak 810 meter ke arah tenggara konsentrasi NO₂ menurun menjadi 3,00 mg/Nm³, dan untuk parameter Partikulat (TSP) yang berjarak 603 meter ke arah tenggara konsentrasi Partikulat mengalami penurunan menjadi 1,00 mg/Nm³. Hal

ini menunjukkan bahwa jarak sebaran dapat memengaruhi konsentrasi emisi yaitu semakin jauh jarak dari sumber emisi, maka konsentrasi emisi akan semakin rendah.. Hal ini disebabkan karena emisi terdispersi oleh angin dengan variabel dispersi di setiap jarak tertentu.

Berdasarkan data persebaran emisi yang didapatkan, konsentrasi emisi tertinggi dari cerobong *boiler* yang terdispersi pada pemukiman sekitar industri kelapa sawit di Kota Surabaya sudah berada di bawah baku mutu lingkungan selaras dengan aturan yang ada. Dibuktikan dari hasil running pemodelan emisi udara dengan menggunakan *software* AERMOD didapatkan ketiga parameter yaitu : Sulfur Dioksida (SO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Partikulat (TSP) sudah berada di bawah baku mutu lingkungan yang mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VII Baku Mutu Udara Ambien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang berkontribusi dalam penyelesaian jurnal yang berjudul “Analisis Model Dispersi Emisi Udara (SO₂, NO₂, dan TSP) Menggunakan Model Dari *Software* AERMOD Dengan Sumber Emisi *Point Source*”. Penulis menyadari segala keterbatasan yang dimiliki. oleh karena itu, penulis memerlukan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga dengan adanya jurnal yang membahas perihal analisis dispersi emisi udara ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Penulis ucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. H., Ali, M. I. Bin, & Kong, N. S. (2016). *Analysis For Wind Characteristic in Teluk Kalung, Kemaman, Terengganu*. International Journal of Science, Environment and Technology, 5(6), 3827–3833.
- Arifa, Aprilia. (2023). *Analisis Sebaran Emisi SO2 Dan NO2 Dari Cerobong Boiler Industri Pengolahan Kelapa Sawit Dengan Model Aermod Di Pt Perkebunan Nusantara Vi Unit Usaha Pinang Tinggi Kabupaten Muaro Jambi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi, 1 – 2.
- Dewi, N. W. S. P., June, T., Yani, M., & Mujito, M. (2018). *Estimasi Pola Dispersi Debu, SO2 dan NOx dari Industri Semen Menggunakan Model Gauss yang Diintegrasikan dengan Screen3*. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan, 8(1), 109–119.
- Istantinova, D. B., Hadiwidodo, M., & Handayani, D. S. (2013). *Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembaban dan Suhu Udara terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (SO2) dalam Udara Ambien di Sekitar PT. Inti General Yaja Steel Semarang*. Tentang Konsentrasi Gas Sulfur, 2(1), 1–10.
- Jawwad, Muhammad Abdus salam, Restu Hikmah A.M & Nita Citrasari. (2023). *Analisis dan Model Dispersi Emisi Udara di TPA Klotok, Kediri*. Jurnal Pengendalian

- Pencemaran Lingkungan (JPPL). Vol. 5 No. 1 Maret 2023.
- Peraturan Pemerintah. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lampiran VII Baku Mutu Udara Ambien.*
- 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.