



## Pemodelan AERMOD Untuk Proyeksi Pola Penyebaran Emisi *Heat Recovery Steam Generator* PT X dan PT Y

Rosita Ismahani<sup>1</sup> dan Wenang Anurogo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Prodi Teknik Geomatika Politeknik Negeri Batam, Indonesia

### Info Artikel

#### Article History

Disubmit 10 Juli 2022

Diterima 20 Oktober 2022

Diterbitkan 31 November 2021

#### Kata Kunci

*Teknologi, Sebaran, Emisi, AERMOD*

### Abstrak

Seiring dengan berjalannya waktu, industri yang ada di dunia ini juga semakin berkembang secara pesat, termasuk industri yang bergerak di bidang penghasil energi. Secara eksponensial, industri yang semakin berkembang pesat ini juga menghasilkan zat buangan atau emisi yang berasal dari hasil pembakaran maupun hasil reaksi pembangkit listrik tenaga gas maupun uap. Salah satu pembangkit listrik yang memiliki masalah ini adalah PT X dan PT Y. Hal ini menjadi tantangan tersendiri untuk diselesaikan, agar emisi dari pembangkit listrik ini tidak mengganggu kegiatan maupun aktivitas sosial masyarakat yang ada di sekitar pembangkit listrik tersebut. Untuk memperoleh data yang akurat dan tepat sasaran, kita perlu mengolah data meteorologi yang berasal dari lingkungan sekitar Pembangkit Listrik, dan data sebaran emisi yang berasal dari cerobong asap atau *Heat Recovery Steam Generator* dari Pembangkit Listrik tersebut. Data tersebut nantinya akan diolah menggunakan *software* AERMOD untuk menghasilkan sebuah Peta Pemodelan sebaran emisi. Oleh karena itu, dibutuhkan peta pemodelan udara emisi dan juga peta sebaran angin dari emisi yang dihasilkan oleh Pembangkit listrik ini, supaya kita dapat memprediksi sebaran emisi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik ini dengan menggunakan AERMOD.

### Abstract

*As time passed, industries in this world have grown exponentially, especially power plants. These power plants that expanded drastically creates all kinds of emission that comes from chemical reaction or any combustion that happens within the power plant itself. One of these power plants that have these condition is PT X and PT Y. This problem becomes a challenge to solve, so the emission from these power plants don't interfere with the social activities of the people that lives around the area of the power plants. To achieve a data that hits the target and precise, we have to measure the spreading of emission by using meteorological data from the environment around the power plant, and by using the emission spread data from the Heat Recovery Steam Generator from the power plant. These data will be used to generate a map that covers every information needed about the spread emission from the power plant. So, a map that covers information about the modelling of the emission and also a map that covers the windrose of the emission produced by these powerplants, can predict the spreading of emission produced by that these powerplants using AERMOD software.*

\* E-mail:

[wenang@polibatam.ac.id](mailto:wenang@polibatam.ac.id)

©2022 Published by UNNES. This is an open access

## PENDAHULUAN

Udara yang berada di bumi adalah salah satu zat yang sangat penting dalam keberlangsungan hidup manusia. Saat ini, kebutuhan kita terhadap udara yang steril sangatlah besar. Saat ini, beberapa inovasi teknologi dalam bidang transportasi, keperluan rumah tangga, dan industri, akan menghasilkan bermacam-macam zat polutan, sehingga kebersihan udara menurun dan berpotensi menyebabkan polusi (Haderiah, 2017).

Saat ini, kegiatan yang paling banyak mencemari udara adalah kegiatan industri, jenis pengolahan dan bahan baku dapat menentukan pencemaran udara yang akan dihasilkan. Sumber pencemaran udara dari kegiatan industri biasanya berasal dari pertambangan, cerobong asap dan industri semen (WHO, 2011) Kegiatan industri biasanya menggunakan pembakaran untuk menghasilkan bahan baku yang menghasilkan limbah udara yaitu partikulat dan gas.

Pembangkit listrik merupakan salah satu bidang perusahaan di Batam yang berguna untuk menyimpan dan menyalurkan tenaga listrik. Pembangkit listrik yang ada di Batam yang masih beroperasi yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Gas (PLTGU) PT X dan PT Y. PLTGU merupakan perusahaan yang menerapkan proses kolaborasi antara Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pembangkit daya yang menerapkan proses seperti ini berdasarkan teorinya terdiri dari dua proses utama, yakni siklus *Brayton* (siklus gas) dan siklus *Rankine* (siklus uap) dengan menggunakan penyaring gas yang menyediakan daya ke kabel dan mesin penyimpan listrik. Dalam mengoperasikan penyaring gas, gas emisi pembakaran bersifat panas, sehingga perusahaan akan merugi apabila gas emisi yang masih energik ini dibuang begitu saja. Oleh karena itu, emisi gas yang berasal dari penyaring gas tersebut dialihfungsikan menjadi sumber panas ketel uap menggunakan teknologi *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG). Selain dari sifat energinya yang efektif dan manfaatnya yang menghasilkan sumber energi yang besar, proses gabungan yang bersifat lebih efisien, efektif untuk proses yang membutuhkan daya yang besar.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Pencemaran Udara merupakan masuknya zat, energi atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Dampak yang dapat ditimbulkan dari kegiatan seperti ini adalah peningkatan zat polusi,

baik dalam bentuk zat-zat hasil reaksi kimia maupun partikel-partikel yang dapat memicu maupun membuat pencemaran udara disekitarnya. Kehadiran pembangkit listrik di pemukiman penduduk bermanfaat bagi masyarakat sekitar dikarenakan terpenuhinya kebutuhan listrik bagi masyarakat, tetapi adanya Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap juga dapat menimbulkan efek-efek yang bersifat merugikan masyarakat disekitarnya, dikarenakan berkurangnya udara segar yang dapat menimbulkan penyakit bagi masyarakat dilingkungan sekitar Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap dikarenakan pembangkit listrik tenaga uap dan gas beroperasi menggunakan uap fluorida dengan bahan bakar padat, cair atau gas. Industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Gas juga merupakan salah satu industri yang menggunakan pemanasan tinggi dalam proses produksi.

Terkait dengan hasil kuesioner survei sosial ekonomi dan kesehatan masyarakat yang telah dilaksanakan tanggal 16-17 Januari 2021, terdapat beberapa kuesioner yang mengarah pada penilaian terendah terhadap keberadaan PT. X dan PT. Y dilingkungan masyarakat sekitar lokasi, ada 3 (tiga) poin yang menyebabkan penilaian itu rendah di antaranya:

- Belum terealisasi pemasangan pipanisasi gas ke perumahan
- Udara (Asap) yang berasal dari sumber HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*)
- Kebisingan, bunyi dentuman yang bersumber dari *Exhaust Gas Engine* Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) Panaran

Emisi dominan yang dihasilkan pada saat Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Gas beroperasi berupa uap dan gas seperti SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>. jenis zat pencemaran yang diemisikan oleh PLTU adalah SO<sub>2</sub>, dan NO<sub>2</sub> yang akan membuat lingkungan masyarakat di sekitar PLTGU terkena polutan dari HRSG yang terdispersi yang dapat menyebabkan hujan asam. Lokasi penelitian ini di industri Pembangkit Listrik Tenaga Gas, dan Uap sehingga peneliti fokus kepada tiga zat pencemaran adalah uap.

Pabrik Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan gas dapat menimbulkan pencemaran udara yang kemungkinan perlu melakukan pemantauan kualitas udara sehingga tidak terjadi dampak yang terlalu membahayakan industri mengingat total kapasitas PLTGU yang dihasilkan sangat besar setiap tahunnya. Meningkatnya eksplorasi primer, yaitu bahan baku batubara (padat), Minyak (cair), atau gas yang mengakibatkan polusi udara dan peningkatan kadar pencemaran. Studi epidemiologis menunjukkan hubungan antar dispersi polutan, antara lain batuk, pilek, serta

infeksi saluran pernafasan, asma yang diderita oleh masyarakat di sekitar industri. Untuk mencegah dampak negatif, pemodelan melihat dispersi emisi perlu diterapkan.

Penelitian pola dispersi udara dari sumber HRSG perlu dilakukan untuk mengestimasi dampak yang mungkin terjadi. Salah satu cara untuk mengestimasi pola dispersi udara adalah dengan penggunaan model pencemaran udara. Jenis model yang sering digunakan untuk memprediksi pola sebaran polutan pencemaran udara adalah model *Dispersi Gauss*. Model ini di aplikasikan untuk menduga pencemaran udara pada sumber emisi dari suatu sumber pencemaran industri. Model Gauss bisa digunakan untuk menduga dispersi polutan dari satu sumber emisi atau beberapa sumber sekaligus dengan memperhitungkan faktor internal seperti kondisi meteorologi, topografi dan bangunan (Rahmawati, 2003). Dengan mengetahui konsentrasi dan pola sebaran emisi.

Pada penelitian pemodelan dilakukan menggunakan *Software Air Quality Dispersion Modelling* (AERMOD). Model AERMOD dikembangkan oleh *AERMIC American Meteorological Society (AMS)/United States Environmental Protection Agency (EPA) Regulatory Model Improvement Committee*. Namun model ini jarang digunakan di Indonesia (Erwin, 2016).

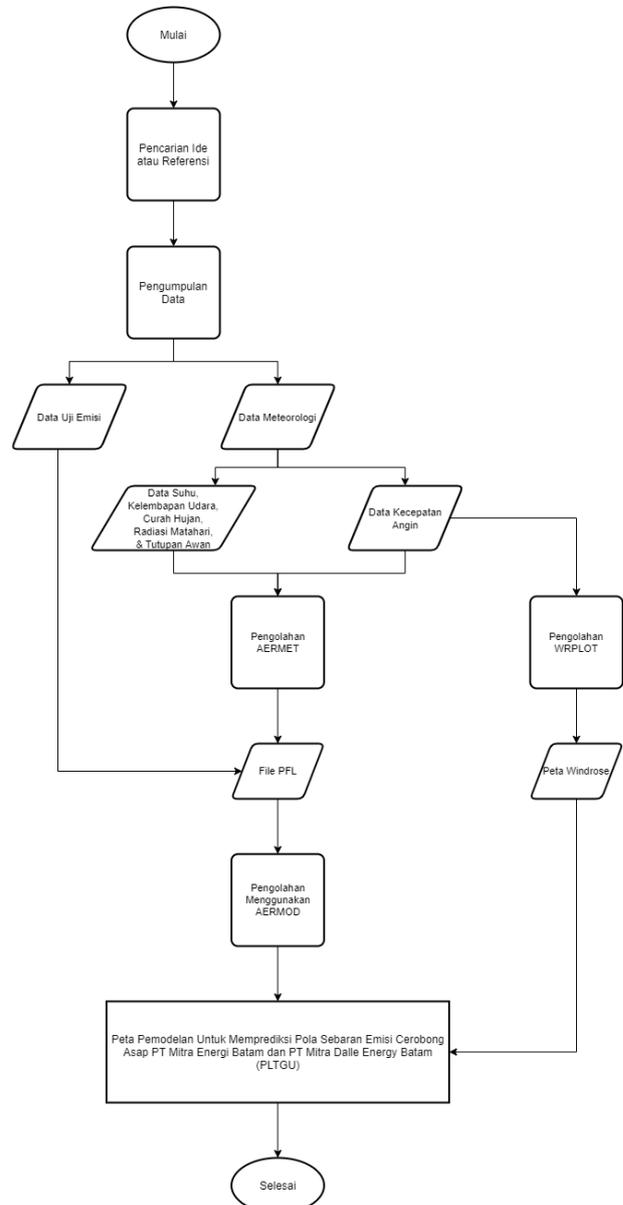
AERMOD merupakan suatu sistem yang menggunakan pemodelan dispersi atmosfer yang terdiri dari 3 pemodelan, yaitu pemodelan arah dan kecepatan angin (WRPLOT View), pemodelan meteorologi (AERMET View) dan pengolahan data permukaan bumi (AERMAP) dimana sistem AERMOD sendiri menggunakan pendekatan *Gaussian bi-Gaussian* dalam model dispersinya yang menghasilkan konsentrasi polutan di udara ambien. AERMOD sendiri juga dapat digunakan di area perkotaan dan pedesaan, dimana untuk mengetahui emisi yang dikeluarkan di suatu area.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan peta pemodelan udara emisi (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) dan grafik PT. X dan PT. Y menggunakan *software* AERMOD. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pola sebaran arah mata angin yang mempengaruhi sebaran emisi PT. X dan PT. Y menggunakan *software* WRPLOT View.

**METODE**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif, dimana penelitian ini digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap suatu kondisi dan penyelenggaraan suatu program di masa ini, dan hasilnya akan digunakan untuk menyusun perencanaan perbaikan program tersebut. Metode pelaksanaan penelitian terdiri dari studi literatur,

pengumpulan data, pengolahan data, analisis hasil yang pada tahap selesai yaitu kesimpulan penelitian. Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data hasil pengukuran emisi pada bulan Januari s.d. Juni 2021 yang diperoleh dari PT. Sucofindo Batam di dalam Laporan Izin Lingkungan RKL & RPL PT. X dan PT. Y Semester I Tahun 2021. Berikut adalah desain penelitian yang dilakukan.



**Gambar 2. Desain Penelitian**

Berdasarkan gambar 2 mengenai desain penelitian, penelitian saya dimulai dengan pencarian ide dan referensi yang dibutuhkan. Kemudian, dilakukan pengumpulan data, yang terdiri dari data meteorologi yang diperoleh dari NOAA untuk mendapatkan ID Stasiun dan OGIMET yang terdiri dari data temperatur, tutupan awan rendah, curah hujan, tekanan udara, arah angin, kecepatan angin, intensitas radiasi matahari, dan tinggi awan rendah, serta data uji emisi, yang diperoleh dari pengukuran PT Sucofindo Batam.

Data uji emisi yang sudah didapatkan akan menjadi salah satu data penunjang dalam pembuatan *file* PFL (*file* profil). Pembuatan *file* PFL ini juga membutuhkan data meteorologi, yang terdiri dari data suhu, kelembaban udara, curah hujan, radiasi matahari, dan tutupan awan. Data kecepatan angin juga dibutuhkan dalam pembuatan *file* ini dan akan digunakan dalam pengolahan WRPLOT untuk menghasilkan Peta *Windrose*. File PFL itu kemudian akan diolah menggunakan sistem AERMOD, yang bersama Peta *Windrose*, akan menghasilkan peta pemodelan untuk memprediksi pola sebaran emisi cerobong asap PLTGU.

Lokasi penelitian pengambilan sampel udara emisi dilakukan pada sumber emisi PT X dan PT. Y yang terletak di Jl. Gas Lintas Negara Trans Bareleng KM 3.5 Panaran Tembesi Batuaji, Batam, dengan koordinat sebagai berikut:

#### HRSG PT. X

- HRSG 1 N:  $01^{\circ} 00.874'$  / E:  $104^{\circ} 00.440'$
- HRSG 2 N:  $01^{\circ} 00.883'$  / E:  $104^{\circ} 00.421'$

Batas Administrasi dari PLTGU sebagai berikut:

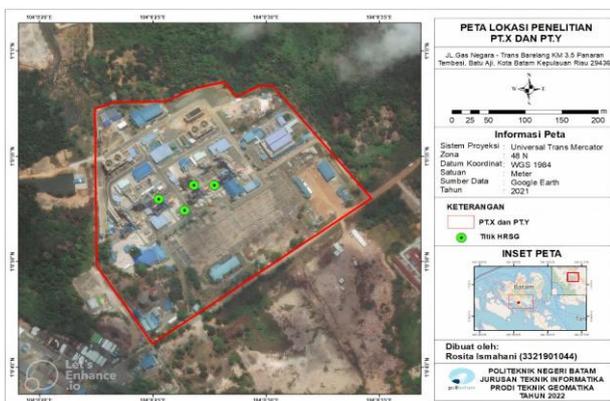
- Sebelah Utara : Hutan Tembesi
- Sebelah Timur : PT. X
- Sebelah Selatan : Hutan Tembesi
- Sebelah Barat : Kantor PT PGN

#### HRSG PT. Y

- HRSG 3 N:  $01^{\circ} 00.894'$  / E:  $104^{\circ} 00.447'$
- HRSG 4 N:  $01^{\circ} 00.912'$  / E:  $104^{\circ} 00.462'$

Batas Administrasi dari PLTGU ini sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Hutan Tembesi
- Sebelah Timur : PT. Anggro & Hutan Tembesi
- Sebelah Selatan : Jalan Gas Lintas Negara dan Hutan Tembesi
- Sebelah Barat : PT. Y



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam

rangka mencapai tujuan penelitian. Pada penelitian ini hanya menggunakan data sekunder.

#### Data Emisi Heat Recovery Steam Generator (SO<sub>2</sub> & NO<sub>2</sub>)

Data hasil emisi cerobong asap PLTGU yang akan dikumpulkan diperoleh dari PT. Sucofindo Batam, yang terdapat didalam Laporan Izin Lingkungan RKL & RPL Semester I Tahun 2021. Data emisi cerobong asap merupakan data hasil pengukuran *sample* dilakukan pada Bulan Januari s.d. Juni 2021. Berikut data emisi cerobong asap di PT.X dan PT.Y.

Tabel 1. Data Emisi HRSG 1 PT X

Komponen HRSG 1	Hasil
Koordinat HRSG	X = $104^{\circ} 00.440'$ Y = $01^{\circ} 00.874'$
Tinggi Cerobong (m)	$\pm 30$ m
Kecepatan Gas Buang (m/s)	19.8 m/s
Konsentrasi SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	42 mg/m <sup>3</sup>
Konsentrasi NO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	143 mg/m <sup>3</sup>
Debit Gas Buang (m <sup>3</sup> /s)	62.172 m <sup>3</sup> /s

Tabel 2. Data Emisi HRSG 2 PT X

Komponen HRSG 2	Hasil
Koordinat HRSG	X = $104^{\circ} 00.421'$ Y = $01^{\circ} 00.883'$
Tinggi Cerobong (m)	$\pm 30$ m
Kecepatan Gas Buang (m/s)	19.7 m/s
Konsentrasi SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	40 mg/m <sup>3</sup>
Konsentrasi NO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	176 mg/m <sup>3</sup>
Debit Gas Buang (m <sup>3</sup> /s)	61.858 m <sup>3</sup> /s

Tabel 3. Data Emisi HRSG 3 PT Y

Komponen HRSG 3	Hasil
Koordinat HRSG	X = $104^{\circ} 00.447'$ Y = $01^{\circ} 00.894'$
Tinggi Cerobong (m)	$\pm 30$ m
Kecepatan Gas Buang (m/s)	19.5 m/s
Konsentrasi SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	57 mg/m <sup>3</sup>

Konsentrasi NO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	155 mg/m <sup>3</sup>
Debit Gas Buang (m <sup>3</sup> /s)	61.23 m <sup>3</sup> /s

**Tabel 4. Data Emisi HRSG 4 PT Y**

Komponen HRSG 4	Hasil
Koordinat HRSG	X = 104° 00.462' Y = 01° 00.912'
Tinggi Cerobong (m)	± 30 m
Kecepatan Gas Buang (m/s)	19.3 m/s
Konsentrasi SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	48 mg/m <sup>3</sup>
Konsentrasi NO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	154 mg/m <sup>3</sup>
Debit Gas Buang (m <sup>3</sup> /s)	60.602 m <sup>3</sup> /s



**Gambar 3. Peta *Sampling* PT X dan PT Y**

**Data Meteorologi**

Data meteorologi yang akan diteliti dan digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari *The National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dan website [www.ogimet.com](http://www.ogimet.com) dari Stasiun Meteorologi Kelas I Hang Nadim Batam. Stasiun ini merupakan stasiun meteorologi yang lokasinya terdekat dengan lokasi PLTGU PT.X dan PT. Y. Data meteorologi yang digunakan didalam penelitian ini antara lain temperatur suhu udara, kelembaban udara, kecepatan dan arah angin, curah hujan, radiasi matahari, tekanan, tutupan awan, dan tinggi awan terendah (ceiling height). Data meteorologi yang digunakan merupakan data pengukuran perjam selama 24 jam dari Januari -Juni 2021 yang dapat diakses melalui website OGIMET dan NOAA kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel untuk mengelompokkan data, sebelum diaplikasikan ke dalam AERMET VIEW (Sumarni et al, 2018)

**Tabel 5. Ketentuan Format Data Meteorologi pada AERMET View**

Jenis Data	Kolom	Rentang Nilai yang Diperbolehkan	Satuan
Tahun	A	-	-
Bulan	B	1 - 12	-
Tanggal	C	1 - 31	-
Jam	D	1 - 24	-
Tutupan Awan	E	0 - 10	<i>Tenth</i>
Suhu Udara	F	-70 - 60	°C
Tekanan Udara	H	700 - 1.100	Mb
Arah Angin	I	0 - 360	<i>Degree s</i>
Kecepatan Angin	J	0 - 99	Ms <sup>-1</sup>
Tinggi Awan Rendah	K	0 - 30.450	m
Curah Hujan	L	0 - 100	Mm
Radiasi Matahari	M	0 - 1.415	Whm <sup>-2</sup>

Berikutnya, diperlukan informasi stasiun pada *menu Surface Station Information*, dengan mengisi kolom yang ada di menu ini, yang terdiri dari informasi mengenai nama Stasiun, ID Stasiun, Koordinat dan Elevasi Stasiun, dan jarak waktu antara dimulai sampai berakhirnya pengambilan data.

**Tabel 6. Informasi Stasiun Meteorologi**

Jenis Informasi	Keterangan
Nama Stasiun	Stasiun Meteorologi Hang Nadim
No. ID	96087
Garis Bujur	104°7'12"
Garis Lintang	1°7'12"
Elevasi	26 m
Ketinggian Anemometer	10 m
Ketinggian Alat Pengukur Suhu	1.5 m

**Data Terrain**

Data Terrain atau peta kontur akan digunakan sebagai peta dasar dalam studi wilayah yang diperoleh melalui situs [www.webgis.com](http://www.webgis.com) Data elevasi yang akan digunakan sesuai dengan koordinat wilayah studi dengan cakupan wilayah global. Data ini digunakan dalam format hgt yang langsung terhubung ke AERMET. Data yang akan diolah adalah data SRTM 3 resolusi 90m dalam jenis

global. Penggunaan data SRTM 3 ini dikarenakan hanya data ini yang memiliki resolusi yang cukup detail sejauh ini untuk data terrain yang disediakan oleh sistem AERMOD itu sendiri. SRTM 3 adalah data elevasi resolusi yang mempresentasikan topografi bumi dengan cakupan global. Sedangkan menurut JAEA (1999) SRTM adalah sebuah sistem yang terpasang di Pesawat Ulang Alik Luar Angkasa milik NASA yang mengambil data permukaan bumi dengan menggunakan teknologi penginderaan jarak jauh dengan menggunakan radar aperture. Data yang didapatkan kemudian dikonversi menjadi data elevasi, yang dinamakan Digital Elevation Model (DEM), yang bisa digunakan untuk membuat sebuah peta 3 dimensi yang lebih akurat dari sebuah bagian daerah di Bumi. Data SRTM memiliki resolusi yang cukup tinggi dengan resolusi 90 m. Keuntungan lainnya yang di dapat dalam penggunaan SRTM adalah data yang digunakan bersifat open source, dan data yang disediakan juga sudah terkonversi dalam format hgt.

Dalam model dispersi, informasi elevasi permukaan di wilayah sekitar dimana elevasi mempengaruhi konsentrasi kualitas udara masing-masing reseptor sangatlah diperlukan. Penggunaan aplikasi AERMAP ini juga ditujukan untuk menentukan ketinggian medan yang terkena pengaruh dispersi dan reseptor.

### Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang terdiri dari hasil pengukuran emisi cerobong asap pada bulan Januari s.d. Juli 2021, data meteorologi yang diperoleh dari NOAA dan Stasiun BMKG Hang Nadim Batam, dan data terrain yang diperoleh dari [www.webgis.com](http://www.webgis.com)

### Perhitungan Laju Emisi

PLTGU PT.X dan PT. Y mempunyai empat HRSG yang menjadi titik sumber penyebaran emisi. Data emisi yang diukur pada HRSG adalah SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, dan dengan satuan konsentrasi mg/m<sup>3</sup>. Agar data ini dapat diolah kedalam *software* AERMOD, kita perlu mengubah satuan data emisi yang sudah didapatkan ke dalam satuan g/s. Perhitungan laju emisi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

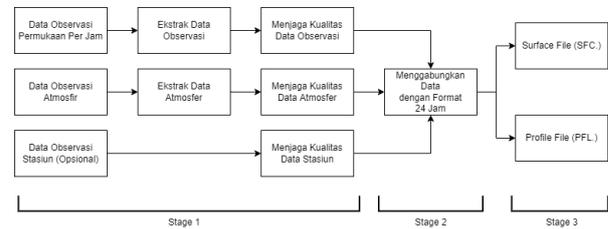
$$E = \frac{Q \times c}{1000}$$

Rumus 1. Perhitungan Laju Emisi

### Pengolahan Data Meteorologi

Data meteorologi yang sudah didapatkan dari NOAA (*National Oceanic and Atmospheric*

*Administration*) dan *Weather Information Service* dari *website* OGIMET akan diolah menggunakan *software* AERMET. Didalam *software* AERMET, ada beberapa tahap yang harus dilewati dalam memproses data meteorologi tersebut.



Gambar 4. Pengolahan Data Menggunakan AERMET

Pada tahap pertama, data observasi permukaan (*surface*) dan data observasi atmosfer (*upper air soundings*) akan di ekstrak dan dijaga kualitasnya dengan menghitung beberapa faktor, seperti kecepatan angin, arah angin, *dry bulb temperature* atau suhu yang tidak terekspos oleh radiasi matahari dan kelembaban udara, dan tutupan awan. Dengan faktor-faktor yang sudah diperhitungkan dalam tahap pertama, selanjutnya data tersebut masuk ke tahap kedua, dimana data tersebut digabungkan kedalam sebuah *intermediate file* dengan format 24 jam. Setelah itu, tahap ketiga dari pengolahan data ini adalah membaca data yang sudah digabungkan dan menentukan parameter *boundary layer* yang diperlukan dalam penghitungan dispersi sehingga menghasilkan *surface file* (sfc.) dan *profile file* (pfl.) yang merupakan data sumber analisis di *software* AERMOD.

### Pengolahan Data Terrain

Dalam mengolah data *terrain*, kita menggunakan *software* AERMAP dalam pengerjaannya. *Software* AERMAP digunakan untuk mengukur ketinggian medan yang akan diobservasi dan reseptor sebelum dimasukkan ke dalam AERMOD. Untuk menganalisis topografi sebuah wilayah, AERMAP menghitung ketinggian sebuah wilayah di bawah semua reseptor, sumber, dan skala ketinggian dari setiap reseptor yang mengalami efek terbesar dari pembuangan gas emisi dari HRSG.

Data terrain yang digunakan pada tahap ini adalah format DEM (*Digital Elevation Model*), yang tersedia di situs resmi [www.webgis.com](http://www.webgis.com). Data yang digunakan adalah SRTM 3 Global dalam format hgt. Data terrain yang sudah diolah akan menjadi basemap atau topografi pembanding dengan ruang lingkup studi. Setiap koordinat kajian mempunyai kontur ketinggian berdasarkan jenis warna. Jenis kontur pada penelitian ini adalah *flat terrain*

dikarenakan daerah kajian merupakan daerah yang mempunyai kontur dengan permukaan tanah datar. Data terrain yang sudah diolah akan menjadi *basemap* atau topografi pembanding dengan ruang lingkup studi.

### **Pengolahan Data Emisi, Meteorologi, dan Terrain**

Setelah pengolahan data Meteorologi dan Terrain telah selesai, selanjutnya kita akan mengolah ketiga data tersebut menggunakan *software* AERMOD. Setelah membuat *project* baru dan memberi informasi mengenai nama proyek dan menyimpannya, kita akan menentukan sistem koordinat, dan titik acuan wilayah yang akan kita analisis. Pada penelitian ini, sistem koordinat yang digunakan adalah *Universal Transverse Mercator* (UTM) dengan datum *World Geodetic System* (WGS) 1984 dan posisi titik acuan yang digunakan adalah *northwest corner*. Pada titik tersebut dimasukkan nilai koordinat (X dan Y) dan dimensi dari wilayah yang akan dianalisis.

Setelah itu, Data *Terrain* yang sudah terhubung dengan AERMOD akan menghasilkan sebuah *basemap* yang mempunyai data ketinggian. Setiap koordinat daerah kajian memiliki kontur ketinggian yang dikelompokkan berdasarkan warna. Jenis kontur yang digunakan dalam analisis ini adalah flat *terrain*, karena wilayah yang akan dianalisis mempunyai kontur permukaan tanah yang relatif datar.

Data *Profile File* (.pfl) yang sebelumnya sudah diolah didalam AERMET kemudian diisi oleh informasi stasiun seperti ID stasiun, nama stasiun, dan koordinat stasiun tersebut. Kemudian, reseptor yang akan digunakan dimana lokasi persebaran polutan yang berasal dari sumber emisi terbanyak dipilih. Reseptor yang digunakan adalah reseptor dengan tipe *Uniform Cartesian Grid* (UCARTI) dengan melengkapi informasi mengenai koordinat titik ujung bawah, ukuran *grid*, jumlah *grid*, serta dimensi dari daerah kajian.

Langkah selanjutnya adalah menentukan *Control Pathway*, dimana ada beberapa informasi yang dimasukkan, seperti memilih opsi dispersi dengan output yang berbentuk nilai konsentrasi polutan, menentukan jenis polutan yaitu SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> dan menentukan waktu penyebaran yang dipilih sesuai jangka waktu yang diperlukan, seperti 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam, hingga sampai 6 bulan. Apabila seluruh data tersebut sudah lengkap, program AERMOD dapat dijalankan dengan melakukan *run* di dalam *software* tersebut, sehingga akan memunculkan sebuah *window status* yang menunjukkan hasil data-data yang sudah dimasukkan sebelum program dijalankan. Jika *window* sudah berstatus *Project Complete*, maka program AERMOD bisa dijalankan. Hasil

akhir dari *software* ini berupa simulasi dispersi emisi yang berasal dari HRSG yang tergambar pada peta dasar dengan garis iso konsentrasi, dan mempunyai warna yang diklasifikasi setiap rentang konsentrasi emisinya.

### **Pengolahan Data Arah dan Kecepatan Angin**

Data Arah dan Kecepatan Angin yang sudah diperoleh akan diolah menjadi peta mawar angin (*windrose*) yang dapat mendeskripsikan arah dan kecepatan angin dari seluruh arah mata angin di wilayah yang akan dikaji dalam jangka waktu tertentu. Peta ini dapat memberikan informasi mengenai dispersi arah dan kecepatan angin yang bersifat lebih banyak dalam membawa partikel emisi yang berasal dari HRSG tersebut. Data ini diubah dalam format SAMSON (.sam), kemudian diolah menggunakan *software* WRPLOT View. Pembagian Skala Beaufort dapat diaplikasikan melalui *Menu Edit Wind Class*, dimana kita bisa merubah skala default yang ada di WRPLOT menjadi skala sesuai perhitungan Beaufort.

### **Analisis Data**

Di dalam penelitian ini, teknik yang digunakan untuk menganalisis data ini adalah analisis deskriptif. Tahapan yang diikuti dalam menganalisis data ini meliputi tabulasi data, analisis emisi dan arah angin yang mempengaruhi sebarannya, dan memetakan hasil persebaran. Penyajian data berupa peta yang disertai dengan deskripsi angka, tabel, grafik, dan gambar yang berkaitan dengan objek penelitian.

### **Penyajian Data**

#### **1. Peta *Isopleth* Pemodelan Emisi**

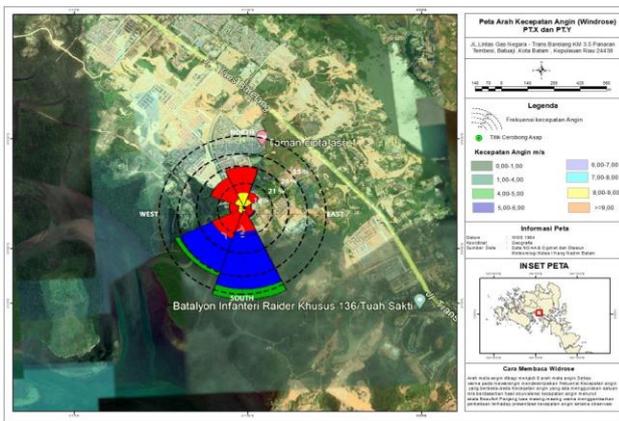
Dalam penyajian hasil data pengukuran emisi, hasil ini disajikan dalam bentuk gambar pemodelan pola dispersi emisi NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> yang berasal dari HRSG PT. X dan PT. Y dengan menggunakan pendekatan *Gaussian Plume* dalam memproses analisisnya.

#### **2. Peta *Windrose***

Peta *Windrose* merupakan hasil data dari arah dan kecepatan angin yang digunakan untuk melihat dispersi dan persebaran arah angin dominan yang membawa partikel emisi. Skala yang digunakan untuk mengklasifikasikan kecepatan angin yang berada di peta sesuai dengan sifatnya adalah *Skala Beaufort*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Peta *Windrose***



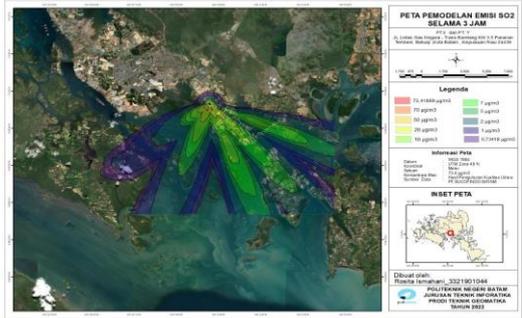
**Gambar 5. Peta *Windrose***

Gambar 5 menunjukkan peta arah dan kecepatan angin (*windrose*) di lokasi PT. X dan PT. Y. Berdasarkan gambar *windrose* dapat diketahui bahwa arah angin dominan selama periode 6 bulan (Januari s.d. Juni) berhembus ke arah selatan sebesar 157,5°–202,5° dengan kecepatan angin maksimumnya sebesar 1,00 – 4,00 m/s sebesar 70,6 % atau sebesar 3069 kali dari kecepatan angin yang berhembus, sedangkan kecepatan angin minimumnya sebesar 6,00 – 7,00 m/s sebesar 1,0 % atau sebesar 45 kali dari kecepatan angin yang berhembus. Kecepatan angin rata-rata sebesar 11.1 %. Frekuensi terjadinya *calm wind* atau angin dengan kecepatan dibawah 1,0 m/s sebesar 2,8 % atau sebesar 120 kali dari kecepatan angin yang berhembus.

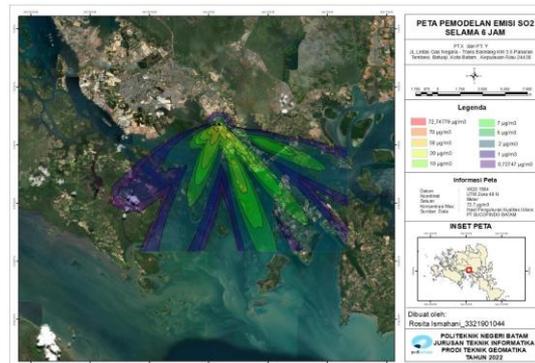
**Hasil Pemodelan Sebaran Emisi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>**

Dalam pemodelan sebaran emisi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> dilakukan dari sumber emisi yaitu 4 HRSG di PT X dan PT Y. Kondisi topografi daerah penelitian relatif datar dan memiliki empat cerobong asap. Jenis hasil pemodelan sebaran emisi ini termasuk bentuk peta *isopleth* konsentrasi di atas permukaan tanah. Klasifikasi atau pembagian konsentrasi emisi dihitung berdasarkan dari yang paling dekat dengan sumber emisi hingga yang paling jauh dengan sumber emisi. Hasil pemodelan sebaran emisi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> disajikan dalam gambar berikut.

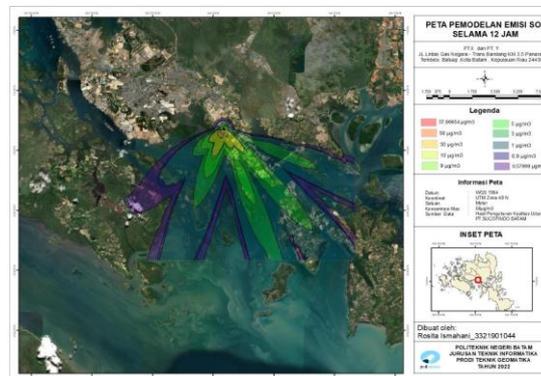
**Pemodelan Sebaran Emisi SO<sub>2</sub>**



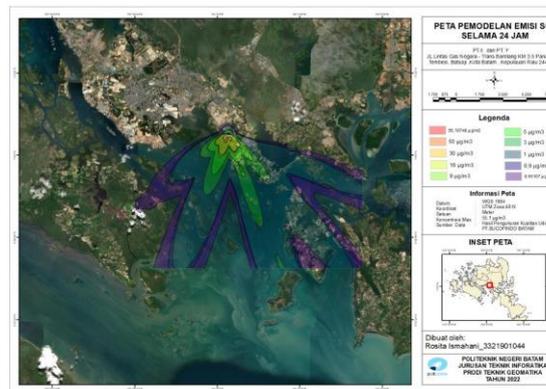
**Gambar 6. Peta Pemodelan Emisi SO<sub>2</sub> Selama 3 Jam**



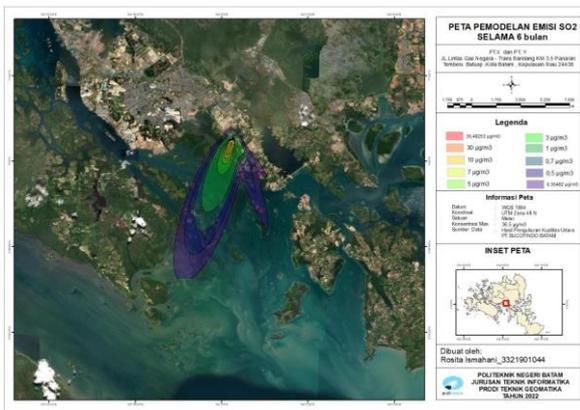
**Gambar 7. Peta Pemodelan Emisi SO<sub>2</sub> Selama 6 Jam**



**Gambar 8. Peta Pemodelan Emisi SO<sub>2</sub> Selama 12 Jam**



**Gambar 9. Peta Pemodelan Emisi SO<sub>2</sub> Selama 24 Jam**



Gambar 10. Peta Pemodelan Emisi SO<sub>2</sub> Selama 6 Bulan

Gambar 6, 7, 8, 9, dan 10 merupakan peta pemodelan Emisi SO<sub>2</sub> selama 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam, dan 6 bulan secara berturut-turut memiliki nilai konsentrasi maksimum dan minimum adalah 73,41889 µg/m<sup>3</sup> dan 0,734118 µg/m<sup>3</sup>, 72,74779 µg/m<sup>3</sup> dan 0,72747 µg/m<sup>3</sup>, 57,99954 µg/m<sup>3</sup> dan 0,57999 µg/m<sup>3</sup>, 55,10746 µg/m<sup>3</sup> dan 0,55107 µg/m<sup>3</sup>, dan 36,48253 µg/m<sup>3</sup> dan 0,36482 µg/m<sup>3</sup>. Letak konsentrasinya juga selalu sama, yaitu terletak pada UTM 389402,70 dan 111857,16 pada kawasan PT X dan PT Y itu sendiri. Persebaran emisi SO<sub>2</sub> terlihat dominan mengarah ke arah selatan seperti hasil *windrose*. Daerah yang terkena dampak emisi terbesar dari HRSG PT X dan PT Y meliputi daerah hutan dan laut di daerah tenggara dan timur dan pada sebagian pemukiman di sekitar Jembatan Bareleng sampai Pulau Setokok. Namun, persebaran emisi tersebut hanyalah berlangsung selama 24 jam, sehingga tidak terlalu berpengaruh pada visibilitas dan kesehatan masyarakat disekitarnya.

Tabel 7. Luasan Wilayah Persebaran Emisi SO<sub>2</sub>

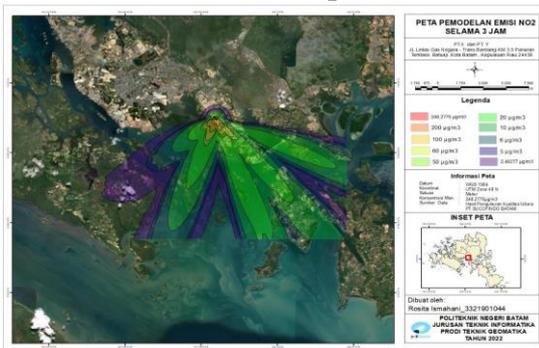
Nilai Konsentrasi	Warna	Luasan m <sup>2</sup>
Pengukuran 3 jam		
73,41889	Merah	7,065
70	Orange	4.070,075524
50	Kuning Tua	144.175,119
20	Kuning Muda	1.766.977,67322
10	Hijau Muda	8.007.649,96
7	Hijau	16.695.694,7
5	Hijau Tua	22.937.656,6
2	Biru	55.317.096,9
1	Biru Tua	32.208.652,1
0,73418	Ungu	14.388.847,9
Pengukuran 6 Jam		
72,74779	Merah	141,2435
70	Orange	1.765,870661
50	Kuning Tua	106.200,100731
20	Kuning Muda	1.616.401,84426

10	Hijau Muda	6.153.101,59
7	Hijau	13.236.547,9
5	Hijau Tua	20.955.504,5
2	Biru Tua	57.591.237,4
1	Biru Tua	32.753.539,6
0,72747	Ungu	14.086.628,8
Pengukuran 12 Jam		
57,99954	Merah	371,579678
50	Orange	24.324,937891
30	Kuning Tua	256.737,844
10	Kuning Muda	2.518.967,18545
9	Hijau Muda	508.099,207848
5	Hijau	8.096.983,15
3	Hijau Tua	25.572.747,4
1	Biru	70.120.976,3
0,9	Biru Tua	4.760.215,31
0,57999	Ungu	21.434.469,9
Pengukuran 24 Jam		
55,10746	Merah	1,805606
50	Orange	4.076,961658
30	Kuning Tua	190,436.088
10	Kuning Muda	1.566.967,87129
9	Hijau Muda	309.630,859
5	Hijau	3.226.549,2
3	Hijau Tua	9.770.091,08
1	Biru	6.676.422,02
0,9	Biru Tua	69.536.731,5
0,55107	Ungu	29.029.272,1
Pengukuran 6 bulan		
36,48253	Merah	61,040785
30	Orange	11.681,490478
10	Kuning	418.797,556439
7	Hijau Muda	307.235,279904
5	Hijau	421.906,03966
3	Hijau	1.095.512,98645
1	Hijau Tua	6.902.132,7307
0,7	Hijau Gelap	5.377.554,23
0,5	Biru	8.266.422,6
0,36482	Ungu	12.916.036,1

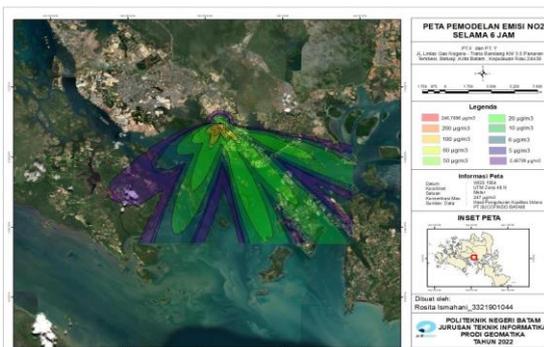
Dari tabel 7 kita dapat mengetahui nilai yang terkena dampak pencemaran emisi konsentrasi SO<sub>2</sub> 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam dan 6 bulan dengan luasan yang berbeda-beda pada setiap jam nya. Pada gambar, Pada Peta SO<sub>2</sub> selama 3 jam, emisi SO<sub>2</sub> yang keluar dari HRSG tidak langsung terdispersi sehingga mencapai konsentrasi maksimum sebesar 73,41889 µg/m<sup>3</sup> dengan luasan wilayah sebesar 7,065 m<sup>2</sup>. Setelah itu, nilai konsentrasi SO<sub>2</sub> terus mengalami penurunan sebesar 0,73418 µg/m<sup>3</sup> dan luasan wilayah sebaran emisi tersebut menjadi 14.388.847,9 m<sup>2</sup>. Setelah 6 jam, konsentrasi maksimum SO<sub>2</sub> terus mengalami penurunan, karena emisi yang sudah bercampur dengan udara ambien ini dibawa oleh angin, sehingga emisi SO<sub>2</sub> yang ada semakin terdispersi. Sehingga,

konsentrasi maksimum selama 6 jam ke 12 jam menjadi  $72,74779 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan luasan wilayah sebarannya sebesar  $141,2435 \text{ m}^2$ . Kemudian konsentrasi terus mengalami penurunan sehingga mencapai konsentrasi minimum sebesar  $0,72747 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan luasan wilayah sebarannya menjadi  $14.086.628,8 \text{ m}^2$ . Setelah 12 jam, konsentrasi emisi  $\text{SO}_2$  pada udara tidak jauh berbeda, dimana konsentrasi  $\text{SO}_2$  hingga mencapai konsentrasi maksimum sebesar  $57,99954 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan luas wilayah sebaran yang terdampak menjadi  $371,579678 \text{ m}^2$ . Setelah itu konsentrasi  $\text{SO}_2$  semakin menurun sebesar  $0,57999 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan luas wilayah sebarannya  $21.434.469,9 \text{ m}^2$ . Setelah 24 jam, konsentrasi  $\text{SO}_2$  semakin mengalami penurunan ke konsentrasi maksimum sebesar  $55,10746 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan luas wilayah sebarannya sebesar  $29.029.272,1 \text{ m}^2$ . Konsentrasi  $\text{SO}_2$  mengalami penurunan, sebesar  $0,55107 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan luas wilayah sebarannya sebesar  $29.029.272,1 \text{ m}^2$ . Konsentrasi  $\text{SO}_2$  terus mengalami penurunan sehingga mencapai konsentrasi maksimum dan minimum sebesar  $36,48253 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan  $0,36482 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan luasan wilayah sebarannya mencapai  $12.916.036,1 \text{ m}^2$ . Nilai konsentrasi maksimum untuk parameter  $\text{SO}_2$  selama 6 jam, 12 jam, 24 jam, dan periode jika dibandingkan dengan baku mutu masih jauh dari baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan sebesar  $900 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  (PP No.41 Tahun 1999).

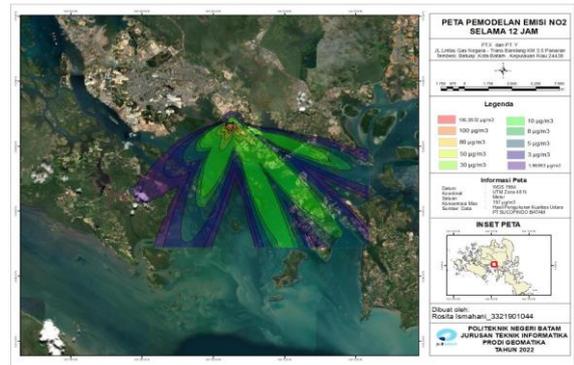
**Pemodelan Sebaran Emisi  $\text{NO}_2$**



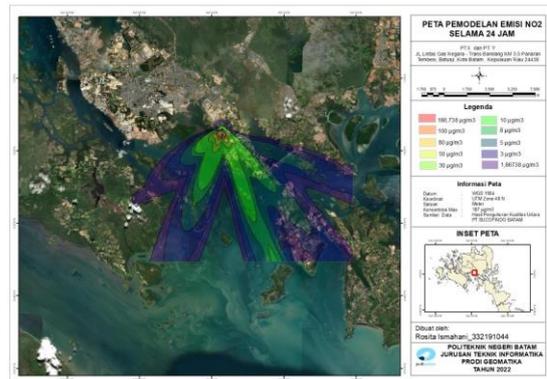
**Gambar 11. Peta Pemodelan Emisi  $\text{NO}_2$  Selama 3 Jam**



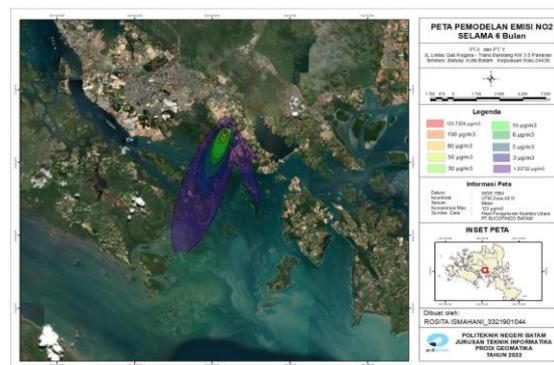
**Gambar 12. Peta Pemodelan Emisi  $\text{NO}_2$  Selama 6 Jam**



**Gambar 13. Peta Pemodelan Emisi  $\text{NO}_2$  Selama 12 Jam**



**Gambar 14. Peta Pemodelan Emisi  $\text{NO}_2$  Selama 24 Jam**



**Gambar 15. Peta Pemodelan Emisi  $\text{NO}_2$  Selama 6 Bulan**

Pada gambar 11, 12, 13, 14, 15 ditampilkan pemodelan sebaran emisi parameter  $\text{NO}_2$  selama 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam, dan 6 bulan secara berturut-turut dengan nilai konsentrasi maksimum dan minimum adalah  $248,2776 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan  $2,48277 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $246,7896 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan  $2,46789 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $196,9932 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan  $1,96993 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $186,738 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan  $1,86738 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan  $123,7226 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan  $1,23722 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Letak konsentrasinya juga selalu sama, yaitu terletak pada UTM 389402,70 dan 111857,16 pada kawasan PT X dan PT Y itu sendiri. Persebaran emisi  $\text{NO}_2$  terlihat dominan mengarah ke arah selatan seperti hasil *windrose*. Daerah yang terkena dampak emisi terbesar dari HRSG PT X dan PT Y meliputi daerah hutan dan laut di daerah tenggara dan timur dan pada sebagian

pemukiman di sekitar Jembatan Bareleng sampai Pulau Setokok. Namun, persebaran emisi tersebut hanyalah berlangsung selama 24 jam, sehingga tidak terlalu berpengaruh pada visibilitas dan kesehatan masyarakat disekitarnya.

**Tabel 8. Luasan Wilayah Persebaran Emisi NO<sub>2</sub>**

Nilai Konsentrasi	Warna	Luasan m <sup>2</sup>
Pengukuran 3 jam		
248,2776	Merah	2,114986
200	Orange	51.128,786866
100	Kuning Tua	804.800,41542
60	Kuning Muda	6
50	Hijau Muda	1.477.062
20	Hijau	916.157,37263
10	Hijau Tua	1
6	Biru	34.784.527,9
5	Biru Tua	4.648.090,4
2,48277	Ungu	26.803.176,4
Pengukuran 6 Jam		
246,7896	Merah	7.543.467,83
200	Orange	33.578.868,8
100	Kuning Tua	12,134272
60	Kuning Muda	41.492,48362
50	Hijau Muda	64.982,561271
20	Hijau	1.444.809,8542
10	Hijau Tua	9
6	Biru Tua	772.871,73761
5	Biru Tua	2
2,46789	Ungu	27.770.617,2
Pengukuran 12 Jam		
196,9932	Merah	46.303.168,9
100	Orange	27.770.617,2
80	Kuning Tua	7.922.118,23
50	Kuning Muda	33.096.304
30	Hijau Muda	28,283965
10	Hijau	280.500,914
8	Hijau Tua	216.806,84127
5	Biru	4
3	Biru Tua	916.875,17868
1,96993	Ungu	5
Pengukuran 24 Jam		
186,738	Merah	1.938.363,7298
100	Orange	4
80	Kuning Tua	34.182.998,232
50	Kuning Muda	8
30	Hijau Muda	14.978.509
		32.702.695,8
		27.016.145,5
		19.970.125,6
		7,012868
		196,184,98
		181.049,11654
		534.891,54322
		1.187.436,4525
		8

10	Hijau	13.293.170,9
8	Hijau Tua	10.278.970,7
5	Biru	27.044.961,8
3	Biru Tua	40.166.311
1,86738	Ungu	27.980.229,7
Pengukuran 6 bulan		
123,7226	Merah	11,223135
100	Orange	12.965,300303
80	Kuning	31.371,954829
50	Hijau Muda	155.519,27543
30	Hijau	8
10	Hijau	315.373,18185
8	Hijau Tua	5
5	Hijau Gelap	1.765.050,3928
3	Biru	3
1,23722	Ungu	744.808,48543
		6
		2.416.140,2984
		1
		5.420.801,5202
		5
		24.415.716,7

Dari tabel 8 mengenai perbandingan luasan diatas kita dapat mengetahui nilai yang terkena dampak pencemaran emisi konsentrasi NO<sub>2</sub> 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam dan 6 bulan dengan luasan yang berbeda-beda pada setiap jam nya. Pada gambar, Pada Peta NO<sub>2</sub> selama 3 jam, emisi NO<sub>2</sub> yang keluar dari HRSG tidak langsung terdispersi sehingga mencapai konsentrasi maksimum sebesar 248,2776 µg/m<sup>3</sup> dengan luasan wilayah sebesar 2,114986 m<sup>2</sup>. Setelah itu, nilai konsentrasi NO<sub>2</sub> terus mengalami penurunan sebesar 2,48277 µg/m<sup>3</sup> dan luasan wilayah sebaran emisi tersebut menjadi 33.578.868,8 m<sup>2</sup>. Setelah 6 jam, konsentrasi maksimum NO<sub>2</sub> terus mengalami penurunan, karena emisi yang sudah bercampur dengan udara ambien ini dibawa oleh angin, sehingga emisi NO<sub>2</sub> yang ada semakin terdispersi. Sehingga, konsentrasi maksimum selama 6 jam ke 12 jam menjadi 246,7896 µg/m<sup>3</sup> dan luasan wilayah sebarannya sebesar 12,134272 m<sup>2</sup>.

Kemudian konsentrasi terus mengalami penurunan sehingga mencapai konsentrasi minimum sebesar 2,46789 µg/m<sup>3</sup> dan luasan wilayah sebarannya menjadi 33.096.304 m<sup>2</sup>. Setelah 12 jam, konsentrasi emisi NO<sub>2</sub> pada udara tidak jauh berbeda, dimana konsentrasi NO<sub>2</sub> hingga mencapai konsentrasi maksimum sebesar 196,9932 µg/m<sup>3</sup> dengan luas wilayah sebaran yang terdampak menjadi 28,283965 m<sup>2</sup>. Setelah itu konsentrasi NO<sub>2</sub> semakin menurun sebesar 1,96993 µg/m<sup>3</sup> dengan luas wilayah sebarannya 19.970.125,6 m<sup>2</sup>. Setelah 24 jam, konsentrasi NO<sub>2</sub> semakin mengalami penurunan ke konsentrasi maksimum sebesar 186,738 µg/m<sup>3</sup> dengan luas

wilayah sebarannya sebesar 7,012868 m<sup>2</sup>. Konsentrasi NO<sub>2</sub> mengalami penurunan, sebesar 1,86738 µg/m<sup>3</sup> dengan luasan wilayah sebarannya sebesar 27.980.229,7 m<sup>2</sup>. Konsentrasi NO<sub>2</sub> terus mengalami penurunan sehingga mencapai konsentrasi maksimum dan minimum sebesar 123,7226 µg/m<sup>3</sup> dan 1,23722 µg/m<sup>3</sup> dan luasan wilayah sebarannya mencapai 24.415.716,7 m<sup>2</sup>. Nilai konsentrasi maksimum untuk parameter NO<sub>2</sub> selama 6 jam, 12 jam, 24 jam, dan periode jika dibandingkan dengan baku mutu masih jauh dari baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan sebesar 400 µg/Nm<sup>3</sup> (PP No.41 Tahun 1999).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai pemodelan AERMOD untuk prediksi pola sebaran emisi SO<sub>2</sub>, dan NO<sub>2</sub> dari HRSG PLTGU PT. X dan PT. Y, maka diketahui sebaran polutan emisi yang terjadi secara berturut-turut selama 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam dan 6 bulan mengarah ke arah selatan dengan nilai konsentrasi maksimum yakni 73,41889 µg/m<sup>3</sup>, 72,74779 µg/m<sup>3</sup>, 57,99954 µg/m<sup>3</sup>, 55,10746 µg/m<sup>3</sup>, dan 36,48253 µg/m<sup>3</sup> untuk polutan emisi SO<sub>2</sub>, dan 248,2776 µg/m<sup>3</sup>, 246,7896 µg/m<sup>3</sup>, 196,9932 µg/m<sup>3</sup>, 186,738 µg/m<sup>3</sup>, dan 123,7226 µg/m<sup>3</sup> untuk polutan emisi NO<sub>2</sub>. Wilayah yang selalu memperoleh nilai konsentrasi maksimum dari sebaran SO<sub>2</sub>, dan NO<sub>2</sub> di setiap jamnya yang berasal dari HRSG PLTGU PT. X dan PT. Y adalah kawasan Jembatan Barelang dan Pulau Setokok dengan UTM 389402,70 dan 111857,16, namun nilai konsentrasi maksimum yang sudah diteliti tidak melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan PP No.41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, dengan nilai baku mutu yang ditetapkan untuk SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> secara berturut-turut adalah 400 µg/m<sup>3</sup> dan 900 µg/m<sup>3</sup>.

## Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini (*The authors declare no competing interest*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Sumarni, A.H., Muralia, H., Rasdiana, Z., Estu, R.I. (2018). Aplikasi Model AERMOD dalam Memprediksi Sebaran Emisi Cerobong Asap PLTD Tello, Makassar. *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Sains dan Teknologi Ke-4 Tahun 2018*.
- Lunaria, J.M., Kania, D. (2017) Analisis Dispersi Polutan Dari Multiple Source Operasional PLTU Batubara X Sebagai Media Perhitungan Valuasi Ekonomi. *Jurnal Teknik Lingkungan Volume*, 23.
- Aryo, S., David, Andrio., Risma, N. (2021) Dispersi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap Tembilahan, Riau. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 13(2),98-107. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v13i2.162>
- Muhaimin, M., Sugiharto, E., & Suratman, A. (2016). Air Pollution Simulation from Cirebon Power Plant Activity. *EKSAKTA: Journal of Science and Data Analysis*, 15(1-2), 14-22. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol15.iss1-2.art2>
- Puspitasari, A.D. (2011). *Pola Spasial Pencemaran Udara Dari Sumber Pencemar PLTU dan PLTGU Muara Karang*. Universitas Indonesia
- Puspa Dewi, N.W.S., June, T., Yani, M., & Mujito, M. (2018). Estimasi Pola Dispersi Debu, SO<sub>2</sub>, dan NO<sub>x</sub> dari Industri Semen Menggunakan Model Gauss yang Diintegrasikan dengan Screen3. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 109-119. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.109-119>
- Suryani, S., Gunawan, Upe, A. (2010). Model Sebaran Polutan SO<sub>2</sub> pada Cerobong Asap PT. Semen Tonasa. *Prosiding Seminar Nasional Badan Koordinasi Pusat Studi Lingkungan Hidup se Indonesia ke-20*.
- Ningsih, S. (2020). Model Sebaran SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> PLTU Jeneponto PT. Bosowa Energi. *Jurnal Akrab Juara*, 5(2), 231-238.
- Budi Sulistyorini, S.H. (2007). Air Pollution Dispersion Modelling for Implementation in Jakarta, Indonesia: A Literature Review. *Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Melbourne, Australia*, 12, 321-324.
- Natsir, T.A., Pambarep, Y.W., Sulistyaningsih, R., Setyanto, K., Dewi, R. (2017). Penggunaan AERMOD untuk Kajian Simulasi Dampak Pencemaran Karbon Monoksida di Kota Yogyakarta Akibat Emisi Kendaraan Bermotor (Using AERMOD to Simulation Study of Carbon Monoxide Pollution Effect in Yogyakarta City Caused by the Emission of Motor Vehicles). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 24(1), 11-16. <https://doi.org/10.22146/jml.23631>
- Fadavi, A., Abari, M.F., & Nadoushan, M.A. (2016). Evaluation of AERMOD for Distribution Modelling of Particulate Matters (Case Study: Ardestan Cement Factory). *International Journal of Pharmacy Research and Allied Science*, 5(4), 262-70.
- Zade, S., & Ingole, N.W. (2015). Air Dispersion Modelling to Assess Ambient Air Quality Impact due to Carbon Industry. *International Journal of Research Studies in Science, Engineering, and Technology*, 2(7), 45-53.
- Cimorelli, A. J., Perry, S. G., Venkatram, A., Weil, J. C., Paine, R. J., Wilson, R. B., & Brode, R. W. (2005). AERMOD: A dispersion model for industrial source applications. Part I: General model formulation and boundary layer characterization. *Journal of applied meteorology*, 44(5), 682-693.
- Zafany, A.A. (2021). *Analisis Kualitas Udara untuk Parameter NH<sub>3</sub> Pada Jalan Tol di Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin.

- Ancilla, A.L. (2014). *Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Alternatif Terhadap Emisi VOC (Volatile Organic Compounds) dan persebarannya di Industri Semen (PT.X)*. Institusi Teknologi Bandung.
- Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.