

**Analisis Persebaran (Dispersi) Emisi Gas Sulfur Dioksida
(SO₂) Yang Dihasilkan Unit 2 Pabrik Sulphuric Acid PT
Petrokimia Gresik Menggunakan Model AERMOD**

SKRIPSI



Oleh :

MUHAMMAD DAFFA SHIDQI

NPM 19034010037

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

**Analisis Persebaran (Dispersi) Emisi Gas Sulfur Dioksida
(SO₂) Yang Dihasilkan Unit 2 Pabrik Sulphuric Acid PT
Petrokimia Gresik Menggunakan Model AERMOD**

SKRIPSI



Oleh :

MUHAMMAD DAFFA SHIDQI
NPM 19034010037

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

**Analisis Persebaran (Dispersi) Emisi Gas Sulfur Dioksida
(SO₂) Yang Dihasilkan Unit 2 Pabrik *Sulphuric Acid* PT
Petrokimia Gresik Menggunakan Model AERMOD**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa**

Timur



OLEH

**MUHAMMAD DAFFA SHIDOI
NPM. 19034010037**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR**

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

SURABAYA

2024

LEMBAR PERSETUJUAN
ANALISIS PERSEBARAN (DISPERSI) EMISI GAS SULFUR DIOKSIDA
(SO₂) YANG DIHASILKAN UNIT 2 PABRIK *SULPHURIC ACID* PT
PETROKIMIA GRESIK MENGGUNAKAN MODEL AERMOD

Disusun Oleh:

MUHAMMAD DAFFA SHIDQI
NPM. 19034010037

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

PEMBIMBING



Ir. Naniek Ratni Juliardi A.R., MKes.
NIP. 19590729 198603 2 009

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PERSEBARAN (DISPERSI) EMISI GAS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) YANG
DIHASILKAN UNIT 2 PABRIK *SULPHURIC ACID* PT PETROKIMIA GRESIK
MENGUNAKAN MODEL AERMOD**

Disusun Oleh:

MUHAMMAD DAFFA SHIDOI
NPM. 19034010037


**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal Serambi Engineering
(Terakreditasi SINTA 4)
Volume 9, Nomor 2, April 2024**

Menyetujui,

PEMBIMBING

TIM PENGUJI

1. Ketua


Ir. Naniek Ratni Juliardi A.R. MKes.
NIP. 19590729 198603 2 009



Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho., ST., MT.
NIPPPK. 19750717 202121 1 007

2. Anggota


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.
NIP. 19620501 198803 1 001

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**ANALISIS PERSEBARAN (DISPERSI) EMISI GAS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) YANG
DIHASILKAN UNIT 2 PABRIK *SULPHURIC ACID* PT PETROKIMIA GRESIK
MENGUNAKAN MODEL AERMOD**

Disusun Oleh:

MUHAMMAD DAFFA SHIDQI
NPM. 19034010037

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 29 MEI 2024

TIM PENILAI

KETUA

Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho., ST., MT.
NIPPK. 19750717 202121 1 007

ANGGOTA

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.
NIP. 19620501 198803 1 001

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Daffa Shidqi

NIM : 19034010037

Fakultas /Program Studi : Teknik / Teknik Lingkungan

Judul Skripsi/Tugas Akhir/

sis/Desertasi : ANALISIS PERSEBARAN (DISPERSI) EMISI GAS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) YANG DIHASILKAN UNIT 2 PABRIK SULPHURIC ACID PT PETROKIMIA GRESIK MENGGUNAKAN MODEL AERMOD

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 29 Mei 2024.....

Yang Menyatakan



(H. Daffa Shidqi)

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Analisis Persebaran (Dispersi) Emisi Gas Sulfur Dioksida (SO₂) Yang Dihasilkan Unit 2 Pabrik Sulphuric Acid PT Petrokimia Gresik Menggunakan Model AERMOD**” ini dengan baik. Dalam proses penyusunan laporan ini penulis ingin mengucapkan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah., M.P., Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T., Selaku Koordinator Prodi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Naniek Ratni Juliardi A.R, MKes., Selaku selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam setiap proses bimbingan Penulis.
4. Bapak Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho., ST., MT. dan bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT. Selaku dosen penguji yang selalu mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan laporan ini.
5. Kedua Orang Tua saya, Kolonel Sus Firmansjah dan Isdiana S.E serta kakak saya, Muhammad Farhan Shidqi S.T yang selalu ikhlas mendoakan saya dalam setiap doa yang dipanjatkan yang telah banyak membantu kami dalam penyelesaian laporan ini.
6. Pak liliek Harmianto selaku *Vice President* departemen lingkungan PT Petrokimia Gresik yang mengizinkan dan mendukung saya dalam melakukan penelitian di PT Petrokimia Gresik
7. Pak Ridho Aflah Bekti ST.,M.MT sebagai mentor saya yang banyak membantu dalam pengambilan sampel udara dan yang mengajarkan saya menggunakan aplikasi AERMOD.
8. Keluarga Lingkungan PT Petrokimia Gresik yang bersedia membantu dan menunjang perjalanan penulis serta menyediakan berbagai kebutuhan yang diperlukan penulis.

9. Teman-teman satu dosen pembimbing dan teman-teman “riset cuy” yang telah banyak membantu kami dalam penyelesaian penelitian ini.
10. Teman-teman “Sobat Dolen” yang selalu membantu jika penulis merasa *stuck* dalam penelitian ini.
11. Teman-teman tim udara Ananda Iqbal Ibrahim S.T, Puguh Satrio S.T, dan Aditya Rizky Dwi Cahya S.T

Akhir kata penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya dan meminta maaf atas kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. penulis berharap adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi kebermanfaatan bagi penulis dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Surabaya, 4 April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pencemaran Udara.....	4
2.2 Sulfur Dioksida.....	5
2.2.1 Dampak Sulfur Dioksida	5
2.3 Faktor Meteorologi Pencemaran Udara.....	5
2.3.1 Suhu Udara	6
2.3.2 Arah dan Kecepatan Angin	6
2.3.3 Kelembapan Udara	6
2.3.4 Curah Hujan.....	7
2.4 Baku Mutu Emisi Produksi <i>Sulphuric Acid</i>	7
2.5 Baku Mutu Ambien	7
2.6 <i>Continous Emission Monitoring System (CEMS)</i>	8
2.7 Perbandingan Data Awal Dengan Baku Mutu.....	9
2.8 Pemodelan Dispersi Emisi Udara.....	11
2.8.1 AERMOD	11

2.8.2 CALPUFF	13
2.9 Sistem Produksi <i>Sulphuric Acid</i> 1 PT Petrokimia Gresik	14
2.9.1 Seksi 1000, <i>Sulphur Handling</i>	14
2.9.2 Seksi 1100, Sitesa SO ₂	16
2.9.3 Seksi 1200, SO ₂ Converter	17
2.9.4 Seksi 1300, Pengeringan udara dan penyerapan SO ₃	18
2.9.5 Seksi 1400, Penyimpan dan <i>Loading Station</i>	20
2.10 Kecepatan Pembentukan Senyawa Hasil Pembakaran.....	20
2.11 Hasil Penelitian Sebelumnya	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Kerangka Penelitian.....	26
3.2 Alat dan Bahan	27
3.2.1 Alat.....	27
3.2.2 Bahan	28
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.3.1 Lokasi Penelitian.....	28
3.3.2 Waktu Penelitian	29
3.4 Prosedur Penelitian.....	30
3.4.1 Data Penelitian.....	31
3.4.2 Variabel Data.....	31
3.4.3 Matriks Penelitian	32
3.4.4 Analisis Data.....	32
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Analisis Data Persebaran Emisi Gas SO ₂ Hasil Pemetaan Dari Pemodelan Aermod.	33

4.1.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian.....	33
4.1.2 Hasil Pengukuran Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO ₂)	34
4.1.3 Hasil Pengukuran Faktor Meteorologi.....	36
4.1.4 Hasil Permodelan Aermod.....	42
4.2 Analisis Hubungan Antara Data Emisi Dengan Data Meterologi Hasil Pemetaan Dispersi Gas SO ₂ Unit 2 <i>Sulphuric Acid</i> PT Petrokimia Gresik.....	54
4.2.1 Regresi Linear Berganda	54
4.2.2 Uji Korelasi.....	55
4.2.3 <i>Mean Absolute Percent Error</i> (MAPE)	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN A DATA PENELITIAN	65
LAMPIRAN B PENGOLAHAN DATA	83
LAMPIRAN C DOKUMENTASI	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Emisi Sulfur Dioksida	7
Tabel 2. 2 Baku Mutu Ambien Sulfur Dioksida	8
Tabel 2. 3 Data Awal SO ₂ Unit 2 Sulphuric Acid PT Petrokimia Gresik	9
Tabel 2. 4 Konversi SO ₂ menjadi SO ₃	18
Tabel 2. 5 Tabel Hasil Penelitian Sebelumnya	22
Tabel 3. 1 Alat sampling	27
Tabel 3. 2 Waktu Penelitian	30
Tabel 3. 3 Matriks Penelitian.....	32
Tabel 4. 1 Kondisi Eksisting pada Unit 2 Pabrik 3 Sulphuric Acid PT Petrokimia Gresik	33
Tabel 4. 2 Konsetrasi Sulfur Dioksida.....	34
Tabel 4. 3 Tabel Data Hasil pengukuran Faktor Meteorologi Pada kota Gresik ..	36
Tabel 4. 4 Hasil Penelitian bentuk matriks	44
Tabel 4. 5 Perbandingan Data persebaran secara actual dan permodelan AERMOD	47
Tabel 4. 6 Persentase error data persebaran emisi udara pada udara ambiem.....	58
Tabel 4. 7 Tingkat akurasi data pada MAPE	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Emisi SO ₂ Unit 2 SA.....	10
Gambar 2. 2 Proses pengimputan Data Meteorologi pada AERMOD	13
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	26
Gambar 3. 2 modular XCF-170	27
Gambar 3. 3 Air sampler impinger	28
Gambar 3. 4 Lokasi Pabrik Sulphuric Acid 1 PT Petrokimia Gresik	29
Gambar 3. 5 Site Plant Sulphuric Acid 1 PT Petrokimia Gresik	29
Gambar 3. 6 Diagram Alur Prosedur Penelitian.....	30
Gambar 4. 1 Kosentrasi Emisi Sulphur Dioxide Pada Unit 2 Sulphuric Acid PT Petrokimia Gresik.....	35
Gambar 4. 2 Temperatur Lokasi Pengujian	38
Gambar 4. 3 Kelembapan udara lokasi sampling	39
Gambar 4. 4 Kecepatan Angin Lokasi Sampling	40
Gambar 4. 5 Curah Hujan Lokasi Sampling.....	41
Gambar 4. 6 Diagram windrose pada koordinat penelitian	42
Gambar 4. 7 Hasil Disperse SO ₂ Pada Unit Sulphuric Acid PT Petrokimia Gresik Pada Aplikasi Google Earth	45
Gambar 4. 8 Garis Pantai PT Petrokimia Gresik.....	45
Gambar 4. 9 Hasil Disperse SO ₂ Pada Unit Sulphuric Acid	46
Gambar 4. 10 Titik Ambien Dispersi Emisi SO ₂ Dari Arah Unit Sulphuric Acid Menuju Depan PT Petrocentral Peta Persebaran.....	48
Gambar 4. 11 Titik Ambien Dispersi Emisi SO ₂ Dari Arah Unit Sulphuric Acid Menuju Pertigaan Randuagung Peta Persebaran.....	49
Gambar 4. 12 Titik Ambien Dispersi Emisi SO ₂ Dari Arah Unit Sulphuric Acid Menuju Halamn Wisma Kebomas Peta Persebaran	50
Gambar 4. 13 Titik Ambiean Dispersi Emisi SO ₂ Dari Arah Unit Sulphuric Acid Menuju Simpang Lima Sumorame Peta Persebaran.....	51

Gambar 4. 14 Titik Ambien Dispersi Emisi SO ₂ Dari Arah Unit Sulphuric Acid Menuju Alun – Alun Kota Gresik Peta Persebaran.....	52
Gambar 4. 15 Titik Ambien Dispersi Emisi SO ₂ Dari Arah Unit Sulphuric Acid Menuju Pelabuhan Utama Peta Persebaran.....	53
Gambar 4. 16 Hasil Regresi Linear Berganda	54
Gambar 4. 17 Hasil Uji Korelasi	56

ABSTRAK

Analisis Persebaran (Dispersi) Emisi Gas Sulfur Dioksida (SO₂) Yang Dihasilkan
Unit 2 Pabrik *Sulphuric Acid* PT Petrokimia Gresik Menggunakan Model
AERMOD

MUHAMMAD DAFFA SHIDQI

NPM.19034010037

Penelitian ini menganalisis potensi persebaran emisi gas SO₂ pada *Stack* Unit 2 *Sulphuric Acid* pada Pabrik produksi asam sulfat. Emisi SO₂ menimbulkan ancaman signifikan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, Pemodelan dispersi SO₂, menggunakan perangkat lunak seperti AERMOD, dapat menjadi alat yang berharga untuk memprediksi konsentrasi SO₂ di udara dan dampaknya terhadap lingkungan. Dalam penelitian ini memanfaatkan software AERMOD untuk memetakan sebaran emisi SO₂ yang berasal dari PT Petrokimia Gresik. Tujuan utamanya adalah untuk menyediakan data pengelolaan emisi SO₂ dan menganalisis hubungan antara emisi tersebut dan data meteorologi. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa konsentrasi SO₂ tertinggi mencapai 7,849 µg/m³ pada lokasi tertentu, masih jauh di bawah baku mutu udara yang ditetapkan yaitu 75 µg/m³ untuk periode 24 jam. Lebih lanjut, penelitian ini mengungkapkan bahwa emisi SO₂ sebagian besar tersebar ke arah timur laut selama musim hujan, dipengaruhi oleh angin muson barat. Dengan konsentrasi emisi ambien SO₂ pada Halaman Wisma Kebomas 6,12 µg/m³, Pertigaan Randuagung 86 µg/m³, Simpang Lima Sumorame 5,34 µg/m³, Alun-Alun Kota Gresik 76 µg/m³, Pelabuhan Utama 88 µg/m³, dan depan PT Petrocentral 82 µg/m³. Penelitian ini juga mengidentifikasi korelasi antara data dengan nilai korelasi terlemah pada curah hujan dengan kecepatan angin seniali -0,066 dan nilai korelasi terkuat dengan nilai korelasi antara data suhu dan kelembapan sebesar -0,873, dan penambahan analisis regresi linear dengan nilai Konsentrasi (mg/Nm³) = 3812 – 66,7 suhu – 14,6 kelembapan – 13,42 kecepatan angin + 1,31 curah hujan.

Kata kunci : SO₂, Suhu, Kelembapan, Kecepatan Angin, AERMOD

ABSTRACT

*Analisis Persebaran (Dispersi) Emisi Gas Sulfur Dioksida (SO₂) Yang Dihasilkan
Unit 2 Pabrik Sulphuric Acid PT Petrokimia Gresik Menggunakan Model
AERMOD*

MUHAMMAD DAFFA SHIDQI

NPM.19034010037

This study analyses the potential distribution of SO₂ gas emissions at the Stack Unit 2 Sulphuric Acid production plant. SO₂ emissions pose a significant threat to human health and the environment, requiring control and reduction strategies. SO₂ dispersion modelling, using software such as AERMOD, can be a valuable tool for predicting SO₂ concentrations in air and its impact on the environment. In this study, AERMOD software was used to map the distribution of SO₂ emissions from PT Petrokimia Gresik. The main objective is to provide SO₂ emission management data and analyse the relationship between these emissions and meteorological data. The modelling results showed that the highest SO₂ concentration reached 7,849 µg/m³ at certain locations, still far below the established air quality standard of 75 µg/m³ for a 24-hour period. Furthermore, the study revealed that SO₂ emissions are mostly dispersed towards the northeast during the rainy season, influenced by the west monsoon winds. With SO₂ ambient emission concentrations at Wisma Kebomas yard 6.12 µg/m³, Randuagung T-junction 86 µg/m³, Simpang Lima Sumorame 5.34 µg/m³, Gresik Town Square 76 µg/m³, Main Harbour 88 µg/m³, and in front of PT Petrocentral 82 µg/m³. This study also identifies the relationship or correlation between data with the weakest correlation value on rainfall with wind speed of -0.066 and the strongest correlation value with the correlation value between temperature and humidity data of -0.873, and the addition of linear regression analysis with the value Concentration (mg / Nm³) = 3812 - 66.7 temperature - 14.6 humidity - 13.42 wind speed + 1.31 rainfall.

Keywords: *SO₂, Temperature, Humidity, Wind Speed, AERMOD*