

**SKRIPSI**

**PEMODELAN DISPERSI POLUTAN *TOTAL***  
***SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) DARI SUMBER**  
**EMISI MAJEMUK INDUSTRI SEMEN DI**  
**KABUPATEN TUBAN**



Oleh :

**ELISA IRMA MAULIDYA**  
**1552010002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**  
**SURABAYA**  
**2019**

**SKRIPSI**

**PEMODELAN DISPERSI POLUTAN *TOTAL***  
***SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) DARI SUMBER**  
**EMISI MAJEMUK INDUSTRI SEMEN DI**  
**KABUPATEN TUBAN**

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik (ST.)

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Oleh :

**ELISA IRMA MAULIDYA**  
**1552010002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**  
**SURABAYA**  
**2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PEMODELAN DISPERSI POLUTAN *TOTAL***  
***SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) DARI SUMBER**  
**EMISI MAJEMUK INDUSTRI SEMEN DI**  
**KABUPATEN TUBAN**

Oleh:

**ELISA IRMA MAULIDYA**  
1552010002

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima oleh Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : .....

**Pembimbing**

  
**Okik Hendriyanto C., ST., MT.**  
NPT. 375079901721

**Tim Penguji :**  
**Penguji I**

  
**Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.**  
NIP. 19620501 198803 1 00 1


**Penguji II**

  
**M. Mirwan, ST., MT.**  
NPT. 37602040193 1


**Mengetahui,**  
**Koordinator Program Studi**  
**Teknik Lingkungan**

  
**Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.**  
NIP. 19681126 199403 2 001

**Penguji III**

  
**Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS.**  
NIP. 19600601 198703 1 00 1

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Teknik**

  
**Dr. Dra. Jarayah, MP.**  
NIP. 19650403 199103 2 001

## CURRICULUM VITAE

<b>Data Mahasiswa</b>			
Nama Lengkap : Fakultas / Program Studi : NPM : Tempat, Tanggal Lahir : Alamat :  Nomor Telepon / HP : Alamat E-mail :	Elisa Irma Maulidya Fakultas Teknik / Teknik Lingkungan 1552010002 Surabaya, 29 Juli 1997 Jl. Gemblongan 2/10, Surabaya  0812-3042-2121 <a href="mailto:elisa.irma.maulidya@gmail.com">elisa.irma.maulidya@gmail.com</a>		
<b>Pendidikan</b>			
Tingkat Edukasi	Institusi	Program Studi	Tahun Kelulusan
TK	TK Aisyiyah Bustanul Athfal 39, Surabaya	-	2003
SD	SDN Klampis Ngasem I/246, Surabaya	-	2009
SMP	SMP Negeri 19, Surabaya	-	2012
SMA	SMA Negeri 6, Surabaya	IPA	2015
Universitas	Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" Jawa Timur	Teknik Lingkungan	2019
<b>Tugas Akademik</b>			
No.	Tugas Akademik / Kegiatan	Judul / Tempat Pelaksanaan	Tahun Pengerjaan
1.	Kuliah Lapangan	PDAM Karang Pilang, Coca Cola, PT ITDC Nusa Dua Bali, PT Gapura Liqua Mandiri, DSDP, PDAM Badung	2018
2.	Kuliah Kerja Nyata (KKN)	Desa Mojoseo, Kecamatan Gondang, Kabupaten Nganjuk	2018
3.	Kerja Praktik	Pengelolaan Limbah Polutan Debu dan K3 di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban	2018
4.	Tugas Perencanaan	Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Kembang Gula	2018
5.	Skripsi	Pemodelan Dispersi Polutan <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP) dari Sumber Emisi Majemuk Industri Semen di Kabupaten Tuban	2019
<b>Identitas Orang Tua</b>			
Nama Lengkap : Alamat : Nomor Telepon / HP : Pekerjaan :	Slamet Santoso Jl. Gemblongan 2/10, Surabaya 0812-9874-4766 Pegawai Swasta		

**Surabaya, Mei 2019**

**ELISA IRMA MAULIDYA**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Pemodelan Dispersi Polutan *Total Suspended Particulate* (TSP) Dari Sumber Emisi Majemuk Industri Semen di Kabupaten Tuban”**.

Penulisan Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi dari sebagian syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik bagi mahasiswa program S1 pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Skripsi ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu tentunya tidak lepas dari peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
3. Okik Hendriyanto C., ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu, mengarahkan serta membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik oleh penulis;
4. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa serta sarana maupun pra-sarana dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Semua pihak yang telah membantu penulis dan peran sertanya baik secara moril maupun materiil dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari

semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi bahan masukan bagi penelittian serta dunia pendidikan selanjutnya.

Surabaya, 20 Mei 2019

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>.iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>.v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>.ix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	.1
1.2 Rumusan Masalah .....	.2
1.3 Tujuan Penelitian .....	.2
1.4 Manfaat Penelitian .....	.2
1.5 Ruang Lingkup .....	.3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi.....	.4
2.2 Sumber Pencemaran Udara .....	.5
2.3 Indeks Standar Pencemaran Udara .....	.7
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Persebaran .....	.8
2.4.1 Kecepatan Angin dan Arah Angin .....	.9
2.4.2 Stabilitas Atmosfer.....	10
2.5 Aplikasi Model untuk Menganalisis Kadar Polutan .....	14
2.5.1 Pemodelan Sumber Tunggal ( <i>Single Point Source</i> ).....	14
2.5.2 Pemodelan Sumber Majemuk ( <i>Multiple Point Sources</i> ) .....	16
2.6 <i>Software Surfer 13</i> .....	17
2.7 Penelitian Terdahulu .....	18
<b>BAB 3 DATA PERENCANAAN</b>	
3.1 Penetapan Waktu dan Lokasi Penelitian.....	20
3.1.1 Waktu Penelitian .....	20
3.1.2 Lokasi Penelitian.....	20

3.2	Kerangka Penelitian .....	21
3.3	Variabel Penelitian .....	23
3.4	Jenis dan Sumber Data .....	23
3.5	Metode Pengolahan Data .....	23
3.6	Jadwal Kegiatan .....	27

## **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Parameter Pendukung .....	28
4.1.1	Kecepatan Angin dan Arah Angin .....	28
4.1.2	Intensitas Penyinaran Matahari .....	30
4.1.3	Suhu Udara .....	32
4.2	Parameter Penelitian .....	34
4.2.1	TSP Udara Ambien .....	34
4.2.2	TSP Cerobong Pabrik .....	36
4.3	Perhitungan Model Dispersi <i>Gaussian</i> .....	40
4.3.1	Penentuan Waktu dan Jarak Titik Penerima .....	40
4.3.2	Sebaran Emisi TSP di Sekitar Industri .....	41
4.3.3	Bentuk Model Dispersi .....	42
4.4	Validasi Kadar TSP Udara Ambien dengan Model Dispersi <i>Gaussian</i> .....	47

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	50
5.2	Saran .....	50

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN A HASIL ANALISIS DAN PENGUKURAN**

### **LAMPIRAN B PERHITUNGAN**

### **LAMPIRAN C DOKUMENTASI**



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Baku Mutu Udara Ambien Untuk Industri Atau Kegiatan Usaha Lainnya .....	7
<b>Tabel 2.2</b>	Baku Mutu Emisi dan Kegiatan Industri Semen Khususnya yang Melakukan Pemanfaatan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun .....	8
<b>Tabel 2.3</b>	Nilai $p$ untuk Persamaan Perkiraan Kecepatan Angin .....	10
<b>Tabel 2.4</b>	Kondisi Atmosfer dalam Berbagai Kelas Stabilitas .....	13
<b>Tabel 2.5</b>	Koefisien Dispersi untuk Daerah Pedesaan (Pasquill-Gifford) .....	13
<b>Tabel 2.6</b>	Hasil Penelitian Terdahulu .....	18
<b>Tabel 3.1</b>	Jadwal Kegiatan Penelitian .....	27
<b>Tabel 4.1</b>	Pengaruh Waktu dan Suhu pada Kecepatan Angin Bulan Februari 2019.....	28
<b>Tabel 4.2</b>	Intensitas Penyinaran Matahari Bulan Februari 2019.....	30
<b>Tabel 4.3</b>	Pengaruh Waktu Terhadap Suhu Udara Ambien ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan Suhu Cerobong ( $^{\circ}\text{C}$ ).....	32
<b>Tabel 4.4</b>	Pengaruh Koordinat dan Jarak Lokasi Sampling dari Cerobong Terhadap Kadar TSP pada Tanggal 26 Februari 2019.....	34
<b>Tabel 4.5</b>	Pengaruh Koordinat dan Jarak Lokasi Sampling dari Cerobong Terhadap Kadar TSP Pada Tanggal 28 Februari 2019 .....	35
<b>Tabel 4.6</b>	Profil Cerobong Unit Produksi <i>Raw Mill</i> .....	37
<b>Tabel 4.7</b>	Pengaruh Waktu Terhadap Nilai Stabilitas Atmosfer pada Februari 2019.....	41
<b>Tabel 4.8</b>	Pengaruh Waktu Penelitian pada Masing-Masing Sumber Emisi Terhadap Kadar TSP, Kecepatan Lepas Gas dan Suhu Cerobong..	42
<b>Tabel 4.9</b>	Pengaruh Lokasi Penelitian Terhadap Selisih Kadar dan %Kontribusi pada 26 Februari 2019 .....	47
<b>Tabel 4.10</b>	Pengaruh Lokasi Penelitian Terhadap Selisih Kadar dan %Kontribusi pada 28 Februari 2019 .....	49

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Tipe kepulan asap cerobong (a) <i>looping</i> , (b) <i>coning</i> , (c) <i>fanning</i> , (d) <i>lofting</i> dan (e) <i>fumigation</i> .....	11
<b>Gambar 2.2</b>	Model Penyebaran Polutan dari Sumber Titik Berdasar Sebaran <i>Gauss</i> .....	16
<b>Gambar 2.3</b>	Tampak Atas Model Dispersi <i>Single Point Source</i> .....	16
<b>Gambar 2.4</b>	Tampak Atas Model Dispersi <i>Multiple Point Source</i> .....	17
<b>Gambar 3.1</b>	Lokasi Industri Semen Indonesia Pabrik Tuban .....	20
<b>Gambar 3.2</b>	Kerangka Penelitian .....	22
<b>Gambar 3.3</b>	Titik Penerima Hasil Kadar TSP .....	26
<b>Gambar 4.1</b>	Hubungan Antara Waktu Dengan Suhu Udara dan Kecepatan Angin Bulan Februari 2019 .....	29
<b>Gambar 4.2</b>	Intensitas Penyinaran Matahari di Kabupaten Tuban Bulan Februari 2019 .....	31
<b>Gambar 4.3</b>	Hubungan Antara Waktu Dengan Suhu Udara Ambien dan Suhu Cerobong Bulan Februari 2019.....	32
<b>Gambar 4.4</b>	Hubungan Antara Kadar TSP dengan Jarak dari Cerobong Februari 2019 .....	26 35
<b>Gambar 4.5</b>	Hubungan Antara Kadar TSP dengan Jarak dari Cerobong Februari 2019 .....	28 36
<b>Gambar 4.6</b>	Hubungan antara Kadar TSP ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) dengan Waktu Penelitian (Februari 2019) di <i>Raw Mill</i> Tuban I dalam Berbagai Waktu Sampling .....	37
<b>Gambar 4.7</b>	Hubungan antara Kadar TSP ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) dengan Waktu Penelitian (Februari 2019) di <i>Raw Mill</i> Tuban II dalam Berbagai Waktu Sampling .....	38
<b>Gambar 4.8</b>	Hubungan antara Kadar TSP ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) dengan Waktu Penelitian (Februari 2019) di <i>Raw Mill</i> Tuban III dalam Berbagai Waktu Sampling .....	39

<b>Gambar 4.9</b> Hubungan antara Kadar TSP ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) dengan Waktu Penelitian (Februari 2019) di <i>Raw Mill</i> Tuban IV dalam Berbagai Waktu Sampling .....	39
<b>Gambar 4.10</b> Lokasi Penerima Sebaran Emisi .....	41
<b>Gambar 4.11</b> Model Dispersi (a) Cerobong <i>Raw Mill</i> Tuban I, (a) Cerobong <i>Raw Mill</i> Tuban II, (a) Cerobong <i>Raw Mill</i> Tuban III, dan (a) Cerobong <i>Raw Mill</i> Tuban IV, Pukul 06.00-07.00 Bulan Februari 2019.....	43
<b>Gambar 4.12</b> Pola Dispersi Sumber Emisi Majemuk Pukul 06.00-07.00, 12.00-13.00 dan 17.00-18.00 Bulan Februari 2019 .....	45
<b>Gambar 4.13</b> Hubungan Antara Waktu Penelitian Terhadap Nilai Kelas Stabilitas Atmosfer, Luas Sebaran TSP Yang Melebihi Baku Mutu dan Kecepatan Angin .....	46

## ABSTRAK

Emisi cerobong pada proses produksi semen dapat meningkatkan kadar polutan di wilayah sekitar industri berupa *Total Suspended Particulate* (TSP) yang berpotensi menurunkan kualitas udara. Adanya potensi penurunan kualitas udara perlu adanya kewaspadaan berbagai pihak dengan menjaga kadar emisi yang dikeluarkan, melakukan perawatan alat penangkap *Total Suspended Particulate* (TSP) dan pemantauan lokasi sebaran TSP untuk mengestimasi dampak yang mungkin terjadi di wilayah sekitar industri. Pemantauan untuk mengetahui sebaran polutan TSP diestimasi menggunakan model dispersi *Gaussian* dari sumber emisi majemuk yang ditampilkan dalam bentuk peta dan dibandingkan dengan kadar di lapangan. Pola sebaran dibedakan menurut kondisi meteorologi pada pukul 06.00-07.00; 12.00-13.00 dan 17.00-18.00 WIB dengan periode pengamatan selama bulan Februari 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola dispersi TSP dipengaruhi oleh arah angin, kecepatan angin dan kelas stabilitas atmosfer, luas wilayah sebaran TSP dari sumber majemuk yang melebihi baku mutu pada pukul 06.00-07.00 sebesar 0,5832 km<sup>2</sup>, pada pukul 12.00-13.00 luas wilayah sebaran TSP yang melebihi baku mutu sebesar 0,6353 km<sup>2</sup> dan pada pukul 17.00-18.00 luas wilayah sebaran TSP yang melebihi baku mutu sebesar 2,4287 km<sup>2</sup>. Dari hasil analisis dan perbandingan, kadar TSP semakin menurun sesuai dengan jaraknya dari cerobong dan lokasinya yang semakin tidak sejajar dengan arah angin. Desa yang memiliki resiko paling tinggi terkena dampak adalah desa yang paling dekat dengan sumber emisi.

**Kata Kunci :** *Total Suspended Particulate* (TSP), Dispersi *Gaussian*, Emisi Majemuk, Cerobong Industri Semen

## ABSTRACT

Stacks emission on portland cement production could increase pollutant on surrounding area such Total Suspended Particulate (TSP) and could decrease air quality. The potential of decrease air quality requires vigilance from various parties by monitoring of emission levels that come out from stacks, maintaining of Total Suspended Particulate (TSP) catcher and Monitoring of TSP's level to estimate the possible impact on surrounding area. Monitoring of TSP's level spread estimated by Gaussian Dispersion Model that shown in the map form and compared to TSP levels in the original location. Distribution pattern distinguished metrologically at 06.00-07.00; 12.00-13.00; and 17.00-18.00 local time that observed during February 2019. The observation result shown that TSP dispersion pattern affected by wind direction, wind speed and stability class of atmosphere, the area of TSP's spread from complex sources that exceed the quality standard during 06.00-07.00 as wide as 0,5832 km<sup>2</sup>; 12.00-13.00 as wide as 0,6353 km<sup>2</sup>; and 17.00-18.00 as wide as 2,4287 km<sup>2</sup>. The analysis and comparison of TSP levels shown that the levels decline according to distance from stacks and locations that are not parallel with the wind direction. Villages that have the highest risk of being affected are the villages closest to the source of emissions.

**Keywords** : Total Suspended Particulate (TSP), Gaussian Dispersion, Compound Emission, Cement Industry Stacks