



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPATAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

- Nomor dan tanggal permohonan : EC00202242190, 5 Juli 2022
- Pencipta**
- Nama : Dr. Syamsuddoha Syahrorini, ST., MT  
Alamat : Kalitengah RT. 05/ RW. 01, Tangkulangin, Sidoarjo, Jawa Timur, Sidoarjo, JAWA TIMUR, 61272  
Kewarganegaraan : Indonesia
- Pemegang Hak Cipta**
- Nama : Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Alamat : Jl. Mojopahit 666-B, Sidoarjo, Sidoarjo, JAWA TIMUR, 61215  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Jenis Ciptaan : Karya Tulis (Disertasi)  
Judul Ciptaan : Model Penyebaran Gaussian Partikulat (Debu Jatuh) Dari Cerobong Pabrik Gula Dan Profil Kesehatan Masyarakat (Study Kasus Di Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo JATIM)
- Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 5 Juli 2022, di Sidoarjo
- Jangka waktu pelindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
- Nomor pencatatan : 000357895

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual  
u.b.  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto  
NIP.196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.



## UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

### FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

PROGRAM STUDI : • INFORMATIKA (S1) • TEKNIK INDUSTRI (S1) • TEKNIK MESIN (S1)  
• TEKNIK ELEKTRO (S1) • TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN (S1) • AGROTEKNOLOGI (S1)

### **SURAT TUGAS**

Nomor : 1933/II.3.AU/06.00/E/TGS/VIII/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Hindarto, S.Kom., MT.  
NIK/NIP : 201562 / 197307302005011002  
Jabatan : Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Nama Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Dengan ini memberikan tugas kepada :

Nama : Dr. Syamsuddoha Syahrorini, ST. MT.  
NIK : 970137 / 197007082005012002  
Status Dosen : Dosen DPK  
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Elektro  
Nama Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Untuk mengurus penerbitan sertifikat HAKI Model Penyebaran Gaussian Partikulat (Debu Jatuh) Dari Cerobong Pabrik Gula dan Profil Kesehatan Masyarakat (Study Kasus di Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo JATIM) Pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2020/2021

Demikian surat tugas ini kami berikan, agar dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab, atas perhatian serta kerjasamanya yang baik selama ini disampaikan terima kasih.

Sidoarjo, 1 Agustus 2021  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Hindarto, S.Kom., MT.

## Surat Kuasa

Saya Yang Berntandatangan di bawah ini :

Nama : Dr. SyamsudduhaSyahrorini, ST., MT  
Alamat : Kalitengah RT. 05/ RW. 01 Tanggulangin Sidoarjo  
NIDN : 0008077001  
Email/no tlp : syahrorini@umsida.ac.id

Selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**, Memberikan **Kuasa** kepada :

Nama : Dr. Sigit Hermawan S.E., M.Si  
(Universitas Muhammadiyah Sidoarjo)  
Alamat : Perum MCA Cluster Taman Apsari P2-15, Boro, Tanggulangin, Kab.  
Sidoarjo, Jawa Timur  
NIDN : 0003127501  
Jabatan : Direktur DRPM UMSIDA  
Email/no tlp : sigithermawan@umsida.ac.id / +62 857-3090-0014

Selanjutnya disebut **pihak ke dua**, untuk mendaftarkan Hak cipta dengan Judul “**MODEL PENYEBARAN GAUSSIAN PARTIKULAT (DEBU JATUH) DARI CEROBONG PABRIK GULA DAN PROFIL KESEHATAN MASYARAKAT (STUDY KASUS DI PABRIK GULA CANDI BARU SIDOARJO JATIM)**” Ke Derektorat Jendral Kekayaan Intelektual Pusat.

Demikian surat kuasa ini di buat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Sidoarjo, 26 Agustus 2021

Pihak Kedua  
  
(Dr. Sigit Hermawan S.E., M.Si)

Pihak Pertama  
  
(Dr. SyamsudduhaSyahrorini, ST., MT)

## **SURAT PENGALIHAN HAK CIPTA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

N a m a : Dr. SyamsudduhaSyahrorini, ST., MT  
Alamat : Kalitengah RT/ 05/RW. 01 Tanggulangin Sidoarjo

Adalah **Pihak I** selaku pencipta, dengan ini menyerahkan karya ciptaan saya kepada :

N a m a : Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Alamat : Jl. Mojopahit 666 B, Sidoarjo

Adalah **Pihak II** selaku Pemegang Hak Cipta berupa -Disertasi dengan judul MODEL PENYEBARAN GAUSSIAN PARTIKULAT (DEBU JATUH) DARI CEROBONG PABRIK GULA DAN PROFIL KESEHATAN MASYARAKAT (STUDY KASUS DI PABRIK GULA CANDI BARU SIDOARJO JATIM) untuk didaftarkan di Direktorat Hak Cipta dan Desain Industri, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.

Demikianlah surat pengalihan hak ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sidoarjo, 14 Juni 2022

Pemegang Hak Cipta  
  
(Dr. Sigit Hermawan S.E., M.Si)

Pencipta  
  
(Dr. SyamsudduhaSyahrorini, ST., MT)

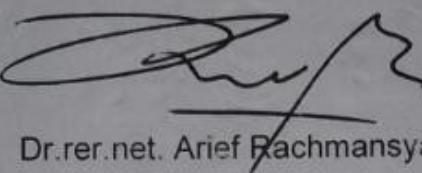
DARI CEROBONG PABRIK GULA DAN PROFIL KESEHATAN MASYARAKAT  
(STUDI KASUS DI PABRIK GULA CANDI BARU SIDOARJO JATIM)

Oleh:  
Syamsuddoha Syahrorini  
NIM: 117150100111035

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 20 Desember 2018  
dan dinyatakan memenuhi syarat

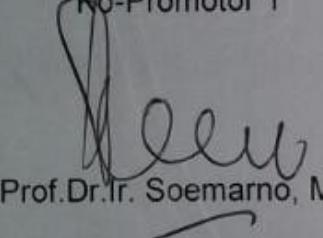
Tim Promotor

Promotor



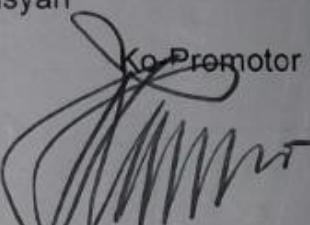
Dr. rer. nat. Arief Rachmansyah

Ko-Promotor 1



Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS.

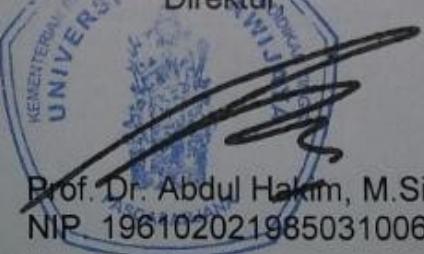
Ko-Promotor 2



Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS.

Malang,  
PASCASARJANA  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Direktur



Prof. Dr. Abdul Hakim, M.Si  
NIP. 196102021985031006

## RINGKASAN

SYAMSUDDUHA SYAHRORINI, NIM. 117150100111035, Program Doktor Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang, 20 Desember 2018.  
**MODEL PENYEBARAN GAUSSIAN PARTIKULAT (DEBU JATUH) DARI CEROBONG PABRIK GULA DAN PROFIL KESEHATAN MASYARAKAT (STUDY KASUS DI PABRIK GULA CANDI BARU SIDOARJO JATIM).**  
Promotor: Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS; Ko-promotor: Dr. rer. Net. Arief Rachmansyah, dan Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS.

Definisi pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melebihi baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009). Pencemaran udara didefinisikan dengan masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010). Cerobong industri merupakan sumber emisi tidak bergerak, dan tergolong sumber antropogenik. Berdasarkan jenis sumber pencemar, cerobong pabrik gula merupakan sumber titik. *Bagase* atau ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar ketel/boiler pada pabrik gula untuk menghasilkan uap sebagai pembangkit dan proses produksinya. Partikulat (debu jatuh) merupakan salah satu sumber emisi dari cerobong pabrik gula, partikulat (debu jatuh) yang melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan dapat menimbulkan dampak penyakit terhadap kesehatan manusia ataupun makhluk hidup yang tinggal disekitar pabrik tersebut.

Untuk mengetahui sebaran partikulat (debu jatuh) disekitar kawasan industri perlu dilakukan pengukuran dan pemantauan secara berkala. Oleh karena itu perlu adanya alat ukur partikulat (debu jatuh) secara otomatis agar lebih mudah untuk mengetahui kadar partikulat dikawasan tersebut. Selanjutnya perlu dianalisis pola sebaran partikulat pada kawasan industri tersebut, dan dilakukan analisis dampak kesehatan bagi manusia yang tinggal di kawasan tersebut. Sehingga manusia yang tinggal dikawasan industri tersebut merasa nyaman.

Penelitian ini bertujuan untuk (1). menganalisis konsentrasi pencemaran udara akibat partikulat (debu jatuh) dari cerobong Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo dibeberapa titik pengukuran menggunakan alat ukur *redesign dust fall collector* berdasarkan standart SNI 13-4703-1998 dan sensor debu. (2). menganalisis pola penyebaran partikulat (debu jatuh) dari pusat cerobong terhadap konsentrasi pencemar di udara ambien dengan memformulasikan secara matematis Distribution Gaussian models dan surfer 9, (3). Menganalisis foto SEM (Scanning Elektron Microscopis) dari partikulat menggunakan pengolahan citra digital untuk mengetahui bentuk struktur partikulat (debu jatuh) sesuai luas dan keliling pixel partikulat (debu jatuh) dibandingkan dengan foto SEM (Scanning Elektron Microscopis) dari partikulat vulkanik gunungmerapi (4). Menganalisis dampak kesehatan lingkungan dari konsentrasi partikulat (debu jatuh) emisi Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo pada masyarakat disekitar pabrik

Penelitian ini menggunakan beberapa analisis yaitu analisis konsentrasi partikulat (debu jatuh) dari dengan alat ukur redesign dust fall collector berdasarkan standart SNI 13-4703-1998 dan sensor debu, analisis bentuk

struktur partikulat (debu jatuh) menggunakan SEM (Scanning Elektron Microscopis) yang didefinisikan merupakan salah satu jenis mikroskop elektron digunakan untuk menggambarkan bentuk permukaan dari materian yang akan dianalisis dengan berkas elektron. Analisis foto SEM partikulat (debu jatuh) menggunakan pengolahan Citra digital, analisis pola penyebaran partikulat menggunakan model penyebaran Gaussian dan menggunakan simulasi dari surfer 9 untuk membuat pola penyebaran partikulat (debu jatuh) dari hasil perhitungan konsentrasi partikulat tiap titik sampling dengan metode gravimetri, diperoleh kesimpulan: pertama, Berdasarkan analisis model penyebaran Gaussian, tinggi cerobong, kecepatan angin dan kelas stabilitas berpengaruh pada pola penyebaran partikulat. (a). Efektif tinggi cerobong semakin tinggi maka konsentrasi polutan yang menyebar di udara dan sampai pada permukaan tanah akan semakin turun.(b). Pola konsentrasi penyebaran polutan dipengaruhi oleh stabilitas atmosfer di sekitar lingkungan. Semakin stabil konsentrasi makin kecil dengan jarak paparan partikulat makin jauh. (c). Konsentrasi polutan berbanding terbalik dengan kecepatan angin, semakin besar kecepatan angin maka konsentrasi polutan akan semakin kecil.

Kedua, Berdasarkan analisis penyebaran partikulat (debu jatuh) menggunakan simulasi surfer 9 dapat dinyatakan bahwa arah angin mempengaruhi penyebaran konsentrasi pada area titik sampling sesuai dengan analisis kwadran dari titik pusat cerobong, perubahan angin darat ke angin laut. (a). Pengukuran I konsentrasi terbesar terletak pada kwadran I, yaitu daerah pengukuran barat cerobong pabrik di desa Candi Sayang. Pengukuran dilakukan pada jam 10.00 – 16.00 dengan arah angin ke barat. (b). Pengukuran II konsentrasi terbesar terletak kwadran I dan IV, yaitu tepatnya di desa Candi Sayang dan desa Kedungpeluk. Hal ini karena ada perubahan arah angin pengukuran pada jam 04.00 – 22.00. (c). Pengukuran III penyebaran partikulat menyebar sepanjang kwadran I, II, III dan IV. Akan tetapi konsentrasi tertinggi pada kwadran IV yaitu di desa Kedungpeluk. Pengukuran ini dilaksanakan pada malam hari sampai menjelang pagi hari, yaitu dari jam 22.00 – 04.00. hal ini ada pengaruh arah angin dari angin darat ke angin laut. (d). Pengukuran IV penyebaran partikulat menyebar sepanjang kwadran I, II, III dan IV, konsentrasi terbesar pada kwadran I tepannya di desa Candi Sayang. Pengukuran ini dilaksanakan pada jam 04.00 – 10.00, pagi hari arah angin dominan ke barat.

Ketiga, Berdasarkan analisis model penyebaran Gaussian pada surfer 9 bahwa pola penyebaran tetap sama pada kelas stabilitas yang berbeda, tetapi semakin stabil konsentrasi makin besar. Distribution Gaussian models dikatakan lebih cocok untuk analisis penyebaran partikulat emisi cerobong pabrik gula sebelum masa giling. Untuk memprediksi paparan penyebaran partikulat.

Keempat, Berdasarkan hasil overlay yaitu dapat menghasilkan spasial baru dari layer data yang merupakan kombinasi hasil minimal dua layer masukan dari model penyebaran Gaussian, jika dibandingkan antara efektif tinggi cerobong  $H = 43,40152$  dan  $H = 48,52024$ , semakin tinggi efektif cerobong lebih tinggi paparan penyebaran partikulat makin jauh dengan konsentrasi yang lebih kecil. Jika dibandingkan antara kelas A dan B, kelas B pemaparan penyebaran partikulat makin jauh dari pusat cerobong meskipun pada jarak dan efektif tinggi cerobong yang berbeda.

Kelima, Berdasarkan hasil analisis foto SEM dari partikulat (debu jatuh) emisi cerobong pabrik gula: (a). Bentuk partikulat emisi cerobong pabrik gula dengan

foto SEM perbesaran 5000x dan spot 4,5 bentuknya menyerupai jamur, yaitu saling terikat. Hal ini sama dengan struktur debu silika gunung merapi, dan diindikasi menyebabkan penyakit saluran pernafasan. (b). Dari analisis citra digital dari foto SEM partikulat semakin kecil jenis ukuran perbesaran foto SEM, maka semakin kecil luas area partikelnya. Hal ini menunjukkan hasil pengolahan citra cukup baik untuk analisis partikulat emisi cerobong pabrik gula..

Implikasi hasil penelitian ini terutama terkait dengan alat ukur partikulat secara otomatis, redesain *Dust Fall collector* (debu jatuh) berdasarkan standart SNI 13-4703-1998, model penyebaran Gaussian partikulat menggunakan matlab dan simulasi surfer 9 untuk membuat pola penyebaran partikulat dari hasil perhitungan konsentrasi partikulat tiap titik sampling dengan metode gravimetri dari empat pengukuran sampling, pengolahan citra digital dari foto SEM partikulat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model penyebaran Gaussian baik digunakan sebagai pemetaan penyebaran partikulat sebelum pabrik gula giling dan sesudah masa giling habis. Simulasi Surfer 9 sebagai pemetaan penyebaran partikulat pada masa pabrik gula giling karena lebih pas sesuai dengan data meteriologis. Foto SEM partikulat (debu jatuh) untuk analisis dampak kesehatan manusia yang tinggal sekitar pabrik gula.

Hasil penelitian ini merekomendasikan perlunya adanya penelitian lebih lanjut berhubungan dengan dampak kesehatan pernafasan manusia dengan berbagai sample foto SEM partikulat dan tambahan metode dalam analisis pengolahan citra digital. Perlu adanya keterbukaan pengukuran dari pihak pabrik

Kata-kata Kunci: Partikulat, debu jatuh, gaussian, surfer, citra digital

## SUMMARY

SYAMSUDDUHA SYAHRORINI, NIM. 117150100111035, Doctoral Program Science Environment Programgraduate of University Brawijaya Malang, 20 December 2018. **"GAUSSIAN PARTICULATE DISTRIBUTION MODEL (FALL DUST) FROM BREAKING SUGAR FACTORY AND PUBLIC HEALTH PROFILE (CASE STUDY IN NEW CANDI SUGAR FACTORY SIDOARJO JATIM).".** Promoter: Prof. Dr. Ir. Soemarno. MS; Co-promoter: Dr. Rear. Net. Arief end Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS.

The definition of environmental pollution is the entry into our entry into the environment of living beings, substances, energy and / or other components through human activities so that it exceeds the established environmental quality standards (Law of the Republic of Indonesia No. 32 of 2009). Air pollution is defined by the entry or incorporation into the ambient air of substances, energy and / or other components by human activities so that it exceeds the established air quality standards (Minister of the Environment Order No. 12 of 2010). Industrial fireplaces are a source of immovable emissions and are classified as anthropogenic sources. Depending on the type of pollutant source, the chimney of the sugar factory is a point source. Bagasse or bagasse is used as fuel for boilers in sugar factories to produce steam as a generator and production process. Particles (falling dust) are one of the sources of emissions from the smokestacks of sugar factories, particulate matter (dust) that exceed the air quality standards that have been found to affect human health or living things in the factory.

In order to determine the distribution of particles (falling dust) in the industrial area, it is necessary to periodically measure and monitor. Therefore, it is necessary to have a particle meter (dust-dropping) automatically, so that it is easier to know the particle content in the area. In addition, it is necessary to analyze the distribution pattern of the particles in the industrial area and to analyze the health effects for the people in the region. So that people feel comfortable in the industrial area.

This study is aimed at (1). Analysis of the concentration of air pollution by dust (dust) from the chimney of the Baru Sidoarjo sugar factory at several measuring points with a device for the development of a dust collector based on SNI 13-4703-1998 standard and dust sensor. (2). Analyze the distribution pattern of particles (falling dust) from the center of the chimney to the concentration of pollutants in the ambient air by mathematically formulating distribution Gauss models and Surfer 9 (3). .Analyzing photos of SEM (Scanning Electron Microscopy) of particles with digital image processing to determine the particle structure (dust, dust) as a function of the area and perimeter of the particle pixel (falling dust) compared to SEM (Scanning Electron Microscopis) photos of volcanic volcanic (4) , Analysis of the effects of particle concentration on the environment (dust drops) Emission of Candi Baru Sidoarjo sugar factory in the community around the factory.

This study uses several analyses: analysis of the concentration of particles (dust falling) of the measuring devices, dust falling collector based standard ISO 13-4703-1998 and dust sensors, the analysis of the structural form particles (dust

falling) using SEM (Scanning Electron Microscopis) defined Redesign is a type of electron microscope used to describe the surface shape of the material to be analyzed by electron beams. Analysis, SEM image of the particle (dust falling) use the processing of digital image, the analysis of the distribution patterns of particles using dispersion modeling Gaussian and using simulations of Surfer 9 to make the propagation patterns of particles (dust drops) by calculating the concentration of suspended matter every point gravimeter sampling method, the conclusion first on the analysis of the Gaussian dispersion model, chimney height, wind speed and stability class effect on the pattern of particle propagation. (A). Effective chimney height the higher the concentration of pollutants distributed in the air and be directed downwards on the ground. (B). The concentration pattern of the pollutant distribution is influenced by the stability of the atmosphere in the environment. The more stable the concentration, the lower the distance of the particle exposure. (C). Pollutant concentration is inversely proportional to the wind speed, the greater the wind speed, the concentration of pollutants will be smaller.

Secondly, based on the analysis of the spread of particles (dust falling) using simulation Surfer 9 can be found that the wind in the area of the sampling point in accordance with the analysis of the quadrant of the center of the chimney, onshore wind change the sea breeze around the Distribution affects concentration. (A). The first measurement of concentration is in the first quadrant, the area west measurement of factory chimneys in the village of Candi Honigs. The measurements take place at 10:00 - 16:00 clock with the wind direction to the west. (b) Measurement II The largest concentration was Quadrants I and IV, which is very popular in the village temple and village Kedungpeluk. This is because the wind direction measurements change at 4:00 am to 10:00 pm. (C). Measurement III Propagation of particles distributed in quadrants I, II, III and IV. However, the highest concentration is in quadrant IV, namely in the village Kedungpeluk. These measurements were carried out at night until the morning, from the hours of 22.00 to 04.00. This is the effect of the wind direction from the land wind to the sea wind. (D). The measurement of IV diffusion of particles is distributed across quadrants I, II, III and IV, the largest concentration in the first quadrant in the village of Candi Sayang. These measurements were carried out for hours from 4:00 to 10:00, in the morning the prevailing wind direction in the west.

Third, based on the analysis of the Gaussian distribution model on Surfer 9, the dispersion pattern remains the same in different stability classes, but the more stable the concentration the greater. Distribution Gaussian models should be better suited for the analysis of particulate dispersion of the chimney emissions in sugar factories before milling. Prediction of Exposure to Particle Propagation.

Fourth, based on the results of the overlay, a new spatial can be generated from the data layer, which is a combination of the results of at least two input layers of the Gaussian propagation model, compared to the highly effective chimney  $H = 43.40152$  and  $H = 48.52024$ , the higher the higher Chimney is exposed to the spread of particles further with smaller concentrations. In comparison, between classes A and B, the exposure of Class B particles is outside the center of the chimney, although at a different distance and effective at different chimneys..

Fifth, based on the results of the REM photo analysis of the chimney emissions from sugar factories (a). The particle shape of the chimney emission of a sugar factory with SEM images of 5000x magnification and Spot 4.5 resembles a fungus that binds each other. This is similar to the structure of Mount Merapi fumed silica, and it is indicated to cause respiratory disease. (B). The smaller the size of the SEM photo enlargement, the smaller the particle area of the digital image analysis of SEM particle photos. This shows that the image processing results are good enough for particulate analysis of the chimney emissions from sugar factories.

The effects of this study are mainly related to automatic particle gauges, the design of dust collecting collectors (falling dust) based on SNI 13-4703-1998, Particle-Gaussian dispersion model with Matlab and Surfer simulation 9 for the generation of particle dispersion patterns of the calculation of Particle concentration Each sampling point using the Gravimitri method from four sampling measurements, digital image processing from SEM particle photos. The results of this study indicate that the Gaussian dispersion model is well used as a map of particle dispersion before the sugar mill is ground and after the milling time has expired. Surfer Simulation 9 is a mapping of particle distribution in the milled sugar mill, as it is better suited to me biological data. Particle SEM photos (Debjatuh) for analyzing the effects of human health on the sugar factory.

The results of this study suggest the need for further research into the effects of human respiratory disease on various SEM photos of particles and additional methods in the analysis of digital image processing. It has to be an open measurement from the factory

Key Words: Particulate, dust falling, Gaussian, surfer, digital image

## DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
IDENTITAS TIM PENGUJI DISERTASI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI .....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
RINGKASAN .....	x
SUMMARY .....	xii
KATA PENGANTAR .....	xvi
DAFTAR ISI.....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxi
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH .....	xxiv
 Bab	
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	8
1.3 Rumusan Masalah .....	9
1.4 Batasan masalah .....	10
1.5 Tujuan Penelitian .....	10
1.6 Manfaat Penelitian .....	11
II. KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA KONSEPTUAN DAN HIPOTESIS.....	13
2.1 Pencemaran Udara Oleh Partikulat.....	13
2.1.1 Pengertian Pencemaran Udara.....	13
2.1.2 Sumber Pencemaran Udara .....	15
2.1.3 Jenis-jenis Pencemaran Udara .....	16
2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Udara.....	20
2.1.5 Bentuk Bahan Pencemaran Udara.....	21
2.1.6 Pencemaran Udara Partikulat (Debu Jatuh).....	24
2.1.7 Jenis Debu.....	27
2.1.8 Pengaruh Partikel Terhadap Manusia.....	28
2.1.9 Upaya Pengendalian Pencemaran Udara .....	31
2.1.10 Baku Mutu Udara Ambien.....	34
2.2 Model Gaussian .....	36
2.2.1 Persamaan Untuk Dispersi Pencemaran .....	37
2.2.2 Tinggi Cerobong (Stack Heidh).....	39
2.2.3 Koreksi Kecepatan Angin.....	41
2.2.4 Stabilitas Atmosfer.....	42
2.3 Teknik Sampling Kualitas Udara .....	44
2.4 Hasil Penelitian Terdahulu .....	47
2.4.1 Peneliti Terdahulu Tentang Pencemaran Udara .....	48
2.4.2 Peneliti Terdahulu Tentang Penyebaran Partikulat Udara....	56
2.4.3 Peneliti Terdahulu Tentang Analisis Risiko kesehatan Lingkungan.....	65
2.5 Kerangka Pikir Penelitian .....	69

2.5.1	Landasan Teori.....	69
2.5.1.1	Teori Gaussian.....	70
2.5.1.2	Overlay Distribution Gaussian models.....	71
2.5.1.3	Pola Sebaran Hasil Surfer.....	73
2.5.1.4	SEM (Scanning Elektron Microscopis) .....	73
2.5.2	Kerangka Konsep Penelitian.....	74
2.5.3	Hipotesis Penelitian .....	76
2.5.4	Kerangka Analisis Data.....	77
2.5.5	Kerangka Operasional Penelitian.....	79
2.5.6	Kebaharuan Penelitian.....	83
2.5.6.1	Peneliti Terdahulu .....	83
2.5.6.2	Kebaharuan Hasil Penelitian .....	84
III.	METODE PENELITIAN.....	87
3.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	87
3.1.1	Tempat Penelitian.....	87
3.1.2	Waktu Penelitian.....	92
3.2	Jenis Penelitian.....	93
3.2.1	Bahan Penelitian.....	94
3.2.2	Alat Penelitian.....	94
3.3	Teknik Pengambilan Data .....	94
3.3.1.	Pengambilan Data Primer .....	95
3.3.2.	Pengambilan Data Sekunder .....	95
3.3.3.	Pengukuran Menggunakan Redesain Dust Fall Collector ....	96
3.3.4.	Pengukuran Menggunakan Sensor Debu .....	103
3.4	Teknik Analisis Data.....	104
3.5	Uji Keabsahan Data .....	108
IV.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	111
4.1	Data Pengamatan .....	111
4.1.1	Pengukuran Kualitas Udara Ambien .....	111
4.1.2	Pengukuran Data Meteorologis.....	112
4.1.3	Pengukuran Emisi.....	113
4.1.4	Data Pengukuran Redesai Alat.....	113
4.1.5	SEM Partikulat.....	117
4.1.6	Pengelahan Citra SEM Partikulat.....	121
4.1.7	Pengukuran Dengan Sensor Debu .....	127
4.2	Analisis Data Pengukuran Partikulat .....	134
4.3	Pembahasan Penelitian .....	151
4.3.1	Analisis Model Penyebaran Partikulat.....	151
4.3.2	Model Penyebaran Gaussian Partikulat .....	184
4.4	Dampak Penyebaran Partikulat Terhadap Kesehatan Masyarakat Sekitar .....	190
V.	PENUTUP.....	195
5.1	Kesimpulan .....	195
5.2	Saran .....	196
	DAFTAR PUSTAKA.....	199
	LAMPIRAN .....	205

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya pertumbuhan ekonomi dapat meningkatkan taraf hidup bangsa Indonesia yaitu dengan cara memajukan pembangunan, salah satunya adalah pembangunan industri gula. Pembangunan industri gula dapat memberikan dampak positif dan negatif terhadap lingkungan sekitarnya. Dampak positif dari industri gula dapat menghasilkan gula dan produk lain yang dipergunakan dalam memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, menyediakan lapangan pekerjaan bagi penduduk disekitarnya sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat. Dampak negatif yang ditimbulkan dari industri gula adalah limbah dari hasil proses produksi yang dibuang ke lingkungan sekitarnya (Supraptini, 2002). Di tahun 2006, PG. Candi Baru Sidoarjo melakukan perbaikan inovatif terkait pemanfaatan limbah terbuang. Ada tiga limbah yang dihasilkan dari proses penggolahan tebu menjadi gula yaitu limbah padat, cair dan gas. Limbah padat terdiri dari blotong yang dimanfaatkan sebagai pupuk perkebunan tebu dan bahan baku bricket, abu dari sisa pembakaran boiler digunakan untuk campuran bio kompos dan paving blok, serta bagasse yang digunakan sebagai bahan bakar boiler. Limbah cair terdiri dari limbah non polutan, limbah ini berasal dari kondensor, air pendingin, tobong belerang, dan air pendingin pada vakum dan air injeksi. Limbah cair polutan yang berasal dari stasiun gilingan, stasiun pemurnian, dan air spray dari *dust collector*. Limbah limbah gas dihasilkan dari stasiun pembangkit uap, merupakan sisa pembakaran ketel. Limbah gas ini berupa gas CO<sub>2</sub> dan ampas yang terbang, untuk mengatasi abu terbang ini telah dipasang *dust collector* pada cerobong, serta gas SO<sub>2</sub> dari sisa kelebihan reaksi sulfasi. PG

Candi Baru Sidoarjo berhasil memanfaatkan debit air kotor yang mencapai 250 m<sup>3</sup>/jam setara dengan aliran sungai kecil untuk menggerakkan turbin generator, menghasilkan 15 kilo watt listrik. Hasil listrik dapat dimanfaatkan empat desa sekitar pabrik sebagai penerangan gratis dari turbin generator, ini merupakan program *comdev* dari PG Candi Baru Sidoarjo. Ampas tebu, sebesar 10 ribu ton setiap masa giling, dimanfaatkan pabrik kertas, selain itu dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler. Gas panas buang yang keluar dari cerobong asap ditangkap dengan *heat exchanger* (pemindah panas), dialirkan ke bagian pemanasan ampas tebu untuk dibakar dan menghasilkan uap (*steam*) menjadi penggerak turbin uap. PG Candi Baru Sidoarjo sebagai satu-satunya pabrik gula yang tidak menggunakan bahan bakar minyak untuk operasionalnya, dan bisa menghemat 1 milyar (Shahindra, 2012). Limbah yang dibuang dari emisi cerobong tidak bergerak ini dapat menimbulkan menurunnya kualitas mutu lingkungan hidup.

Menurunnya mutu lingkungan hidup menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan dapat mengancam kelangsungan makhluk hidup, terutama ketenangan dan ketentraman hidup manusia (Sitorus, 2004). Proses kegiatan industri dapat mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan karena adanya zat pencemar dihasilkan dari hasil sisa pembakaran tidak sempurna bahan baku proses produksi, baik berbentuk padat, cair maupun gas yang dibuang ke lingkungan (Supraptini, 2002). Bahan pencemar pada suatu industri biasanya dikendalikan dengan cara memasang cerobong asap, penyerap atau pencegah pencemaran lainnya, sehingga emisi yang dibuang ke atmosfer (udara) memenuhi baku mutu udara ambien.

Pabrik Gula di Nakaragua yang menggunakan bahan bakar biomassa sebagai pembangkit listrik mampu bersaing dengan menggunakan bahan bakar

minyak. Penggunaan bahan bakar biomassa dan bahan bakar minyak memberikan dampak makro ekonomi dan emisi lingkungan. Emisi rantai energi secara keseluruhan adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, dan partikulat (Richard Van de Broek, 2000). Ketel dalam bekerjanya di suplai dari bagian *furnace*, *furnace* membuang gas hasil pembakaran yang mengandung debu. Debu yang dikeluarkan dari cerobong pada saat musim giling dapat mengakibatkan kondisi udara sekitar kotor dan tercemar. Terjadinya gangguan kenyamanan dan keluhan kesehatan masyarakat sekitar Pabrik Gula Madu Baru pada saat musim giling (Supraptini, 2002). Limbah udara yang berada di lingkungan pabrik gula terdiri dari udara emisi berasal dari cerobong boiler serta udara di dalam pabrik di sekitar lingkungan mesin-mesin di stasiun pabrik (Mohammad Yani, 2012).

Jenis sumber pencemar berasal dari cerobong (*stack*) emisi digolongkan sebagai sumber tidak bergerak yaitu sumber titik. Semakin jauh jarak pemukiman semakin kecil gangguan kenyamanan dan kesehatan yang ditimbulkan dari akibat pencemaran udara disekitar Pabrik Gula Madu Baru (Kamtesa, 2009). Jumlah bagase yang digunakan dalam proses pembakaran boiler berpengaruh terhadap besar polutan emisi yang dikeluarkan melalui cerobong. Polusi udara dari emisi cerobong juga dipengaruhi oleh sistem pengendalian pencemaran udara yang dipakai oleh pabrik gula tersebut. Sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 Tahun 2009 mengenai polutan emisi cerobong terdiri dari senyawa gas NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, NO, dan partikel berasal dari ketel yang menggunakan bakar biomassa berupa *bagase* atau ampas dan/atau daun tebu kering dalam proses penggilingan tebu (Anonim, 2010).

Partikel merupakan salah satu penyebab pencemar udara yang bisa menyebabkan gangguan kesehatan sesuai dengan tingkat dan jenisnya, serta

tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimianya. Partikel pada manusia utamanya mengganggu kesehatan fungsi faal organ tubuh, yakni seperti paru-paru dan pembuluh darah. Partikel debu yang terhirup dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan gangguan penyakit pernafasan kronis seperti bronchitis kronis, emfiesma paru, asma bronchial dan bahkan kanker paru, hal ini karena partikel mengendap dalam paru-paru (Suksmerri, 2008). Efek yang terjadi akibat ukuran partikulat dalam polusi udara ambien pada kesehatan manusia adalah kecil, akan tetapi jika terjadi pada populasi dunia berakibat sangat besar. Polusi udara yang disebabkan oleh partikel menjadi bahaya kesehatan bagi masyarakat dengan kontribusi terpenting terhadap beban penyakit dan kematian populasi diseluruh dunia. Partikulat yang mempengaruhi penurunan kualitas udara ambien dapat meningkatkan resiko terjangkitnya penyakit kanker paru-paru (Chen, 2007).

Partikulat adalah Zarah yang berukuran antara 0,01  $\mu\text{m}$  sampai dengan 5  $\mu\text{m}$ . Ukuran partikulat dapat menyebabkan terjangkitnya penyakit saluran pernafasan, ukuran partikulat lebih kecil dari 2,5  $\mu\text{m}$  akan mudah terhisap dan masuk ke pernafasan menuju ke paru-paru. Partikulat yang berada dalam paru-paru akan mengendap, karena paru-paru termasuk organ tubuh lambat untuk mengusir benda asing masuk. Partikulat yang mengendap dalam paru-paru akan tersimpan dalam paru-paru, yang akhirnya dapat mengakibatkan kerusakan paru-paru. Badan Perlindungan Amerika Serikat (*EPA*) tahun 1997 menetapkan standart maksimum partikulat di udara sebesar 15  $\mu\text{gram partikulat}/\text{m}^3$  (Prayitno, 2005). Kontribusi zat pencemar udara dari partikulat sebagian besar adanya kandungan debu dalam udara ambien (Sugiarto, 2008). Partikel debu dapat didefinisikan sebagai partikulat yang berukuran lebih kecil dari 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ). Partikel debu berukuran 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) dalam pencemaran udara akan membentuk

senyawa kimia berupa aerosol, partikel debu ini akan jatuh dengan jarak terjauh dari sumbernya (Witono, 2003). Definisi *Suspended Particulate Matter* (SPM) adalah campuran senyawa tersusun dari berbagai macam senyawa organik dan anorganik yang berada di udara dengan diameter senyawa lebih kecil 10  $\mu$  sampai dengan 500  $\mu$ . Proses pembakaran batubara pada proses industri seperti industri logam, industri kimia, industri semen, pabrik kertas, serta terjadinya kebakaran hutan, dan pembakaran sampah pertanian dapat menyebabkan sebagai sumber utama partikulat di udara. Kualitas udara ambien adalah hal pokok yang harus dijaga karena udara ambien dihirup makhluk hidup (Farid Faisal, 2009).

Polutan yang diemisikan oleh cerobong akan menyebar ke udara ambien sehingga dapat menurunkan kualitas udara di lingkungan tersebut. Tingkat konsentrasi polutan dipermukaan tanah tergantung pada tinggi cerobong, kecepatan dan suhu emisi cerobong, stabilitas atmosfer, dan keadaan alam topografi sekitarnya. Tingginya konsentrasi polutan tersebut dapat menimbulkan efek terhadap penerima khususnya kesehatan manusia berdasarkan sisi toksikologinya, hewan, tumbuhan dan material atau benda disekitar sumber pencemar. Akibat emisi yang dikeluarkan oleh cerobong pabrik gula pada kesehatan manusia dapat menyebabkan kelainan saluran pernafasan bila bahan pencemar tersebut dihirup manusia melebihi baku mutu emisi ambien, yaitu bahan pencemar gas SO<sub>2</sub>, gas NO<sub>2</sub>, dan partikel debu (Mukono, 2008). Tingginya konsentrasi partikel debu diikuti tingginya kadar SO<sub>2</sub>, akan mendorong banyaknya bahan partikel masuk dalam paru. Bahan pencemar udara dapat menimbulkan efek terhadap kondisi fisik atmosfer, yaitu menimbulkan gangguan jarak pandang, mempengaruhi struktur dari awan, mempercepat pemanasan atmosfer,

mempengaruhi keasaman atmosfer, dan memberikan warna tertentu pada atmosfer (Mukono, 2008).

Akibat yang ditimbulkan dari pencemaran udara terhadap kesehatan manusia adalah dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, iritasi pada mata dan kulit. Gangguan kesehatan pada manusia dari pencemaran udara ini berasal dari pencemaran udara dengan perbedaan tingkat, jenis, macam, ukuran dan komposisi kimia dari zat pencemar. Pencemaran udara yang ditimbulkan dari pencemaran partikel debu dapat menyebabkan terjangkitnya penyakit pernapasan pada manusia seperti bronchitis, asma, kanker paru-paru (Anonim, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2010 Tentang Pedoman Teknik Pemantauan Kualitas Udara Ambien, 2010). Masyarakat yang tinggal disekitar pabrik gula dengan searah angin dominan cerobong asap pabrik gula sering mengalami gangguan saluran pernapasan, seperti batuk, sesak napas, demam, dan lesu saat beroperasi (giling) dan saat akhir giling. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara ambien maka dapat disimpulkan bahwa polutan PG Mojo menyebabkan gangguan saluran pernapasan (Purwaningsih, 2011).

Besarnya konsentrasi partikulat yang berukuran lebih kecil dari  $\mu\text{m}$  (debu/PM<sub>10</sub>) dapat dihitung menggunakan *Distribution Gaussian Models* dengan faktor karakteristik parameter pencemar: kecepatan angin, ketepatan titik sampling, kelembaban, tekanan udara, suhu, tinggi cerobong, sifat polutan pencemar, jenis peralatan pengendalian pencemaran udara, laju aliran gas buang, debit limbah gas buang, saat sampling (Witono, 2003); (Irlinsyah, 2007). Pemodelan dispersi dijalan raya polutan dengan pengujian menggunakan model gaussian dapat diterapkan pada sumber emisi bergerak yaitu transportasi (Yunita,

2004); (Endrayana Putut I.E, 2011); (Nahdiyah Syarifah, 2012). Pemodelan sebaran polutan asap menggunakan gaussian pada industri semen (Sri Suryani, 2010). Menganalisa tingkat pencemaran di kawasan industri dengan model dispersi gaus (Rahmawati, 2003); (K.C., 2007).

Peneliti-peneliti terdahulu pencemaran udara berhubungan dengan sebaran polutan yang keluar dari cerobong (*stack*) industri pada kawasan industri maupun sebagai akibat polutan asap cerobong kendaraan di jalan raya dalam perhitungan konsentrasi polutan menggunakan metode Gaussian. Berdasarkan hal tersebut, maka dipandang penting untuk melakukan penelitian tentang emisi cerobong pada industri gula untuk mengetahui sebaran partikulat sekitar lokasi industri gula dengan model dispersi Gaussian. Selanjutnya dilakukan pengukuran konsentrasi partikulat (debu jatuh) menggunakan redesain *Dust Fall* (debu jatuh) berdasarkan standart SNI 13-4703-1998 dan sensor debu. Analisis laboratorium melihat konsentrasi partikulat yang menyebar di sekitar lokasi PG. Candi Baru Sidoarjo menggunakan metode gravimetri. Untuk analisis dampak kesehatan manusia dari efek partikulat menggunakan foto SEM dari kertas filter, dengan analisis citra digital. Untuk pemaparan partikulat emisi cerobong pada area penelitian menggunakan geospasial. Pemaparan partikulat sekitar area penelitian dari hasil laboratorium konsentrasi partikulat dari titik sampling menggunakan surfer 9.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, masalah pencemaran udara yang berkaitan dengan cerobong asap industri perlu untuk dikendalikan supaya tidak menimbulkan dampak negative pada masyarakat di sekitar pabrik. Khususnya yang dihadapi oleh cerobong asap pabrik gula adalah berhubungan

dengan limbah produksi pengolahan gula dengan bahan bakar ampas tebu (*bagase*) yang digunakan oleh bloiler atau ketel. Dalam penelitian ini bagaimana penanganan untuk pencemaran udara ditimbulkan oleh partikulat (debu jatuh) sisa pembakaran yang dilewatkan cerobong asap, yaitu bagaimana distribusi pencemaran partikulat (debu jatuh) dan model yang cocok dalam pengendalian pencemaran udara dari asap cerobong tersebut. Dengan pokok permasalahan sebagai berikut:

- 1). Kualitas udara emisi cerobong pabrik gula yang diukur terdiri dari: Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ). Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ), total partikulat, opasitas dan kecepatan linier gas buang.
- 2). Kualitas udara ambien yang diukur terdiri dari: Karbon Monoksida ( $\text{CO}$ ), Nitrogen Oksida ( $\text{NO}$ ), Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ), Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ), Hidrogen Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), Amoniak ( $\text{NH}_3$ ), Oksidan ( $\text{O}_3$ ), Debu, Timah Hitam (PB). Dan kebisingan.
- 3). Akibat yang ditimbulkan dari pencemaran udara tersebut diidentifikasi dapat menyebabkan terjadinya penyakit pernafasan seperti penyakit infeksi saluran pernafasan, iritasi mata dan penyakit kulit pada manusia yang tinggal disekitar pabrik gula tersebut. Untuk menanggulanginya dibutuhkan pengendalian pencemaran udara dari sumber pencemarnya, serta dilakukan analisis dampak kesehatan lingkungan pada makhluk hidup yang tinggal disekitar pabrik tersebut.
- 4). Guna menekan tingkat pencemaran udara yang ditimbulkan pabrik gula, pabrik gula dapat melakukan pengelolahan asap dan debu dari cerobong pabrik gula dengan cara memisahkan partikel padat yang berada di asap. Secara umum pemisahan partikel padat pada debu diklasifikasikan berdasarkan prinsip

kerjanya. Salah satu pemisahan partikel padat pada debu menggunakan media air sebagai penyaring limbah debu, dan air yang digunakan mengandung zat kimia aktif tertentu. Pemisahan asap dilakukan dengan gas asap dialirkan melalui tirai hujan buatan, sehingga butiran-butiran debu yang dijatuhi butiran air hujan buatan akan terpisah dari gas asapnya.

- 5). Mengetahui pola penyebaran partikulat debu dapat dianalisis menggunakan Model Penyebaran *Gaussian*, dengan menggunakan data tinggi cerobong, diameter cerobong, temperatur, dan data meteorologi.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang dihadapi oleh pabrik gula, maka perlu ditekankan pada pokok permasalahan dalam penelitian ini yaitu menganalisis pencemaran partikulat (debu jatuh) udara dan memprediksi model penyebaran partikulat (debu jatuh) yang cocok untuk pengendalian pencemaran.

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- 1). Bagaimana analisis konsentrasi penyebaran partikulat (debu jatuh) dari cerobong Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo menggunakan *redesain Dust Fall Collector* (debu jatuh) berdasarkan standart SNI 13-4703-1998 dan alat ukur partikulat (debu jatuh) menggunakan sensor debu.
  - 2). Bagaimana analisis model penyebaran Gaussian partikulat (debu jatuh) dari cerobong Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo.
  - 3). Bagaimana analisis pola penyebaran partikulat (debu jatuh) pada musim giling dari cerobong Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo menggunakan software surfer
- 9.

- 4). Bagaimana analisis partikulat (debu jatuh) dari cerobong Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo menggunakan pengolahan citra digital terhadap dampak kesehatan masyarakat.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Model penyebaran *Gaussian* untuk menganalisis pola penyebaran partikulat (debu jatuh). Pada penelitian ini untuk membatasi permasalahan agar tidak menyimpang dari penyebaran partikulat, maka perlu ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu :

- 1). Model penyebaran *Gaussian* (normal) dari polutan dalam arah horizontal dan vertikal tegak lurus terhadap arah angin.
- 2). Hembusan angin dalam medan *uniform*, tidak ada pergeseran angin vertical atau gaya addesi aerodinamika dari kekasaran permukaan yang tidak merata.
- 3). Tidak ada reaksi kimia atau pengendapan secara grafitasi yang dapat mempengaruhi polutan selama metode analisis berlangsung.
- 4). Kelas stabilitas Pasquill dan parameter model penyebaran gaussian yang dimodifikasi cukup menggambarkan *turbulensi* atmosfer.

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah maka ada beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- 1). Menganalisis tingkat konsentrasi partikulat (debu jatuh) dari cerobong Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo dengan alat ukur *redesign Dust Fal Collector* (debu jatuh) berdasarkan standart SNI 13-4703-1998 dan alat ukur partikulat (debu jatuh) menggunakan sensor debu dibandingkan baku mutu udara ambien.

- 2). Menganalisis model penyebaran Gaussian partikulat (debu jatuh) dari cerobong Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo, untuk memprediksi daerah dampak penyebaran partikulat (debu jatuh) pada masyarakat yang tinggal disekitar Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo.
- 3). Menganalisis pola penyebaran partikulat (debu jatuh) dari cerobong Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo menggunakan software surfer 9, untuk mengetahui dampak penyebaran partikulat pada saat musim giling.
- 4). Menganalisis hasil foto SEM (Scanning Elektron Microscopis) partikulat (debu jatuh) menggunakan pengolahan citra digital, untuk melihat bentuk struktur partikulat (debu jatuh) sesuai dengan luas dan keliling pixel partikulat (debu jatuh). Guna memprediksi dampak kesehatan masyarakat yang ditimbulkan dari partikulat (debu jatuh).

## 1.6 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai diharapkan dapat mendapatkan model yang tepat dalam pengendalian pencemaran udara akibat partikulat (debu jatuh) dari cerobong asap pabrik gula yang nantinya dapat digunakan :

- 1). Sebagai bahan masukan bagi PG. Candi Baru Sidoarjo untuk kecepatan aliran air dalam penyemprotan sisa pembakaran tidak sempurna, sehingga partikulat yang keluar dari cerobong ramah lingkungan.
- 2). Sebagai penentuan pengaruh pencemaran udara terhadap masyarakat sekitar lokasi PG. Candi Baru Sidoarjo.
- 3). Sebagai referensi peneliti selanjutnya.