

TESIS

**PENERAPAN MODEL AERMOD UNTUK DISPERSI EMISI GAS
BUANGAN PLTU dan ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN
(Studi: PLTU Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep)**



GOTOT EKO JUNARTO

P032171203

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

**PENERAPAN MODEL AERMOD UNTUK DISPERSI EMISI GAS
BUANGAN PLTU dan ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN
(Studi: PLTU Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep)**

**APPLICATION OF THE AERMOD MODEL FOR THE EMISSIONS
DISPERSION OF PLTU WASTE DISPOSAL AND ENVIRONMENTAL
HEALTH RISK ANALYSIS
(Study: PLTU Tonasa, Bungoro District, Pangkep Regency)**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister prodi
Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Disusun dan diajukan oleh :

GOTOT EKO JUNARTO

P032171203

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2021

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENERAPAN MODEL AERMOD UNTUK DISPERSI EMISI GAS BUANGAN
PLTU dan ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN**

(Studi: PLTU Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep)

Disusun dan diajukan oleh

GOTOT EKOJUNARTO

P032171203

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Magister Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin pada tanggal 14 April 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

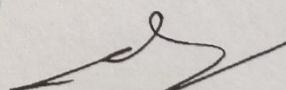
Menyetujui,

Ketua Penasihat

Anggota Penasihat



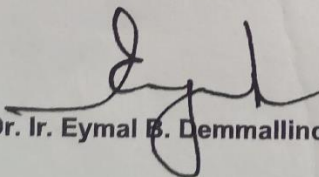
Dr. Mahatma Lanuru, ST, M.Sc



Dr. M. Alimuddin H Assagaf, M.Eng

Ketua Program Studi

Dekan Sekolah Pascasarjana



Dr. Ir. Eymal B. Demmallino, M.Sc



Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gotot Ekojunarto

Nomor Mahasiswa : P032171203

Program Studi : Pengelolaan Lingkungan Hidup
Teknologi Lingkungan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, April 2021

Yang Menyatakan

Gotot Eko Junarto



PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah 'Azza wa Jalla, yang hanya Dia semata yang berhak disembah, atas berkah, nikmat iman dan Islam serta rahmat-Nya sehingga Tesis dengan judul "***Penerapan Model AERMOD Untuk Dispersi Emisi Gas Buangan PLTU dan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Study: PLTU Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep)***" dapat terselesaikan sebagaimana mestinya. Penulisan tesis ini diajukan sebagai salah satu persyaratan guna mencapai derajat Magister Lingkungan pada Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, minat studi Teknologi Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.

Dalam pelaksanaan studi ini penulis banyak mendapatkan baik dari perorangan maupun instansi/lembaga baik pemerintah maupun swasta. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Mahatma Lanuru, ST, M.Sc sebagai ketua komisi penasihat dan Bapak Dr. M. Alimuddin Hamzah Assagaf, M.Eng selaku anggota penasihat yang telah membimbing, memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr. Maming, M.Si; Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel, M.Kes, dan Dr. Ir. Eymal Bahsar Demmallino, M.Si sebagai anggota komisi penasihat yang telah banyak memberikan masukan dan koreksi dalam penyusunan tesis ini.
3. Bapak dan Ibu dosen pengampu mata kuliah pada program S2 Pengelolaan Lingkungan Hidup atas ilmu yang telah diberikan.
4. Staf akademik Sekolah Pascasarjana UNHAS yang telah membantu kelancaran administratif selama perkuliahan.
5. Pegawai, Staf dan Jajaran Direksi, Khususnya di Unit Pemantauan Lingkungan dan Diklat PT. Semen Tonasa yang telah membantu dalam memberikan data dan informasi dalam penyelesaian studi.

6. Kepada bapak camat dan jajarannya dalam pemerintahan Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep yang telah memberikan perizinan, data dan informasi.
7. Kedua orang tuaku terkasih Suratman dan Dra. Nahda serta saudaraku Ratna Dwi Junarti atas segala doa, motivasi dan kasih sayangnya yang tak hentinya diberikan.
8. Sahabat-sahabat PLH tanpa sekat angkatan yang telah banyak memberikan bantuan dan kerja sama dalam penyelesaian studi ini.
9. Sahabat-sahabatku terkhusus senior dan junior jurusan kimia yang selalu ada dan mendampingi perjuangan ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya yang turut membantu kelancaran dalam penyelesaian studi ini.

Harapan penulis semoga Tesis ini membantu menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, sehingga saya dapat memperbaiki bentuk maupun isi tulisan ini sehingga kedepannya dapat lebih baik.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan karena kesempurnaan hanyalah milik Allah 'Azza wa Jalla. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan.

Makassar, Maret 2021

Gotot Ekojunarto

ABSTRAK

GOTOT EKOJUNARTO. *Penerapan Model AERMOD Untuk Dispersi Emisi Gas Buangan PLTU dan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, Studi: PLTU Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep* (dibimbing oleh Mahatma Lanuru dan Alimuddin Hamzah Assegaf).

AERMOD merupakan model Steady State yang mengasumsikan penyebaran emisi dalam arah horizontal dan vertikal dengan menggunakan distribusi konsentrasi Gaussian. Penelitian ini bertujuan menentukan pola sebaran dan tingkat konsentrasi polutan SO₂ dan NO₂ yang dihasilkan oleh cerobong PLTU PT Semen Tonasa serta menentukan tingkat risiko kesehatan masyarakat di sekitarnya. Jenis penelitian ini adalah survei dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif berupa pengumpulan data lapangan, pengolahan data lapangan, serta metode pemetaan untuk melihat pola sebaran emisi gas buang PLTU dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat pada lokasi penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sebaran emisi dominan mengarah ke arah Timur hingga Tenggara. Tingkat konsentrasi SO₂ tertinggi pada rata-rata 1 jam setelah pelepasan emisi dari PLTU yaitu 2,9301 µg/m³ dan mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu. Sedangkan konsentrasi NO₂ tertinggi pada rata-rata 1 jam 424,8432 µg/m³ dan mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu. Hasil konsentrasi SO₂ dan NO₂ di setiap model masing-masing di bawah baku mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999 menyatakan bahwa baku mutu SO₂ adalah 900 µg/m³ dan NO₂ adalah 400 µg/m³. Berdasarkan hasil Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), nilai rata-rata RQ SO₂ adalah 0,0013 dan NO₂ adalah 0,1296. Sehingga RQ keseluruhan kurang dari 1 yang berarti tidak ada risiko di Bujung Tangaya, Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro dan perlu dipertahankan.

Kata kunci : AERMOD, Model Sebaran, ARKL

ABSTRACT

GOTOT EKOJUNARTO. *Application Of The AERMOD Model For The Emissions Disparation Of PLTU Waste Disposal And Environmental Health Risk Analysis, Study: PLTU Tonasa, Bungoro District, Pangkep Regency* (Supervised by Mahatma Lanuru and Alimuddin Hamzah Assegaf)

AERMOD is a Steady State model that assumes emission distribution in horizontal dan vertical directions using a Gaussian concentration distribution. The aims of this study are to determine the distribution patterns and concentration levels of SO₂ and NO₂ pollutants produced by PLTU of PT Semen Tonasa and determine the level of risk to health of the surrounding community. This research was a survey using quantitative descriptive method in the form of field data collection, filed data processing, and mapping method to find out the patterns of distribution of PLTU exhaust emissions and their impact on public health at the research areas. The result show that the predominant emission distribution pattern is directed east to southeast. The highest level of SO₂ concentration at an average 1 hour after the release of emissions from the PLTU is 2.9301 µg/m³ and decreased with increasing time. While the highest concentration of NO₂ with an average of 1 hour was 424.8432 µg/m³ and decreased with increasing time. The result of concentrations of SO₂ and NO₂ in each model are still below the quality standard according to Government Regulation No. 41 of 1999 states that the quality standard for SO₂ is 900 µg/m³ and for NO₂ is 400 µg/m³. Based on the results of the Environmental Health Risk Analysis (ARKL), the mean value of RQ SO₂ is 0,0013 and NO₂ is 0,1296. Therefore, the overall RQ is less than 1 which means there is no danger in Bujung Tangaya of Bulu Cindea Village, Bungoro District and it should be preserved.

Keywords: AERMOD, Distribution Model, ARKL

DAFTAR ISI

	Hal
SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian	5
F. Definisi Operasional	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Udara	7
B. Pencemaran Udara	8
C. Sumber Pencemaran	9
D. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	11
E. PLTU PT Semen Tonasa	12
F. Emisi Gas Buang	13
G. AERMOD	16
H. Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan Masyarakat	19
I. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	22
J. Kerangka Pemikiran	23
BAB III METODE PENELITIAN	26

A. Rancangan Penelitian	26
B. Waktu Dan Lokasi Penelitian	26
C. Alat dan Bahan	27
D. Teknik Pengumpulan Data	28
E. Pemodelan Sebaran Emisi	29
F. Alur Penelitian	29
G. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	31
H. Keterbatasan Penelitian	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	45
B. PLTU PT Semen Tonasa	48
C. Pengukuran Laju Emisi	52
D. Windrose	53
E. Analisis Menggunakan AERMOD	56
F. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
A. Kesimpulan	77
B. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
Lampiran 1. Kuesioner Penelitian	81
Lampiran 2. Spesifikasi Cerobong	82
Lampiran 3. Hasil Pemantauan Emisi Cerobong PLTU PT Semen Tonasa	83
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	84
Lampiran 5. Windrose	86
Lampiran 6. Model Sebaran SO ₂	91
Lampiran 7. Model Sebaran NO ₂	97
Lampiran 8. Log File Pemodelan	103
Lampiran 9. Hasil Perhitungan RQ SO ₂	110
Lampiran 10. Hasil Perhitungan RQ NO ₂	113
Lampiran 11. Perizinan	116

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Kerangka Pemikiran	25
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian	27
Gambar 3. Alur Penelitian	30
Gambar 4. Flowchart Penentuan Emisi	31
Gambar 5. Flowchart Pengolahan Screen View	33
Gambar 6. Grafik Analisis Sementara Tingkat Sebaran Emisi PLTU PT Semen Tonasa	33
Gambar 7. Layout PLTU PT Semen Tonasa	34
Gambar 8. Peta Wilayah Studi ARKL	34
Gambar 9. Flowchart Pengolahan WRPLOT	35
Gambar 10. Flowchart Pengolahan AERMET	36
Gambar 11. Flowchart Pengolahan AERMAP	37
Gambar 12. Flowchart Pengolahan AERMOD	38
Gambar 13. Windrose.....	55
Gambar 14. Bangunan PLTU PT. Semen Tonasa	57
Gambar 15. Hasil Pemodelan Sebaran SO ₂	59
Gambar 16. Hasil Pemodelan Sebaran NO ₂	61
Gambar 17. Pola Sebaran Emisi SO ₂ rata-rata 24 Jam	63
Gambar 18. Pola Sebaran Emisi SO ₂ rata-rata 24 Jam	64
Gambar 19. Grafik Hubungan Konsentrasi SO ₂ Terhadap Jarak	64
Gambar 20. Grafik Hubungan Konsentrasi NO ₂ Terhadap Jarak	65
Gambar 21. Peta Lokasi Pemantauan Udara Ambien Terhadap Model Pola Sebaran SO ₂	68
Gambar 22. Peta Lokasi Pemantauan Udara Ambien Terhadap Model Pola Sebaran SO ₂	68
Gambar 23. Grafik Screen View	72

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Pembagian Lapisan Atmosfer Menurut Perbedaan Suhu...	7
Tabel 2. Baku Mutu Emisi Batu Bara Yang di Bangun atau Beroperasi	15
Tabel 3. Nilai Faktor Emisi	40
Tabel 4. Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin per Desa di Kecamatan Bungoro Tahun 2017	46
Tabel 5. Daftar Sumber Daya Alam	48
Tabel 6. Spesifikasi Cerobong PLTU Tonasa	49
Tabel 7. Hasil Perhitungan Emisi menggunakan Faktor Emisi US.EPA	51
Tabel 8. Hasil Pemantauan Cerobong PLTU 1 PT. Semen Tonasa	51
Tabel 9. Hasil Pemantauan Cerobong PLTU 2 PT. Semen Tonasa	51
Tabel 10. Hasil perhitungan Laju Emisi tiap semester Cerobong 1	52
Tabel 11. Hasil perhitungan Laju Emisi tiap semester Cerobong 2	53
Tabel 12. Data Distribusi Angin.....	55
Tabel 13. Hasil Perhitungan Konsentrasi Maksimum SO ₂	62
Tabel 14. Hasil Perhitungan Konsentrasi Maksimum NO ₂	62
Tabel 15. Hasil Pengukuran Langsung Udara Ambien dan Konsentrasi Model Sebaran Emisi AERMOD	67
Tabel 16. Jenis Penyakit Yang Paling Banyak Diderita Masyarakat di Puskesmas	71
Tabel 17. Jenis Penyakit Yang Paling Banyak Diderita Masyarakat di Semen Tonasa Medical Center	71
Tabel 18. Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin	73
Tabel 19. Distribusi Responden Berdasarkan Kelompok Umur	73
Tabel 20. Distribusi Responden Berdasarkan Berat Badan	74
Tabel 21. Distribusi besaran risiko SO ₂ responden di sekitar PLTU.	75
Tabel 22. Distribusi besaran risiko NO ₂ responden di sekitar PLTU.	75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini peningkatan jumlah penduduk di Indonesia semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu. Pesatnya pertumbuhan penduduk tersebut berdampak pada meningkatnya kebutuhan listrik negara. Dalam Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2019-2028 pemerintah berencana menambah daya pembangkit listrik di Indonesia sebesar 56.395 MW. Dari jumlah tersebut, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) masih mendominasi jenis pembangkit yang akan direncanakan yaitu mencapai 54,6% dari total penambahan kapasitas yang direncanakan.

Baik pemerintah maupun swasta sedang gencar-gencarnya membangun pembangkit listrik di semua wilayah Indonesia untuk memenuhi kebutuhan listrik penduduk dan industri. Salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang di bangun di Sulawesi Selatan tepatnya di Bulu Cindea, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep dengan kapasitas 2 x 35 MW. Melihat banyaknya rencana pembangunan PLTU menyebabkan meningkatnya pemakaian batu bara. PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) memproyeksikan terjadi peningkatan pemakaian batu bara untuk kebutuhan PLTU di Indonesia dari 97 juta ton pada tahun 2019 menjadi 109 juta ton pada tahun 2020.

Selain memenuhi kebutuhan listrik dan mendongkrak perekonomian negara, PLTU juga memberi dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Dalam pengoperasiannya, PLTU dapat menyebabkan arus urbanisasi yang meningkat di kota-kota, berbagai penyakit pernafasan, dan pencemaran lingkungan, tanah, air dan udara. Aktivitas PLTU batu bara memberi dampak negatif karena menghasilkan berbagai macam emisi yang berbahaya, seperti *Sulfurdioxide* (SO₂), dan *Nitrogendioxide* (NO₂).

Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO), diperkirakan sekitar 4,2 juta kematian secara global yang disebabkan oleh polusi udara (*Outdoor*) dan 91% populasi dunia hidup di tempat dengan kualitas udara di bawah standar yang ditetapkan WHO. Indonesia merupakan negara yang menempati urutan ke-4 dengan jumlah kematian tertinggi yang disebabkan oleh polusi udara. Selain itu, emisi yang di hasilkan dari aktivitas PLTU batu bara juga merupakan kontributor gas rumah kaca (GRK).

Tanpa disadari polusi udara yang berasal dari emisi industri seperti PLTU sangat berbahaya. Dalam waktu paparan yang singkat dapat memberi pengaruh pada efek kesehatan seperti radang paru-paru, infeksi saluran pernafasan atas (ISPA), gangguan pada sistem kardiovaskuler, bahkan menyebabkan kematian. Sementara dampak jangka panjang dapat meningkatkan gejala gangguan saluran pernafasan bawah, eksaserbasi asma, penurunan fungsi paru pada anak-anak, peningkatan obstruktif paru-paru kronis, penurunan fungsi paru-paru pada orang dewasa, penurunan

rata-rata tingkat harapan hidup terutama kematian yang diakibatkan oleh penyakit *cardiopulmonary* dan probabilitas kejadian kanker paru-paru.

Dalam mengantisipasi hal-hal buruk yang dapat disebabkan oleh aktivitas PLTU PT Semen Tonasa di kabupaten Pangkep, maka diperlukan pengetahuan dini untuk memodelkan distribusi dari sebaran emisi gas-gas berbahaya yang dihasilkan oleh PLTU. Pemodelan tersebut merupakan salah satu aspek penting dalam menentukan kualitas udara. Analisis ini akan membentuk hubungan antara emisi terhadap wilayah kependudukan yang terkena dampak serta menentukan analisis risiko kesehatan masyarakat di wilayah dampak. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung atau memprakirakan risiko kesehatan manusia, termasuk identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik.

Maka akan terasa penting untuk melakukan hal-hal untuk mengantisipasi dampak, mengingat tujuan ke-3 dari *Sustainable Development Goals* yaitu kesehatan yang baik dan kesejahteraan. Pemodelan tersebut dapat direalisasikan dalam aplikasi AERMOD. AERMOD merupakan model *Stady State* yang mengasumsikan penyebaran emisi dalam arah horizontal dan vertikal dengan menggunakan distribusi konsentrasi *Gaussian*. Hasil prediksi pola dapat menggambarkan

nilai konsentrasi polutan hingga beberapa kilometer dari sumber emisi berdasarkan kondisi klimatologi wilayah tersebut.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pola sebaran dan tingkat konsentrasi polutan SO₂, dan NO₂ yang dihasilkan oleh cerobong PLTU PT Semen Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep menggunakan model AERMOD ?
2. Bagaimanakah tingkat risiko kesehatan masyarakat Desa Bulu Cindae terhadap emisi cerobong yang dihasilkan PLTU PT Semen Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Memodelkan pola sebaran dan tingkat konsentrasi polutan SO₂, dan NO₂ yang dihasilkan oleh cerobong PLTU PT Semen Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep menggunakan model AERMOD ?
2. Mengetahui tingkat risiko kesehatan masyarakat Desa Bulu Cindae terhadap emisi cerobong yang dihasilkan PLTU PT Semen Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep ?

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai informasi pola sebaran dan tingkat konsentrasi polutan SO₂, dan NO₂ yang dihasilkan oleh PLTU PT Semen Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep.
2. Model yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai arahan dan informasi kepada masyarakat untuk mengantisipasi dampak penyakit yang dapat ditimbulkan dari emisi gas buang industri dan juga sebagai bahan dan masukan bagi PLTU PT Semen Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep.
3. Sebagai informasi untuk menyusun kajian lingkungan hidup strategis di wilayah penelitian.

E. Ruang Lingkup/Batas Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui model sebaran emisi PLTU PT Semen Tonasa serta dampaknya terhadap risiko kesehatan masyarakat. Penelitian ini dilaksanakan di daerah PLTU PT Semen Tonasa, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkep dengan radius 5 kilometer dengan cerobong sebagai titik pusatnya.

Variabel yang digunakan yaitu Konsentrasi emisi gas SO₂ dan NO₂. Spesifikasi cerobong, topografi (terrain dan building), tutupan awan, kelembapan, tekanan, arah angin, kecepatan angin, presipitasi dan radiasi yang dianalisis model sebarannya dengan menggunakan software ARMOD. Variabel sosial digunakan untuk mengetahui aspek-aspek risiko

kesehatan yang dapat dihasilkan dari emisi gas buang industri. Teknik pengambilan data untuk variabel kesehatan masyarakat yaitu dengan menggunakan kuesioner.

F. Definisi Operasional

1. Emisi adalah zat, energi dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien.
2. Polusi udara adalah kehadiran suatu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti.
3. Model AERMOD adalah model perangkat lunak yang menggunakan dasar perhitungan *Gaussian Plume*.
4. Kesehatan masyarakat adalah keadaan kesehatan jasmani penduduk suatu daerah atau wilayah permukiman.
5. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan adalah suatu pendekatan untuk mencermati potensi besarnya risiko.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Udara

Atmosfer adalah lingkungan udara, yakni udara yang meliputi planet bumi ini. Atmosfer terdiri dari berbagai lapisan dan bentuk karena adanya interaksi antara sinar-sinar matahari, gaya tarik bumi, rotasi bumi, dan permukaan bumi. Lapisan-lapisan atmosfer dapat dikenali dari perbedaan suhunya.

Tabel 1. Pembagian lapisan atmosfer menurut perbedaan suhu

Lapisan	Suhu (°C)	Altitud (km)	Unsur kimia utama
Troposfir	15 sampai -56	0-11	N ₂ , O ₂ , CO ₂
Stratosfir	-56 sampai -2	11-50	H ₂ O
Mesosfir	-2 sampai -92	50-85	O ₃
Thermosfir	-92 sampai 1200	85-100	O ₂ , O, NO

Sumber : Soemirat, 2011

Menurut Fardiaz (1992), udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi adalah air dalam bentuk uap H₂O dan karbon dioksida (CO₂). Jumlah uap air yang terdapat di udara bervariasi tergantung dari cuaca dan suhu.

Udara sesungguhnya dihangatkan oleh penyerapan radiasi matahari yang dipantulkan oleh bumi, misalnya panas yang dihasilkan dari proses

pembakaran yang terjadi di bumi. Dari hasil study menggambarkan bahwa panas yang dihasilkan oleh pembakaran adalah sekitar 20% dari total radiasi matahari yang telah diterima bumi per tahun, atau 1/3 dari total radiasi bumi. Densitas udara berbanding terbalik dengan temperatur sehingga udara yang telah hangat densitinya rendah, dan udara menyebar (mengeksansi) dan bergerak ke arah atas. Naiknya ke atas udara panas, bersamaan itu pula segera dilepaskan panas akibat rendahnya temperatur troposfer pada ketinggian tertentu, dan akibatnya densitas udara lambat laun meningkat, maka udara bergerak turun kembali ke permukaan bumi (Sjahrul, 2013).

B. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (PP Nomor 41 Tahun 1999 dalam Suharto, 2011).

Polusi udara di Indonesia sudah menjadi masalah yang serius terutama di beberapa kota besar seperti Jakarta, Surabaya Semarang, Bandung dan Medan, maupun pada pusat-pusat pertumbuhan Industri. Hasil pemantauan beberapa parameter pencemaran udara (debu, SO₂, NO_x, CO, HC, dan Pb) menunjukkan kualitas udara ambien di lokasi-lokasi tertentu di kota-kota besar cukup memperhatikan. Berkaitan dengan isu lingkungan global, Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk

nomor empat di dunia juga menghasilkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dapat menyebabkan pemanasan global. Namun dengan adanya hutan tropis yang luas, GRK tersebut banyak diserap kembali (Daud, 2011).

Berat atau ringannya suatu pencemaran udara di suatu daerah sangat bergantung pada iklim lokal, topografi, kepadatan penduduk, banyaknya industri yang berlokasi di daerah tersebut, penggunaan bahan bakar dalam industri, suhu udara panas di lokasi, dan kesibukan transportasi. Dalam suatu daerah yang tinggi lokasinya dari permukaan laut (pegunungan), curah hujan akan membantu proses pembersihan udara. Di samping itu angin yang kencang dapat pula menyapu polutan udara ke daerah lain yang lebih jauh (Darmono 2001).

C. Sumber Pencemaran

Sumber pencemaran adalah setiap kegiatan atau usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemaran ke udara yang menyebabkan udara tidak berfungsi (PP Nomor 41 Tahun 1999). Menurut Suharto (2011), sumber pencemaran udara terbagi menjadi dua yaitu : Sumber pencemaran primer dan sumber pencemaran sekunder. Sumber polusi udara primer mengandung senyawa kimia yang tidak mengalami perubahan komposisi, bentuk-bentuk senyawa kimia dari sumber pencemaran ke udara dengan waktu tinggal yang cukup lama dari waktu bulanan ke tahunan dan sangat stabil. Sumber pencemaran udara primer adalah karbon dioksida (CO_2), nitrogen dioksida (NO_2), sulfur dioksida (SO_2), partikulat dan hidrokarbon. Bahan pencemaran Pb dan debu, karbon

monoksida (CO), metan (CH₄), benzena (C₆H₆), sulfur dioksida (SO₂) termasuk partikulat merupakan sumber bahan pencemar primer. Pencemaran udara primer terdiri atas bahan kimia berbahaya langsung masuk ke dalam atmosfer.

Sumber pencemaran udara sekunder yang dihasilkan di atmosfer oleh peristiwa reaksi kimia seperti hidrolisis, oksidasi, dan reaksi fotokimia. Bahan pencemaran udara sekunder diperoleh dari sumber bergerak yang merupakan sumber emisi bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat dari kendaraan bermotor dan bahan kimia berbahaya yang terbentuk dari senyawa lain dan dilepas ke udara. Gas buang dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil seperti bensin, minyak diesel, minyak tanah, batu bara dan gas alam (Suharto, 2011).

Proses pembangunan, khususnya pembangunan dibidang industri sangat erat hubungannya dengan pembangunan transportasi. Pembangunan industri diarahkan pada penguatan dan pendalaman struktur industri untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing industri. Kegiatan suatu industri mempunyai arti penting yang potensial dalam menghasilkan bahan pencemar udara. Bahan pencemar udara yang dapat dikeluarkan oleh industri maupun pembangkit listrik antara lain adalah partikel debu, gas SO₂ (sulfur dioksida), gas NO₂ (nitrogen dioksida), gas CO (karbon monoksida), gas NH₃ (amoniak), dan gas HC (hidrokarbon) (Mukono, 2010).

D. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah Generator yang seporos dengan turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari uap panas/kering. Pembangkit listrik tenaga uap menggunakan berbagai macam bahan bakar terutama batu bara dan minyak bakar serta MFO untuk start up awal.

Batubara merupakan bahan bakar fosil dengan harga yang kompetitif dan lebih murah jika dibandingkan bahan bakar minyak dan bahan bakar gas. Indonesia memiliki sumber daya batu bara yang sangat besar dengan jumlah 125,28 miliar ton dan cadangan yang dapat ditambang sebesar 32,36 miliar ton. Sebagian besar kebutuhan batu bara di dalam negeri saat ini digunakan sebagai bahan bakar PLTU untuk menghasilkan energi listrik. PLTU batu bara adalah sumber utama energi listrik di Indonesia karena sumber daya batu bara yang cukup besar dan harganya relatif lebih murah dibandingkan bahan bakar minyak (Sartika, 2018).

Berdasarkan PP Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), sasaran bauran energi primer yang optimal dengan menggunakan sumber energi primer batu bara minimal 30%, gas bumi minimal 22%, minyak bumi kurang dari 25% dan EBT paling sedikit 23%. Untuk mendukung pencapaian tersebut dalam Rencana Umum Penyediaan

Tenaga Listrik (RUPTL) tertuang rencana pembangunan ketenagalistrikan tahun 2015-2019 meliputi pengembangan pembangkit, jaringan transmisi, gardu induk dan jaringan distribusi. Tambahan pembangkit baru yang diperlukan untuk 5 tahun ke depan sebesar 35 GW dimana PLTU berkontribusi paling besar dalam rencana penambahan pembangkit baru tersebut.

E. PLTU PT Semen Tonasa

PT Semen Tonasa adalah produsen semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia yang menempati lahan seluas 715 hektar di Desa Biringere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep, sekitar 68 kilometer dari kota Makassar. Perseroan yang memiliki kapasitas terpasang 5.980.000 ton semen per tahun ini, mempunyai empat unit pabrik, yaitu Pabrik Tonasa II, III, IV dan V. Keempat unit pabrik tersebut menggunakan proses kering dengan kapasitas masing-masing 590.000 ton semen per tahun untuk Unit II dan III, 2.300.000 ton semen per tahun untuk Unit IV serta 2.500.000 ton semen untuk Unit V.

Lokasi pabrik yang berada di Sulawesi Selatan merupakan daerah strategis untuk mengisi kebutuhan semen di daerah Indonesia Bagian Timur. Dengan didukung oleh jaringan distribusi yang tersebar dan diperkuat oleh sembilan unit pengantongan semen yang melengkapi sarana distribusi penjualan, telah menjadikan perseroan sebagai pemasok terbesar di kawasan tersebut. Unit pengantongan semen berlokasi di Palu, Banjarmasin, Bitung, Kendari, Ambon dan Mamuju dengan kapasitas

masing-masing 300.000 ton semen per tahun serta di Makassar, Bali, dan Samarinda dengan kapasitas masing-masing 600.000 ton semen per tahun. Sarana pendukung operasi lainnya yang berkontribusi besar terhadap pencapaian laba perusahaan adalah utilitas Pembangkit listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan kapasitas 2 X 25 MW dan 2 X 35 MW yang berlokasi di Desa Bulu Cindea, Kabupaten Pangkep, sekitar 17 km dari lokasi pabrik. PT. Semen Tonasa membangun PLTU karena ketidaksanggupan PT. PLN memasok energi listrik untuk pengoperasian pabrik Tonasa IV, dimana PT. PLN hanya sanggup memasok listrik sebesar 20 MW dari 60 MW yang dibutuhkan. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari PLTU PT. Semen Tonasa, selama pengoperasiannya telah terjadi penurunan daya mampu dari 25 MW pada saat komisioning menjadi 20 MW pada saat operasi sekarang.

F. Emisi Gas Buang

Sulfur dioksida (SO_2) adalah komponen pencemar udara dengan jumlah paling banyak. Gas ini memiliki karakteristik tidak berwarna dan berbau tajam, apabila bereaksi dengan uap air di udara akan menjadi H_2SO_4 atau dikenal sebagai hujan asam yang dapat menimbulkan kerusakan baik material, benda, maupun tanaman (Suyono, 2014). Berdasarkan informasi *Material Safety Data Sheet* (MSDS) pajanan gas SO_2 dapat menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, sinus, edema paru, bahkan berujung pada kematian. Menurut hasil penelitian Wahyuddin, dkk (2016), rata-rata konsentrasi SO_2 dalam udara ambient di sekitar PT.

PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello tahun 2014 adalah 44.5925 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Rata-rata laju asupan udara yang mengandung SO_2 di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello tahun 2014 adalah 10,98 m^3/hari . Rata-rata durasi paparan terhadap SO_2 dalam udara ambient pada masyarakat di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello tahun 2014 adalah 21.634 tahun. Rata-rata berat badan masyarakat yang terpapar SO_2 dalam udara ambient di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello tahun 2014 adalah 58.46 kg. Rata-rata besaran risiko (RQ) gangguan kesehatan akibat terpapar SO_2 pada masyarakat yang bermukim di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello adalah 4.125205. Berdasarkan hasil perhitungan besaran risiko (RQ) rata-rata masyarakat di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello memiliki $\text{RQ} > 1$ mempunyai risiko yang tinggi untuk terpapar SO_2 .

Gas nitrogen dioksida (NO_2) merupakan polutan udara ambien bersama unsur nitrogen monoksida (NO) yang biasanya dihasilkan dari kegiatan manusia seperti pembakaran bahan bakar mesin kendaraan, pembakaran sampah, pembakaran batu bara dan industri. Karakteristik gas ini memiliki bau tajam dan berwarna cokelat dimana dampaknya terhadap kesehatan terutama adalah penurunan fungsi paru, menyebabkan sesak napas, bahkan berujung pada kematian (Suyono, 2014). Berdasarkan informasi *Material Safety Data Sheet*, pajanan gas NO_2 dapat menyebabkan iritasi lendir, sinus, faring, respirasi tidak teratur, bahkan edema paru. Efek terhadap gas toksik ini bergantung pada dosis serta

lamanya pajanan. Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor tiap tahun dapat berdampak pada peningkatan NO_2 dan akan memberi efek negatif pada kesehatan manusia (Wijayanti, 2012).

Karbon dioksida (CO_2) adalah gas rumah kaca utama yang dihasilkan melalui aktivitas manusia. Pada tahun 2017, CO_2 menyumbang sekitar 81,6 persen dari semua emisi gas rumah kaca Amerika Serikat yang bersumber dari aktivitas manusia. Karbon dioksida hadir secara alami di atmosfer sebagai bagian dari siklus karbon Bumi (sirkulasi alami karbon : atmosfer, lautan, tanah, tanaman, dan hewan). Aktivitas manusia mengubah siklus karbon dengan menambahkan lebih banyak CO_2 ke atmosfer, sehingga mempengaruhi kemampuan degradasi alami, seperti hutan, untuk menghilangkan CO_2 dari atmosfer, dan memengaruhi kemampuan tanah untuk menyimpan karbon. Sementara emisi CO_2 berasal dari berbagai sumber alami, emisi yang dihasilkan manusia bertanggung jawab atas peningkatan yang telah terjadi di atmosfer sejak revolusi industri. Aktivitas utama manusia yang mengeluarkan CO_2 adalah pembakaran bahan bakar fosil (batu bara, gas alam, dan minyak) untuk energi dan transportasi, meskipun beberapa proses industri dan perubahan penggunaan lahan juga mengeluarkan CO_2 (www.epa.gov).

Tabel 2. Baku Mutu Emisi Batu Bara Yang di Bangun atau Beroperasi

Kadar Maksimal PLTU Batubara (mg/Nm^3)			
Sebelum		Sesudah	
SO_2	550	SO_2	200
NO_x	550	NO_x	200
PM	100	PM	50
Hg	0.03	Hg	0.03

Sumber : Peraturan Menteri KLHK No.P15 Tahun 2019

G. AERMOD

AERMOD merupakan model penyebaran polutan dengan pendekatan Gaussian yang dikembangkan oleh AERMIC (*American Meteorological Society {AMS}/ United States Environmental Protection Agency {EPA} Regulatory Model Improvement Committee*). AERMOD merupakan sistem pemodelan dispersi atmosferik yang terdiri dari tiga modul yang terintegrasi yaitu model dispersi untuk kondisi tunak, pra pengolah data meteorologi dan pra pengolah data permukaan bumi. AERMOD menggunakan pendekatan Gaussian dan bi-Gaussian dalam model dispersinya, yang menghasilkan konsentrasi polutan di udara ambien dalam periode harian, bulanan maupun tahunan. AERMOD dapat digunakan untuk area perkotaan dan pedesaan, permukaan bumi yang rata atau berelevasi, emisi yang dihasilkan dari permukaan atau dari ketinggian, dan emisi yang dikeluarkan oleh banyak sumber (termasuk sumber titik, area atau volume).

AERMOD merupakan model gaussian jangkauan pendek (kurang dari 50 km) untuk mensimulasikan penyebaran emisi cerobong dari aktivitas industri. Model ini telah dikalibrasi dan diadopsi oleh US.EPA sejak tahun 2005 untuk menggantikan model ISC3. AERMOD menggunakan teori similaritas Planetary Boundary Layer (PBL) untuk memperhitungkan dispersi yang dipengaruhi oleh pemanasan permukaan dan gesekan. Model ini membutuhkan informasi permukaan berupa panjang kekasaran, kelembaban, dan reflektifitas. Selain itu, informasi atmosfer atas yang

lengkap diperlukan untuk menentukan kedalaman lapisan pencampuran (mixing height), dan membangun penetrasi plume parsial sepanjang bagian atas lapisan pencampuran (Assegaf dan Jayadipraja, 2015).

AERMET menggunakan data meteorologi dan karakteristik permukaan untuk menghitung parameter lapisan batas (mis. Tinggi pencampuran, kecepatan gesekan, dll.) yang dibutuhkan oleh AERMOD. Data ini, apakah diukur di luar lokasi atau di lokasi, harus mewakili meteorologi dalam domain pemodelan. AERMAP menggunakan data terrain kisi-kisi untuk area pemodelan untuk menghitung ketinggian pengaruh medan yang representatif yang terkait dengan setiap lokasi reseptor. Data kisi-kisi diberikan ke AERMAP dalam format data *Digital Elevation Model* (DEM) (USGS 1994). *Preprocessor terrain* juga dapat digunakan untuk menghitung ketinggian untuk reseptor terpisah dan kisi reseptor (Cimorelli, 2004).

Nauli (2002) menjelaskan bahwa model dispersi *Gaussian* mampu menggambarkan dengan sederhana keadaan partikel di udara terhadap jarak dan waktu. Debit emisi yang dihasilkan secara konstan dari cerobong asap (Q) akan terbawa angin dengan kecepatan (u) dalam arah horizontal (x) dengan kecepatan massa Q/u . Untuk polutan yang tidak bereaksi, massa polutan yang terkandung dalam setiap jarak akan sama harganya. Akan tetapi kadarnya akan berkurang sesuai dengan bertambahnya jarak dan waktu, karena turbulensi atmosfer cenderung menyebarkan material ke arah horizontal dan vertikal. Kadar rata-rata polutan pada suatu titik akan

berbanding terbalik terhadap lebar sebaran dan kecepatan angin. Model Gauss diekspresikan dalam Persamaan di bawah ini.

$$C = \frac{Q}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \times \left\{ \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(z - H_e)^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(z + H_e)^2}{\sigma_z^2}\right) \right\}$$

Keterangan :

C = Konsentrasi polutan udara dalam massa per volume (mg/m³)

Q = Laju emisi polutan dalam massa per waktu (mg/s)

U_s = Kecepatan angin di titik sumber (m/s)

σ_x = Koefisien dispersi secara horizontal (m)

σ_y = Koefisien dispersi secara vertikal (m)

π = Konstanta matematika (3,14)

H_e = Tinggi efektif stack (cerobong) di pusat kepulan (m)

Y = Jarak pengamatan sejajar dengan sumbu-y dari sumber emisi (m)

Untuk menjalankan AERMOD View membutuhkan data laju emisi. Laju emisi diekspresikan sebagai satuan massa polutan yang dilepaskan per satuan waktu dimana satuan laju emisi yang digunakan adalah dalam g/s. Namun dalam pengaplikasiannya, nilai debit dan laju gas dapat terhitung secara otomatis. Untuk mendapatkan satuan tersebut dapat dihitung dengan Persamaan berikut :

Laju Emisi = Faktor Emisi x (% kandungan emisi) x Konsumsi Batubara

Emisi = Laju Emisi / Laju Udara pada cerobong.

Laju Udara pada Cerobong = Stack exit velocity x Luas Permukaan Stack

H. Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan Masyarakat

Menurut Soemirat (2014), manusia setiap detik selama hidupnya akan membutuhkan udara. Secara rata-rata manusia tidak dapat mempertahankan hidupnya tanpa udara lebih dari tiga menit. Karena udara dalam bentuk gas, maka terdapat dimana-mana, sebagai akibatnya manusia tidak pernah memikirkannya ataupun memperhatikannya. Pada dewasa ini polusi udara dapat mengakibatkan beberapa jenis penyakit dan bahkan berujung kematian. Beberapa jenis senyawa kimia yang dapat menyebabkan pencemaran udara yaitu : ozon (O_3), *sulfurdioxide* (SO_2), *nitrogendioxide* (NO_2), *carbonmonoxide* (CO), dan *particulate* di udara yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia (Surhato, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian Hazsya, *et al* (2018) terdapat hubungan antara lama paparan karbon monoksida dengan konsentrasi COHb dalam darah manusia. Kosentrasi dari Karbon Monoksida (CO) disepanjang jalan Setiabudi yang diambil pada 3 titik lokasi jalan berada pada rentang 11.000 hingga 13.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal tersebut menyebabkan banyak masyarakat berisiko yang berada disepanjang jalan Setiabudi Kota Semarang mulai dari pedagang kaki lima, petugas parkir, pekerja tambal ban, satpam, dan lain sebagainya.

Menurut Mukono (2010), baik gas maupun partikel yang berada di atmosfer dapat menyebabkan kelainan pada tubuh manusia. Secara umum efek pencemaran udara terhadap individu atau masyarakat dapat berupa :

1. Sakit, baik yang akut maupun kronis.

2. Penyakit yang tersembunyi, yang dapat memperpendek umur, menghambat pertumbuhan, dan perkembangan.
3. Mengganggu fungsi fisiologis dari :
 - a. Paru
 - b. Saraf
 - c. Transpor oksigen oleh hemoglobin
 - d. Kemampuan sensorik
4. Kemampuan penampilan, misalnya pada :
 - a. Aktivitas atlet
 - b. Aktivitas motorik
 - c. Aktivitas belajar
 - d. Iritasi sensorik
 - e. Penimbunan bahan berbahaya dalam tubuh
 - f. Rasa tidak nyaman karena faktor bau.

Adapun dampak negatif polusi udara terhadap sistem pernafasan antara lain :

1. Sistem pernafasan yang meradang. Dampak ini menyebabkan kecepatan *silia* melambat, bahkan dapat terhenti, sehingga tidak dapat membersihkan saluran pernafasan.
2. Produksi lendir meningkat akibat peradangan.
3. Penyempitan saluran pernapasan.
4. Kinerja sel pembunuh bakteri pada saluran pernapasan terhambat.
5. Lepasnya lapisan sel selaput lendir dan *silia*.

6. Terjadi kesulitan pada sistem pernafasan sehingga benda-benda mikro termasuk bakteri/mikroorganisme lain tidak dapat dikeluarkan dari saluran pernafasan sehingga menyebabkan infeksi saluran pernafasan.

Menurut Nadakavukaren (1986) dalam Mukono (2010), paparan polutan dengan konsentrasi yang tinggi pada manusia, dapat mengurangi umur harapan hidup (*life expectancy*). Tingkat kematian pada penderita *Kardiovaskuler* berbanding lurus dengan banyaknya asupan bahan pencemaran SO₂ dan TSP (*Total Suspended Solid*). Selain itu tampak pula adanya hubungan langsung antara penderita bronkitis dan emfisema dengan tingginya bahan pencemar SO₂ dan partikel debu.

Di dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 876 Tahun 2001 tentang Pedoman Teknis Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL), Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) didefinisikan sebagai suatu pendekatan untuk mencermati potensi besarnya risiko. Pada penerapannya, ARKL berfungsi untuk memprediksi besarnya risiko dengan titik tolak dari kegiatan pembangunan yang sudah berjalan, risiko saat ini dan memprakirakan besarnya risiko di masa yang akan datang. Analisis risiko menggunakan berbagai macam ilmu seperti *science, engineering, probability*, dan *statistic* untuk mengestimasi dan mengevaluasi seberapa besar dan seberapa mungkin risiko tersebut berdampak pada kesehatan dan lingkungan. Pada dasarnya ARKL terdiri dari empat langkah dasar, yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis pemajanan, dan karakteristik risiko.

I. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL) yang telah dikenal oleh masyarakat merupakan suatu pendekatan guna mengkaji, dan/atau menelaah secara mendalam untuk mengenal, memahami dan memprediksi kondisi dan karakteristik lingkungan yang berpotensi terhadap timbulnya risiko kesehatan dengan mengembangkan tatalaksana sumber perubah media lingkungan, masyarakat terpajan dan dampak yang terjadi.

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung atau memprakirakan risiko kesehatan manusia, termasuk identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik. Jika ADKL difokuskan untuk potensi timbulnya risiko kesehatan baik secara kualitatif maupun kuantitatif, ARKL lebih ditujukan untuk mengkaji secara kuantitatif probabilitas terjadinya gangguan kesehatan.

Pada dasarnya, ARKL hanya mengenal empat langkah, yaitu : 1). Identifikasi bahaya, 2) Analisis dosis respon (dalam literatur lainnya disebut juga Karakterisasi bahaya), 3) Analisis pemajanan, dan 4) Karakterisasi risiko. Namun untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif, petunjuk teknis ini juga memuat perumusan masalah yang perlu dilakukan sebelum pelaksanaan langkah – langkah ARKL, serta pengelolaan dan

komunikasi risiko sebagai tindak lanjut dari pelaksanaan langkah – langkah ARKL (Dirjen PP dan PL Kemenkes, 2012).

J. Kerangka Pemikiran

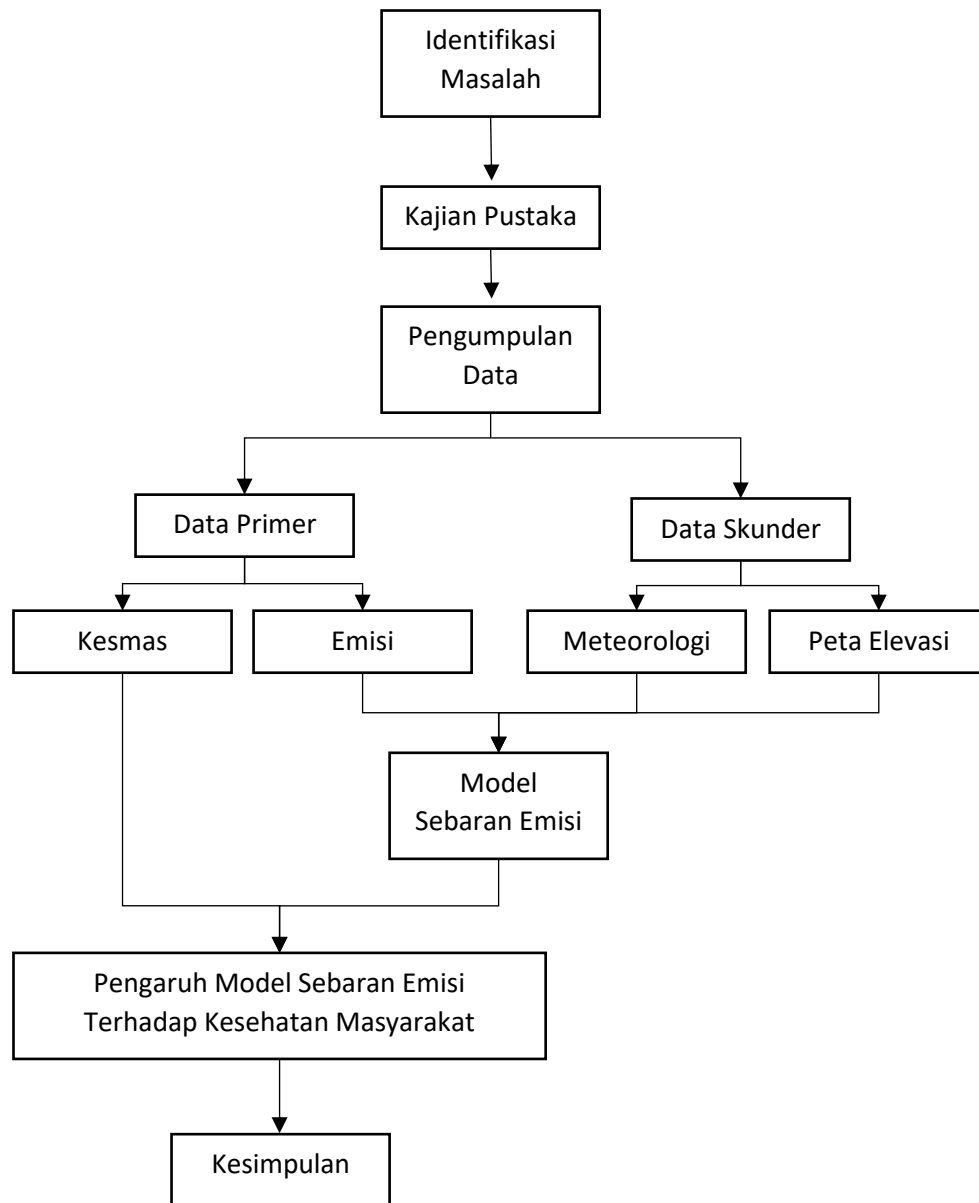
Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang terdapat di Desa Tonasa, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep merupakan pembangkit listrik yang berkapasitas 2 x 35 MW dan 2 x 25 MW yang dibangun untuk memperkuat sistem kelistrikan daerah Sulawesi Selatan. PLTU Tonasa mampu mendukung aktivitas lainnya yang memberikan dampak besar terhadap kondisi perekonomian perusahaan. Dengan hadirnya PLTU, pasokan kebutuhan listrik PT. Tonasa bisa lebih terjaga sehingga tidak hanya memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, tapi juga mampu menyuplai kebutuhan listrik untuk industri kecil.

Selain berdampak positif bagi masyarakat, PLTU juga dapat memberi dampak negatif karena penggunaan bahan bakarnya diestimasi menghabiskan 2.000an ton batu bara yang didatangkan dari Kalimantan. Pembangkit listrik berbahan bakar batu bara mempunyai potensi dalam menimbulkan pencemaran udara. Pencemaran udara akibat pembangkit listrik ini dapat berupa SO₂ (Sulfur dioksida) dan NO₂ (Nitrogen dioksida). Pencemaran udara oleh zat-zat ini memberikan dampak buruk berupa menurunnya kualitas udara yang berdampak negatif pada kesehatan manusia.

Sebaran emisi NO₂ dan NO₂ dimodelkan menggunakan AERMOD dengan dukungan data-data meteorologi yang dapat diperoleh dari instansi

yang bertanggung jawab seperti Badan Meteorologi Dan Geofisika (BMKG) dan *Nation Oceanic And Atmospheric* (NOAA). Model yang kelak dihasilkan menjadi acuan untuk mengetahui pengaruh aktivitas PLTU terhadap kesehatan masyarakat sekitar. Penentuan data kesehatan masyarakat di gunakan metode analisis risiko kesehatan masyarakat (ARKL)

Penelitian ini dengan judul “Penerapan Model AERMOD Untuk Dispersi Emisi Gas Buangan Industri Dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan Masyarakat” diharapkan dapat dijadikan sebagai arahan dan informasi kepada masyarakat untuk mengantisipasi dampak penyakit yang dapat ditimbulkan dari emisi gas buang industri dan masukan bagi PLTU PT Semen Tonasa, Kec. Bungoro, Kab.Pangkep. Kerangka pemikiran penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran