

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara Ambien

Menurut Kurniawati dkk (2015), udara dibedakan menjadi udara emisi dan udara ambien. Udara emisi yaitu udara yang dikeluarkan oleh sumber emisi seperti knalpot kendaraan bermotor dan cerobong gas buang industri. Sedangkan udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi yang sehari-hari dihirup oleh makhluk hidup. Agar mendapatkan udara ambien yang berkualitas baik perlu dilakukan pengendalian pencemaran udara. Pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan salah satunya dengan memantau atau mengukur kualitas udara, baik udara ambien ataupun udara emisi. Pengukuran kualitas udara ambien dilakukan di kawasan perumahan, kawasan industri, dan kawasan padat lalu lintas dimana pada kawasan-kawasan tersebut banyak terjadi kegiatan manusia. Pengukuran kualitas udara ambien juga dilakukan terhadap zat-zat yang dapat menjadi polutan seperti SO₂ dan NO₂.

Menurut Fahmi (2019), udara ambien merupakan udara yang berada di sekeliling manusia dan bergerak bebas di permukaan bumi. Udara ambien dimanfaatkan manusia dalam kehidupan sehari-hari untuk menggerakkan kincir angin, membantu proses penyerbukan, mengeringkan pakaian, dan lain-lain. Pemanfaatan udara ambien harus dikelola secara bijaksana dengan mempertimbangkan kepentingan generasi sekarang dan generasi yang akan datang. Polutan udara ambien yang berpotensi tinggi menyebabkan gangguan pernapasan pada manusia salah satunya yaitu NO₂ dan SO₂.

Menurut PP RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Baku mutu udara ambien secara sederhana dapat diartikan sebagai batas maksimum bahan pencemar (zat, senyawa) yang diperbolehkan ada di udara. Dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1 Baku Mutu Udara Ambien Nasional

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	1 jam	150 µg/Nm ³	Aktif Kontinu
				Aktif Manual
		24 jam	75 µg/Nm ³	Aktif Kontinu
		1 tahun	45 µg/Nm ³	Aktif Kontinu
3	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 jam	200 µg/Nm ³	Aktif Kontinu
				Aktif Manual
		24 jam	65 µg/Nm ³	Aktif Kontinu

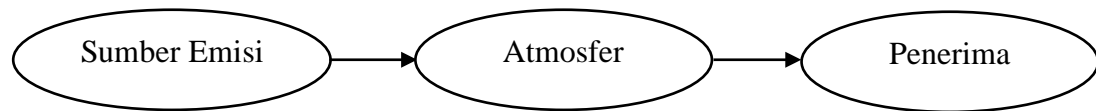
Sumber: PP RI No.22 Tahun 2021

2.2 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah menurunnya kualitas udara ambien akibat masuknya komponen lain baik secara sengaja ataupun tidak sengaja yang disebabkan karena aktivitas manusia (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010). Menurut PP RI No. 22 tahun 2021 tentang Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya dalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan atau mempengaruhi kesehatan manusia. Penyebab terjadinya pencemaran udara akibat sumber alami (*natural sources*), seperti letusan gunung berapi dan yang berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic sources*), seperti yang berasal dari transportasi, emisi pabrik, dan lain-lain.

Pencemaran udara adalah turunnya kualitas udara, sehingga udara mengalami penurunan mutu dalam penggunaannya dan akhirnya tidak dapat dipergunakan lagi sebagaimana mestinya sesuai dengan fungsinya (Faroqi dkk, 2016). Menurut Tampubolon (2016), pencemaran udara merupakan suatu kondisi dimana kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat tertentu, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan tubuh manusia. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota-kota besar dan juga daerah padat industri yang menghasilkan gas-gas yang mengandung zat di atas batas kewajaran.

Menurut Yuliando (2017), mekanisme pencemaran udara merupakan suatu sistem yang terdiri atas tiga komponen dasar, yaitu sumber emisi, atmosfer, dan penerima. Hubungan antara ketiga komponen dasar tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.1**:



Gambar 2.1 Skema Pencemaran Udara

- | | | |
|---|---------------------|------------|
| - Transportasi (<i>Mobile Source</i>) | - Media Pencampuran | - Manusia |
| - Industri (<i>Point Source</i>) | - Dilusi, Dispersi, | - Hewan |
| - Alami (<i>Natural Source</i>) | - Transformasi | - Tumbuhan |

Pada **Gambar 2.1** memperlihatkan bahwa pencemaran udara diawali dengan hadirnya sumber emisi. Secara garis besar, terdapat tiga sumber emisi utama dalam pencemaran udara, yaitu aktivitas transportasi, proses industri, dan dari sumber alami yaitu berupa proses pembakaran, letusan gunung, dan sebagainya. Polutan yang dihasilkan akan mengalami proses *dilusi* (pengenceran), *transport* (pengangkutan), *dispersi* (penyebaran), dan transformasi baik secara fisik maupun kimia dalam atmosfer. Kehadiran bahan pencemar tersebut dapat dideteksi dengan alat pengukur atau melihat pengaruhnya terhadap manusia, hewan, tumbuhan atau material (sebagai penerima). Respon yang ditunjukkan oleh penerima dapat berupa iritasi, timbulnya penyakit, kerusakan material, dan lainnya yang tergantung oleh tingkat konsentrasi pencemar dan sensitivitas penerima.

2.3 Sumber Pencemaran Udara

Menurut Hakim dkk (2017), sumber pencemaran udara yang utama berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar yang mengandung bahan pencemar. Sumber-sumber pencemaran lainnya berasal dari pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain. Pencemaran udara di Indonesia terutama di kota-kota besar disebabkan gas buang kendaraan bermotor (60-70%), industri (10-15%), sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan atau ladang, dan lain-lain.

Menurut Ningrum (2019), sumber pencemar udara dapat dikelompokkan menjadi sumber bergerak dan tidak bergerak.

1. Sumber Bergerak

Sumber pencemar udara bergerak dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Kendaraan bermotor,
- b. Pesawat terbang
- c. Kereta api dan
- d. Kapal

2. Sumber Tidak Bergerak (Menetap)

Sumber tidak bergerak berasal dari pembakaran beberapa jenis bahan bakar yang diemisikan pada suatu lokasi yang tetap. Bahan bakar tersebut terdiri atas batu bara, minyak bakar, gas alam, dan kayu destilasi minyak. Berbeda dengan sarana transportasi, sumber pencemar udara menetap mengemisikan polutan pada udara ambien tetap, sehingga dalam pengelolaan lingkungannya perlu perencanaan yang matang, misalnya harus dipertimbangkan keadaan geografi dan tofografi, metereologi, serta rencana tata ruang di wilayah tersebut.

2.4 Komponen Pencemaran Udara

Berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 Komponen pencemar udara salah satunya adalah nitrogen dioksida (NO_2), dan sulfur dioksida (SO_2). Menurut Fahmi (2019), juga berbandapat komponen pencemar utama yang bersumber dari aktivitas manusia berupa gas buangan hasil pembakaran bahan bakar fosil dan industri. Umumnya jenis-jenis bahan pencemar yang dapat merubah tatanan udara ambien diataranya:

1. Nitrogen Dioksida (NO_2)

Nitrogen oksida (NO_x) merupakan gas beracun bagi manusia dan pada umumnya gas ini dapat menimbulkan gangguan sistem pernapasan. NO_2 dapat masuk ke paru-paru dan membentuk asam nitrit (HNO_2) dan asam nitrat (HNO_3) yang merusak jaringan, NO_2 dapat meracuni paru-paru. Gangguan sistem pernapasan yang terjadi dapat menjadi *empisema*. Bila kondisinya kronis dapat berpotensi menjadi *bronkitis* serta akan terjadi penimbunan nitrogen oksida (NO_x)

dan dapat menjadi sumber karsinogenik atau penyebab timbulnya kanker (Wahab, 2019).

Gas nitrogen dioksida memiliki ciri khas yang berwarna kemerah-merahan dan berbau agak tajam (Nurpratama, 2019). Nitrogen dioksida (NO_2) terbentuk dengan cepat dari proses pembakaran tidak sempurna dari kendaraan bermotor, proses pembangkit listrik yang menggunakan material batu bara, dan proses industri lainnya yang melibatkan pembakaran bahan bakar fosil. Paparan NO_2 di lingkungan perlu perhatian khusus untuk kelompok rentan seperti penderita asma, anak-anak, dan efek samping paparan NO_2 meliputi batuk, *sesak sianosis*, *asfiksi*, *edema paru*, dan *bronkiolitis obliterans* (Fahmi, 2019).

2. Sulfur Dioksida (SO_2)

Sulfur dioksida adalah gas yang dikenal sebagai gas SO_2 . Sulfur dioksida adalah gas yang memiliki sifat bau yang tajam, tidak berwarna, tidak mudah meledak, tidak mudah terbakar dan sangat larut dalam air. Sulfur dioksida (SO_2) adalah gas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil pada pembangkit listrik, fasilitas industri, serta pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak seperti lokomotif, kapal, kendaraan, peralatan lainnya serta pembakaran rumah tangga. Emisi dari kegiatan industri, dan interaksinya dengan meteorologi dan topografi, mengakibatkan variasi dispersi atmosfer yang dapat meningkatkan konsentrasi pencemaran udara. Gas tersebut akan bertemu dengan oksigen yang ada di udara dan kemudian membentuk gas SO_3 (Maharani, 2017). Sulfur dioksida (SO_2) di udara mempunyai pengaruh langsung terhadap manusia terutama karena sifat iritasi dari gas itu sendiri. SO_2 ini dapat menyebabkan penyakit *bronchitis*, *emphisemia* dan lain-lain, serta penderita penyakit saluran pernafasan menjadi lebih parah keadaannya (Wijiarty dkk, 2016).

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Udara

Menurut Ningrum (2019), banyak faktor yang dapat mempengaruhi pencemaran udara di atmosfer, antara lain sebagai berikut:

a. Kelembaban

Kelembaban udara yang relatif rendah (<60) di daerah yang tercemar SO_2 , akan mengurangi efek korosif dari bahan kimia tersebut, namun pada

kelembaban yang relatif lebih atau sama dengan 80% pada daerah yang tercemar SO_2 akan terjadi efek korosif SO_2 .

b. Suhu

Suhu yang menurun pada permukaan bumi dapat menyebabkan peningkatan kelembaban udara relatif sehingga akan meningkatkan efek korosif bahan pencemar di daerah yang udaranya tercemar. Pada suhu yang meningkat, akan meningkat pula kecepatan reaksi suatu bahan kimia.

c. Sinar Matahari

Sinar matahari dapat mempengaruhi bahan oksidan terutama O_3 di atmosfer. Keadaan tersebut dapat menyebabkan kerusakan bahan dan alat bangunan, atau bahan yang terbuat dari karet. Sehingga dapat diartikan bahwa sinar matahari meningkatkan rangsangan untuk merusak suatu bahan.

d. Kecepatan Angin

Kecepatan angin adalah jarak tempuh angin atau pergerakan udara per satuan waktu dan dinyatakan dalam satuan meter per detik (m/s), kilometer per jam (km/h), dan mil per jam (mi/h). Kecepatan angin bervariasi dengan ketinggian dari permukaan tanah, sehingga dikenal adanya profil angin dimana makin tinggi gerakan angin makin cepat (Wicaksono, 2016).

e. Arah Angin

Arah angin adalah arah dari mana angin berhembus atau dari mana arus angin datang dan dinyatakan dalam derajat yang ditentukan dengan arah perputaran jarum jam dan dimulai dari titik utara bumi dengan kata lain sesuai dengan titik kompas. Umumnya arus angin diberi nama dengan arah dari mana angin tersebut bertiup, misalnya angin yang berhembus dari utara maka angin utara (Fadholi, 2013).

2.6 Model Dispersi Udara

Dispersi adalah suatu proses pergerakan kontaminan melalui udara dan cerobong (*plume*), menyebarkannya ke area yang luas sehingga konsentrasi menjadi berkurang. Model dispersi digunakan untuk mengkaji konsentrasi pencemar di udara ambien (Yuslinanda, 2018). Model dispersi udara adalah metode untuk mengukur hubungan determinan antara emisi dan

konsentrasi/deposisi, termasuk yang merupakan akibat dari skenario masa lalu dan masa depan serta penentuan efektifitas strategi pengurangan. Pengukuran pencemaran udara hanya memberikan informasi tentang konsentrasi ambien dan deposisi pada lokasi dan waktu tertentu, tanpa memberikan pedoman yang jelas tentang identifikasi terhadap permasalahan kualitas udara. Hal ini yang menyebabkan perlunya pemodelan pencemaran untuk kepentingan peraturan, riset, dan aplikasi forensik. Konsentrasi pencemar di atmosfer ditentukan oleh 1 transportasi, difusi, transformasi kimia, dan deposisi ke bawah (Gusrianti, 2016).

2.7 Pemodelan Sistematis *Gaussian*

Menurut Gusrianti (2016), terdapat beberapa metode dalam pemodelan penyebaran polutan, seperti *gaussian model*, *eulerian model*, *lagrangian model*. Namun, metode yang paling banyak diaplikasikan adalah metode *gaussian model* karena dianggap paling tepat dalam menggambarkan penyebaran pencemaran udara. Model *Gaussian Plume* sering digunakan dalam memodelkan dispersi polutan secara kontinu dari permukaan atau dataran tinggi. Sehingga dispersi polutan ini memiliki distribusi probabilitas normal yang kurvanya berbentuk bel atau lonceng (Abidin, 2018). Rumus ini merupakan perkembangan dari model *Gaussian Plume* dengan mengansumsikan bahwa sebuah *line source* adalah deret *point source* yang *mutually independent*, yang masing-masing menghasilkan kepulan polutan. Sehingga konsentrasi pada suatu titik di sisi jalan dihitung sebagai jumlah konsentrasi dari deret titik-titik sumber pada jalan tersebut. Berikut adalah rumus *Gaussian line sources* dan *point source*:

- *Gaussian Line Source*

$$C(x, z) = \frac{Q}{(2\pi)^{1/2} u \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{h^2}{\sigma_z^2}\right) \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

- C (x, z) : konsentrasi polutan pada suatu titik ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Q : laju emisi (g/m/jam)
- u : kecepatan angin rata – rata (m/s)
- σ_z : koefisien dispersi vertikal (m)
- h : ketinggian rata – rata sumber emisi (m)

- *Gaussian Point Source*

$$C_{(x,y,z,H)} = \frac{Q}{2 \mu \sigma_y \sigma_z U_H} \exp \left[\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2} \right) \right] \left\{ \exp \left[\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2} \right] + \exp \left[\left(\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2} \right) \right] \right\} \dots (2)$$

dimana :

- $C(y,z)$: konsentrasi polutan udara dalam massa per volume ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Q : laju emisi polutan dalam massa per waktu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- U_H : kecepatan angin ditinggi efektif (m/detik)
- σ_y : koefisien dispersi secara horizontal terhadap sumbu x (m)
- σ_z : koefisien dispersi secara vertikal terhadap sumbu x (m)
- H : Tinggi efektif *stack* (cerobong) dari pusat kepulan (m) ($H=h+\Delta h$)
- x : jarak pengamat terhadap cerobong yang searah dengan arah angin (m)
- y : jarak pengamat sejajar dengan sumbu-y dari sumber emisi (m)
- z : jarak pengamat dari tanah (m)

2.8 Software Meti-Lis

Software Meti-lis merupakan *software* pemodelan *line sources* model *plume Gaussian Steady State*, yang memiliki parameter input utama yaitu *objective substance*, *operation pattern*, meteorologi, *map*, *point source*, *line source*, *building*, *receptor*, dan *calculation case*. Tiap parameter utama memiliki parameter masing-masing yang diantaranya adalah parameter objektif substansi merupakan nama substansi kimia, berat molekul dan pemilihan gas atau *particulate matter*, sedangkan parameter *operation pattern* yaitu pemilihan waktu operasi dari sumber emisi (Anugrah, 2017).

Model Meti-lis mengadopsi skema *downwash* berdasarkan model *Industry Source Complex (ISC)* dari *US Environmental Protection Agency (EPA)*, namun parameter dalam luasan dispersi yang menggambarkan efek *downwash* (tarikan gedung) ditingkatkan dengan menggabungkan hasil dari percobaan *wind tunnel* (lorong angin). Karakteristik lain dari Meti-lis yang membedakannya dari ISC adalah waktu evaluasi yang mempengaruhi luasan dispersi terutama di arah (*crosswind*) dapat disesuaikan dengan pengamatan waktu yang singkat untuk simulasi dispersi (Rahsia, 2015).

2.9 Karet Remah (*Crumb Rubber*)

Karet berasal dari tumbuhan *Hevea brasiliensis*. *Hevea brasiliensis* tumbuh dengan subur jika berada di ketinggian 300 m. Komposisi yang terkandung di dalam karet berupa hidrokarbon, protein, karbohidrat, resin, garam mineral dan asam lemak, total luas area dan produksi tumbuhan karet di Indonesia yaitu 3.672.123 Ha dan 3.229.861 ton (Rahmaniar, 2018). Salah satu produk turunan yang dihasilkan dari karet merupakan karet remah atau *crumb rubber*. *Crumb rubber* berasal dari olahan karet mentah berupa *lateks*, karet lembaran, *crepe* dan karet dengan mutu rendah. *Crumb rubber* digunakan sebagai bahan baku pada turunan pabrik misalnya pabrik ban, pabrik sarung tangan, selang karet dan sebagainya (Imamuddin, 2019).

Saat ini Indonesia adalah produsen terbesar kedua dunia komoditi karet setelah Thailand, dan diproyeksikan menjadi produsen terbesar setelah tahun 2015. Provinsi Kalimantan Barat berada pada urutan lima teratas untuk luas lahan yang sudah digunakan pada komoditi karet di Indonesia, terdapat 17 industri *crumb rubber* dengan jenis produk yang diproduksi yaitu Sir 20 dan Sir 10. Kapasitas produksi 17 pabrik *crumb rubber* tercatat sebesar 612.800 ton/tahun sementara produksi perkebunan karet sebesar 259.189 ton atau 42,3 % dari kapasitas terpasang pabrik (Destiwansari, 2020).