

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polusi udara menyebabkan kematian sebanyak tujuh juta orang di seluruh dunia setiap tahun. Data *World Health Organization* (WHO) menunjukkan bahwa 9 dari 10 orang menghirup udara yang mengandung polutan tingkat tinggi. Polusi udara berupa kabut asap yang menyelimuti kota hingga asap di dalam rumah, merupakan ancaman besar bagi kesehatan manusia dan iklim. Polusi udara ambien menyebabkan 4,2 juta kematian per tahun pada tahun 2016 dan 91% populasi dunia tinggal di daerah yang tingkat kualitas udaranya tidak memenuhi *WHO Air quality guideline values* tahun 2005. Polusi udara ambien mempengaruhi negara maju dan berkembang, dengan jumlah populasi dunia yang terkena dampak terbesar berada di kawasan Pasifik Barat dan Asia Tenggara (WHO, 2020).

Sumber utama polusi udara ambien berupa partikulat halus berasal dari sektor transportasi, industri, pembangkit listrik tenaga batubara, sistem pemanas gedung, dan pembakaran limbah pertanian (Shaddick dkk, 2020). Berdasarkan data Komite Penghapusan Bensin Bertimbang (KPBB) tahun 2017 menyebutkan bahwa sektor industri menyumbang 22% polusi udara di kota. Salah satu industri yang banyak menghasilkan zat pencemar udara berupa partikulat dan gas adalah industri semen. Semen adalah bahan pengikat yang paling umum dan banyak digunakan untuk agregat dalam konstruksi. Saat ini produksi semen telah meningkat karena urbanisasi yang cepat. Produksi semen dikaitkan dengan pelepasan udara berbahaya polutan dari kegiatan manufaktur dan utilitas pembangkit listrik (Hua dkk, 2016; Zou dkk, 2018). Polutan udara yang dilepaskan dari kegiatan produksi meliputi *Particulate Matter* (PM), karbon monoksida (CO), oksida nitrogen (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), dan hidrokarbon. Polutan dilepaskan dari penanganan bahan baku, produksi dan penyimpanan klinker, pemuatan massal semen, pengemasan produk akhir dan utilitas listrik (Fore dan Mbohwa, 2015; Gupta dkk., 2012; Hasanbeigi dkk, 2012).

Polutan udara yang dilepaskan dari pabrik semen memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa masyarakat di sekitar fasilitas semen menerima dosis polutan yang lebih besar (Bertoldi dkk, 2012; Jayadipraja dkk, 2016). Studi telah mengkaitkan polutan yang disebarkan dari pabrik produksi semen ke peningkatan morbiditas dan mortalitas prematur dari orang yang tinggal di lokasi reseptor terdekat (Bertoldi dkk, 2012; García-Pérez dkk, 2015; Koh dkk, 2011). Berbagai gangguan kesehatan mulai dari infertilitas, kanker, penyakit pernapasan, penyakit paru-paru dan kardiovaskular telah dikaitkan dengan paparan *Particulate Matter* dan produk pembakaran bahan bakar gas (Adeniran dkk, 2017; Akintunde dkk, 2017; Olatunji dkk, 2015).

Salah satu polutan berbahaya yang dihasilkan oleh industri semen adalah *Particulate Matter* (PM). Partikulat di udara terdapat dalam berbagai ukuran, salah satunya yaitu *Particulate Matter* 10 (PM₁₀). PM₁₀ merupakan partikulat berukuran kecil dari 10 µm. Paparan PM₁₀ merupakan indikator yang paling cocok untuk pengukuran pencemaran partikulat yang dikaitkan dengan efek terhadap saluran pernapasan karena PM₁₀ merupakan risiko kesehatan yang terbesar diantara berbagai ukuran partikulat karena terhirup masuk melalui saluran pernapasan sampai dengan saluran pernapasan bagian bawah dan dideposit di paru-paru (Lindawaty, 2010).

Di Kota Padang Sumatera Barat terdapat salah satu perusahaan industri semen yaitu PT Semen Padang. PT Semen Padang didirikan pada tanggal 18 Maret 1910 dengan nama *NV Nederlandsch Indische Portland Cement Maatschappij* (NV NIPCM) merupakan pabrik semen pertama di Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 8.900.000 ton/tahun (PT Semen Padang, 2018). Penelitian terkait partikulat di udara ambien kawasan sekitar PT Semen Padang telah dilakukan Kurniawan (2014) tentang pemetaan konsentrasi *Particulate Matter* 10 µm (PM₁₀) dan konsentrasi logam Al, Ca, Fe, Na dan Si dalam PM₁₀ di udara ambien kawasan timur PT Semen Padang dan sekitarnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk kawasan timur PT Semen Padang, konsentrasi PM₁₀ pada malam hari lebih rendah daripada siang hari. Konsentrasi PM₁₀ pada malam hari berkisar 22,48 µg/Nm³ sampai 87,43 µg/Nm³ dan konsentrasi PM₁₀ pada siang hari berkisar 32,64 µg/Nm³ sampai 117,81 µg/Nm³.

Selain itu juga dilakukan oleh Wangsa (2015) tentang pemetaan konsentrasi PM₁₀ dan konsentrasi logam Al, Ca, Fe, Na dan Si dalam PM₁₀ di udara ambien kawasan barat PT Semen Padang dan sekitarnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk kawasan barat PT Semen Padang, konsentrasi PM₁₀ pada malam hari lebih tinggi daripada siang hari. Konsentrasi PM₁₀ pada malam hari berkisar 42,77 µg/Nm³ sampai 143,41 µg/Nm³ dan konsentrasi PM₁₀ pada siang hari berkisar 50,75 µg/Nm³ sampai 118,13 µg/Nm³. Hasil penelitian Kurniawan (2014) dan Wangsa (2015) tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi PM₁₀ di beberapa lokasi tidak memenuhi baku mutu udara ambien nasional yaitu Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Selain itu, dengan adanya penambahan pabrik Indarung VI yang beroperasi mulai 10 Januari 2017 diduga menghasilkan konsentrasi PM₁₀ yang berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Untuk menindaklanjuti hal tersebut, perlu dilakukan simulasi sebaran emisi PT Semen Padang karena PM₁₀ sampai saat ini dihasilkan secara berkelanjutan. Salah satu aspek terpenting dalam menganalisis kualitas udara adalah analisis terhadap model dispersi polutan udara. Analisis ini akan membentuk hubungan antara emisi yang dikeluarkan terhadap distribusi konsentrasi polutan dan wilayah yang terkena dampak sebaran polutan. Proses terjadinya sebaran polutan tergolong kompleks, yang mana sebaran polutan tersebut dipengaruhi oleh kontur permukaan, kondisi meteorologi dan keadaan sumber pencemar.

Pemodelan sebaran udara yang direkomendasikan oleh *United States Environmental Protection Agency* (EPA) adalah AERMOD, CAL3QHC/CAL3QHCR, CTDMPPLUS, dan OCD (U.S EPA, 2020). AERMOD merupakan model sebaran udara yang paling umum digunakan dan dapat diterapkan pada berbagai emisi hingga jarak 50 km. Selain itu, AERMOD juga cocok untuk medan yang kompleks dan skenario penyebaran perkotaan. AERMOD merupakan model *steady state* yang mengasumsikan penyebaran emisi dalam arah horizontal dan vertikal dengan menggunakan distribusi konsentrasi Gaussian. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memprediksi sebaran PM₁₀ di udara ambien kawasan PT Semen Padang dengan menggunakan pemodelan kualitas udara AERMOD.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah menganalisis sebaran PM_{10} di udara ambien kawasan industri PT Semen Padang menggunakan *software* AERMOD.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis konsentrasi *Particulate Matter* $10\ \mu m$ (PM_{10}) dengan EPAM 5000 *Real Time Particulate Air Monitor* di udara ambien kawasan industri PT Semen Padang;
2. Melakukan simulasi sebaran emisi PT Semen Padang dengan menggunakan *software* AERMOD.
3. Melakukan validasi hasil simulasi AERMOD dengan pengukuran EPAM 5000 *Real Time Particulate Air Monitor* di udara ambien pada kawasan industri PT Semen Padang.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan evaluasi dan pertimbangan bagi pengambil keputusan dalam program pengendalian pencemaran udara PT Semen Padang;

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Parameter pencemar yang diukur adalah PM_{10} pada udara ambien kawasan industri PT Semen Padang;
2. Penentuan lokasi pengukuran sebanyak 32 titik berdasarkan 8 arah mata angin dengan jarak 0,5 km, 1 km, 1,5 km dan 2 km dari PT Semen Padang.
3. Pengukuran PM_{10} dilakukan menggunakan peralatan EPAM 5000 *Real Time Particulate Air Monitor* selanjutnya dilakukan pemetaan dengan *software Surfer 11*;
4. Pengambilan data meteorologi (temperatur udara, tekanan udara, kelembapan, kecepatan angin dan arah angin) diperoleh dari pengukuran langsung menggunakan alat *Meteorological Station PCE-FWS-20*;
5. Waktu pengukuran PM_{10} masing-masing lokasi dibagi menjadi 4 shift, yaitu shift 1 (00.00-05.59 WIB), shift 2 (06.00-11.59 WIB), shift 3 (12.00-17.59

- WIB) dan shift 4 (18.00-23.59 WIB) dengan durasi pengambilan masing – masing lokasi selama 30 menit sebanyak 6 kali pengukuran;
6. Simulasi sebaran PM_{10} di udara ambien di kawasan industri PT Semen Padang menggunakan *software* AERMOD View 8.9.0;
 7. Baku mutu udara ambien yang digunakan sebagai pembanding adalah baku mutu udara ambien nasional yaitu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada lampiran VII;
 8. Validasi hasil simulasi AERMOD dengan EPAM 5000 menggunakan *software* SPSS 16.0.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan teori-teori dan studi literatur mengenai pencemaran udara, industri PT Semen Padang, *Particulate Matter* $10 \mu m$ (PM_{10}), baku mutu udara ambien, pemantauan kualitas udara ambien dan pemodelan kualitas udara.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian serta tahapan penelitian yang dilakukan mulai dari studi literatur, pengukuran PM_{10} , pengambilan data meteorologi, simulasi sebaran PM_{10} dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.

