

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Semen Padang Unit Packing Plant Dumai merupakan fasilitas strategis yang memiliki sejarah panjang sejak mulai beroperasi pada Desember 2010. Seiring dengan meningkatnya permintaan semen di wilayah Pantai Timur Sumatera, fasilitas ini dikembangkan menjadi pabrik penggilingan semen (*Cement Mill*) dengan kapasitas produksi mencapai 900.000 ton per tahun setelah dilakukan *groundbreaking* pada 21 Juni 2013. Dalam operasionalnya, perusahaan memiliki komitmen kuat untuk menjalankan industri yang berwawasan lingkungan dan patuh terhadap peraturan ambang batas emisi debu, sebagaimana ditegaskan dalam kebijakan perusahaan pada akhir tahun 2020 untuk mengoptimalkan seluruh fasilitas pengendalian dampak lingkungan di Unit Dumai.

Sejalan dengan peningkatan status menjadi *Cement Mill*, aktivitas dermaga kini tidak hanya melayani pengiriman semen kantong, tetapi juga penerimaan bahan baku berupa klinker melalui jalur laut. Pada proses *unloading* klinker dari tongkang menuju *hopper* dermaga, timbul tantangan teknis berupa emisi debu klinker (*fugitive dust*) yang pekat saat material dilepaskan dari *grab unloader* menuju mulut *hopper*. Jatuhnya material curah dalam volume besar menghasilkan aliran udara induksi (*induced air*) yang membawa partikel debu halus keluar dari area penampungan (Zhang et al., 2023).

Selain aspek teknis operasional, pengendalian debu merupakan kewajiban dalam menjaga kesehatan lingkungan kerja dan masyarakat sekitar dermaga. Partikel debu halus yang tidak tertangani secara efektif dapat terbawa angin hingga ke area pemukiman di Kelurahan Bangsal Aceh dan berisiko menyebabkan gangguan kesehatan bagi warga maupun pekerja. Berdasarkan prinsip pengelolaan lingkungan industri, keberhasilan sebuah industri tidak hanya diukur dari produktivitas operasional, tetapi

juga dari kemampuannya mengendalikan emisi polutan guna mendukung pembangunan industri berkelanjutan (Rashed, 2023).

Sebelum diterapkannya sistem otomasi modern, upaya pengendalian debu pada *hopper* dilakukan melalui metode konvensional seperti penyiraman air secara manual (*water sprinkling*) dan pemasangan tirai terpal sederhana. Namun, metode ini terbukti kurang efektif karena butiran air yang dihasilkan terlalu besar sehingga tidak mampu mengikat partikel debu halus secara optimal.

Dalam praktik pengendalian debu industri, beberapa alternatif teknologi dapat digunakan seperti *bag filter*, enclosure, dust collector, maupun sistem pengkabutan (*dust suppression*) (Li et al., 2023). Namun, kondisi area *hopper* dermaga memiliki tantangan operasional berupa ruang terbuka, pola pergerakan grab unloader, variasi intensitas unloading, serta kebutuhan fleksibilitas operasional yang tinggi. Oleh karena itu, pendekatan Dust Suppression System (DSS) berbasis air atomizing dipilih karena mampu menghasilkan kabut halus (*dry fog*) yang dapat berinteraksi dengan partikel debu tanpa meningkatkan kadar air material secara signifikan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu pendekatan rekayasa untuk merancang dan mengimplementasikan sistem Dust Suppression System berbasis air atomizing yang mampu mengendalikan emisi debu secara efektif, menjaga efisiensi penggunaan air dan udara tekan, serta memungkinkan sistem bekerja secara otomatis sesuai aktivitas unloading melalui integrasi sensor dan kontrol PLC.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan kondisi operasional dan permasalahan debu pada area *hopper* Packing Plant Dumai PT Semen Padang, maka rumusan masalah dalam laporan ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana karakteristik permasalahan debu yang terjadi pada area *hopper* selama aktivitas *unloading* klinker di Packing Plant Dumai PT Semen Padang?

- b. Bagaimana menentukan desain dan konfigurasi *Dust Suppression System* (DSS) berbasis *air atomizing* yang sesuai dengan kondisi operasional area hopper?
- c. Bagaimana menentukan kebutuhan teknis sistem yang meliputi jumlah dan konfigurasi *nozzle*, kebutuhan air, kebutuhan udara tekan, serta parameter operasi untuk menghasilkan proses atomisasi yang efektif dalam pengendalian debu?
- d. Bagaimana mengimplementasikan sistem kontrol berbasis sensor dan *Programmable Logic Controller* (PLC) agar *Dust Suppression System* dapat beroperasi secara otomatis sesuai kondisi operasional *unloading* lapangan?
- e. Bagaimana mengevaluasi kinerja implementasi *Dust Suppression System* terhadap pengendalian debu pada area hopper berdasarkan observasi operasional dan performa sistem di lapangan?

1.3 Tujuan Proyek

Tujuan dari proyek implementasi *Dust Suppression System* pada area hopper Packing Plant Dumai PT Semen Padang adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi karakteristik permasalahan debu yang terjadi pada area hopper selama proses *unloading* klinker.
- b. Merancang desain dan konfigurasi *Dust Suppression System* berbasis *air atomizing* yang sesuai dengan kondisi operasional area hopper.
- c. Menentukan kebutuhan teknis sistem yang meliputi jumlah dan konfigurasi *nozzle*, kebutuhan air, kebutuhan udara tekan, serta parameter operasi untuk menghasilkan atomisasi yang efektif dalam pengendalian debu.
- d. Mengimplementasikan sistem kontrol berbasis sensor dan *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk mendukung pengoperasian *Dust Suppression System* secara otomatis sesuai kondisi operasional *unloading*.
- e. Mengevaluasi performa implementasi *Dust Suppression System* terhadap pengendalian debu melalui observasi operasional, stabilitas

parameter sistem, pola sebaran kabut atomisasi, dan kondisi area kerja selama aktivitas *unloading*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada proyek ini adalah sebagai berikut:

- a. Objek pembahasan difokuskan pada implementasi *Dust Suppression System* berbasis *air atomizing* pada area hopper penerimaan klinker di Packing Plant Dumai PT Semen Padang.
- b. Analisis difokuskan pada kondisi operasional selama aktivitas *unloading* klinker dari tongkang menuju hopper menggunakan sistem *grab unloader*.
- c. Pembahasan mencakup aspek teknis perancangan dan implementasi sistem meliputi konfigurasi *nozzle*, kebutuhan air, kebutuhan udara tekan, distribusi atomisasi, sensor, dan sistem kontrol berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC).
- d. Evaluasi performa sistem dilakukan berdasarkan observasi operasional lapangan, pola penyebaran kabut atomisasi, kondisi area kerja, serta parameter operasi sistem selama proses *unloading*.
- e. Proyek implementasi ini tidak membahas pengukuran kuantitatif partikulat udara menggunakan instrumen pemantauan seperti PM10 monitor, *particle counter*, *opacity meter*, maupun *Continuous Emission Monitoring System* (CEMS).
- f. Proyek implementasi ini tidak membahas analisis numerik lanjutan seperti *Computational Fluid Dynamics* (CFD), simulasi aliran udara, maupun pemodelan dispersi partikulat.
- g. Pembahasan tidak mencakup analisis ekonomi proyek secara detail seperti *cost-benefit analysis*, *Return on Investment* (ROI), maupun evaluasi finansial investasi sistem.
- h. Pembahasan tidak mencakup modifikasi mayor pada struktur sipil hopper, desain *grab unloader*, maupun perubahan proses utama produksi *cement mill*.

- i. Pengaruh variabel lingkungan eksternal seperti perubahan arah angin, kelembaban udara ambien, dan kondisi cuaca tidak dianalisis secara kuantitatif dalam proyek implementasi ini.

1.5 Manfaat Proyek

Implementasi *Dust Suppression System* pada area hopper Packing Plant Dumai PT Semen Padang diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Bagi Operasional dan Sistem Teknik

Memberikan solusi rekayasa untuk pengendalian debu pada area hopper melalui penerapan *Dust Suppression System* berbasis *air atomizing*, sehingga mendukung terciptanya kondisi operasi *unloading* yang lebih terkendali, meningkatkan efektivitas pengendalian debu, serta mendukung stabilitas operasional sistem transfer material.

- b. Bagi Perusahaan

Mendukung peningkatan kinerja operasional perusahaan melalui pengurangan penyebaran debu pada area kerja, penurunan kebutuhan *housekeeping* pasca *unloading*, pengurangan paparan debu terhadap peralatan di sekitar *transfer point*, serta mendukung implementasi pengelolaan lingkungan industri yang lebih baik.

- c. Bagi Aspek Lingkungan, K3, dan Area Kerja

Membantu meningkatkan kualitas lingkungan kerja melalui pengurangan penyebaran debu di area *unloading*, meningkatkan visibilitas operator selama aktivitas bongkar muat, serta mendukung pengendalian risiko paparan partikulat pada area operasional.

- d. Bagi Pengembangan Rekayasa Teknik dan Praktik Profesional

Menjadi referensi implementasi *engineering control system* pada pengendalian debu industri berbasis *air atomizing*, serta memberikan pengalaman profesional dalam penerapan desain sistem, utilitas fluida, instrumentasi, dan otomasi industri melalui integrasi sensor dan *Programmable Logic Controller* (PLC).

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman terhadap isi laporan, penyusunan laporan ini dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan proyek, batasan masalah, manfaat proyek, serta sistematika penulisan laporan yang menjadi dasar pelaksanaan implementasi *Dust Suppression System* pada area hopper Packing Plant Dumai PT Semen Padang.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat landasan teori yang mendukung pelaksanaan proyek, meliputi teori debu industri, karakteristik partikulat, fenomena *fugitive dust*, prinsip *Dust Suppression System*, atomisasi fluida, *air atomizing nozzle*, ukuran *droplet*, sistem utilitas udara tekan, instrumentasi, sensor, dan *Programmable Logic Controller* (PLC) yang digunakan dalam implementasi sistem.

Bab III METODOLOGI PELAKSANAAN

Bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan proyek, identifikasi kondisi lapangan, pengumpulan data teknis, proses perancangan sistem, penentuan kebutuhan *nozzle*, kebutuhan air, kebutuhan udara tekan, konfigurasi instalasi, integrasi sensor, serta pengembangan logika kontrol otomatis berbasis PLC.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil implementasi *Dust Suppression System* pada area hopper, konfigurasi sistem yang diterapkan, parameter operasional, hasil pengujian lapangan, evaluasi performa sistem, serta analisis efektivitas pengendalian debu berdasarkan kondisi operasional aktual.

Bab V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil implementasi proyek berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan serta saran pengembangan untuk peningkatan sistem maupun pengembangan studi lanjutan di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN