

BAB 1

PENDAHULUAN

Latar belakang

Industri semen memiliki peran yang sangat penting dalam pembangunan infrastruktur nasional. Sebagai bahan utama dalam konstruksi bangunan, jalan, jembatan, dan fasilitas umum, semen menjadi komponen krusial dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan fisik suatu negara. Seiring meningkatnya populasi, urbanisasi, dan kebutuhan pembangunan, permintaan terhadap produksi semen terus mengalami peningkatan. Namun demikian, peningkatan produksi semen tidak dapat dilepaskan dari berbagai isu lingkungan yang menyertainya. Industri semen dikenal sebagai salah satu sektor dengan intensitas energi tinggi dan merupakan penyumbang signifikan terhadap emisi gas rumah kaca (GRK), partikulat, serta konsumsi sumber daya alam. Oleh karena itu, upaya transformasi menuju produksi semen berkelanjutan merupakan kebutuhan mendesak dalam menghadapi tantangan lingkungan global.

Proses produksi semen terdiri dari beberapa tahapan utama, mulai dari penambangan bahan baku, pengolahan dan pemanasan klinker, hingga proses penggilingan akhir. Di antara seluruh tahapan tersebut, proses penggilingan semen merupakan salah satu proses yang paling banyak mengonsumsi energi listrik. Penggilingan klinker untuk mencapai ukuran partikulat tertentu membutuhkan energi yang besar karena sifat fisik material yang keras dan abrasif. Inefisiensi pada tahap penggilingan tidak hanya meningkatkan biaya produksi bagi perusahaan, tetapi juga menambah beban lingkungan berupa emisi karbon dari penggunaan listrik yang sebagian besar masih berasal dari energi fosil. Dengan demikian,

optimalisasi proses penggilingan menjadi salah satu fokus penting dalam upaya mengurangi dampak lingkungan industri semen.

Untuk meningkatkan efisiensi proses penggilingan, salah satu teknologi yang banyak digunakan secara global adalah *Grinding aid* (GA) atau Cement *Grinding aid* (CGA). CGA merupakan bahan kimia aditif yang ditambahkan dalam jumlah sangat kecil selama proses penggilingan dengan tujuan mengurangi aglomerasi dan meningkatkan fluiditas partikel. Mekanisme kerja CGA meliputi pengurangan gaya kohesi antar partikel, pencegahan pembentukan “*coating*” pada bola penggiling, serta peningkatan dispersi partikel. Dengan mekanisme tersebut, penggunaan CGA dapat meningkatkan laju produksi ball mill atau vertical roller mill, mengurangi konsumsi energi listrik, serta meningkatkan kualitas hasil penggilingan.

Meskipun penggunaan CGA memberikan manfaat dari sisi efisiensi energi dan peningkatan kinerja alat, aspek dampak lingkungan dari penggunaan bahan kimia ini menjadi hal yang sangat penting untuk dikaji terutama bagi bidang Teknik Lingkungan. Hal ini dikarenakan penggunaan CGA meskipun dalam jumlah kecil, tetap memiliki jejak lingkungan dari proses produksinya, transportasi, distribusi, serta potensi emisi dan residu dalam proses penggilingan. Selain itu, penggunaan CGA secara berlebihan dapat mengakibatkan peningkatan potensi toksisitas lingkungan, baik dalam bentuk emisi tidak langsung, polusi udara sekunder, maupun potensi dampak pada kualitas udara di area produksi. Oleh sebab itu, penggunaan CGA harus dilakukan dalam rasio optimal yang mempertimbangkan keseimbangan antara peningkatan efisiensi dan minimasi dampak lingkungan.

Selain itu, aspek penting dalam penelitian ini adalah optimalisasi rasio penggunaan CGA. Rasio CGA yang terlalu rendah tidak memberikan peningkatan efisiensi yang berarti sehingga tidak berkontribusi pada pengurangan konsumsi energi dan emisi. Sebaliknya, rasio CGA yang terlalu tinggi meningkatkan jejak lingkungan CGA itu sendiri dan berpotensi menambah emisi dari produksi dan transportasi bahan kimia tersebut. Oleh karena itu, penentuan rasio optimal CGA merupakan langkah kunci untuk mencapai efisiensi penggilingan yang maksimal dengan dampak lingkungan minimum. Optimalisasi ini dapat dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menghubungkan antara dosis CGA, konsumsi energi listrik (kWh/ton), output penggilingan, serta hasil perhitungan dampak lingkungan pada setiap skenario dosis.

Terkait dampak lingkungan, beberapa kategori penilaian yang menjadi fokus dalam penelitian ini meliputi yaitu: emisi CO₂ dari konsumsi energi listrik selama proses penggilingan, emisi PM_{2.5}, baik dari proses mekanis penggilingan maupun potensi pelepasan partikulat sekunder, jejak lingkungan CGA berdasarkan inventarisasi energi dan bahan kimia dari proses pembuatannya, energi primer tidak terbarukan yang terkait dengan konsumsi listrik dan proses produksi bahan kimia dan potensi toksisitas manusia dan ekotoksikitas, tergantung dari jenis CGA yang digunakan.

Penelitian ini menjadi sangat penting dalam konteks industri semen di Indonesia, terutama karena industri ini merupakan sektor padat energi dan memiliki potensi besar dalam pengurangan emisi melalui perbaikan proses dan penggunaan teknologi bantu. Dengan menerapkan pendekatan produksi berkelanjutan, industri

semen dapat berkontribusi pada upaya nasional dalam mengurangi emisi GRK sesuai target penurunan emisi yang ditetapkan pemerintah. Selain itu, penelitian mengenai optimalisasi CGA menggunakan LCA manual dapat memberikan dasar ilmiah bagi perusahaan semen dalam mengambil keputusan operasional yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara rasio penggunaan *Grinding aid*, efisiensi penggilingan, serta dampak lingkungan yang ditimbulkan. Hasil analisis yang dilakukan dapat menjadi dasar untuk menyusun rekomendasi penggunaan CGA yang optimal sehingga dapat mendukung peningkatan efisiensi energi sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi penting bagi mahasiswa teknik lingkungan dalam mengembangkan kompetensi analisis lingkungan industri menggunakan pendekatan ilmiah yang komprehensif dan terukur.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah yang akan menjadi fokus dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi rasio penggunaan *Cement Grinding aid* (CGA) terhadap konsumsi energi listrik dalam proses penggilingan semen dan dampak lingkungannya ?
2. Berapa rasio penggunaan CGA yang paling optimal untuk menghasilkan efisiensi energi tertinggi dengan dampak lingkungan terendah?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh rasio penggunaan *Grinding aid* terhadap efisiensi proses penggilingan dan dampak lingkungannya.
2. Menentukan rasio penggunaan CGA yang paling optimal berdasarkan perbandingan efisiensi energi dan dampak lingkungan.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini akan membawa beberapa manfaat, antara lain :

1. Manfaat Akademis, yaitu memberi kontribusi terhadap literatur mengenai produksi semen berkelanjutan dan optimasi bahan bantu penggilingan.
2. Manfaat Praktis bagi Industri yaitu memberikan rekomendasi rasio penggunaan CGA yang optimal untuk meningkatkan efisiensi energi.
3. Manfaat bagi Pemerintah dan Lingkungan yaitu :
 - Mendukung kebijakan pengurangan emisi GRK nasional di sektor industri.
 - Mengurangi potensi polusi udara (CO_2 dan $\text{PM}_{2.5}$) dari proses produksi semen.

1.5 Batasan Masalah

1. Variabel yang dianalisis hanya mencakup parameter yang berhubungan dengan konsumsi listrik, seperti konsumsi energi spesifik dan *output cement mill*.
2. Penelitian ini dibatasi dengan evaluasi performa penggunaan satu jenis *Cement Grinding Aid* (CGA) pada satu unit *cement mill*, dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penggunaan CGA.

3. Penelitian ini dilakukan pada proses produksi jenis semen *Portland Composite Cement* (PCC).