Evaluasi dan Perancangan Cerobong Grinding RIM di Industri Velg Baja

Favian Haidar Rinandi[1)], Praditya Sigit Ardisty Sitogasa[1)*]
[1)]Program Studi Teknik Lingkungan, UPN Veteran Jawa Timur, Jl Rungkut Madya, Surabaya
*Email: praditya.s.tl@upnjatim.ac.id

Abstrak

Cerobong berfungsi penting dalam sistem ventilasi industri untuk mengalirkan gas buang secara aman ke atmosfer sekaligus mengendalikan pencemaran udara. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi eksisting Cerobong Grinding RIM di industri velg baja serta merancang perbaikan sesuai standar teknis nasional. Metode penelitian mencakup identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder, analisis, serta rekomendasi teknis. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa dimensi cerobong, khususnya panjang dari titik sampling ke bawah, belum memenuhi ketentuan Lampiran III PermenLHK Nomor 11 Tahun 2021. Selain itu, ketinggian cerobong berada dalam zona cavity akibat bangunan sekitar, sehingga berpotensi menahan polutan di permukaan tanah. Rekomendasi perbaikan meliputi penyesuaian dimensi sampling dan peninggian cerobong melebihi 12 meter untuk mencapai standar Good Engineering Practice (GEP). Perbaikan ini diharapkan meningkatkan efektivitas dispersi polutan dan mendukung pengendalian pencemaran udara di sekitar area industri.

Kata kunci: cerobong, emisi, ketinggian cerobong

Abstract

Chimneys play a crucial role in industrial ventilation systems by safely discharging exhaust gases into the atmosphere while controlling air pollution. This study aims to evaluate the existing condition of the RIM Grinding Chimney in a steel alloy wheel industry and to design improvements in accordance with national technical standards. The research method includes problem identification, literature review, primary and secondary data collection, data analysis, and technical recommendations. The evaluation revealed that the chimney dimensions, particularly the length below the sampling point, do not meet the standards set in Appendix III of Indonesia's Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 11 of 2021. Furthermore, the chimney height was found to be within the cavity zone caused by surrounding buildings, leading to potential pollutant accumulation at ground level. Recommendations include adjusting the sampling dimensions and increasing the chimney height above 12 meters to meet Good Engineering Practice (GEP) standards. These improvements are expected to enhance pollutant dispersion effectiveness and support air pollution control in the industrial area.

Keywords: *chimney, emission, chimney height*

1. PENDAHULUAN

Cerobong merupakan komponen penting dalam sistem ventilasi dan pengendalian emisi pada instalasi industri maupun bangunan komersial. Fungsinya yang utama adalah untuk mengalirkan gas buang hasil proses pembakaran ke atmosfer secara aman (Schnelle & Brown, 2002). Cerobong juga berperan dalam proses dispersi polutan. Tinggi cerobong sangat menentukan pola penyebaran gas buang di atmosfer. Cerobong yang dirancang dengan ketinggian dan diameter tertentu dapat meminimalisasi konsentrasi polutan di permukaan tanah melalui peningkatan jarak sebar (dispersi) gas buang. Hal ini sangat penting dalam upaya

pengendalian pencemaran udara dan perlindungan kesehatan di sekitar area cerobong (Zhao *et al*., 2013). Studi oleh Lateb *et al*. (2011) menunjukkan bahwa peningkatan tinggi cerobong dan kecepatan buang gas dapat secara signifikan mengurangi konsentrasi polutan di area sekitar bangunan, terutama ketika cerobong berada di belakang bangunan tinggi yang menghalangi aliran udara. Penelitian oleh Chang'an Yiyang Power Generation Co., Ltd. (2024) menemukan bahwa pengurangan tinggi cerobong dari 210 m menjadi 60 m menyebabkan peningkatan konsentrasi polutan $PM_{2,5}$ di permukaan tanah dengan tingkat pencemaran yang melebihi batas standar.

Penggunaan cerobong yang sesuai standar teknis menjadi bagian penting dari sistem kontrol emisi dan pengelolaan kualitas udara sekitar. Oleh karena itu, desain dan pemeliharaan cerobong harus mengikuti prinsip rekayasa lingkungan yang bertanggung jawab. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian teknis pada cerobong dan menyusun rekomendasi rancangan ulang yang memenuhi standar pengambilan contoh emisi yang diakui secara nasional.

2. BAHAN DAN METODE

Tahap pertama dilakukannya tahap identifikasi yang berisi tentang langkah-langkah identifikasi dan perumusan masalah, penentuan tujuan masalah, dan manfaat penelitian. Tahap kedua ini dilakukan tahap studi yang berisi tentang studi literatur dan studi lapangan. Tahap ketiga ini dilakukan pengumpulan data yang berisi data primer dan data sekunder. Tahap keempat yaitu melakukan analisis dan pengolahan data. Pada tahap terakhir berisikan evaluasi dan rekomendasi terhadap objek yang dianalisis.

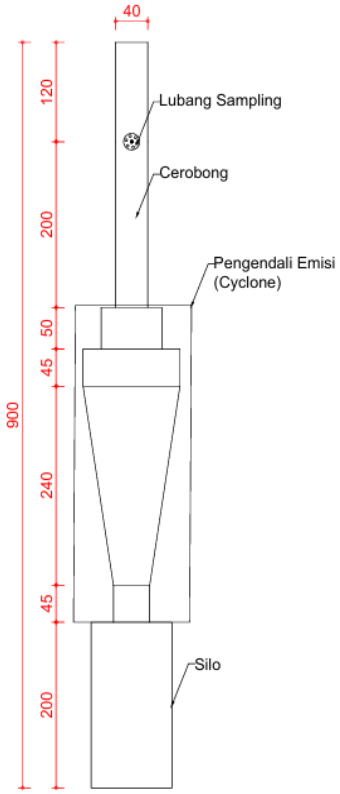
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan bentuk analisis dan evaluasi terkait kondisi eksisting Cerobong Grinding RIM ke bentuk ideal dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti fungsi cerobong, regulasi yang berlaku, dan *impact* terhadap area sekitar cerobong. Analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis komparatif.

Analisis kondisi eksisting cerobong berdasarkan PermenLHK Nomor 11 Tahun 2021

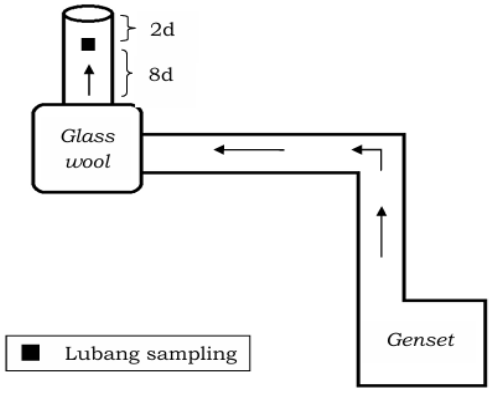
Penentuan standar cerobong merupakan aspek krusial dalam upaya pengendalian pencemaran udara, khususnya yang bersumber dari aktivitas industri. Untuk menjamin efektivitas fungsi cerobong dalam mereduksi emisi dan memastikan kesesuaian dengan

ketentuan peraturan perundang-undangan, acuan teknis diperlukan dalam proses perencanaan dan pelaksanaannya. Untuk mengetahui kondisi eksisting cerobong, dilakukan visit secara langsung pada industri velg baja guna mengetahui data secara langsung terkait kondisi eksisting cerobong grinding RIM, diperoleh sebagai berikut:



Gambar 1. Dimensi cerobong kondisi eksisting

Mengacu terhadap Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2021 tentang baku mutu emisi mesin dengan pembakaran dalam, cerobong tersebut termasuk dalam kategori cerobong dengan lubang sampling dengan adanya alat pengendali emisi berupa *cyclone*.



Gambar 2. Cerobong dengan lubang sampling dengan adanya alat pengendali emisi

Evaluasi kondisi ideal cerobong

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis terhadap struktur cerobong yang ada, ditemukan bahwa ada parameter teknis belum memenuhi ketentuan minimal yang telah ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan maupun standar teknis yang berlaku seperti pada gambar 2 (Anwar, 2015). Oleh karena itu, evaluasi terhadap aspek-aspek ketidaksesuaian ini menjadi penting untuk menjamin efektivitas fungsi cerobong serta kepatuhan terhadap regulasi lingkungan.

$$Panjang\ dari\ titik\ sampling\ ke\ atas = 2\ x\ Diameter\ Cerobong$$

$$(1) Panjang\ dari\ titik\ sampling\ ke\ bawah = 8\ x\ Diameter\ Cerobong \quad (2)$$

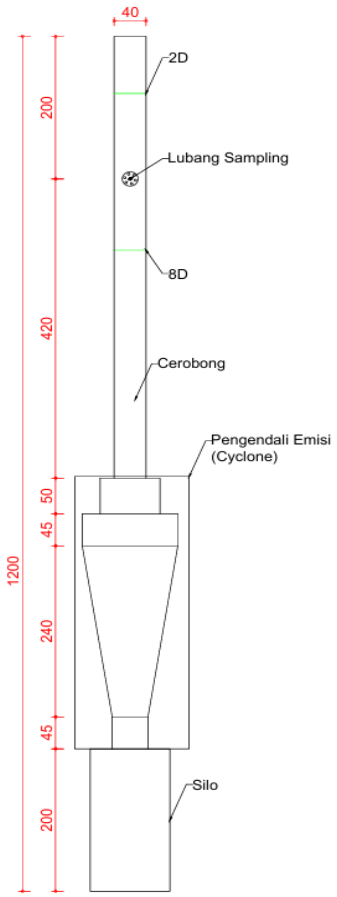
Tabel 1. Perbandingan dimensi cerobong

	Satuan	Dimensi Cerobong		Keterangan
		Eksisiting	Ideal	
Diameter cerobong (D)	m	40	40	
Panjang dari titik sampling ke atas	m	120	80	Memenuhi
Panjang dari titik sampling ke bawah	m	200	320	Tidak Memenuhi

Pada perhitungan tersebut adanya ketidaksesuaian pada Panjang bawah titik sampling yang tidak memenuhi standar minimum yang sudah tertera pada Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2021 tentang baku mutu emisi mesin dengan pembakaran dalam. Sebagai respons terhadap hasil analisis yang menunjukkan adanya ketidaksesuaian, disarankan adanya langkah preventif berupa penambahan dimensi cerobong yang dapat diimplementasikan untuk memastikan bahwa cerobong memenuhi ketentuan teknis dan lingkungan secara optimal.

Berdasarkan hasil analisis terhadap tinggi cerobong, gambar diatas merupakan rekomendasi berdasarkan ketentuan standar minimum cerobong sesuai regulasi yang berlaku. Penambahan tinggi cerobong didukung oleh EPA-450/4-80-023R mengenai *Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height* (*Technical Support Document For the Stack Height Regulations*), diketahui bahwa ketinggian cerobong saat ini masih berada dalam *cavity zone* yang terbentuk akibat gangguan aliran udara oleh bangunan setinggi 8 meter di sekitarnya. Zona *cavity* ini memiliki ketinggian sebesar 1,5 × 8 meter, yaitu 12 meter, yang merupakan batas minimum agar cerobong tidak berada dalam daerah turbulensi intens di belakang bangunan. Oleh karena itu, untuk menghindari terperangkapnya emisi di *cavity zone* dan memastikan penyebaran polutan yang lebih efektif, direkomendasikan agar cerobong

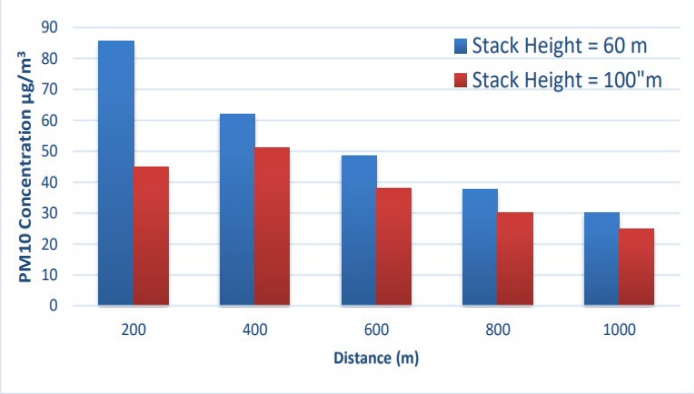
ditinggikan hingga berada di atas 12 meter sesuai dengan standar *Good Engineering Practice* (GEP).



Gambar 3. Rekomendasi dimensi cerobong kondisi ideal

Korelasi tinggi cerobong ideal terhadap dampak area sekitar

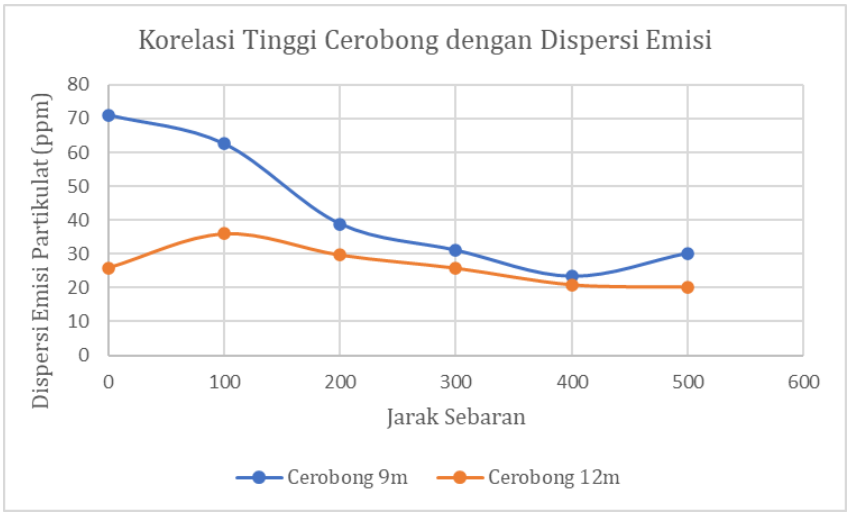
Tinggi cerobong asap memiliki korelasi signifikan terhadap distribusi polutan di area sekitar, yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas udara dan kesehatan lingkungan. Menurut Pandis dan Seinfeld (2016), peningkatan tinggi cerobong akan memperluas daerah penyebaran polutan, sehingga konsentrasi emisi di permukaan tanah dapat berkurang secara substansial. Hal ini didukung oleh studi Nayeb *et al*. (2016) yang melakukan perbandingan tinggi cerobong antara 60 meter dan 100 meter, hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatkan tinggi cerobong, konsentrasi berkurang secara signifikan.



Gambar 4. Korelasi perubahan tinggi cerobong terhadap konsentrasi PM_{10}

Selain itu, perhitungan tinggi cerobong berdasarkan metode *Gaussian Plume* memperhitungkan faktor meteorologi seperti kecepatan angin dan stabilitas atmosfer, yang mempengaruhi penyebaran polutan (Turner, 1994). Dengan demikian, penentuan tinggi cerobong yang tepat tidak hanya berdampak pada efisiensi dispersinya, tetapi juga berkontribusi dalam upaya mitigasi pencemaran udara di wilayah urban dan industri.

Dalam kajian penyebaran emisi dari sumber titik seperti cerobong, karakteristik fisik cerobong dan parameter operasional memainkan peran penting dalam menentukan sebaran polutan di atmosfer. Terkait penurunan studi oleh nayeb, pada industri ini dilakukan perbandingan penyebaran emisi dari cerobong dengan spesifikasi kecepatan alir gas buang sebesar 12 m/s, temperatur gas buang 350 K, ketinggian dasar cerobong 20 meter, dan diameter cerobong 0,4 meter. Dengan menggunakan pendekatan pemodelan dispersi, analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh 2 variasi tinggi cerobong yang berbeda



Gambar 5. Korelasi perbedaan tinggi cerobong eksisting perusahaan terhadap dispersi emisi partikulat

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara jarak sebaran dan konsentrasi dispersi emisi partikulat (dalam satuan ppm) dari dua cerobong dengan ketinggian berbeda, yaitu 9 meter dan 12 meter. Secara umum, grafik memperlihatkan bahwa cerobong dengan ketinggian 12 meter menghasilkan dispersi emisi yang lebih rendah dibandingkan cerobong 9 meter pada semua jarak sebaran yang diamati. Pada jarak 0 meter, konsentrasi emisi dari cerobong 9 meter mencapai sekitar 70 ppm, sementara cerobong 12 meter hanya sekitar 25 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa cerobong yang lebih tinggi cenderung lebih efektif dalam menyebarkan emisi ke atmosfer, sehingga mengurangi konsentrasi polutan pada permukaan tanah di berbagai jarak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap Cerobong Grinding RIM di industri velg baja, ditemukan adanya ketidaksesuaian dimensi cerobong terhadap standar yang berlaku, khususnya pada panjang cerobong dari titik sampling ke bawah, serta ketinggian cerobong yang masih berada dalam zona cavity akibat pengaruh bangunan sekitar. Ketidaksesuaian ini dapat menurunkan efektivitas dispersi polutan dan meningkatkan risiko akumulasi emisi pada area sekitar. Peninggian cerobong Grinding RIM di industri velg baja hingga mencapai minimal 12 meter diproyeksikan memberikan dampak jangka panjang yang signifikan terhadap peningkatan kualitas udara dan perlindungan ekosistem lokal. Meskipun penyesuaian ini memerlukan investasi awal berupa biaya konstruksi tambahan untuk peninggian struktur cerobong, manfaat lingkungan dan sosial-ekonomi jangka panjang jauh melebihi pengeluaran tersebut. Peninggian cerobong akan meningkatkan efektivitas dispersi emisi ke atmosfer, sehingga konsentrasi polutan seperti partikulat PM_{10} dan $PM_{2,5}$ di permukaan tanah dapat berkurang secara substansial. Dampak langsungnya adalah berkurangnya paparan zat beracun terhadap tanah dan vegetasi di sekitar area industri, yang selama ini berisiko merusak struktur tanah, menurunkan produktivitas biologis, dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Penurunan konsentrasi polutan juga berdampak pada kualitas udara yang lebih bersih bagi masyarakat sekitar, dengan potensi penurunan kasus penyakit pernapasan dan gangguan kesehatan jangka panjang. Dalam konteks keberlanjutan, biaya investasi yang dikeluarkan merupakan langkah preventif untuk menghindari kerugian lingkungan dan kesehatan masyarakat yang bisa jauh lebih besar di masa depan. Secara keseluruhan, peninggian cerobong tidak hanya memberikan manfaat teknis dan kepatuhan terhadap regulasi, tetapi juga

merupakan strategi yang efisien secara ekonomi dan berorientasi pada pembangunan industri yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Hadi, A. (2005). Prinsip pengelolaan pengambilan sampel lingkungan. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Iqbal, J., Amjad, S., Javed, H. (2024). Environmental and health risk assessment of a coal fired power plant-effect of stack height. *GMSARN International Journal*, 18, 550-561.

Lateb, M., Masson, C., Stathopoulos, T., Bédard, C. (2011). Effect of stack height and exhaust velocity on pollutant dispersion in the wake of a building. *Atmospheric Environment,* 45(29), 5150–5163.

Pandis, S. N., & Seinfeld, J. H. (2016). Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change (3rd Ed.). John wiley and sons. New Jersey.

Ren, J., Xiao, B., Chen, Y., Zhang, K., Zhao, Y. (2024). Assessment of impact of stack height changes of coal-fired power plants on air quality and its implications. *Environmental engineering*, 42(4), 66-73.

Schnelle, K. B., & Brown, C. A. (2002). Air pollution control technology handbook. CRC Press. USA.

Turner, D. B. (1994). Workbook of atmospheric dispersion estimates: An introduction to dispersion modeling. CRC Press (Taylor & Francis Group).

Yazdi, M. N., Arhami, M., Ketabchy, M., Delavarrafiee, M. (2016). Modeling of cement factory air pollution dispersion by AERMOD. *A&WMA's 109th Annual Conference & Exhibition,* 20-23 Juni 2016. New Orleans.