Metodologi: Inventarisasi Emisi Partikulat ($PM_{2.5}$, PM_{10} , *Black Carbon*, dan *Organic Carbon*) dari Sektor Industri Manufaktur di Kota Tangerang

ACHMAD SANDY PRATAMA¹, DIDIN AGUSTIAN PERMADI¹

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email : achmadsandy276@gmail.com

ABSTRAK

*Tujuan penelitian adalah mengulas pendekatan inventarisasi emisi, melibatkan penghitungan beban emisi dari konsumsi bahan bakar, pengujian uji cerobong, dan proses produksi dari sektor industri manufaktur di wilayah Kota Tangerang. Fokusnya adalah emisi partikulat dari sektor industri manufaktur, termasuk $PM_{2.5}$, PM_{10} , *Black Carbon*, dan *Organic Carbon*. *Atmospheric Brown Clouds Emission Inventory Manual (ABC-EIM)* untuk mencatat emisi partikulat. *ABC-EIM* dipakai sebagai alat dalam mengumpulkan dan menganalisis data emisi partikulat dari berbagai sumber, termasuk industri. Sedangkan beban emisi cerobong mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014. Hasil penelitian ini menjadi dasar untuk merumuskan strategi mengatasi dampak buruk polusi udara di wilayah tersebut.*

Kata kunci: *Inventarisasi emisi, Industri manufaktur, beban emisi, ABC-EIM*

1. PENDAHULUAN

Kawasan industri merupakan sumber polusi udara tidak bergerak dan memiliki dampak besar terhadap buruknya kualitas udara di wilayah Kota Tangerang. Sektor industri manufaktur berpotensi menyumbang emisi melalui proses produksi yang menggunakan energi dari bahan bakar fosil, pembuangan limbah, dan penggunaan bahan kimia tertentu yang menghasilkan polutan (Frianto dan Wahyudi, 2023). Jumlah polutan yang dilepaskan dari area industri juga dapat tergantung pada jenis dan kapasitas bahan bakar yang digunakan, serta ketinggian cerobong asap yang diterapkan oleh industri tersebut (Ruhiat dkk., 2017). Polusi yang berasal dari sektor industri manufaktur memiliki potensi bahaya yang signifikan terhadap kesehatan manusia, termasuk berbagai jenis polutan udara seperti $PM_{2.5}$, PM_{10} , *Black Carbon* (BC), dan *Organic Carbon* (OC) (Fedora dan Ariaaji, 2022). Udara yang terkontaminasi dengan partikel dan gas memiliki potensi untuk menyebabkan berbagai masalah kesehatan, yang bervariasi dalam tingkat dan jenisnya tergantung pada jenis, ukuran, dan komposisi kimianya. (Ratnani, 2008). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian di kawasan industri tersebut agar dapat menjadi kawasan yang mampu secara mandiri mengelola dan mengurangi polusi udara yang dihasilkan.

Inventarisasi emisi berperan sebagai dasar untuk merumuskan strategi, menilai tingkat kualitas udara yang terkait dengan standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah, serta memberikan pertimbangan untuk perubahan strategi yang diperlukan. Inventarisasi emisi di dalam kota sangat penting karena hal ini membantu dalam memahami kualitas udara di wilayah tersebut dan mendukung mengembangkan strategi yang sesuai untuk mengelola kualitas udara di kota tersebut (Restiani, 2018). Dalam hal ini, *Atmospheric Brown Clouds Emission Inventory Manual*

(ABC-EIM) digunakan untuk mencatat emisi partikulat yang bersumber dari konsumsi bahan bakar dan proses produksi berasal dari sektor industri manufaktur di Kota Tangerang. ABC-EIM dipakai sebagai alat dalam mengumpulkan dan menganalisis data emisi partikulat dari berbagai sumber, termasuk industri. Sedangkan beban emisi cerobong mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengulas pendekatan yang digunakan dalam melakukan inventarisasi emisi partikulat. Ini mencakup penghitungan beban emisi yang berasal dari konsumsi bahan bakar industri manufaktur, beban emisi dari pengujian cerobong industri manufaktur, dan beban emisi yang timbul dari proses produksi di sektor industri manufaktur.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian ini melibatkan identifikasi sumber emisi di kawasan industri manufaktur Kota Tangerang pada tahun 2022. Penyusunan inventarisasi emisi menggunakan ABC-EIM sebagai panduan, dan hasilnya digunakan untuk mengetahui beban emisi dari tiap-tiap sumber hasil dari aktivitas industri manufaktur. Beban emisi dari konsumsi bahan bakar dihitung dengan menganalisis jenis bahan bakar dan mengonversinya ke estimasi emisi, begitu juga dengan proses produksi. Sedangkan perhitungan beban emisi untuk uji cerobong, mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014.

3. PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Beban Emisi Konsumsi Bahan Bakar Industri Manufaktur

Konsumsi bahan bakar yang berasal dari industri manufaktur umumnya menghasilkan bahan bakar seperti batu bara, LPG (Liquefied petroleum gas), gas alam, bensin, dan solar, dimana hasil pembakaran tersebut dapat menghasilkan partikulat berbahaya. Rumus penghitungan beban emisi yang berkaitan dengan proses industri dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Shrestha dkk., 2013):

$$Em_{i,j} = \sum_j AR_{i,j} \times EF_{i,j}$$

Dimana:

i,j = Polutan i dan proses j

$EM_{i,j}$ = Emisi polutan i dari proses j

$AR_{i,j}$ = Laju aktivitas berhubungan dengan emisi polutan i proses j

$EF_{i,j}$ = Faktor emisi khusus untuk polutan i proses j

Perhitungan awal emisi data konsumsi bahan bakar di sektor industri manufaktur melibatkan pengkonversian data konsumsi per jenis bakar ke dalam satuan energi. Proses konversi ini melibatkan perkalian antara jumlah konsumsi bahan bakar dengan *Net Calorific Value* (NCV). NCV ini merujuk pada jumlah energi yang dapat dihasilkan berdasarkan jumlah serat yang dikonsumsi (Dymond dan Kamp, 2014). Berikut adalah **Tabel 1**. Nilai *Net Calorific Value* untuk pembakaran di bidang manufaktur dan konstruksi.

Tabel 1. Nilai Net Calorific Value untuk Pembakaran Bidang industri Manufaktur

Jenis Bahan Bakar	Pembakaran di bidang manufaktur dan konstruksi				
	<i>Iron and steel</i>	<i>Non-ferrous metals</i>	<i>Chemical</i>	<i>Pulp and paper</i>	<i>Others</i>
Batu bara	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251
Gas alam	0,0508	0,0508	0,0508	0,0508	0,0508
LPG	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047

Jenis Bahan Bakar	Pembakaran di bidang manufaktur dan konstruksi				
	<i>Iron and steel</i>	<i>Non-ferrous metals</i>	<i>Chemical</i>	<i>Pulp and paper</i>	<i>Others</i>
Bensin	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
Solar	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
Kayu Bakar	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150

Sumber: ABC-EIM, 2023

Proses perhitungan beban emisi pemakaian bahan bakar industri manufaktur membutuhkan nilai faktor emisi. Faktor emisi merupakan faktor untuk memperkirakan besarnya emisi dari satu sumber polusi udara. Faktor ini merupakan nilai rata-rata yang didasarkan pada data yang tersedia yang menggambarkan kualitas udara (Agustina, 2009). Faktor emisi untuk berbagai jenis bahan bakar yang digunakan dalam industri manufaktur dapat ditemukan dalam **Tabel 2.** berikut ini.

Tabel 2. Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar Industri Manufaktur

No.	Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi (Kg/TeraJoule)			
		PM ₁₀	PM _{2.5}	BC	OC
1.	Natural Gas	0.04	-	0,002	0,02
2.	Liquefied petroleum gas	-	-	-	-
3.	Coal	438	26.3	0.37	0.16
4.	Motor Gasoline	22.9	-	0.44	5.35
5.	Gas/Diesel Oil	3.3	-	3.9	-
6.	Wood	666-146	12	56.6-6.3	340-25.2

Sumber: Shrestha dkk., 2013

3.2 Perhitungan Beban Emisi Uji Cerobong Industri Manufaktur

Pada sektor industri manufaktur, partikulat juga bersumber dari aktivitas cerobong industri yang dihasilkan. Perhitungan beban emisi yang berhubungan langsung dengan data aktivitas *point source* industri manufaktur dapat menggunakan rumus sebagai berikut (PerMen LH, 2014):

$$E = Cav \times Q \times 0,0036 \times (\text{Operational Hours})$$

$$Q = Vav \times A$$

Dimana :

- E = laju Emisi (kg/hari)
- Cav = Konsentrasi terukur rata-rata harian (mg/nm³)
- Q = Laju Air emisi volumetrik (m³/detik)
- 0,0036 = Faktor Konversidari mg/detik ke kg/jam
- Op Hours = jam operasi pembangkit selama 1(satu)hari
- Vav = Laju air rata-rata harian (m/detik)
- A = Luas penampang cerobong (m²)

3.3 Perhitungan Beban Emisi Proses Produksi Industri Manufaktur

Perhitungan beban emisi dari hasil proses produksi industri manufaktur meliputi proses industri mineral, proses produksi *pulp* dan *paper*, proses industri kimia, proses industri makanan dan minuman. Penghitungan beban emisi yang berkaitan dengan proses industri dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Shrestha dkk., 2013):

$$Em_{i,j} = \sum_j AR_{i,j} \times EF_{i,j}$$

Dimana:

- i,j = Polutan i dan proses j
- $EM_{i,j}$ = Emisi polutan i dari proses j

$AR_{i,j}$ = Laju aktivitas berhubungan dengan emisi polutan i proses j

$EF_{i,j}$ = Faktor emisi khusus untuk polutan i proses j

Proses perhitungan beban emisi proses produksi industri manufaktur membutuhkan nilai faktor emisi. Faktor emisi merupakan faktor untuk memperkirakan besarnya emisi dari satu sumber polusi udara. Contoh faktor emisi logam industri manufaktur untuk berbagai jenis bahan bakar dapat ditemukan dalam **Tabel 3.** berikut ini.

Tabel 3. Faktor Emisi Proses Produksi Logam Industri Manufaktur

Sub-Sector/Process	Emission Factor (Kg/Tonne product output)			
	PM _{2.5}	PM ₁₀	BC	OC
Pig iron production	0,04	0,05	0,019	0
Aluminium production	8,46	11,9	0,013	0,014
Copper smelting (primary)	193	230	0	0
Lead smelting (primary)	3,64	15	0	0
Lead smelting (secondary)	3,64	15	0	0
Zinc smelting (primary)	3,64	15	0	0

Sumber: Shrestha dkk., 2013

4. KESIMPULAN

Tulisan ini menjelaskan perhitungan rumus yang dapat digunakan untuk melakukan inventarisasi emisi partikulat (PM_{2.5}, PM₁₀, *Black Carbon*, dan *Organic Carbon*) pada sektor industri manufaktur di Kota Tangerang, khususnya dari sumber konsumsi bahan bakar, uji cerobong, dan proses produksi. ABC-EIM digunakan sebagai alat untuk menentukan beban emisi dari penggunaan bahan bakar dan proses produksi. Terdapat faktor nilai dan konversi satuan yang esensial dalam rumus perhitungan beban emisi, seperti faktor emisi dan *net calorific value* (NCV).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L.M. (2009). Penentuan Faktor Emisi HC, CO, Dan CO₂ Pada Pembakaran Sampah Secara Terbuka. Tugas Akhir Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Dymond, C. C., dan Kamp, A. (2014). Fibre use, net calorific value, and consumption of forest-derived bioenergy in British Columbia, Canada. *biomass and bioenergy*, 70, 217-224.
- Fedora, S., dan Ariaaji, P. E. (2022). ANALISIS KEBUTUHAN PENYARINGAN UDARA UNTUK MENGATASI POLUSI UDARA SEBAGAI STRATEGI AKUPUNKTUR KOTA DI KAWASAN INDUSTRI PULOGADUNG. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 4 (2), 2717-2728.
- Frianto, D., Sutrisno, E., dan Wahyudi, A. (2023). Pelaku Industri dalam Pengendalian Emisi dan Standardisasi. *STANDAR: Better Standard Better Living*, 2 (5), 41-44.

- Ratnani, R. (2008). Teknik pengendalian pencemaran udara yang diakibatkan oleh partikel. *Majalah Ilmiah Momentum*, 4 (2).
- Restiani, R. (2018). *Inventarisasi Emisi Gas Konvensional (NO_x, SO_x, CO, HC, PM) dan Gas Rumah Kaca (CO₂) dari Industri Titik dan Area dengan Peta Sebaran Emisi di Kota Semarang*. Universitas Diponegoro.
- Ruhat, Y., dan Syafrizal, H. S., Indrayono, Y., & Akbar, H. (2017). Estimated contaminated area of air pollutant from industrial in Cilegon. *Research Journal of Environmental Sciences*, 11(3), 108-115.
- Shrestha, R. M., Kim Oanh, N. T., Shrestha, R. P., Rupakheti, M., Rajbhandari, S., Permadi, D. A., Kanabkaew, T., dan Iyngararasan, M. (2013). *Atmospheric brown clouds: Emission inventory manual*.