

METODE PERHITUNGAN BEBAN EMISI NO_x, NMVOC DAN SO₂ PADA SEKTOR PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK TAHUN DASAR DAN PROYEKSI

SHAF ARIESYA PUTRI KUSUMA¹, DIDIN AGUSTIAN PERMADI²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional
2. Dosen, Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional

Email: shafariesyaputri@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan kontributor utama pencemaran udara yang berasal dari proses pembakaran batu bara. NO_x, NMVOC dan SO₂ merupakan kontributor pencemaran udara yang tinggi di Indonesia. Perhitungan beban emisi dapat dilakukan dengan inventarisasi emisi. Metode yang dapat digunakan untuk inventarisasi emisi yaitu Atmospheric Brown Clouds-Emission Inventory Manual (ABC-EIM). Pada proses inventarisasi emisi pemilihan tahun dasar bergantung pada tujuan inventarisasi emisi, persyaratan peraturan dan ketersediaan data. Manual ABC-EIM ini telah diuji pada dua studi kasus inventarisasi emisi yang dikembangkan untuk Indonesia dan Thailand. Pada penggunaannya manual ini mendorong inventarisasi menggunakan data aktivitas dan faktor emisi. Faktor emisi pada manual ini memiliki variasi ketersediaan data seperti low, best dan high. Selain data tersebut, dibutuhkan data jenis batu bara yang digunakan untuk menentukan faktor emisi yang akan digunakan. Namun, pada perhitungan beban emisi SO₂ untuk faktor emisinya dipengaruhi oleh kandungan sulfur, sulfur retention in ash dan net caloric value (NCV).

Kata kunci: PLTU, NO_x, NMVOC, SO₂, ABC-EIM

ABSTRACT

Coal fired power plants are the main contributors to air pollution derived from the coal combustion process. NO_x, NMVOC and SO₂ are high contributors to air pollution in Indonesia. The calculation of the emission burden can be done with an inventory of emissions. The method that can be used for emission inventory is the Atmospheric Brown Clouds-Emission Inventory Manual (ABC-EIM). In the emissions inventory process, the selection of the base year depends on the purpose of the emissions inventory, regulatory requirements and data availability. This ABC-EIM manual has been tested on two emission inventory case studies developed for Indonesia and Thailand. In use, this manual encourages inventory using activity data and emission factors. The emission factors in this manual have variations in data availability such as low, best and high. In addition to these data, data on the type of coal used to determine the emission factor to be used is needed. However, the calculation of SO₂ emission load for emission factors is influenced by sulfur content, sulfur retention in ash and net caloric value (NCV).

Keyword: Coal fired power plant, NO_x, NMVOC, SO₂, ABC-EIM

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan industri energi yang menjadi kontributor utama pencemaran udara yang berasal dari proses pembakaran batu bara (Kramawijaya, 2018). Proses

pembakaran pada PLTU dengan bahan bakar batu bara menghasilkan gas NO_x dan SO_2 , emisi tersebut merupakan kontributor utama pembentukan hujan asam dan polusi $\text{PM}_{2.5}$ (Greenpeace, 2015). Selain itu, NO_x , NMVOC dan SO_2 merupakan kontributor pencemaran udara yang tinggi di Indonesia (Sunarno dkk., 2022). NO_x , NMVOC dan SO_2 tentu berdampak terhadap kesehatan manusia, NO_x dan SO_2 dapat menyebabkan gangguan tenggorokan, saluran pernafasan, kanker dan stroke (Sasmita dkk., 2021), sedangkan NMVOC dapat menyebabkan gangguan pernafasan (Laurent dan Hauschild, 2014). Oleh karena itu, diperlukan perhitungan beban emisi NO_x , NMVOC dan SO_2 . Perhitungan beban emisi ini dapat dilakukan dengan inventarisasi emisi. Inventarisasi emisi merupakan informasi yang dibutuhkan untuk melihat kontribusi dari sumber emisi terhadap total emisi pencemar udara (Permadi dkk., 2020). Menurut (Shrestha dkk., 2013), inventarisasi emisi berguna untuk (i) komponen dasar kegiatan perencanaan pengelolaan dan pemantauan kualitas udara (ii) menentukan keperluan pembuatan peraturan perundang-undangan (iii) pemodelan kualitas udara. Inventarisasi dapat dilakukan untuk periode tertentu. Tahun dasar menyediakan patokan untuk perbandingan dengan inventaris sebelumnya dan masa depan yang disusun untuk tahun yang berbeda. Tahun dasar dipilih tergantung pada tujuan inventarisasi, persyaratan peraturan dan ketersediaan data. Perhitungan beban emisi NO_x , NMVOC dan SO_2 dapat dilakukan dengan mengacu pada prosedur *Atmospheric Brown Clouds-Emission Inventory Manual* (ABC-EIM).

2. METODOLOGI

Atmospheric Brown Clouds-Emission Inventory Manual bertujuan untuk menyediakan kerangka kerja untuk inventarisasi emisi ABC yang sesuai untuk digunakan diberbagai negara khususnya Asia. Manual ini telah diuji pada dua studi kasus inventarisasi emisi yang dikembangkan untuk Indonesia dan Thailand, menggunakan alat berbasis excel yang dapat diterapkan juga pada inventarisasi emisi di negara-negara Asia lainnya. Manual ini mendorong penyusunan inventarisasi untuk menggunakan data aktivitas lokal dan faktor emisi. Namun, ada ketentuan dalam ABC-EIM yang memungkinkan penggunaan data default terbaik yang tersedia. Metode estimasi pada manual ini merupakan metode sederhana yang didasarkan pada laju aktivitas dan faktor emisi. Data aktivitas mengacu pada konsumsi bahan bakar (Shrestha dkk., 2013).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Nitrogen Oksida (NO_x)

NO_x merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Sumber NO_x dapat dikategorikan menjadi dua yaitu NO termal dan NO bahan bakar. NO termal terjadi karena reaksi nitrogen dan oksigen di udara pada temperatur yang tinggi. NO bahan bakar berasal dari kandungan nitrogen pada bahan bakar. Secara umum, batu bara mengandung 0,5-1,5% nitrogen (KLH, 2013). NO_x menimbulkan dampak kesehatan yaitu asma, dan brokhitis (Suwarna, 2011).

3.2 Non-methane Volatile Organic Compounds (NMVOC)

NMVOC merupakan hidrokarbon, dimana NMVOC ini bersifat reaktif dan beracun. Sumber NMVOC berasal dari aktivitas lalu lintas, proses produksi industri, pembakaran bahan bakar fosil dan pembakaran biomassa (Sebos dan Kallinikos, 2022). NMVOC dapat menimbulkan dampak pada kesehatan manusia seperti gangguan pernafasan (Laurent dan Hauschild, 2014).

3.3 Sulfur Dioksida (SO₂)

Gas SO₂ merupakan emisi penting yang dihasilkan oleh pembangkit listrik (Purnamasari, 2017). Gas ini memiliki sifat mudah larut dalam air, memiliki bau, tidak berwarna dan tidak mudah terbakar (Tampa dkk., 2020). Gas SO₂ merupakan gas yang banyak dihasilkan dari proses pembakaran batu bara. SO₂ dapat menimbulkan masalah kesehatan manusia seperti gangguan pernafasan, sakit kepala, dan gangguan saraf manusia (Yunita dan Kiswandono, 2017).

3.4 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Batu bara

PLTU merupakan sumber daya yang dominan digunakan, hal ini karena harganya yang murah (Yudistira dan Rofii, 2023). Prinsip PLTU secara sederhana yaitu air dipompa ke dalam boiler, pada boiler air diubah menjadi uap. Kemudian uap dialirkan ke turbin uap, energi uap digunakan untuk memutar turbin untuk menghasilkan energi mekanik. Turbin uap akan menggerakkan generator, lalu uap yang telah digunakan untuk menggerakkan turbin akan kembali masuk ke kondensor dan akan diubah kembali menjadi air. Kemudian air yang dihasilkan dari kondensor akan dialirkan kembali ke boiler (Murti dkk., 2020).

Perhitungan beban emisi NO_x, NMVOC dan SO₂ mengacu pada prosedur ABC-EIM. Perhitungan beban emisi ini memerlukan data pendukung seperti (i) konsumsi bahan bakar batu bara (ii) jenis batu bara (iii) faktor emisi. Jenis batu bara digunakan untuk menentukan faktor emisi. Faktor emisi pada manual ini memiliki variasi ketersediaan data faktor emisi seperti low, best dan high. Namun pada perhitungan beban emisi faktor emisinya dipengaruhi oleh kandungan sulfur (%), sulfur retention in ash (%) dan net calorific value (NCV) dimana penentuan nilai tersebut juga ditentukan oleh jenis batu bara yang digunakan. Persamaan yang digunakan dalam menghitung beban emisi NO_x dan NMVOC sebagai berikut (Shrestha dkk., 2013):

$$EM = EF \times AR \times \left(\frac{100 - CE}{100} \right) \quad (1)$$

Dimana,

EM = *Emission load* (ton/tahun)

EF = *Emission factor* (kg/tj)

AR = *Activity data = Fuel consumption* (Tj/tahun)

EC = *Efficiency control* (%)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung faktor emisi SO₂ sebagai berikut (Shrestha dkk., 2013):

$$EF_{SO_2} = 2 \times \left(\frac{CS_{fuel}}{100} \right) \times \left(\frac{100 - a_s}{100} \right) \times \frac{1}{NCV} \times 10^6 \times \left(\frac{100 - EC}{100} \right) \quad (2)$$

Dimana,

EF_{SO₂} = *Emission factor of SO₂* (kg/tj)

CS_{fuel} = *Sulfur content in fuel* (% berat)

a_s = Sulfur retention in ash (%)

NCV = Net Caloric Value (tj/kt)

EC = Efficiency of control (%)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung beban emisi SO₂ sebagai berikut (Shrestha dkk., 2013):

$$EM = \frac{(\text{Fuel consumption } (\frac{\text{tj}}{\text{tahun}}) \times \text{Faktor emisi } (\frac{\text{kg}}{\text{tj}}))}{1000} \quad (4)$$

4. KESIMPULAN

Proses pembakaran PLTU menghasilkan beban emisi NO_x, NMVOC dan SO₂ yang dapat menyebabkan gangguan pernafasan pada manusia. Maka diperlukan inventarisasi emisi. Metode yang dapat digunakan untuk inventarisasi emisi yaitu ABC-EIM. Pada perhitungannya diperlukan data seperti konsumsi bahan bakar, jenis batu bara dan faktor emisi. Pada perhitungan beban emisi pemilihan tahun dasar bergantung pada tujuan inventarisasi, persyaratan peraturan dan ketersediaan data.

DAFTAR RUJUKAN

- Greenpeace. (2015). Greenpeace. Retrieved from <https://www.greenpeace.org/static/planet4-indonesia-stateless/2019/02/605d05ed-605d05ed-kita-batubara-dan-polusi-udara.pdf>
- KLH. (2013). Pedoman teknis penyusunan inventarisasi emisi pencemar udara di perkotaan. *Jakarta Asdep Pengendali. Pencemaran Udar. Sumber Berger. Deputi Bid. Pengendali. Pencemaran Lingkung. Kementeri. Lingkung. Hidup Pencemaran Udar. di Daerah. Jakarta.*
- Kramawijaya, A. G. (2018). Estimasi Beban Emisi partikulat Dan gas Dari pltu Batu Bara di Indonesia Dengan Menggunakan Hasil Pemantauan.
- Laurent, A., dan Hauschild, M. Z. (2014). Impacts of NMVOC emissions on human health in European countries for 2000–2010: Use of sector-specific substance profiles. *Atmospheric environment*, 85, 247-255.
- Murti, A., Manuaba, I., dan Arjana, I. (2020). Optimasi Unit Pltu Berbahan Bakar Batubara Menggunakan Metode Lagrange Di PT. Indonesia Power Up Suralaya. *Jurnal SPEKTRUM Vol, 7(1)*.
- Permadi, D. A., Dirgawati, M., Kramawijaya, A. G., dan Hermawan, W. (2020). PRELIMINARY ESTIMATION ON AIR POLLUTION LOAD OVER BOGOR CITY TOWARDS DEVELOPMENT OF CLEAN AIR ACTION PLAN. *Ecolab*, 14(1), 53-62.
- Purnamasari, D. (2017). Upaya Penurunan Emisi So₂ Dari Hasil Pembakaran Batubara Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Dengan Menggunakan Flue Gas Desulfurization (Fgd) Tipe Basah. *Prosiding SNATIF*, 249-252.
- Sasmita, A., Andrio, D., dan Nopita, R. (2021). DISPERSI SO₂ DAN NO₂ DARI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) TEMBILAHAN, RIAU. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 13(2), 98-107.

- Sebos, I., dan Kallinikos, L. (2022). NMVOC Emissions from Solvents Use in Greece: Monitoring and Assessment. *Atmosphere*, 14(1), 24.
- 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.
- Sunarno, S., Purwanto, P., dan Warsito, B. (2022). Analysis of Indonesia's Three Major Anthropogenic Pollutants Which Include Various Emission and Fuel Sectors in the 1990-2015 Period. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2).
- Suwarna, E. (2011). Perkembangan teknologi batubara bersih berwawasan lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(1), 25-34.
- Tampa, G. M., Maddusa, S. S., dan Pinontoan, O. R. (2020). Analisis Kadar Sulfur Dioksida (SO₂) Udara di Kawasan Terminal Malalayang Kota Manado Tahun 2019. *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*, 1(3), 87-92.
- Yudistira, M. I., dan Rofii, M. S. (2023). Penerapan Sumberdaya Pembangkit Listrik Tenaga Uap Batubara Di Indonesia Dari Perspektif Pengembangan Energi Hijau (Green Energy). *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 10(2), 935-941.
- Yunita, R. D., dan Kiswandono, A. A. (2017). Kajian indeks standar pencemar udara (ISPU) sulfur dioksida (SO₂) sebagai polutan udara pada tiga lokasi di kota Bandar Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 2(1).