

## KAJIAN LIFE CYCLE ASSESSMENT DAN LIFE CYCLE COST PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS UAP

Geafiata Amalia Nurbaiti <sup>1)</sup>, Nieke Karnaningroem <sup>2)</sup>

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia <sup>1,2)</sup>

Corresponding Author:

[n\\_karnaningroem@gmail.com](mailto:n_karnaningroem@gmail.com) <sup>1)</sup>, [afiatata@gmail.com](mailto:afiatata@gmail.com) <sup>2)</sup>

### Abstrak

Pembangkit listrik tenaga gas uap menyumbang kontribusi terhadap lingkungan. Semakin meningkatnya permintaan produksi listrik, maka semakin tinggi pula dampak lingkungan yang dihasilkan akibat dari aktivitas proses produksinya. Namun, di sisi lain dengan besarnya dampak lingkungan yang muncul, analisis finansial terkait dampak lingkungan juga penting dilakukan agar perusahaan tersebut memahami besarnya nilai ekonomi dari dampak lingkungan jika dikonversikan ke dalam kurs mata uang. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukanlah suatu penelitian dengan menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) dan *Life Cycle Cost* (LCC). Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan dan mengkaji potensi dampak lingkungan serta menganalisis biaya kategori dampak lingkungan yang muncul dari serangkaian daur hidup produk listrik. Hasil analisis LCA menunjukkan bahwa lingkup *gate* memberikan kontribusi dampak lebih besar daripada lingkup lainnya dengan dampak lingkungan terbesar adalah *global warming potential*. Hasil analisis LCC menunjukkan bahwa lingkup *gate* memberikan kontribusi biaya dampak lingkungan lebih besar dibandingkan lingkup lainnya. Biaya dampak lingkungan terbesar pada lingkup *gate* adalah *land use*.

**Kata Kunci:** *Life Cycle Assessment, Life Cycle Cost, Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap*

### Abstract

*Steam gas power plants contribute to the environment. The greater the demand for electricity production, the higher the environmental impact resulting from production process activities. However, on the other hand, with the large environmental impacts that arise, financial analysis related to environmental impacts is also important so that the company understands the magnitude of the economic value of environmental impacts when converted into currency exchange rates. Based on these problems, a research was carried out using the Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Cost (LCC) methods. The aim of this research is to determine and assess potential environmental impacts and analyze the costs of environmental impact categories that arise from a series of electrical product life cycles. The results of the LCA analysis show that the gate area contributes to a greater impact than other areas with the largest environmental impact being global warming potential. The results of the LCC analysis show that the gate scope contributes more to environmental impact costs than other scopes. The biggest environmental impact cost in the gate area is land use.*

**Keywords:** *Life Cycle Assessment, Life Cycle Cost, Steam Gas Power Plant*

#### History:

Received : 09 November 2023

Revised : 10 Januari 2024

Accepted : 25 Januari 2024

Published: 26 Februari 2024

**Publisher:** LPPM Universitas Darma Agung

**Licensed:** This work is licensed under

[Attribution-NonCommercial-No](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Derivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



## PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) merupakan suatu instalasi peralatan yang berfungsi mengubah energi panas hasil pembakaran bahan bakar dan udara menjadi energi listrik yang bermanfaat <sup>1</sup>. Semakin tinggi produktivitas suatu PLTGU dalam memproduksi listrik maka semakin berdampak tinggi pada lingkungan pula. Oleh sebab itu, PLTGU wajib bertanggung jawab atas dampak lingkungan yang terjadi.

Terdapat suatu pendekatan khusus yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis dampak lingkungan yang terjadi yakni dengan menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA). LCA dapat mengestimasi dampak lingkungan kumulatif yang dihasilkan dari seluruh tahapan siklus hidup produk, sehingga akan diketahui bagian mana saja yang menimbulkan dampak terhadap lingkungan paling besar <sup>2</sup>.

Selain persoalan lingkungan, persoalan mengenai finansial juga perlu diperhatikan. Analisis biaya dampak lingkungan pada produk listrik dilakukan agar perusahaan tersebut dapat memahami besarnya nilai ekonomi dari dampak lingkungan yang terjadi jika dikonversikan ke dalam kurs mata uang. Salah satu pendekatan analisis finansial yang sering digunakan adalah metode *Life Cycle Cost* (LCC). LCC adalah metode untuk menganalisis biaya dampak lingkungan yang terjadi pada suatu siklus hidup produk yang telah dianalisis sebelumnya menggunakan metode LCA <sup>3</sup>.

Pada penelitian ini akan dianalisis dampak lingkungan yang terjadi dari serangkaian kegiatan di PLTGU mulai dari hulu (*cradle*) hingga hilir (*grave*) menggunakan metode LCA dan biaya dampak lingkungan yang muncul dari *inventory* data LCA menggunakan metode LCC.

## METODE PENELITIAN

Beberapa tahapan analisis LCA yakni :

a. Penentuan *Goals and Scope*

*Goals* merupakan tujuan dari dilakukannya analisis LCA untuk apa dan *Scope* merupakan batasan/ruang lingkup dari analisis LCA. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi dampak lingkungan yang muncul beserta memberikan skenario penurunan dampak lingkungan dari proses produksi listrik. Ruang lingkup LCA yang dianalisis bersifat *cradle to grave*.

b. *Life Cycle Inventory* (LCI)

LCI merupakan tahapan untuk menginventarisasikan seluruh data, baik data *input* maupun data *ouput* dari setiap unit proses sepanjang daur hidupnya.

---

<sup>1</sup> Hammada Abbas et al., "Analisa Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Tenaga Uap Di Pltu," *ILTEK : Jurnal Teknologi* 15, no. 2 (2020): 103–106.

<sup>2</sup> Muhammad Faizal, Andes Ismayana, and Mohamad Yani, "Life Cycle Assessment Proses Pengadaan Bahan Baku Batubara Pembangkit Listrik Tenaga Uap Tidore," *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* 18, no. 1 (2022): 49–58.

<sup>3</sup> Grace Priscillia Kamagi et al., "Analisis Life Cycle Cost (Studi Kasus : Proyek Bangunan Rukan Bahu Mall Manado)" 1, no. 8 (2018): 549–556.

c. *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA)

LCIA merupakan tahap analisis mengenai jenis dan besarnya nilai tiap kategori dampak yang dihasilkan. Dalam analisis LCA menggunakan metode EN 15804 + A2.

d. Interpretasi

Interpretasi merupakan tahap terakhir dimana dilakukan analisis untuk mengkaji, menarik kesimpulan, dan rekomendasi yang dapat diaplikasikan. Tujuan tahapan ini untuk mengetahui titik hotspot atau titik dengan dampak terbesar dari serangkaian siklus hidup dari suatu produk di industri.

Adapun *Life Cycle Cost* yang dikaji dalam penelitian ini adalah *Environmental Life Cycle Cost* (E-LCC). Beberapa tahapan dalam analisis E-LCC adalah :

a. Penentuan *Goals and Scope*

*Goals* merupakan tujuan dari dilakukannya analisis LCC untuk apa dan *Scope* merupakan batasan/ruang lingkup dari analisis LCC. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan biaya dampak lingkungan yang muncul dari hasil analisis LCA pada PLTGU. Ruang lingkup LCC yang dianalisis berdasarkan dampak lingkungan hasil analisis LCA (biaya eksternal).

b. *Life Cycle Inventory* (LCI)

LCI merupakan tahapan untuk menginventarisasikan seluruh data yang akan dianalisis.

c. *Impact Assessment*

*Impact Assessment* merupakan tahap analisis finansial dampak lingkungan berdasarkan data LCA yang dimasukkan. Analisis ini menggunakan metode *Environmental Prices* untuk perhitungan dan analisis ekonomi dampak lingkungan.

d. Interpretasi

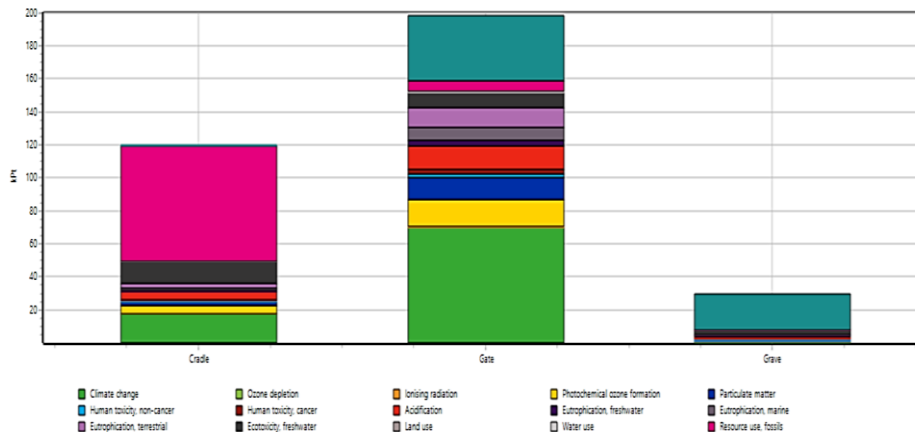
Interpretasi merupakan tahap terakhir dimana dilakukan analisis untuk mengkaji dan menarik kesimpulan. Tujuan tahap ini untuk mengetahui biaya dampak lingkungan yang muncul dari analisis LCA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ruang lingkup LCA ini adalah *cradle to grave*. Bahan baku utama (*cradle*) berupa *natural gas* dan HSD yang berasal dari pihak ketiga yang mana kemudian di proses pada unit produksi perusahaan berupa unit proses (*gate*) inti yaitu *Desalination Plant, Demin Plant, Condensor, Compressor, Combustion Chamber, Gas Turbine, Generator GT, Transformator GT, HRSG, Steam Turbine, Generator ST, Transformator ST, dan WWTP* sehingga menghasilkan produk utama berupa listrik. Sementara itu, Gedung Administrasi, Konstruksi Pembangkit, Proses Pemeliharaan Seluruh Unit, Transportasi di lokasi, STP

juga merupakan bagian dari (*Gate-Utility*). Produk listrik yang dihasilkan tersebut kemudian dapat didistribusikan ke pelanggan (*grave*). Pembangkit listrik ini terdiri dari 3 blok yaitu blok 1, 2, dan 3. Adapun data-data yang digunakan antara lain bahan bakar, energi, bahan baku, bahan kimia, air, lahan, produk, dan emisi.

**Gambar 1. Single Score Keseluruhan Lingkup pada Proses Produksi Listrik**



Berdasarkan gambar 1, menunjukkan bahwa dari keseluruhan lingkup kajian LCA, lingkup *gate* adalah lingkup yang memiliki nilai dampak lingkungan terbesar dibandingkan lingkup lainnya yang dibuktikan dengan *single score* masing-masing lingkup yaitu *cradle* sebesar 120 kPt, *gate* sebesar 198 kPt, dan *grave* sebesar 29,6 kPt. Besarnya nilai pada lingkup *gate* disebabkan oleh tinggi dan bervariasinya kontributor penyebab munculnya dampak lingkungan pada setiap kategori dampak jika dibandingkan dengan lingkup lainnya. Unit proses *Combustion Chamber* Blok 1 menjadi *hotspot* proses dominan pada analisis LCA karena pada unit proses ini memiliki 4 (empat) kontributor kategori dampak terbesar dan bervariasi. Keempat kategori dampak tersebut diantaranya ialah *Photochemical Ozone Formation*, *Acidification Potential*, *Eutrophication (Freshwater and Marine)*. Secara umum, penyebab dampak unit *Combustion Chamber* 1 berasal dari parameter pencemar yang dilepas ke udara.

Unit proses *Combustion Chamber* Blok 1 juga menjadi *hotspot* proses dominan dalam analisis LCC karena pada unit proses ini memiliki 3 (tiga) kontributor kategori biaya dampak lingkungan terbesar dan bervariasi. Ketiga kategori dampak tersebut diantaranya ialah *Photochemical Ozone Formation*, *Acidification Potential*, *Eutrophication (Marine)*.

Usulan yang dapat diberikan diantaranya yakni melakukan *WWTP Combine Cycle Power Plant (CCCP) peaker 500 MW* dan Penggantian *Combustor Basket GTG*.

LCA dan E-LCC sangat berkaitan erat. Potensi kategori dampak lingkungan yang muncul di suatu unit proses dari analisis LCA akan selaras dengan biaya dampak lingkungan dari kategori dampak hasil analisis LCA sebelumnya di unit proses tersebut.

Semakin besar nilai dampak yang muncul dari analisis LCA di suatu unit proses dan faktor pengalinya, maka akan semakin besar pula biaya dampak lingkungannya, begitu pun sebaliknya. Hal ini menandakan bahwa untuk dapat mengurangi biaya dampak lingkungan yang muncul, maka nilai dampak LCA pun harus menurun seiring berjalannya waktu.

## SIMPULAN

Potensi dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan dari PLTGU menggunakan metode *Life Cycle Assessment* pada setiap lingkungannya yakni *Cradle (Global Warming Potential, Ozone Depletion, Photochemical Ozone Formation, Acidification Potential, Eutrophication, Land Use, Water Deprivation Potential, Abiotic Depletion Potential)*, *Gate (Global Warming Potential, Ozone Depletion, Photochemical Ozone Formation, Acidification Potential, Eutrophication, Land Use, Water Deprivation Potential, Abiotic Depletion Potential, Use of Resources)*, *Grave (Global Warming Potential, Ozone Depletion, Photochemical Ozone Formation, Acidification Potential, Eutrophication, Land Use, Water Deprivation Potential, Abiotic Depletion Potential)*. Analisis biaya dampak lingkungan menggunakan metode *Life Cycle Cost* pada PLTGU dilakukan pada semua lingkup kajian dengan memberikan nilai yakni *cradle* sebesar Rp 10.953.062.165.099, *gate* sebesar Rp 18.249.400.406.692, dan *grave* sebesar Rp 1.145.033.514.186.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Hammada, Jamaluddin Jamaluddin, Muhammad Arif, and Amiruddin Amiruddin. "Analisa Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Tenaga Uap Di Pltu." *ILTEK : Jurnal Teknologi* 15, no. 2 (2020): 103–106.
- EPD International. 2020. *Product Category Rules (PCR) Electricity, Steam, and Hot/Cold Water Generation and Distribution, 8:2007 Version 4.2 UN CPC 171, 173*.
- Kamagi, Grace Priscillia, J Tjakra, J E Ch Langi, and G Y Malingkas. "Analisis Life Cycle Cost (Studi Kasus : Proyek Bangunan Rukan Bahu Mall Manado)" 1, no. 8 (2018): 549–556.
- Muhammad Faizal, Andes Ismayana, and Mohamad Yani. "Life Cycle Assessment Proses Pengadaan Bahan Baku Batubara Pembangkit Listrik Tenaga Uap Tidore." *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* 18, no. 1 (2022): 49–58.
- Standar Nasional Indonesia ISO 14044:2017. *Manajemen Lingkungan Penilaian Daur Hidup (Persyaratan dan Panduan)*.