

INTISARI

Sebagai negara berkembang yang mulai menerapkan *Nationally Determined Contributions* (NDCs), pertumbuhan kelistrikan di Indonesia sangatlah cepat. Keterbatasan lahan di Indonesia - terkhususnya di pulau jawa - menjadi salah satu tantangan dalam memenuhi kebutuhan ini. *Gas Insulated Switchgear* (GIS) menjadi salah satu opsi dalam menjawab tantangan tersebut, karena membantu pengurangan lahan yang cukup signifikan dibanding *Air Insulated Switchgear* (AIS). Namun, GIS menggunakan Gas Sulfur Heksafleurida (SF_6) sebagai media isolasi yang memiliki nilai Nilai *Global Warming Potential* (GWP) yang cukup tinggi (setara 22.800 kg CO_2 -eq).

Penelitian ini akan menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) secara *cradle to gate* pada salah satu Gardu Induk 150 kV di kota Bandung. Database ecoinvent 3.1 dengan Metode ReCiPe Midpoint (H) pada program OpenLCA akan digunakan untuk melakukan Analisa Dampak Lingkungan pada sistem tersebut. Analisis ini akan meliputi tahap manufaktur, transportasi, instalasi, berikut 10 tahun operasi dan pemeliharaan menggunakan data pembebanan serta data aktual kebocoran gas SF_6 .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rugi daya pada peralatan berkontribusi secara signifikan pada semua tipe dampak lingkungan, mengalahkan kontribusi emisi kebocoran gas SF_6 pada kompartemen GIS. GIS memperlihatkan keunggulan pada efisiensi penggunaan lahan dan penggunaan material. Sementara itu AIS memberikan nilai *electrical losses* dan kebutuhan lahan yang lebih besar. Penelitian ini bertujuan menjawab gap penelitian LCA pada Gardu Induk tegangan tinggi di asia tenggara serta menekankan pentingnya dalam menyeimbangkan desain, emisi gas rumah kaca, dan efisiensi energi pada perencanaan infrastruktur.

Kata kunci: *Gas Insulated Switchgear, Air Insulated Switchgear, Life Cycle Assessment, Sulfur Heksafleurida*

ABSTRACT

Indonesia's increasing electricity demand and land-use constraints—particularly in dense urban areas like Java—necessitate compact transmission solutions such as Gas-Insulated Switchgear (GIS). While GIS offers significant spatial and reliability advantages over conventional Air-Insulated Switchgear (AIS), it relies on sulfur hexafluoride (SF₆), a gas with extremely high global warming potential (GWP).

This study presents a cradle-to-gate Life Cycle Assessment (LCA) of a 150 kV GIS substation in Bandung, using OpenLCA and the ReCiPe Midpoint (H) method with data from the ecoinvent 3.1 database. The analysis includes manufacturing, transportation, installation, and a 10-year operation & maintenance phase, using actual SF₆ leakage and energy loss data.

The results show that electrical losses dominate most environmental impact categories, including climate change, overshadowing the contribution from SF₆ emissions. GIS demonstrates advantages in land use efficiency and lower material-related impacts, while AIS (modeled for comparison) presents higher energy losses and a substantially larger physical footprint. The study addresses a gap in LCA research for medium-voltage switchgear in Southeast Asia and highlights the importance of balancing compact design, GHG emissions, and energy efficiency in infrastructure planning.

Keywords: *Gas Insulated Switchgear, Air Insulated Switchgear, Life Cycle Assessment, Sulphur Hexafluoride*