UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Dampak Lingkungan Pemanfaatan Fly Ash Pada Proses Penggilingan Semen Menggunakan Metode
Life Cycle Assessment**
Muziibu Alfisyah, Ir. Agus Prasetya, M.Eng.Sc., Ph.D ; Dr. Joko Wintoko, S.T., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Industri semen merupakan salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca sehingga memerlukan strategi efisiensi energi dan dekarbonisasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dampak substitusi material menggunakan *Fly Ash* pada unit *Finish Mill* terhadap *Specific Power Consumption* (SPC) serta kinerja lingkungan produk semen melalui pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA). Studi kasus dilakukan di fasilitas produksi PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. unit Palimanan dengan menggunakan data operasional *Finish Mill* 10A periode 2022–2023 dan data inventori LCA industri terverifikasi sebagai basis evaluasi dalam analisis integrasi dan reinterpretasi hubungan antara perubahan parameter operasional, konsumsi energi, reduksi emisi CO_2, dan perubahan dampak lingkungan akibat penggunaan *Fly Ash*.

Metode yang digunakan meliputi analisis kuantitatif hubungan persentase *Fly Ash* terhadap konsumsi energi listrik serta evaluasi dampak lingkungan dengan batasan sistem *cradle-to-grave*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan *Fly Ash* berhubungan dengan penurunan nilai SPC yang mengindikasikan bahwa karakteristik *grindability* material tersebut menghasilkan kebutuhan energi yang rendah sehingga meningkatkan efisiensi proses penggilingan. Penghematan energi ini berkontribusi langsung terhadap reduksi emisi CO_2 sebesar 780,1 ton pada tahun 2022 dan 793,36 ton pada tahun 2023. Analisis LCA juga menunjukkan penurunan pada seluruh kategori dampak lingkungan, dengan reduksi utama pada *Global Warming Potential* (GWP) sebesar 2,58% tanpa terjadi perpindahan beban lingkungan ke kategori lain. Hal ini mengindikasikan bahwa substitusi *Fly Ash* tidak menimbulkan *burden shifting* dan secara konsisten meningkatkan performa lingkungan sistem produksi.

Kata kunci: *cement industry, Fly Ash, Life Cycle Assessment, global warming potential, specific power consumption, supplementary cementitious material*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Dampak Lingkungan Pemanfaatan Fly Ash Pada Proses Penggilingan Semen Menggunakan Metode
Life Cycle Assessment**
Muziibu Alfisyah, Ir. Agus Prasetya, M.Eng.Sc., Ph.D ; Dr. Joko Wintoko, S.T., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The cement industry is a major contributor to greenhouse gas emissions, necessitating energy efficiency and decarbonization strategies. This study aims to evaluate the impact of material substitution using *Fly Ash* in the Finish Mill unit on the Specific Power Consumption (SPC) and the environmental performance of cement products through a *Life Cycle Assessment* (LCA) approach. The case study was conducted at the Palimanan unit of PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.'s production facility, using operational data from Finish Mill 10A for the 2022–2023 period and verified industrial LCA inventory data as the basis for the evaluation, integrating and reinterpreting the relationship between changes in operational parameters, energy consumption, CO_2 emission reductions, and environmental impacts resulting from optimized *Fly Ash* use.

The methods used included a quantitative analysis of the relationship between *Fly Ash* percentage and electrical energy consumption and an environmental impact assessment within the constraints of a cradle-to-grave system. The results indicate that increasing the utilization of *Fly Ash* leads to a reduction in the SPC value, which suggests that its favorable grindability characteristics result in lower energy consumption, thereby enhancing the efficiency of the grinding process. These energy savings directly contribute to a reduction in CO_2 emissions of 780.1 tons in 2022 and 793,36 tons in 2023. The LCA analysis also shows a reduction in all environmental impact categories, with the primary reduction in Global Warming Potential (GWP) of 2.58% without any environmental burden shifting to other categories. This indicates that *Fly Ash* substitution does not cause burden shifting and consistently improves the environmental performance of the production system.

Keywords: cement industry, *Fly Ash*, *Life Cycle Assessment*, global warming potential, specific power consumption, supplementary cementitious materia