

ABSTRAK

OPTIMALISASI UNIT INSTALASI PENGOLAHAN LINDI UNTUK MENURUNKAN EMISI GAS RUMAH KACA (CO₂-eq) BERDASARKAN METODE IPCC DI TPA WUKIRSARI KABUPATEN GUNUNGGKIDUL

Oleh
Mufid Rona Nuansa
NIM: 114220037
(Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan)

Pengolahan air lindi di TPA Wukirsari perlu ditangani secara cepat karena beban organik lindi yang tinggi dapat menurunkan kualitas efluen dan meningkatkan emisi gas rumah kaca dari proses pengolahan. Kondisi ini menjadi penting karena IPL tidak hanya dituntut memenuhi baku mutu efluen, tetapi juga perlu mendukung mitigasi emisi berbasis pendekatan inventarisasi IPCC. Evaluasi dilakukan menggunakan parameter BOD, COD, TSS, pH, dan Total N, serta penilaian kesesuaian terhadap kriteria desain untuk mengidentifikasi penyebab rendahnya performa. Sampel lindi diambil pada lima titik pada setiap unit pengolahan dan dianalisis di laboratorium, kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku. Kinerja unit dinilai melalui efektivitas penurunan beban pencemar dan dikaji terhadap kriteria desain unit, sedangkan emisi GRK dihitung menggunakan pendekatan IPCC Tier 1 dan dikonversi ke CO₂-eq menggunakan GWP IPCC AR6. Hasil menunjukkan efluen outlet belum memenuhi baku mutu untuk BOD (562 mg/L), COD (1112,5 mg/L), dan TSS (141 mg/L), sedangkan pH (8,6) dan Total N (48,3 mg/L) masih memenuhi. Efektivitas pada unit awal cenderung rendah hingga negatif, terutama pada kolam anaerobik untuk BOD (<0%) dan TSS (<0%), yang mengindikasikan proses tidak stabil serta ketidaksesuaian kriteria desain. Estimasi emisi GRK dari IPL mencapai 6.084.150,64 kg CO₂-eq/tahun, dengan kontribusi CH₄ sebesar 3.399.937,699 kg CO₂-eq/tahun dan N₂O sebesar 2.684.212,942 kg CO₂-eq/tahun, sehingga CH₄ menjadi kontributor terbesar sekitar 56%. Optimalisasi yang direkomendasikan meliputi pengendalian shock loading, perbaikan waktu detensi hidraulik, peningkatan aerasi, serta penambahan pengolahan lanjutan untuk meningkatkan mutu efluen sekaligus menurunkan emisi CO₂-eq. Setelah dilakukan optimalisasi, diketahui estimasi emisi CH₄ sebesar 66.978,91 kg/tahun setara 1.821.826,47 kg CO₂-eq/tahun, sedangkan emisi N₂O sebesar 9.832,282 kg/tahun setara 2.684.212,942 kg CO₂-eq/tahun, dengan total 1.821.826,47 kg CO₂-eq/tahun. Dibandingkan kondisi eksisting 6.084.150,64 kg CO₂-eq/tahun, optimalisasi menurunkan emisi sebesar 1.578.111,22 kg CO₂-eq/tahun atau 25,94%.

Kata kunci: CO₂-ekuivalen; IPCC; Instalasi pengolahan lindi; Optimalisasi unit; Tempat pemrosesan akhir

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF LEACHATE TREATMENT PLANT UNITS TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSION (CO₂-eq) EMISSIONS BASED ON THE IPCC METHOD AT WUKIRSARI LANDFILL, GUNUNGGKIDUL REGENCY

By

Mufid Rona Nuansa

NIM: 114220037

(Environmental Engineering Undergraduated Program)

Leachate treatment at the Wukirsari landfill must be addressed promptly because the high organic load can degrade effluent quality and increase greenhouse gas (GHG) emissions generated during treatment. This issue is critical because the leachate treatment plant is required not only to comply with effluent discharge standards, but also to support emission mitigation based on the IPCC inventory approach. The evaluation used BOD, COD, TSS, pH, and Total N, combined with an assessment of compliance with design criteria to identify the causes of poor performance. Leachate samples were collected at five monitoring points in each treatment unit and analyzed in the laboratory, then compared with the applicable discharge standards. Unit performance was assessed through pollutant load removal efficiency and reviewed against unit-specific design criteria, while GHG emissions were estimated using the IPCC Tier 1 approach and converted to carbon dioxide equivalents (CO₂-eq) using IPCC AR6 GWP values. The results indicate that the final effluent did not meet discharge standards for BOD (562 mg/L), COD (1112.5 mg/L), and TSS (141 mg/L), whereas pH (8.6) and Total N (48.3 mg/L) remained compliant. Removal efficiencies in the initial units were low to negative, particularly in the anaerobic pond for BOD (<0%) and TSS (-<0%), indicating unstable treatment conditions and non-compliance with design criteria. The estimated total GHG emissions from the existing system reached 6.084.150,64 kg CO₂-eq/year, consisting of CH₄ emissions of 3.399.937,699 kg CO₂-eq/year and N₂O emissions of 2.684.212,942 kg CO₂-eq/year, with CH₄ contributing approximately 56% of the total. The recommended optimization measures include controlling shock loading, improving hydraulic retention time, enhancing aeration, and adding advanced treatment to improve effluent quality while reducing CO₂-eq emissions. After optimization, the estimated CH₄ emissions were 66.978,91 kg/year, equivalent to 302,329.088 kg CO₂-eq/year, while N₂O emissions were 1,738.962526 kg/year, equivalent to 1.821.826,47 kg CO₂-eq/year, resulting in a total of 4.506.039,42 kg CO₂-eq/year. Compared with the existing condition of 6.084.150,64 kg CO₂-eq/year, the optimization reduced emissions by 1.578.111,22 kg CO₂-eq/year, or 25,94%

Keywords: CO₂-equivalent; IPCC; leachate treatment plant; unit optimization; final disposal site