UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis dan Redesain Prototipe Reaktor IPAL Sludge Tambang Batu Bara Melalui Pendekatan Reverse
Engineering dengan Evaluasi Hydraulic Parameters pada Sistem Ozonasi Continuous**
Fariz Ramzi Asshidqi, Ir. Johan Syafri Mahathir Ahmad, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Limbah limpasan tambang batu bara mengandung padatan tersuspensi dan logam berat yang berpotensi mencemari lingkungan. Teknologi ozonasi telah terbukti efektif mengoksidasi polutan, namun penerapannya masih dominan pada sistem *batch* yang kurang representatif terhadap kondisi lapangan. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan redesain prototipe IPAL tambang batu bara melalui pendekatan *reverse engineering* dengan mengevaluasi parameter hidraulik pada sistem ozonasi *continuous.*

Penelitian diawali dengan identifikasi dimensi reaktor eksisting dan pengukuran parameter hidraulik awal. Variasi debit dan HRT (1, 2, dan 3 jam) ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu pada sistem *batch.* Perhitungan parameter hidraulik meliputi *horizontal velocity*, *surface loading*, daya hidraulik, daya ozonasi, intensitas pengadukan, dan kinetika pengendapan partikel. Verifikasi dilakukan melalui uji laboratorium dengan sampel artifisial TSS 10.000 mg/L menggunakan *gravity* filter dan pengukuran parameter kekeruhan filtrat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya hidraulik sangat kecil dibandingkan daya ozonasi sehingga dominasi daya total berasal dari proses ozonasi. Nilai G.t ozonasi memenuhi syarat pada seluruh variasi HRT, sedangkan G.t flokulasi memenuhi syarat pada HRT 2 dan 3 jam. Rentang operasional yang memenuhi persyaratan pada kedua nilai G.t adalah pada HRT 1,04 – 3,45 jam. Observasi visual menunjukkan tidak terjadi sedimentasi berlebih pada kompartemen ozonasi karena olakan dari *diffuser*. Uji filtrasi menunjukkan penurunan kekeruhan terbaik pada HRT 3 jam dengan efisiensi 94,6% pada periode awal ozonasi. Reaktor *continuous* dengan HRT 3 jam menghasilkan kinerja paling optimal dan redesain difokuskan pada optimasi parameter hidraulik.

Kata kunci: Ozonasi; Reaktor *continuous*; *Reverse engineering*; Parameter hidraulik; *Sludge* tambang batu bara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis dan Redesain Prototipe Reaktor IPAL Sludge Tambang Batu Bara Melalui Pendekatan Reverse
Engineering dengan Evaluasi Hydraulic Parameters pada Sistem Ozonasi Continuous**
Fariz Ramzi Asshidqi, Ir. Johan Syafri Mahathir Ahmad, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Coal mine runoff wastewater contains suspended solids and heavy metals that have the potential to pollute the environment. Ozonation technology has been proven effective in oxidizing pollutants, however its application is still predominantly in batch systems, which are less representative of field conditions. This study aims to analyze and redesign a coal mine sludge WWTP prototype through a reverse engineering approach by evaluating hydraulic parameters in a continuous ozonation system.

The research began with the identification of the existing reactor dimensions and measurement of initial hydraulic parameters. Flow rate and HRT variations (1,2, and 3 hours) were determined based on previous batch system studies. Hydraulic parameter calculations included horizontal velocity, surface loading, hydraulic power, ozonation power, mixing intensity, and particle settling kinetics. Verification was conducted through laboratory tests using artificial samples with TSS concretation 10.000 mg/L using a gravity filter and filtrate turbidity parameter measurements.

The results showed that hydraulic power was very small compared to ozonation power, so the total power dominance came from the ozonation process. The G.t values for ozonation met the requirements across all HRT variations, while G.t for flocculation met the requirements is at HRT of 1,04 – 3,45 hours. Visual observations indicated that no excessive sedimentation occured in the ozonation compartment due to turbulence from the diffuser. Filtration tests showed the best turbidity reduction at HRT 3 hours with 94,6% efficiency in the initial ozonation period. The continuous reactor with HRT 3 hours produced the most optimal performance and the redesign focused on optimizing hydraulic parameters.

Keywords: Ozonation; Continuous reactor; Reverse engineering; Hydraulic parameters; Coal mine sludge