

## INTISARI

Penggunaan larutan NaOH 18% sebagai absorben dalam sistem *scrubber* di *Wet Sulphuric Acid* (WSA) Plant memiliki keterbatasan dalam efisiensi biaya dan dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi penggantian absorben dari NaOH 18% menjadi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 15%, yang menawarkan manfaat ekonomi dan lingkungan lebih baik. Kajian ini melibatkan perhitungan laju alir dan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> secara teoritis menggunakan pendekatan stoikiometri serta analisis K<sub>Ga</sub> dari NaOH ke H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menggunakan pendekatan bilangan tidak berdimensi berupa Re, Sc, Sh, dan Ha. Meskipun secara teoretis K<sub>Ga</sub> NaOH tidak dapat langsung diterapkan ke H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, justifikasi dilakukan berdasarkan kesamaan nilai bilangan tidak berdimensi tersebut. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa laju alir minimum H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang diperlukan adalah 68 kg/jam dengan konsentrasi optimal H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sebesar 15%. Tinggi area kontak *scrubber* yang optimal diidentifikasi sebesar 2,09 meter untuk menjaga efisiensi absorpsi gas SO<sub>2</sub>. Sampel diambil pada *scrubber* liquid dan outlet gas untuk menguji kadar alkali, pH, kandungan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, serta konsentrasi SO<sub>2</sub> dalam ppm. Data dari sampel ini digunakan untuk memverifikasi kesesuaian dengan hasil perhitungan stoikiometri, khususnya terkait kontrol konsentrasi SO<sub>2</sub> di outlet *scrubber* yang berhasil dijaga di bawah 100 ppm sesuai desain awal pabrik. Dari aspek ekonomi, perubahan ini memberikan penghematan signifikan dengan total biaya investasi awal sebesar 254.150 USD dan penghematan tahunan mencapai 226.779 USD. Analisis ekonomi menunjukkan nilai NPV sebesar -27.371 USD, tingkat pengembalian investasi (ROI) sebesar 89,3%, dan waktu pengembalian modal (POT) hanya 1,12 tahun (sekitar 13,4 bulan). Selain itu, penggunaan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sebagai absorben menghilangkan limbah padat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) yang sebelumnya dihasilkan oleh NaOH, sehingga meningkatkan keberlanjutan proses. Pergantian absorben juga memberikan keunggulan teknis dan operasional, termasuk integrasi dengan unit pabrik lain melalui pemanfaatan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hasil *scrubbing*. Sehingga kajian ini menunjukkan bahwa H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> merupakan alternatif absorben yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan menguntungkan secara ekonomi dibandingkan NaOH. Studi ini juga mencakup analisis HAZOP dan HIRADC untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko operasional dalam implementasi perubahan absorben, serta mengevaluasi langkah mitigasinya.

**Kata Kunci:** *scrubber*, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOH, *Wet Sulphuric Acid Plant*, analisis ekonomi

## ABSTRACT

*The use of an 18% NaOH solution as an absorbent in the scrubber system of the Wet Sulphuric Acid (WSA) Plant has limitations in cost efficiency and environmental impact. This study aims to evaluate the potential replacement of NaOH 18% with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 15%, which offers better economic and environmental benefits. The study involves calculating the flow rate and concentration of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> theoretically using a stoichiometric approach and analyzing the mass transfer coefficient ( $K_{Ga}$ ) from NaOH to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> using non-dimensional numbers such as  $Re$ ,  $Sc$ ,  $Sh$ , and  $Ha$ . Although, theoretically, the  $K_{Ga}$  of NaOH cannot be directly applied to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, justification was made based on the similarity of these non-dimensional values. The calculations indicate that the minimum required flow rate of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> is 68 kg/hour with an optimal concentration of 15%. The optimal scrubber contact area height was identified as 2.09 meters to maintain SO<sub>2</sub> gas absorption efficiency. Samples were taken from the scrubber liquid and outlet gas to analyze alkali levels, pH, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> content, and SO<sub>2</sub> concentration in ppm. These sample data were used to verify alignment with stoichiometric calculations, particularly in maintaining the SO<sub>2</sub> concentration at the scrubber outlet below 100 ppm, as per the plant's initial design. From an economic perspective, this change provides significant savings, with a total initial investment of 254,150 USD and annual savings of 226,779 USD. The economic analysis shows an NPV of -27,371 USD, an ROI of 89.3%, and a payback time (POT) of only 1.12 years (approximately 13.4 months). Moreover, the use of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> as an absorbent eliminates solid waste (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) previously generated by NaOH, thereby enhancing process sustainability. The absorbent replacement also offers technical and operational advantages, including integration with other plant units through the utilization of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> produced from scrubbing. This study demonstrates that H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> is a more efficient, environmentally friendly, and economically viable alternative absorbent compared to NaOH. It also includes HAZOP and HIRADC analyses to identify potential hazards and operational risks associated with the implementation of absorbent changes, as well as to evaluate mitigation measures.*

**Keywords:** scrubber, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOH, Wet Sulphuric Acid Plant, economic analysis