

Kegiatan pertambangan merupakan salah satu sektor industri yang memiliki peran penting dalam perekonomian, namun sering kali diiringi oleh dampak lingkungan yang signifikan. Salah satu isu lingkungan utama yang dihadapi oleh industri pertambangan adalah pengelolaan *runoff* (aliran permukaan) yang dihasilkan dari area tambang. *Runoff* merupakan aliran air hujan yang tidak terserap ke dalam tanah dan mengalir di permukaan, yang dapat membawa partikel dan polutan dari area tambang ke sumber air terdekat seperti sungai, danau, atau laut. Tingginya konsentrasi *Total Suspended Solids* (TSS) dalam *runoff* dari area pertambangan, seperti yang dihadapi oleh PT. Indocement Tungal Prakarsa Tbk, menimbulkan potensi pencemaran yang dapat mengganggu ekosistem air, mengurangi kualitas air, dan mengancam keberlangsungan hidup biota air. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan yang efektif untuk menurunkan kandungan TSS dan meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan.

Dalam rangka menangani masalah ini, penelitian ini menggunakan metodologi yang meliputi analisis karakteristik butiran *runoff* hasil kegiatan pertambangan dan penerapan metode koagulasi-flokulasi. Analisis dilakukan dengan menggunakan *jar test* untuk menguji kinerja berbagai jenis koagulan, termasuk *Aluminium Sulfate*, *Poly Aluminium Chloride* (PAC), *Ferric Sulfate*, dan *Ferric Chloride*, terhadap pH dan dosis koagulan dalam *runoff*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan jenis koagulan yang paling efektif dan kondisi operasional yang optimal untuk menurunkan kadar TSS pada *runoff* tambang *silica-coal*, sehingga dapat mengurangi risiko pencemaran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Poly Aluminium Chloride* (PAC) merupakan koagulan paling efektif dalam mengurangi TSS, dengan dosis optimal 50 mg/L yang berhasil menurunkan TSS hingga 99,86% tanpa menyebabkan penurunan pH yang signifikan. Selain itu, penggunaan PAC terbukti paling ekonomis dengan total biaya operasional Rp258.834.423,00 per hari untuk debit maksimal 129.359 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan hasil ini, penelitian ini merekomendasikan penggunaan PAC sebagai solusi yang efektif dan efisien dalam pengelolaan *runoff* pertambangan, yang tidak hanya menurunkan kandungan TSS tetapi juga mendukung upaya keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks ini, PAC menonjol sebagai bahan koagulan yang efektif dalam membantu memisahkan partikel padat yang terlarut dalam air, serta meningkatkan efisiensi sedimentasi dan menghilangkan zat terlarut yang tidak diinginkan dalam limpasan yang dihasilkan selama musim kemarau. Analisis biaya juga dilakukan dengan mempertimbangkan harga berdasarkan laju aliran limpasan maksimum. Penggunaan biaya tersebut sesuai dengan kondisi operasional yang dilakukan pada penelitian ini. Rekomendasi tahapan koagulasi-flokulasi adalah dengan melakukan percobaan membandingkan variasi durasi dan kecepatan pencampuran dengan mempertimbangkan laju aliran limpasan yang masuk ke kolam koagulasi-flokulasi. Langkah ini penting untuk mengoptimalkan efisiensi pengolahan *runoff*. Durasi pencampuran mengacu pada waktu yang dibutuhkan zat koagulan untuk bereaksi dengan partikel yang terdispersi dalam limpasan, sedangkan kecepatan pencampuran mengacu pada tingkat pergerakan atau pencampuran yang mempengaruhi proses sedimentasi partikel.

**Kata kunci:** *Total Suspended Solid* (TSS); *Runoff*; *Jar test*; Modifikasi pH; Koagulasi-Flokulasi

### ABSTRACT

Mining activities are a crucial sector in the economy, yet they often come with significant environmental impacts. One of the primary environmental challenges faced by the mining industry is the management of runoff (surface flow) generated from mining areas. Runoff is the flow of rainwater that does not get absorbed into the ground and flows over the surface, carrying particles and pollutants from the mining area to nearby water sources such as rivers, lakes, or seas. The high concentration of Total Suspended Solids (TSS) in runoff from mining areas, as encountered by PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk, poses a potential pollution threat that can disrupt water ecosystems, reduce water quality, and threaten the survival of aquatic life. Therefore, effective management strategies are needed to reduce TSS content and minimize negative impacts on the environment.

To address this issue, this study employed a methodology that includes analyzing the characteristics of mining runoff particles and applying the coagulation-flocculation method. The analysis was conducted using jar test to examine the performance of various types of coagulants, including Aluminium Sulfate, Poly Aluminium Chloride (PAC), Ferric Sulfate, and Ferric Chloride, against the pH and coagulant dosage in runoff. The aim of this study was to determine the most effective type of coagulant and the optimal operational conditions for reducing TSS levels in silica-coal mine runoff, thereby reducing pollution risks.

The study found that Poly Aluminium Chloride (PAC) was the most effective coagulant in reducing TSS, with an optimal dosage of 50 mg/L achieving a TSS reduction of 99.86% without causing a significant pH drop. Additionally, the use of PAC proved to be the most cost-effective with a total operational cost of Rp. 258,834,423 per day for a maximum discharge of 129.359 m<sup>3</sup>/day. Based on these findings, this study recommends the use of PAC as an effective and efficient solution for mining runoff management, not only reducing TSS content but also supporting environmental sustainability efforts. In this context, PAC stands out as an effective coagulant material in helping to separate the solid particles dissolved in water, as well as enhancing the efficiency of sedimentation and the removal of undesired dissolved substances in the runoff produced during the dry season. Cost analysis was also conducted, taking into account the price based on the maximum runoff flow rate. The cost usage is in accordance with the operational conditions carried out in this study. A recommendation for the coagulation-flocculation stages is to conduct experiments to compare the variations of mixing duration and speed, considering the runoff flow rate entering the coagulation-flocculation ponds. This step is important for optimizing the efficiency of runoff processing. The mixing duration refers to the time required for the coagulant substances to react with the particles dispersed in the runoff, while the mixing speed refers to the level of movement or mixing that affects the particle sedimentation process.

**Keywords:** Total Suspended Solid (TSS); Runoff; Jar test; pH modification; Coagulation-Flocculation