

## Efektivitas Aluminium Sulfat $Al_2(SO_4)_3$ dalam Penurunan TSS pada *Settling pond* 4 PT. XX Desa Sungai Payang, Kec. Loa kulu, Kab. Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

Yulia Putriana<sup>1)</sup>, Ika Wahyuning Widiarti<sup>2a)</sup>, W. A. D. Kristanto<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral,  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
JL. Padjajaran, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

<sup>a)</sup>Corresponding author: [ika.widiarti@upnyk.ac.id](mailto:ika.widiarti@upnyk.ac.id)

### ABSTRAK

Pertambangan batubara di Indonesia pada sektor industri menjadi paling dominan dalam meningkatkan pendapatan masyarakat. Namun, kegiatan pertambangan tidak hanya berdampak positif. Penurunan kualitas lingkungan menjadi salah satu dampak negatif dari kegiatan pertambangan batubara. Air limbah pertambangan PT.X memiliki karakteristik kandungan padatan tersuspensi tinggi dan pH rendah. PT.X melakukan pengolahan dengan *active treatment* pada *settling pond* menggunakan aluminium sulfat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektifitas penurunan konsentrasi TSS dengan penggunaan aluminium sulfat  $Al_2(SO_4)_3$ . Penelitian dilakukan dengan memperoleh data dari survei dan pemetaan, uji laboratorium, *jar test*. Data yang diperoleh dilakukan analisis secara deskriptif dan kuantitatif. Dosis aluminium sulfat, waktu pengendapan dan bentuk aluminium sulfat menjadi parameter penelitian. Hasil uji laboratorium penggunaan aluminium sulfat  $Al_2(SO_4)_3$  menunjukkan bahwa bentuk bongkah lebih efektif dibandingkan bentuk bubuk. Sampel Bo2t menggunakan dosis aluminium sulfat 250 mg dengan waktu pengendapan 30 menit memiliki tingkat efektifitas optimum mencapai 94,35%. Efektivitas optimum berasal dari hasil *jar test* dengan dosis aluminium sulfat terendah, waktu tersingkat dan sesuai baku mutu. Upaya pengelolaan untuk meningkatkan efektifitas penggunaan aluminium sulfat yaitu dengan pendekatan teknologi berupa perhitungan dosis optimum *treatment* dan rekayasa desain *mud pond* arah aliran *settling pond* serta pendekatan institusi yaitu *maintenance settling pond* secara berkala untuk mencegah pendangkalan pada *settling pond*.

**Kata kunci:** Aluminium sulfat  $Al_2(SO_4)_3$ , Efektifita; Pertambangan; *Settling pond*; *Total Suspended Solid* (TSS)

### ABSTRACT

*Coal mining in Indonesia in the industrial sector is the most dominant in increasing people's income. However, mining activities do not only have a positive impact. The decline in environmental quality is one of the negative impacts of coal mining activities. PT.X mining wastewater has the characteristics of high suspended solids content and low pH. PT.X performs active treatment on the settling pond using aluminum sulfate. This study aims to determine the effectiveness of reducing the concentration of TSS by using aluminum sulfate  $Al_2(SO_4)_3$ . The research was conducted by obtaining data from surveys and mapping, laboratory tests, and jar test. The data obtained were analyzed descriptively and quantitatively. Dosage of aluminum sulfate, time of deposition and form of aluminum sulfate became the research parameters. The results of laboratory tests using aluminum sulfate  $Al_2(SO_4)_3$  show that the lump form is more effective than the powder form. The Bo2t sample using a dose of 250 mg aluminum sulfate with a settling time of 30 minutes has an optimum level of effectiveness reaching 94.35%. Optimum effectiveness comes from the results of the jar test with the lowest dose of aluminum sulfate, the shortest time and according to quality standards. Management efforts to increase the effectiveness of the use of aluminum sulfate are by using a technological approach in the form of calculating the optimum treatment and design engineering for mud pond flow direction settling pond and institutional approach, namely settling pond maintenance periodic settling pond.*

**Key words:** Aluminum sulfate  $Al_2(SO_4)_3$ , Effectiveness; Mining; *Settling pond*; *Total Suspended Solid* (TSS)

### PENDAHULUAN

Undang – undang No.4 Tahun 2009 menjelaskan bahwa sebagian atau seluruh tahapan kegiatan pada penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara adalah pertambangan. Pertambangan batubara di Indonesia merupakan salah satu sektor industri yang dominan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Kegiatan pertambangan tidak hanya menimbulkan dampak positif namun juga dampak negatif. Pertambangan batubara berdampak positif bagi masyarakat sekitar karena membuka lapangan kerja baru. Namun, kegiatan pertambangan batubara berdampak negatif bagi lingkungan karena menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, khususnya penurunan kualitas air. Pengolahan air limbah pertambangan diperlukan sebelum dikeluarkan ke badan air sesuai peraturan agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Air limbah yang dihasilkan PT.X memiliki karakteristik dengan kandungan padatan tersuspensi yang tinggi dan pH yang rendah. Pengolahan air limbah yang dilakukan PT.X dengan *active treatment* pada *settling pond* menggunakan aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) untuk mengurangi kandungan *total suspended solid* (TSS) sehingga ketika dibuang ke badan air sesuai dengan Perda Kaltim No.2 tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

*Settling pond* atau kolam pengendapan yaitu tempat penyaliran yang dibuat berbentuk kolam untuk mengendapkan lumpur dan material lain yang berasal dari limbah atau aktivitas pertambangan. Aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) atau tawas adalah bahan kimia yang berguna sebagai koagulan pengolahan air. Tawas banyak digunakan karena murah (ekonomis) dan mudah didapatkan serta penyimpanan (Budi, 2006). Hal tersebut merupakan alasan PT.X dalam pemilihan aluminium sulfat atau tawas sebagai bahan koagulan.

Dikarenakan air limbah pertambangan harus selalu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air, tujuan dilakukan kajian terkait efektivitas penggunaan aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) dalam menurunkan konsentrasi *Total suspended solid* (TSS) agar mengetahui pengolahan dengan aluminium sulfat yang dilakukan PT.X selama ini sudah efektif dan efisien.

## METODE

Penelitian dilakukan dengan metode *jar test* dengan tujuan untuk mendapatkan dosis dan waktu pengendapan yang optimal dalam penurunan konsentrasi *total suspended solid* (TSS). Prinsip kerja proses *jar test* yaitu dengan proses koagulasi, koagulasi merupakan suatu proses pengubahan partikel koloid menjadi flok yang berukuran lebih besar dan penyaringan bahan organik terlarut pada flok tersebut sehingga pengotor yang ada dalam air dapat dipisahkan melalui proses penyaringan (Haydar dan Aziz, 2009). Koagulasi terdiri dari beberapa tahapan yaitu pembentukan inti flok, destabilisasi koloid/partikel, dan pembesaran unsur partikel (artenord dan Gaspard, 2014). percobaan *jar test* dilakukan 18 kali percobaan dengan beberapa variasi sampel yaitu bentuk, dosis, dan waktu pengendapan aluminium sulfat. Percobaan *jar test* menggunakan air sampel 500 ml. Air sampel dilakukan pengadukan secara bersamaan dengan rotasi putaran 100 rpm selama 1 menit, 40 rpm selama 8 menit, dan 20 rpm selama 1 menit. Variasi air sampel yaitu bentuk aluminium sulfat dengan bongkah dan bubuk, dosis aluminium sulfat 200 mg, 250 mg dan 300 mg dan variasi waktu pengendapan 20 menit, 30 menit dan 40 menit.

Hasil dari *jar test* dilakukan perhitungan efektifitas dari penurunan konsentrasi *Total suspended solid* (TSS) dengan aluminium sulfat ini menggunakan rumus sebagai berikut :

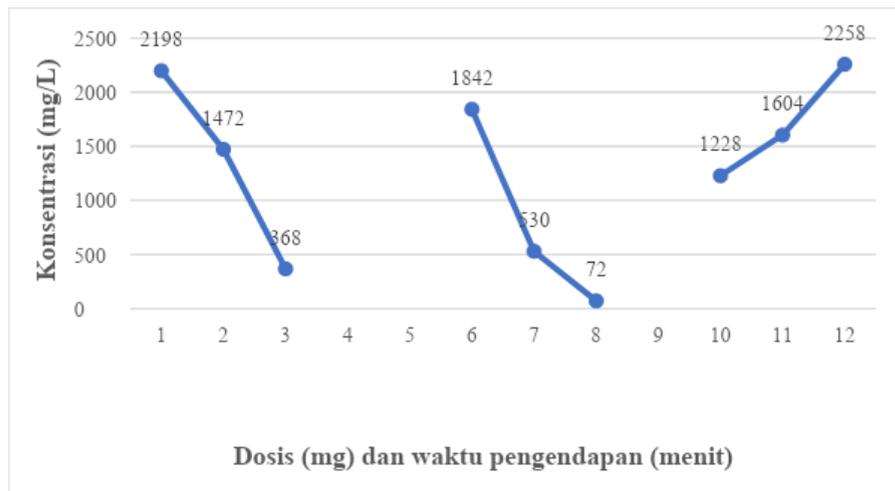
$$\text{Efektivitas} = \frac{TSS \text{ Sebelum} - TSS \text{ Sesudah}}{TSS \text{ Sebelum}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan efektifitas penggunaan aluminium sulfat dalam menurunkan konsentrasi *total suspended solid* (TSS) pada air limbah PT. X dari 18 kali percobaan *jar test* yaitu efektif. Hal tersebut terbukti dari perbedaan sebelum dan sesudah dilakukan *jar test* pada air sampel. Percobaan dilakukan dengan beberapa variasi yaitu bentuk aluminium sulfat, dosis aluminium sulfat, dan waktu pengendapan. Hasil percobaan dari bentuk aluminium sulfat bongkah dan bubuk yaitu lebih efektif

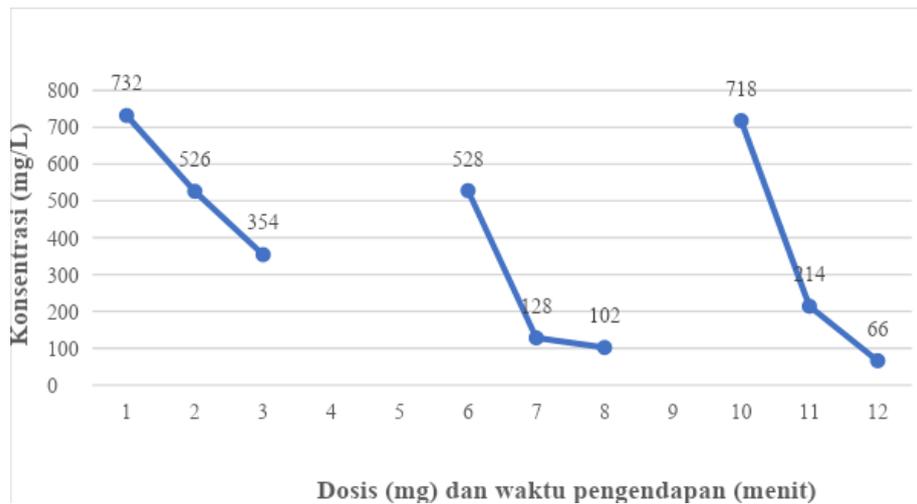
bongkah. Penurunan terlihat cukup signifikan saat percobaan dengan aluminium sulfat berbentuk bongkah. Perbedaan hasil percobaan juga terpengaruh oleh faktor rotasi putaran sebelum melakukan *jar test*. Proses pengadukan merupakan proses koagulasi yaitu penggabungan partikel-partikel kecil menjadi besar karena terjadi tumbukan antar partikel atau flok. Variasi rotasi putaran dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit, 40 rpm selama 5 menit, dan 20 rpm selama 1 menit.

Namun, dari hasil percobaan menunjukkan bahwa aluminium sulfat berbentuk bubuk lebih cepat menjernihkan air daripada bentuk bongkah. Ketika waktu detensi dan baku mutu terpenuhi namun dosis besar dan waktu pengendapan lama maka konsentrasi *total suspended solid* (TSS) akan meningkat. Sedangkan aluminium sulfat bentuk bongkah memiliki waktu detensi lebih lama namun semakin besar dosis dan waktu pengendapannya maka konsentrasi *total suspended solid* (TSS) semakin turun dan memenuhi baku mutu.



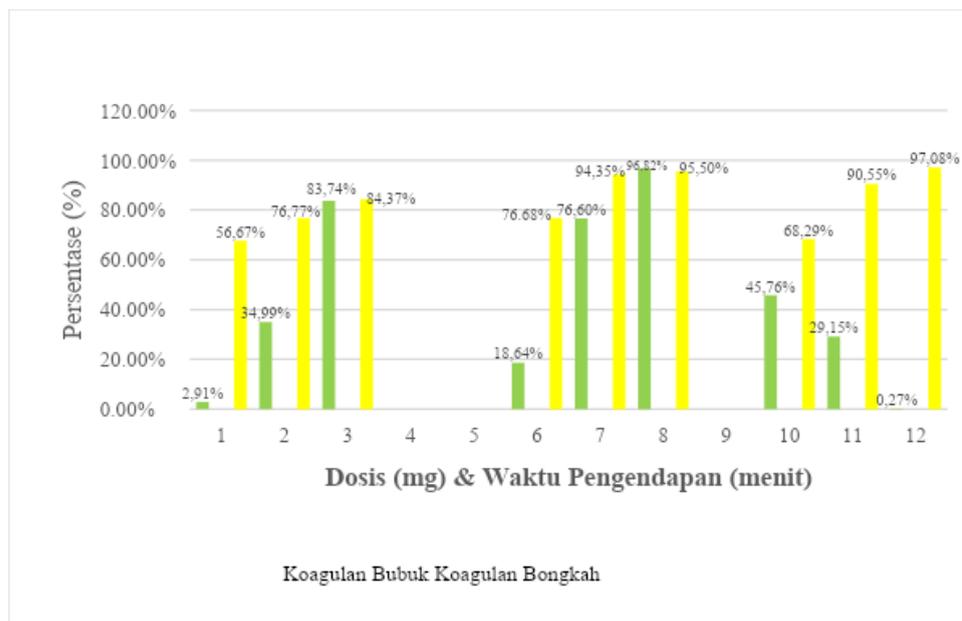
**Gambar 1.** Hasil Proses *Jar test* Aluminium Sulfat Bubuk

Dapat dilihat **Gambar 1** hasil *jar test* penggunaan aluminium sulfat bentuk bubuk bahwa dari tren tiap percobaan adanya penurunan konsentrasi *total suspended solid* (TSS) yang tidak signifikan. Tingkat efektifitas aluminium sulfat bentuk bubuk kecil karena terdapat banyak sampel yang konsentrasi *total suspended solid* (TSS) masih di atas ambang baku mutu yang ditetapkan sebesar 300 mg/L. Dari percobaan hanya penggunaan dosis 250 mg dengan waktu 40 menit yang mampu menurunkan konsentrasi *total suspended solid* (TSS) yaitu sebesar 72 mg/L. Dosis 200 mg dengan waktu 40 menit dan dosis 250 mg dengan waktu 30 menit mampu menurunkan konsentrasi *total suspended solid* (TSS) menjadi 368 mg/L dan 530 mg/L tidak terlalu jauh dari ambang baku mutu. Namun, dosis dan waktu pengendapan yang lainnya menghasilkan konsentrasi *total suspended solid* (TSS) jauh dari ambang baku mutu dengan nilai tertinggi sebesar 2258 mg/L. Gambar 2 menunjukkan tren pada tiap penggunaan dosis aluminium sulfat bubuk. Tren pada dosis sebesar 200 mg dengan waktu pengendapan yang semakin lama maka konsentrasi *total suspended solid* (TSS) semakin turun. Penggunaan dosis sebesar 300 mg menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengendapan maka konsentrasi *total suspended solid* (TSS) semakin menurun. Dosis aluminium sulfat sebesar 300 mg menunjukkan tren semakin lama waktu pengendapan maka konsentrasi akan semakin naik.



**Gambar 2.** Hasil Proses *Jar test* dengan Aluminium Sulfat Bongkah

Hasil percobaan *jar test* dengan aluminium sulfat bongkah dapat dilihat pada **Gambar 2** menunjukkan adanya penurunan konsentrasi *total suspended solid* (TSS) secara signifikan. Percobaan pada 9 sampel dengan dosis dan waktu pengendapan yang berbeda terdapat 4 sampel memenuhi baku mutu sesuai ketentuan peraturan di lokasi penelitian. Penggunaan dosis 200 mg dengan waktu pengendapan 20 menit menurunkan konsentrasi *total suspended solid* (TSS) menjadi 732 mg/L dengan efektifitas tertinggi sebesar 67,67%. Berdasarkan hasil percobaan menunjukkan bahwa tren grafik yaitu semakin lama waktu pengendapan maka konsentrasi *total suspended solid* (TSS) semakin kecil. Namun, pada penggunaan dosis 200 mg masih belum sesuai dengan baku mutu.



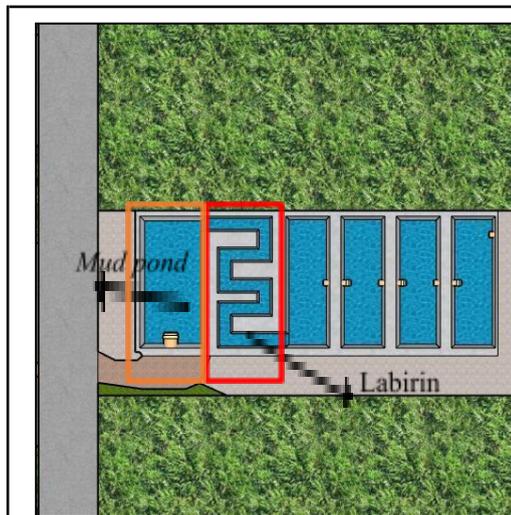
**Gambar 3.** Persentase Efektivitas *Jar Test*

Penggunaan aluminium sulfat mampu menurunkan *total suspended solid* (TSS) sesuai baku mutu pada dosis 250 mg dengan waktu pengendapan 40 menit, dosis 250 mg dengan waktu pengendapan 30 menit, dosis 300 mg dengan waktu pengendapan 30 menit, dan dosis 300 mg dengan waktu pengendapan 40 menit. Dapat dilihat pada **Gambar 3** persentase efektifitas dari percobaan *jar test* antara aluminium sulfat bentuk bubuk dan bentuk bongkah. Efektivitas tertinggi sebesar 97,08% dan terendah sebesar 0,27%. Efektivitas optimal yaitu pada aluminium sulfat bentuk bongkah menggunakan dosis 250 mg dengan waktu pengendapan 30 menit mencapai 94,35%. Efektivitas

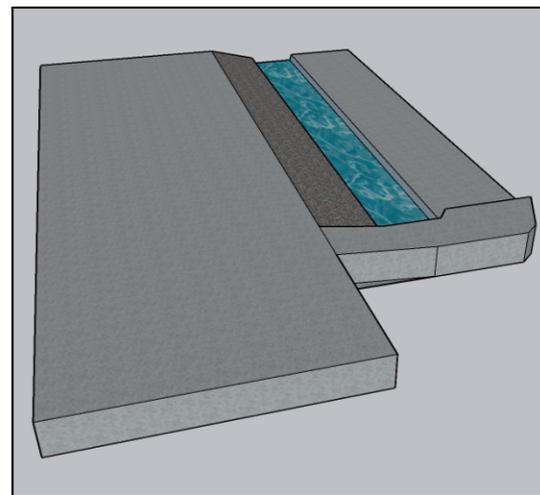
optimal didapatkan dari kemampuan dosis dan waktu pengendapan yang paling tepat dan cepat untuk menurunkan *total suspended solid* (TSS) agar sesuai baku mutu.

Hasil dari penelitian yang dilakukan PT.X perlu melakukan evaluasi pada penggunaan aluminium sulfat dalam menurunkan *total suspended solid* (TSS) agar optimal. Berdasarkan percobaan, dosis optimal yang digunakan untuk menurunkan *total suspended solid* (TSS) di *settling pond* yaitu sebesar 250 mg dengan waktu 30 menit. Maka, PT.X perlu mengubah dosis penggunaan aluminium sulfat pada *settling pond* agar efektif untuk menurunkan konsentrasi *total suspended solid* (TSS) dengan volume *settling pond* sebesar 1000 m<sup>3</sup> perlu menggunakan 500 kg/hari aluminium sulfat.

Selain itu, dilihat dari kondisi *settling pond* tidak hanya dosis bahan koagulan yang tidak sesuai namun desain *settling pond* kurang efektif untuk melakukan proses *treatment*. Kondisi air limbah PT.X berasal dari *disposal area* memiliki kandungan *total suspended solid* (TSS) yang tinggi. Perlu adanya rekayasa teknik dengan penambahan drainase dan *mud pond* dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**. Adanya drainase berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air limpasan yang berasal dari jalan hauling. Penambahan *mud pond* bertujuan untuk menampung *total suspended solid* (TSS) dari inlet sehingga proses *treatment* lebih efektif. Arah aliran pada *settling pond* dibuat labirin untuk mempercepat pelarutan aluminium sulfat sehingga waktu pengendapannya akan lebih cepat juga.



**Gambar 4.** Rekayasa Desain *Mud Pond* & *Settling pond* (Tampak Atas)



**Gambar 5.** Rekayasa Desain Drainase

## KESIMPULAN

Hasil percobaan dengan *jar test* didapatkan bahwa dosis, waktu pengendapan, dan efektifitas penggunaan aluminium sulfat untuk menurunkan konsentrasi *Total suspended solid* (TSS) yang optimal. Penggunaan aluminium sulfat yang optimal yaitu dengan bentuk bongkah pada dosis 250 mg dengan waktu pengendapan 30 menit pada sampel 500 ml. Efektifitas yang dihasilkan sebesar 94,35%. Rekomendasi yang diberikan penulis kepada PT.X yaitu dengan merubah dosis penggunaan aluminium sulfat sebesar 500 kg/hari pada volume kolam pengendapan sebesar 1.000 m<sup>3</sup>. Perubahan desain pada *settling pond* dengan penambahan drainase, *mud pond*, dan arah aliran air secara labirin diperlukan untuk mengoptimalkan fungsi *settling pond* dalam *treatment*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Bu Ika Wahyuning Widiarti, S.Si., M.Sc, Bapak Wisnu Aji Dwi Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta, PT.X, kedua orang tua, dan teman-teman saya yang telah membantu untuk menyelesaikan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altenor, S. and Gaspard, S. (2014). *Chapter 1. Biomass for w\Water Treatment: Biosorbent, Coagulants and Flocculants, in Biomass for Sustainable Applications: Pollution Remediation and Energy. The Royal Society of Chemistry. Pp.1-45.doi: 10.1039/9781849737142.00001*
- Apriyanto, D., & Harini, R (n.d.). 2013. *Dampak Kegiatan Pertambangan Batubara Terhadap Kondisi Sosial-Ekonomi Masyarakat di Kelurahan Loa Ipuh Darat, Tenggara, Kutai Kartanegara. Jurnal Bumi Indonesia. lib.geo.ugm.ac.id.*
- Budi, S.S. 2006. *Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas dan Filtrasi Zeolit pada Limbah Cair (Studi Kasus RS Bethesda Yogyakarta). Tesis Magister. UNDIP.Semarang*
- Harahap, J. (2017). *Efektivitas Penggunaan Aluminium Sulfat Dalam Menurunkan Kadar TSS (Total Suspended Solid) Air Limbah Penambangan Batubara di PT. In x Elkawnie. Journal of Islamic Science and Technology (Vol. 3, Issue 2). [www.jurnal.ar-raniry.com/index.php/elkawnie](http://www.jurnal.ar-raniry.com/index.php/elkawnie)*
- Haydar, S. and Aziz, J.A.(2009). *Coagulation-Flocculation Studies of Tannery Wastewater Using Combination of Alum With Cationic and Anionic Polymers. Journal of Hazardous ,aterials, 168(2-30, pp.1035-1040.doi:10.1016/j.jhazmat.2009.02.140.*
- Mayasari, R, & Hastarina, M. (2018). *Optimalisasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (PAC) (Studi Kasus PDAM Tirta Musi Palembang) 3(2). Universitas Muhammadiyah Palembang. ISSN 2528-7419*
- Pamungkas, Sanu gogor, Eko Santoso & Annisa . 2020. *Aplikasi Tyre Drop Structure Pada Rancangan Drainase Disposal PIT Nangka CV Cinta Puri Pratama. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat Vol.5, No.3, Desember 2020*
- Supervisor, P., Karnaningroem, I. N., Moesriati, I. A., & Kes, M. (n.d.). 2015. *Peningkatan Efektivitas Proses Koagulasi-Flokulasi Dengan Menggunakan Aluminium Sulfat dan Polydadmac. Bernaded Oka Anggraini 3311100056. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.*
- uliansyah Harahap: *Efektivitas Penggunaan Aluminium Sulfat Dalam Menurunkan Kadar Tss (Total Suspended Solid) Air Limbah Penambangan Batu Bara Di Pt. X. Program Studi Teknik Lingkungan, UIN Ar-Raniry, Darusaalam Banda Aceh, Indonesia Juliansyah.harahap@ar-raniry.ac.id Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology Vol. 3, No.2, Desember 2017*
- Wardhani Eka, Mila Dirgawati, Dadan Fikriansyah Astadipura. *Penentuan Jenis dan Dosis Koagulan Dalam Mengolah Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Itenas Bandung*