



ANALISA WAKTU PEMADATAN LUMPUR HASIL PENCUCIAN BAUKSIT DI PT. ANTAM TBK UBPB TAYAN KABUPATEN SANGGAU KALIMANTAN BARAT PADA SKALA LABORATORIUM

Randi Futrama ¹⁾, Budhi Purwoko ²⁾, Wahdannah Mukhtar ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3)} Dosen Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura Pontianak

Email: randif@student.untan.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengelolaan limbah lumpur dari proses pencucian bauksit di PT ANTAM Tbk UBPB Tayan, Kalimantan Barat. Proses pencucian menghasilkan lumpur yang perlu diendapkan atau dipadatkan sebelum air limbah dapat dikembalikan ke lingkungan. Efisiensi pengendapan lumpur sangat penting untuk mendukung pengelolaan limbah tambang yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Simulasi dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan akuarium berukuran 150 cm × 25 cm × 25 cm. Pengamatan dilakukan selama 24 jam dengan memantau perubahan ketebalan lumpur dan menghitung waktu pengendapan. Nilai Concretion Factor (CF) dihitung untuk mengevaluasi efisiensi pemisahan partikel padat dan cair. Hasil penelitian menunjukkan proses pengendapan mengikuti pola zone settling dengan zona air jernih, zona transisi, dan zona lumpur padat. Kecepatan pengendapan tertinggi terjadi pada menit ke-30 (0,00047 m/s) dan menurun hingga mendekati nol. Setelah 24 jam, ketebalan endapan lumpur mencapai 21 cm dan stabil. Nilai CF sebesar 59,45% menunjukkan efisiensi pemisahan partikel sebesar 59%. Kesimpulannya, pengendapan alami efektif untuk memisahkan partikel besar dalam waktu singkat, namun kurang efisien untuk partikel halus dalam jangka panjang. Metode ini cocok sebagai tahap awal pengolahan lumpur.

Kata kunci: Bauksit, *concretion factor*, Kecepatan Pengendapan, Pengendapan Lumpur, Pencucian, Skala Laboratorium, waktu pemadatan, *zone Settling*.

ABSTRACT

This study examines the sludge waste management from the bauxite washing process at PT ANTAM Tbk UBPB Tayan, West Kalimantan. The washing process generates sludge that must be settled or thickened before the wastewater is safely returned to the environment. Efficient sludge settling is crucial for sustainable and eco friendly mining waste management. Laboratory-scale simulations were conducted using a 150 cm × 25 cm × 25 cm aquarium. The sedimentation process was observed over 24 hours by monitoring changes in sludge thickness and calculating settling time. The Concretion Factor (CF) was used to evaluate solid-liquid separation efficiency. Results showed that the settling process followed a zone settling pattern with distinct clear water, transition, and sludge zones. The highest settling velocity occurred at minute 30 (0.00047 m/s) and gradually decreased. After 24 hours, sludge thickness reached 21 cm and remained stable. The CF value was 59.45%, indicating a 59% separation efficiency. The study concludes that natural settling is effective for separating larger particles in the

Article History

Received: Oktober 2025

Reviewed: Oktober 2025

Published: Oktober 2025

Plagiarism Checker No 748

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Kohehi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohehi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



short term but less efficient for fine particles over time. It can serve as an initial sludge treatment method, though improvements may be needed for long-term effectiveness.

Keywords: *Bauxite, Concretion Factor, Laboratory Scale, Sedimentation Rate, Sludge Settling, Settling time Washing, Zone Settling*

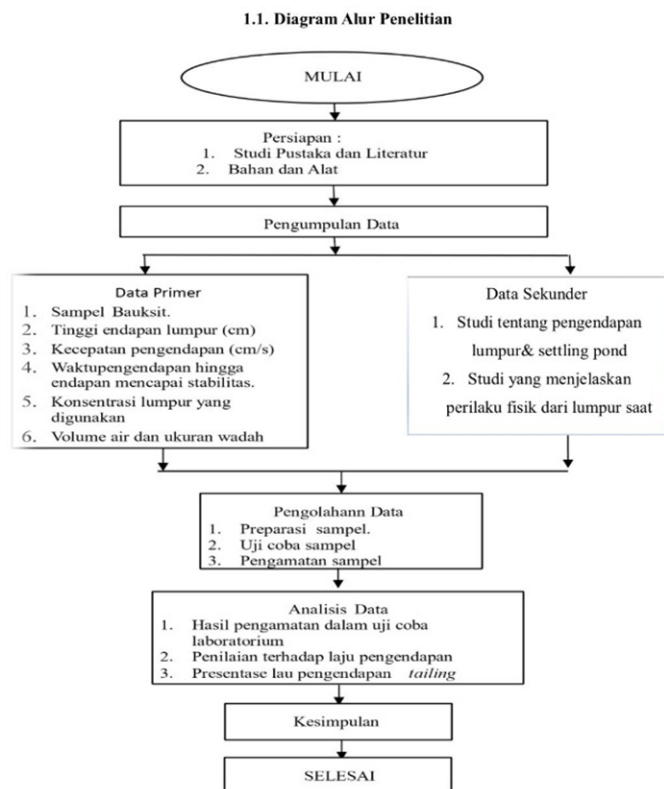
I. PENDAHULUAN

Industri pertambangan di Indonesia, khususnya pengolahan bauksit oleh PT ANTAM di Tayan, Kalimantan Barat, memiliki peran penting dalam mendukung ekonomi nasional. Bauksit, sebagai bahan baku utama aluminium, diolah melalui proses pencucian guna meningkatkan kadar alumina (Al_2O_3) dan mengurangi kandungan pengotor seperti silika (SiO_2). Proses ini menghasilkan lumpur (slurry) sebagai limbah yang terdiri dari partikel halus tersuspensi dalam air. Pengelolaan lumpur dilakukan melalui kolam pengendapan (settling pond), yang memanfaatkan gaya gravitasi untuk memisahkan partikel padat dari air.

Efektivitas kolam pengendapan sangat ditentukan oleh laju pengendapan partikel lumpur, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran partikel, konsentrasi padatan, viskositas, serta kondisi hidrodinamika. Laju pengendapan yang optimal penting untuk meningkatkan efisiensi pemisahan air bersih, kapasitas penyimpanan kolam, serta mencegah pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi laju pengendapan dan menganalisis hubungannya terhadap waktu pengendapan lumpur pada skala laboratorium, sebagai dasar pengembangan sistem pengelolaan limbah pencucian bauksit yang efisien dan ramah lingkungan. langit gudang, serta berbagai potensi bahaya lain yang membutuhkan penanganan secara terstruktur.

II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Metode kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang menggunakan data numerik atau angka untuk mengukur, menganalisis, dan menguji hipotesis. Pendekatan ini sering digunakan untuk memperoleh gambaran yang objektif mengenai fenomena yang sedang diteliti, dengan tujuan untuk mengidentifikasi pola, hubungan, atau tren dalam data. Metode kuantitatif sering melibatkan penggunaan alat statistik untuk menganalisis data, seperti survei, eksperimen, atau data yang telah terstruktur sebelumnya (Sugiyono, 2013). Dari pandangan Sugiono diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa metode penelitian kuantitatif berfokus terhadap data yang digunakan, sehingga suatu data dapat diuji hipotesisnya baik itu untuk mengukur data atau angka maupun untuk menganalisis suatu fenomena yang akan diteliti.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Antam (Persero) Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Bauksit berada di Dusun Piasak, Desa Pedalaman, Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat, dengan luas lokasi IUP sebesar 34,36 ha.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan dua metode utama, yaitu observasi lapangan dan eksperimen. Data ini diperoleh secara langsung sehingga menjamin bahwa hasil yang didapat mencerminkan kondisi sebenarnya. Data Sekunder yang digunakan studi literatur pengendapan lumpur hasil pencucian bauksit dan studi literatur tentang perlakuan fisik dari lumpur saat bercampur dengan air.

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung terhadap perubahan ketebalan endapan selama 24 jam, serta perhitungan laju pengendapan berdasarkan persamaan Stokes. Selain itu, dilakukan juga analisis nilai Concretion Factor (CF) untuk menilai efisiensi pemisahan partikel padat dari cairan.

Tahap pengolahan data

Dilaksanakan ketika semua data terkait sudah terkumpul dan siap untuk dilakukan pengolahan. Pengolahan data dimulai dari tahap preparasi sampel, uji coba sampel, dan melakukan pencatatan pada log observasi. Preparasi sampel meliputi proses pencucian *crude bauxite* (CBx) & pengendapan *tailing* dari *washed bauxite* (WBx).



Berikut tahapan-tahapan Pengolahan Data dalam penelitian yang akan dilakukan :

1. Preparasi sampel.

Proses preparasi sampel dilaksanakan mulai dari pengambilan sampel bauksit yang akan digunakan, perhitungan bauksit sebelum dilakukan pencucian, pencucian dan perendaman sampel bauksit, pengayakan sampel bauksit dan penimbangan sampel bauksit yang basah yang tidak lolos pengayakan sampel bauksit.

2. Pencucian

Proses pencucian bauksit dilakukan secara manual untuk mendapatkan partikel halus (lumpur) dari bauksit kotor yang masih bercampur dengan pasir, kerikil, dan mineral kasar lainnya. Metode ini melibatkan dua tahap utama yaitu perendaman dan penyaringan. Tujuan perisahan fraksi halus bauksit agar dapat digunakan sebagai bahan endapan dalam eksperimen simulasi kolam pengendapan.

3. Uji coba sampel.

Lumpur hasil Pencucian akan dicurahkan kedalam Akuarium simulasi untuk dilakukan pengamatan.

1. Rumus yang digunakan.

a. Rumus laju pengendapan :

$$\frac{WBx}{CBx} \times 100\%$$

b. Rumus *Concretion Factor* (CF)

$$\text{Concretion Factor (CF)} = \frac{WBx}{CBx} \times 100\%$$

2. Penyajian Data

Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel untuk memudahkan proses pembacaan dan evaluasi.

Waktu	Waktu	Ketebalan Endapan	Ketebalan Endapan	Kecepatan Pengendapan
Min	Detik	Cm	M	M/S
0	0	0	0	0
30				
720				
1440				

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Preparasi Sampel

Pengendapan lumpur bauksit dalam kolam dilakukan berdasarkan prinsip pengendapan gravitasi, yaitu pergerakan partikel-partikel padat ke dasar akibat gaya beratnya. Setelah lumpur dimasukkan, partikel padat mulai bergerak ke bawah, sementara air di atas perlahan menjadi jernih. Dalam penelitian ini, mekanisme pengendapan yang diamati didominasi oleh jenis pengendapan zona (zone settling), di mana partikel turun bersama sebagai lapisan padat dan membentuk antarmuka yang jelas. Proses pengendapan pada awalnya berlangsung cepat, ditandai dengan terbentuknya zona jernih pada bagian atas kolom dalam beberapa menit pertama.

Hal ini menandakan bahwa partikel-partikel yang lebih besar dan berat segera mengendap ke dasar. Seiring waktu, laju penurunan antarmuka melambat karena



partikel-partikel yang lebih kecil dan ringan membutuhkan waktu lebih lama untuk mengendap. Fenomena ini sesuai dengan teori Stokes dan prinsip hidrodinamika pengendapan dalam fluida diam. Setelah waktu tertentu, terjadi pemisahan yang lebih tegas antara tiga zona :

- a) Zona jernih di bagian atas
- b) Zona transisi di tengah
- c) Zona lumpur padat di bagian bawah.

Zona transisi menunjukkan pergerakan lambat dari partikel yang lebih kecil, dan proses pengendapan pada fase ini menjadi semakin tergantung pada interaksi antarpartikel seperti flokulasi alami. Data waktu dan tinggi permukaan antarmuka digunakan untuk menghitung kecepatan pengendapan rata-rata dalam kondisi tersebut.

Proses pengendapan lumpur bauksit dilakukan dalam akuarium dengan dimensi 23,4 cm x 23,4 cm x 149,2 cm dengan volume 81,735 liter. Berikut merupakan tahapan proses pengendapan yang terjadi :

1. Pengisian Akuarium

Pengisian akuarium dimulai dengan pengisian air lumpur hasil pencucian bauksit hingga mencapai ketinggian 100 cm. Kemudian akuarium yang sudah terisi lumpur hasil pencucian diamati dan di catat setiap 30 menit untuk mendapatkan endapan lumpur & kecepatan penurunan lumpur.

2. Proses Pengendapan

Pengendapan lumpur dalam akuarium dapat dijelaskan melalui beberapa poin yang sesuai dengan prinsip pengendapan gravitasi dan pengendapan zona (zone settling).

Berikut merupakan beberapa poin yang didapat :

a) Suspensi Homogen

Pada tahap awal, lumpur hasil pencucian bauksit dicampur secara merata dengan air di dalam akuarium. Proses pencampuran ini dilakukan untuk memastikan bahwa distribusi partikel padatan di dalam air bersifat homogen, sehingga dapat menggambarkan kondisi awal pengendapan secara akurat.

Dalam kondisi ini, seluruh partikel lumpur masih tersuspensi dalam air, menciptakan larutan keruh dan tidak terdapat pemisahan yang terlihat antara air dan padatan. Kondisi suspensi homogen sangat penting dalam eksperimen karena menjadi titik awal yang mewakili distribusi alami partikel dalam limbah cair bauksit. Keadaan ini meniru situasi aktual dari hasil pencucian lapangan, dimana air dan lumpur bercampur tanpa pengendapan awal. Tahap ini biasanya berlangsung hanya beberapa menit sebelum partikel mulai merespons gaya gravitasi dan bergerak ke arah dasar akuarium.

b) Pembentukan Zona Jernih

Setelah beberapa waktu, partikel dengan massa jenis yang lebih besar akan mulai mengendap terlebih dahulu ke dasar kolam akibat pengaruh gravitasi. Inilah awal mula terbentuknya zona padat didasar akuarium. Bersamaan dengan proses ini, bagian atas akuarium perlahan-lahan mulai menjadi lebih jernih, menunjukkan bahwa partikel padat mulai meninggalkan bagian atas larutan.

Zona jernih ini terus bertambah tebal dari atas ke bawah seiring dengan berjalannya waktu dan semakin banyak partikel yang mengendap. Kejernihan air di zona ini menandai bahwa proses pemisahan antara fase cair dan padat mulai terjadi

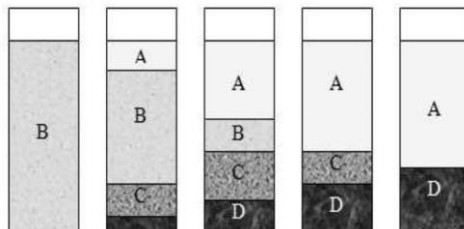
secara efektif. Zona jernih yang terbentuk memberikan indikasi visual tentang sejauh mana proses pengendapan telah berlangsung, dan ketinggian zona jernih ini dapat digunakan untuk menghitung laju pengendapan.

c) Pengendapan Zona (*Zona Settling*)

Partikel-partikel yang tersuspensi mulai terjadi pengendapan secara kolektif., membentuk antarmuka yang jelas antara zona padat dan zona cair. Pada proses ini partikel-partikel bergerak turun bersamaan dalam bentuk lapisan atau massa padat, bukan secara individual. Hal ini umumnya terjadi saat konsentrasi padatan didalam suspensi cukup tinggi, sehingga partikel saling mempengaruhi satu sama lain selama proses pengendapan berlangsung. Pergerakan antar zona lumpur dan air jernih menjadi indikator utama dari laju pengendapan. Dalam akuarium yang berisi air sebanyak 65,707 liter, proses ini dapat diamati secara langsung berdasarkan perubahan ketinggian zona jernih dari waktu ke waktu. Karena partikel tidak mengendap satu per satu, tetapi dalam bentuk agregat atau flak, maka kecepatan pengendapan cenderung konstan pada tahap ini.

d) Konsolidasi dan Kompresi Lumpur

Setelah sebagian besar partikel padat mengendap, terbentuklah lapisan lumpur padat di dasar kolom akuarium. Partikel-partikel lumpur yang telah mengendap mulai mengalami konsolidasi, yaitu pemadatan akibat beban berat lapisan atas terhadap lapisan dibawahnya. Konsolidasi sangat berpengaruh terhadap volume akhir lumpur di dasar akuarium. Jika tidak diperhitungkan, volume lumpur yang tampak dapat berbeda signifikan dengan volume sebenarnya setelah waktu tertentu. Proses ini bisa berlangsung dalam durasi yang jauh lebih lama dibandingkan pengendapan awal, tergantung pada ukuran partikel, kandungan air, dan viskositas lumpur.



Gambar 4.1 Tahapan proses pengendapan

3. Pencatatan dan Pengamatan

Pencatatan dilakukan dengan mengamati secara langsung perubahan posisi zona jernih dan zona lumpur selama proses pengendapan berlangsung. Pengamatan dilihat berdasarkan transisi dari air yang tampak jernih dibagian atas ke bagian bawah yang keruh atau padat. Untuk memperoleh data kuantitatif, pengukuran ketinggian dilakukan menggunakan meteran yang ditempelkan pada dinding luar akuarium. Pencatatan dilakukan setiap 30 menit pertama sampai ke menit 720 atau 12 jam, karena laju pengendapan cenderung tinggi diawal, kemudian pencatatan dilakukan dari 12 jam langsung ke 24 jam tergantung pada kestabilan laju pengendapan, waktu total pengamatan berlangsung selama 24 jam. Pencatatan dan pengamatan dapat di lihat pada gambar berikut :



Gambar 4.2 Ketebalan lumpur menit 0



Gambar 4.3 Ketebalan lumpur pada menit 30



Gambar 4.4 Ketebalan lumpur pada menit 60



Gambar 4.5 Ketebalan lumpur pada menit 90



Gambar 4.7 Ketebalan lumpur setelah menit 720 dan ketebalan setelah 24 jam



2. Hasil Observasi Pengendapan

Proses validasi data dilakukan dengan melihat perubahan terhadap ketebalan endapan yang turun dari proses gravitasi. Berikut merupakan hasil dari perekaman data yang dilakukan secara observatif berdasarkan waktu pengambilan data :

Waktu	Waktu	Ketebalan Endapan	Ketebalan Endapan	Kecepatan Pengendapan
Min	Detik	Cm	M	M/S
0	0	0	0	0
30	1800	83,8	0,838	0,00047
60	3600	70,1	0,701	0,00019
90	5400	57,9	0,579	0,00011
120	7200	46,4	0,464	0,00006
150	9000	37,1	0,371	0,00004
180	10800	34,1	0,341	0,00003
210	12600	33,0	0,330	0,00003
240	14400	32,2	0,322	0,00002
270	16200	31,5	0,315	0,00002
300	18000	30,9	0,309	0,00002
330	19800	30,3	0,303	0,00002
360	21600	29,8	0,298	0,00001
390	23400	29,4	0,294	0,00001
420	25200	29,0	0,290	0,00001
450	27000	28,6	0,286	0,00001
480	28800	28,4	0,284	0,00001
510	30600	28,0	0,280	0,00001
540	32400	27,6	0,276	0,00001
570	34200	27,3	0,273	0,00001
600	36000	27,0	0,270	0,00001
630	37800	26,5	0,265	0,00001
660	39600	26,4	0,264	0,00001
690	41400	26,2	0,262	0,00001
720	43200	25,9	0,259	0,00001
1440	86400	21	0,210	0,00000

3. Analisis Penilaian Tingkat Risiko

Pengamatan dilakukan pada ketinggian tertentu yang telah diberikan alat ukur berupa meteran sebelumnya pada dinding akuarium. Setiap perubahan ketinggian dicatat bersamaan dengan waktu tempuhnya. Data berikut merupakan hasil eksperimen standar yang digunakan sebagai dasar perhitungan:

$$v = \frac{h}{t}$$

Dimana diketahui :

v = kecepatan pengendapan (m/s)

h = ketebalan endapan (m)

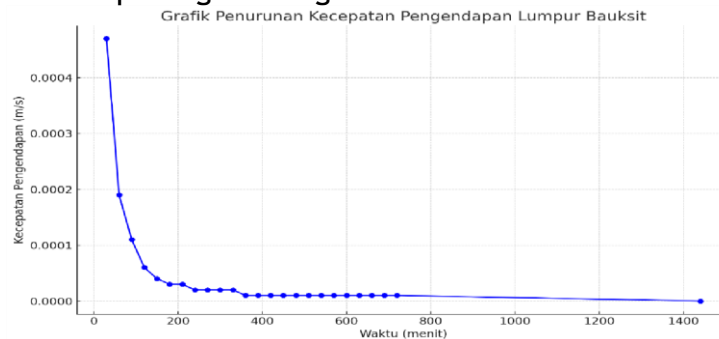
t = waktu pengendapan (s)

Laju pengendapan lumpur merupakan parameter penting dalam proses sedimentasi karena mencerminkan efisiensi pemisahan padatan dari suspensi cair. Berdasarkan data



pengamatan pada skala laboratorium, pengendapan lumpur dari hasil pencucian bauksit menunjukkan pola penurunan ketebalan endapan secara signifikan pada waktu awal, yang kemudian melambat seiring berjalannya waktu. Rata-rata kecepatan pengendapan lumpur dari hasil percobaan adalah 0,0000376 m/s. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam penelitian ini, lumpur bauksit mengalami proses pengendapan yang relatif konsisten dan merata. Ketika laju pengendapan menunjukkan pola linear, dapat diasumsikan bahwa konsentrasi awal cukup ideal serta partikel tidak mengalami proses penggumpalan yang rumit maupun gangguan signifikan antar partikel. Selain itu, karena tidak adanya aliran masuk dan keluar (pengendapan sistem batch), kecepatan pengendapan tidak dipengaruhi oleh gaya luar. Kondisi ini mencerminkan sifat alami dari pengendapan secara gravitasi, yang sangat relevan untuk perancangan alat pengendap atau sistem pemisahan padatan-cair secara alami dalam skala industri pertambangan bauksit.

Berikut merupakan grafik hasil kecepatan penurunan pengendapan yang telah dilaksanakan dapat dilihat pada gambar-gambar berikut :



Gambar 4.8 Hasil Observasi Uji Coba Pengendapan

Grafik laju pengendapan terhadap waktu menunjukkan penurunan tajam di awal yang kemudian berubah menjadi fase yang jauh lebih lambat. Kecepatan awal yang tinggi menandakan bahwa partikel berukuran besar dan berat mengendap dengan cepat pada tahap awal proses. Seiring waktu, laju tersebut menurun drastis, mencerminkan dominasi partikel halus dan ringan yang membutuhkan waktu lebih lama untuk mengendap. Pada akhirnya, kecepatan mendekati nol, yang menunjukkan bahwa sebagian besar partikel telah mengendap dan sistem berada dalam kondisi mendekati kesetimbangan. Pola ini mencerminkan perilaku khas dari proses pengendapan alami tanpa perlakuan tambahan, dengan efisiensi tertinggi terjadi pada tahap awal.

Sesuai dengan prinsip hukum Stokes, kecepatan pengendapan partikel dalam fluida berbanding lurus dengan kuadrat dari diameter partikel. Artinya, semakin kecil ukuran partikel, maka semakin lambat laju pengendapannya. Pada kondisi tanpa aliran seperti dalam penelitian ini, gaya gravitasi dan perbedaan densitas antara partikel dan fluida menjadi faktor utama yang memengaruhi pergerakan partikel secara vertikal. Selain itu, bentuk partikel yang tidak beraturan serta interaksi antarpartikel yang membentuk flok juga memberikan pengaruh terhadap proses pengendapan yang diamati. Perlu dicatat bahwa persamaan Stokes dapat digunakan untuk memperkirakan ukuran partikel yang terdapat dalam sistem akuarium percobaan ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Terhadap CF

Percobaan	Ketebalan Aktual (cm)	Lumpur Bauksit (Kg)	WBx (Kg)	CBx (Kg)	Concretion Factor (CF%)
-----------	-----------------------	---------------------	----------	----------	-------------------------



1	21	14,94	21,91	36,85	59,45
---	----	-------	-------	-------	-------

Berdasarkan hasil percobaan pengendapan lumpur hasil pencucian bauksit dengan variasi ketebalan sedimen aktual, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

- Pada percobaan dengan ketebalan aktual sedimen 21 cm, diperoleh massa lumpur sebesar 14,94 kg, massa WBx sebesar 21,91 kg, serta massa CBx sebesar 36,85 kg. Berdasarkan data tersebut, diperoleh nilai *Concretion Factor* (CF) sebesar 59,45%.
- Hasil percobaan yang disajikan pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai ***Concretion Factor* (CF)** yang diperoleh mencapai **59,45%**, pada kondisi ketebalan endapan lumpur bauksit aktual sebesar **21 cm**. Nilai tersebut diperoleh dari rasio antara massa lumpur bauksit yang berhasil mengendap, mencerminkan efektivitas pemisahan unsur pengotor dari bijih bauksit utama.
- Dalam hal ini, semakin tinggi nilai CF, maka semakin besar jumlah lumpur bauksit (pengotor) yang berhasil dipisahkan melalui proses pengendapan. Dengan demikian, bijih bauksit yang tersisa setelah pencucian (WBx) mengandung pengotor yang lebih sedikit, sehingga kualitasnya meningkat. Oleh karena itu, CF tidak hanya berfungsi sebagai indikator efisiensi proses pengendapan, tetapi juga sebagai alat evaluasi terhadap kualitas bijih bauksit hasil pencucian.
- Nilai CF sebesar 59,45% mengindikasikan bahwa sebagian besar partikel lumpur telah berhasil dipisahkan dari bijih, sehingga bauksit yang dihasilkan memiliki tingkat kebersihan yang cukup baik.

4. Perbandingan Terhadap Dasar Teori dengan Penreapan di Lapangan

Dalam teori dasar mengenai proses pengendapan, dijelaskan bahwa lumpur dapat mengendap akibat adanya gaya gravitasi yang bekerja pada partikel padat yang berada di dalam cairan. Umumnya, kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh lamanya waktu, perbedaan massa jenis antara partikel dan fluida, serta ukuran dan bentuk partikel itu sendiri. Akan tetapi, dalam penelitian ini, proses pengendapan diamati secara alami tanpa memperhitungkan ukuran partikel, tingkat kekentalan cairan, maupun penambahan zat seperti koagulan atau flokulan.

Sementara itu, dalam praktik di lapangan, khususnya pada pengolahan limbah dari proses pencucian bauksit di PT ANTAM Tbk UBPP Tayan, proses pengendapan secara alami tanpa bahan tambahan cenderung memerlukan waktu yang lebih lama agar lumpur dapat benar-benar terpisah dari air. Kenyataannya, proses ini tidak hanya dipengaruhi oleh waktu saja, melainkan juga oleh faktor-faktor lain seperti turbulensi aliran, variasi ukuran butir, serta volume air limbah yang cukup besar, sehingga efisiensi pengendapan secara alami menjadi kurang optimal.

Dengan demikian, meskipun hasil di laboratorium menunjukkan bahwa kecepatan pengendapan menurun secara bertahap dan cenderung stabil setelah 8 hingga 10 jam, kondisi di lapangan jauh lebih dinamis dan sering kali tidak menghasilkan proses pemisahan yang maksimal dalam rentang waktu tersebut. Oleh sebab itu, dalam pengelolaan limbah cair di industri, efisiensi waktu menjadi aspek yang penting, dan penggunaan bahan tambahan seperti koagulan atau metode percepatan lainnya menjadi solusi yang realistis untuk mempercepat proses pengendapan pada skala besar.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium mengenai analisis laju pengendapan lumpur hasil pencucian bauksit di PT ANTAM Tbk - UBP Bauksit Tayan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Mekanisme pengendapan mengikuti pola zone settling pengendapan lumpur berlangsung secara alami akibat gaya gravitasi dan mengikuti pola zone settling.



proses ini ditandai dengan pembentukan tiga zona yang jelas, yakni zona jernih, zona transisi, dan zona lumpur padat. hal ini memperkuat bahwa pengendapan terjadi secara kolektif, bukan individual.

- b) Kecepatan pengendapan tertinggi terjadi pada 30 menit pertama kecepatan pengendapan tercatat paling tinggi pada menit ke-30 dengan nilai 0,00047 m/s, kemudian menurun secara bertahap hingga mendekati nol pada jam ke-24. ini menunjukkan bahwa partikel dengan ukuran dan massa lebih besar mengendap lebih cepat, sedangkan partikel halus membutuhkan waktu lebih lama.
- c) Ketebalan endapan stabil setelah 24 jam ketebalan endapan lumpur mencapai 21 cm setelah 24 jam. setelah waktu tersebut, tidak terjadi perubahan signifikan, menunjukkan bahwa sistem telah mencapai kestabilan dan sebagian besar partikel telah mengendap sepenuhnya.
- d) Efektivitas pengendapan di laboratorium lebih tinggi dibandingkan di lapangan pengujian di skala laboratorium menunjukkan proses pengendapan alami yang cukup efektif. namun, dalam praktik lapangan, efisiensi dapat menurun akibat pengaruh faktor eksternal seperti turbulensi, variasi ukuran butir, dan volume limbah yang besar.
- e) Nilai concretion factor (CF) menunjukkan efisiensi pemisahan partikel padat berdasarkan hasil pengukuran massa lumpur sebesar 14,94 kg dari total massa cbx 36,85 kg dan wbx 21,91 kg, diperoleh nilai cf sebesar 59,45%. nilai ini menunjukkan bahwa sekitar 59% dari massa total berhasil dipisahkan dalam bentuk endapan, menandakan efisiensi proses yang cukup tinggi secara alami.
- f) CF dan laju pengendapan dapat dijadikan parameter evaluasi sistem pengendapan nilai kecepatan pengendapan dan cf dapat digunakan sebagai parameter penting dalam mengevaluasi sistem pengendapan lumpur, serta sebagai dasar pertimbangan teknis untuk desain kolam pengendapan di lapangan maupun penggunaan metode tambahan seperti koagulan. administratif untuk mengatasi kategori risiko sedang, sedangkan untuk risiko tinggi mencakup 1 eliminasi, 1 substitusi, dan 1 rekayasa teknik.

REFERENSI

- Afifah, S. R. (2019). *Pengaruh Penambahan Koagulan Aluminium Sulfat terhadap Kecepatan Pengendapan Lumpur pada Air Limbah*. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Asyari, M. & Pradana, G. A. (2020). *Pengaruh Konsentrasi Padatan terhadap Laju Pengendapan Lumpur Merah*. Jurnal Rekayasa Proses, 14(2), 75- 81. Buku Panduan Akademik Program Studi Teknik Pertambangan FT UNTAN. (2022). Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
- Hasibuan, S. (2017). *Pengolahan Limbah Cair Industri dengan Metode Pengendapan Gravitasi*. Jurnal Teknik Lingkungan, 9(1), 35-42.
- Mulyanto, R. (2016). *Dasar-Dasar Teknik Pengendapan dan Koagulasi- Flokulasi dalam Pengolahan Limbah Cair*. Yogyakarta: Deepublish.
- PT ANTAM Tbk - UBP Bauksit Tayan. (2023). *Data Produksi dan Proses Pencucian Bauksit Internal*. Dokumen Tidak Dipublikasikan.
- Rahmat, A., & Kartika, Y. (2018). *Analisis Proses Pengendapan Partikel Suspensi dalam Kolom Transparan*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan, 10(3), 145-152.
- Stokes, G. G. (1851). *On the Effect of the Internal Friction of Fluids on the Motion of Pendulums*. Transactions of the Cambridge Philosophical Society, 9, 8-106.



Sutrisno, A. (2021). *Pengaruh Variasi pH dan Konsentrasi terhadap Laju Pengendapan Lumpur Bauksit dengan Koagulan*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, 17(1), 52-59.

Widodo, A. (2015). *Prinsip-Prinsip Pengolahan Air Limbah: Proses Fisika dan Kimia*. Bandung: ITB Press.