

EVALUASI BANGUNAN PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG *WATER MONITORING POINT SITE* KALTIM JAYA BARA PT HARMONI PANCA UTAMA

Ari Ifan Prasetyo

Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Indonesia

*Email: ari.ifanprasetyo27@gmail.com

Abstrak

Sistem pengolahan Air Asam Tambang (AAT) di *Water Monitoring Point* (WMP) Site Kaltim Jaya Bara (KJB), yang dikelola oleh PT Harmoni Panca Utama (HPU), bertujuan untuk menurunkan tingkat keasaman dan kandungan logam berat dalam air tambang sebelum dilepaskan ke lingkungan. AAT terbentuk akibat reaksi antara mineral sulfida dengan air dan oksigen dalam kegiatan penambangan terbuka, menghasilkan air dengan pH rendah dan kandungan logam terlarut tinggi. Tujuan evaluasi ini mencakup analisis kinerja sistem pengolahan AAT, efektivitas penyehatan lingkungan tambang, kesesuaian terhadap standar lingkungan, serta inovasi dan perbaikan teknis. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi. Proses pengolahan mencakup penampungan air, netralisasi menggunakan kapur, pengendapan logam berat, serta pemantauan rutin kualitas air. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan pH dari 3,5 menjadi 6,2–6,5 dan menurunkan kadar TSS secara signifikan, memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri LHK No. P.68 / MENLHK / Setjen / Kum.1/8/2016. Sistem terbukti efektif namun tetap memerlukan pemeliharaan dan adaptasi terhadap kondisi lapangan yang dinamis.

Kata kunci: Air Asam Tambang, Pengolahan Limbah Tambang, pH, *Water Monitoring Point*

Abstract

The Acid Mine Drainage (AMD) treatment system at the Water Monitoring Point (WMP) of the Kaltim Jaya Bara (KJB) Site, managed by PT Harmoni Panca Utama (HPU), is designed to reduce acidity and heavy metal content in mine water before discharge into the environment. AMD is formed through the reaction of sulfide minerals with water and oxygen during open-pit mining, resulting in low-pH water containing dissolved metals. This evaluation aimed to analyze the system's performance, environmental effectiveness, compliance with environmental standards, and identify potential innovations and improvements. The methods included field observation, interviews, literature review, and documentation. The treatment process involves water collection, lime-based neutralization, heavy metal precipitation, and regular monitoring of water quality. Evaluation results show that the system effectively increases pH from 3.5 to 6.2–6.5 and significantly reduces TSS levels, complying with the standards set by Indonesian environmental regulations (P.68/MENLHK/Setjen/Kum.1/8/2016). While effective, the system requires routine maintenance and adaptation to field conditions such as high rainfall events.

Keywords: Acid Mine Drainage, Mine Wastewater Treatment, pH, *Water Monitoring Point*.

1. PENDAHULUAN

Pertambangan batubara memiliki peran penting dalam penyediaan energi dan pembangunan ekonomi Indonesia. Namun, aktivitas ini juga menimbulkan dampak serius terhadap lingkungan, seperti pencemaran air dan udara, kerusakan lahan, serta hilangnya keanekaragaman hayati. [Kurniawan, 2017]

Kegiatan pertambangan yang dilakukan secara terbuka (*open pit mining*) dapat mengakibatkan pencemaran air akibat limbah tambang yang mengandung logam berat dan bahan kimia beracun yang mencemari sungai dan sumber air bersih apabila tidak dilakukan pengolahan secara khusus. Salah satu upaya pengendalian yang dilakukan adalah pembangunan *Water Monitoring Point* (WMP) yang berfungsi mengolah air hasil tambang atau Air Asam Tambang sebelum dilepas ke badan air. [Akcil dan Koldas, 2006; Johnson dan Hallberg, 2005]

Penambangan terbuka merupakan sistem yang kompleks dengan berbagai faktor risiko, seperti jumlah pekerja yang besar, kondisi lingkungan yang dinamis, serta interaksi dengan siklus hidrologi. Air yang berasal dari area tambang dapat memberikan dampak positif maupun negatif, tergantung pada pengelolannya. Air buangan dari area tambang yang memiliki tingkat keasaman tinggi menjadi perhatian global karena berpotensi mencemari air permukaan dan air tanah [Akcil dan Koldas, 2006; Ziemkiewicz dkk., 2003]. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap sumber-sumber air dalam sistem pengelolaan tambang.

Limpasan air permukaan (*surface run-off*) merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju badan air seperti sungai dan danau. Area tangkapan hujan (*Catchment Area*) adalah wilayah yang dibatasi oleh elevasi tertinggi yang membentuk suatu sistem aliran tertutup mengikuti kondisi topografi. [Suripin, 2004]

Water Monitoring Point (WMP) atau kolam pengendapan merupakan infrastruktur yang dibangun untuk mengumpulkan dan mengolah kualitas air limpasan sebelum dialirkan ke badan air umum. Dalam sistem ini terdapat komponen seperti *sediment pond* dan *settling pond* yang berfungsi untuk memisahkan partikel padat melalui proses sedimentasi serta menurunkan kadar pencemar dalam air. [Skousen dkk., 2002; Arief dan Hermawan, 2025]

Settling pond / Bak Pengendapan adalah merupakan bak kolam yang menampung limpasan air dari *sediment pond*. Air limpasan dari *sediment pond* akan di-treatment dengan menggunakan cairan kimia untuk melakukan penurunan nilai pH ataupun TSS sebelum dialirkan menuju badan sungai ataupun badan air umum.

Penanganan air di wilayah tambang dilakukan melalui sistem penyaliran tambang, yaitu upaya untuk mengendalikan air yang masuk ke area penambangan. *Water Monitoring Point* menjadi bagian penting dalam sistem ini karena berfungsi mengendapkan dan mengolah air, baik yang berasal dari aliran pompa maupun limpasan permukaan. Ketidakmampuan kapasitas *sediment pond* dalam menampung debit air yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya overflow sehingga proses pengolahan tidak berjalan optimal [Skousen dkk., 2002]. Tujuan dari penelitian ini adalah :

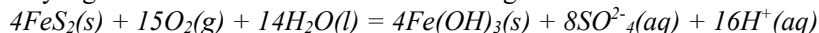
- Secara profesionalisme adalah melakukan perencanaan kebutuhan tampungan *sediment pond* dan rencana dimensi saluran *overflow* di saluran *outlet sediment pond*, saluran antar compartment dan dimensi *culvert* pada area *settling pond*.
- Secara etika lingkungan adalah untuk melakukan pengendalian Air Asam Tambang (AAT) agar sesuai dengan baku mutu Ketika dialirkan menuju badan sungai atau badan air dari area operasional tambang. (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016)
- Secara etika K3 adalah untuk memastikan semua pekerjaan yang berjalan di area WMP 04 berjalan dengan aman sesuai prosedur K3 yang telah ada di area kerja. (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2018)

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Asam Tambang (AAT)

Air Asam Tambang (AAT) atau Acid Mine Drainage (AMD) merupakan fenomena lingkungan yang terjadi akibat terpaparnya mineral sulfida, khususnya pirit (FeS_2), terhadap agen pengoksidasi seperti oksigen dan air selama aktivitas pembongkaran lapisan tanah penutup (*overburden*) pada tambang terbuka. Secara kinetik, proses oksidasi ini menghasilkan asam sulfat dan ion besi terlarut yang memicu penurunan pH air secara signifikan [Akcil dan Koldas, 2006; Johnson dan Hallberg, 2005].

Persamaan reaksi kimia yang mendasari fenomena ini adalah sebagai berikut :

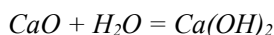


Keberadaan ion hidrogen (H^+) dalam konsentrasi tinggi secara langsung meningkatkan keasaman air, yang apabila tidak dikelola, dapat memobilisasi logam berat lainnya sehingga membahayakan ekosistem akuatik.

2.2. Sistem Pengolahan Air Limbah Tambang

Pengolahan AAT umumnya dilakukan secara kimiawi dan fisik. Proses kimiawi melibatkan netralisasi menggunakan bahan alkali (seperti kapur tohor) untuk menaikkan pH. Proses fisik dilakukan melalui kolam pengendapan (*sedimentation pond*) untuk menurunkan kadar TSS dengan memanfaatkan gaya gravitasi agar material padat mengendap di dasar kolam. [Skousen dkk., 1998; Ziemkiewicz dkk., 2003]

Untuk menaikkan pH, digunakan bahan alkali seperti Kapur Tohor (CaO) atau Kapur Sirih ($Ca(OH)_2$). Reaksi netralisasinya adalah :





Efektivitas sistem pengolahan diukur berdasarkan tingkat kepatuhan terhadap regulasi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.68 Tahun 2016. Parameter utama yang menjadi indikator keberhasilan meliputi derajat keasaman (pH 6.0–9.0), konsentrasi Total Suspended Solid (TSS < 200 mg/L), serta kadar logam berat Besi (Fe < 7 mg/L) dan Mangan (Mn < 4 mg/L).

2.3. *Water Monitoring Point* (WMP)

WMP adalah infrastruktur yang berfungsi sebagai titik kontrol terakhir sebelum air dilepaskan ke lingkungan (badan sungai). Sesuai standar *Good Mining Practice*, WMP harus dilengkapi dengan kompartemen penyekat untuk memaksimalkan waktu tinggal air (*detention time*) sehingga proses pembersihan air berjalan optimal.

2.4. **Standart Baku Mutu Lingkungan**

Berdasarkan Permen LHK No. P.68 Tahun 2016, air limbah pertambangan wajib memenuhi parameter berikut sebelum dialirkan ke sungai :

Tabel 1. Standar Baku Mutu Lingkungan

Parameter	Satuan	Baku Mutu
pH	-	6.0-9.0
Total Suspend Solid (TSS)	mg/L	<200
Fe (Besi) Total	mg/L	<7
Mn (Mangan) Total	mg/L	<4

2.5. **Koefisien Limpasan (C) dan Curah Hujan (R)**

Koefisien limpasan (C) merupakan rasio antara jumlah air hujan yang menjadi limpasan permukaan terhadap total curah hujan. Nilai C dipengaruhi oleh jenis tata guna lahan, permeabilitas tanah, dan kondisi permukaan. Curah hujan (R) adalah kedalaman hujan yang jatuh pada suatu wilayah dalam periode waktu tertentu.

Tabel 2. Koefisien Limpasan (C) Berdasarkan Tata Guna Lahan (Standar SNI)

No	Tata Guna Lahan	Koef. Limpasan (C)
1	Permukaan kedap air (atap, beton, aspal)	0,70 – 0,95
2	Kawasan perdagangan / industri	0,60 – 0,90
3	Permukiman padat	0,60 – 0,80
4	Permukiman sedang	0,40 – 0,60
5	Permukiman jarang	0,30 – 0,50
6	Tanah terbuka / lahan gundul	0,50 – 0,70
7	Area pertambangan terbuka	0,60 – 0,80
8	Taman / padang rumput	0,20 – 0,40
9	Hutan / vegetasi lebat	0,10 – 0,30

3. METODOLOGI

3.1. **Karakteristik Data dan Instrumen Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja sistem pengolahan limbah. Data primer diperoleh melalui teknik pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*) untuk mengukur parameter kualitas air secara in-situ menggunakan pH meter digital dan turbidimeter. Sementara itu, data sekunder mencakup catatan historis curah hujan dan laporan lingkungan internal PT Harmoni Panca Utama guna menganalisis korelasi antara intensitas hujan dengan efektivitas pengendalian.

3.2. **Tahapan Observasi Sistematis Terhadap Aliran Air Tambang**

Metode observasi dilakukan secara komprehensif dengan mengikuti skema *Water Flow Management* dari hulu ke hilir:

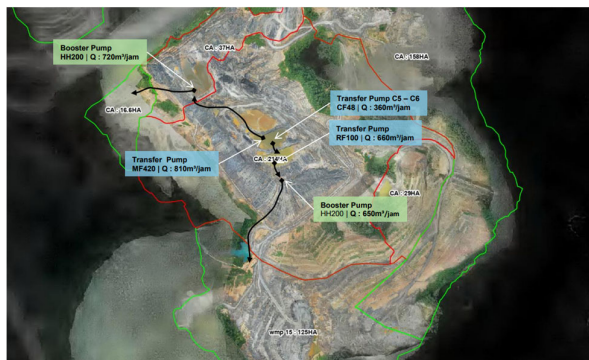
- Observasi Titik Akumulasi (Sump): Menganalisis volume genangan air larian (*surface runoff*) pada area pit penambangan sebelum dialirkan ke sistem pengolahan.
- Evaluasi Transmisi Fluida: Meninjau performa sistem pemompaan dalam mentransfer air asam menuju instalasi *Water Monitoring Point* (WMP)
- Audit Teknis Proses Treatment: Melakukan pengamatan kritis terhadap laju pemberian dosis kapur dan interaksi kimiawi di dalam zona pencampuran (*mixing zone*).

- d. Verifikasi Titik Penaatan (*Compliance Point*): Menginspeksi kualitas akhir air pada saluran pengeluaran terakhir guna memastikan kepatuhan terhadap baku mutu lingkungan.

Berdasarkan hasil observasi, sistem pengolahan Air Asam Tambang di Lokasi dilakukan melalui beberapa tahapan berikut :

- a. Penampungan Awal

WMP (*Water Monitoring Point*) di tambang terbuka adalah lokasi yang ditetapkan untuk melakukan pemantauan terhadap air tambang, baik itu air permukaan (runoff, limpasan hujan), air tambang (*mine water*), maupun air limbah, guna memastikan bahwa kegiatan tambang tidak mencemari lingkungan dan sesuai dengan standar baku mutu lingkungan yang berlaku. [Arief, M., & Hermawan, S. 2025, 3(1), 26–34]



Gambar 1. Ortho Photo CITRA Simulasi Pumping Dari Pit Menuju WMP (*Water Monitoring Point*)
(Sumber : Dokumen PT. HPU)

Tahapan dari Dalam Pit (*Front Loading*) ditampung pada *Lowest Point/Sump* yang berfungsi tempat penampungan air di area *Front Loading* sebelum air di tranfer ke area luar pit yaitu area *Water Monitoring Point* (WMP) sebelum di realese ke Sungai sesuai standart baku mutu lingkungan yang berlaku.

- b. Netralisasi (*Neutralization Process*)
Netralisasi dilakukan dengan menambahkan bahan kimia alkali seperti Kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) atau Kapur tohor (CaO). Tujuannya adalah menaikkan pH air ke kisaran netral (pH 6–9), sehingga logam-logam berat terlarut seperti Fe, Mn, dan Al dapat mengendap sebagai hidroksida.
- c. Pengendapan dan Pemisahan Logam Berat
Air yang telah dinetralkan dialirkan ke kolam pengendapan lanjutan untuk proses presipitasi logam berat. Endapan yang terbentuk dan tertinggal nantinya akan di Loading menggunakan Excavator Long Arm untuk treatment WMP agar volume kapasitas terjaga dan area WMP berfungsi maksimal. Setelah itu air akan diedarkan kembali ke lingkungan sekitar.
- d. Monitoring dan Evaluasi
Pemantauan kualitas air dilakukan secara berkala di titik-titik kontrol (*Water Monitoring Point/WMP*) mencakup pH air, TSS, Kandungan logam berat (Fe, Mn, Al, Zn, dll.). Data hasil monitoring dibandingkan dengan baku mutu air limbah yang diatur dalam peraturan nasional. Berikut hasil uji harian sebagai berikut :

3.3. Konfigurasi Struktural Bangunan Pengolahan (*Water Monitoring Point*)

Instalasi pengolahan air limbah di Site KJB dirancang sebagai sistem pengolahan pasif dan aktif yang terintegrasi, terdiri dari beberapa komponen struktural krusial:

- a. Kompartemen Sedimentasi Bertingkat:
Berupa kolam endapan berjumlah 5-6 kolam yang berfungsi untuk kolam pengendapan dan kolam untuk netralisasi air asam tambang yang masuk sebelum di kembalikan ke lingkungan sekitar serta air yang akan diambil sampelnya untuk evaluasi lebih lanjut.
- b. Saluran Masuk (*Inlet Drainage*)
Mengalirkan air dari sumber (run-off area, kolam pengendapan, saluran tambang) ke dalam WMP
- c. Saluran Keluar (*Outlet Drainage*)

Mengalirkan air dari WMP menuju lingkungan sekitar keluar area pertambangan. Pada beberapa titik area WMP digunakan pintu air agar keluaran air lebih optimal.

- d. **Tangga atau Akses Masuk**
Tangga besi atau stainless yang dipasang untuk memudahkan petugas mengambil sampel air dan melakukan pemeriksaan rutin.
- e. **Papan Informasi**
Menampilkan informasi teknis seperti ID WMP, jenis parameter yang Pemantauan meliputi pH air, TSS, kadar Fe, Mn beserta debit air, serta jadwal pengambilan sampel. Merupakan bagian dari dokumentasi lingkungan dan monitoring secara berkala.

3.4. Prosedur Operasional dan Pemeliharaan Preventif Lapangan

Implementasi pengelolaan air di PT Harmoni Panca Utama mencakup serangkaian aktivitas teknis yang berkelanjutan:

- a. **Optimalisasi Dosis Bahan Kimia:** Pengaturan debit kapur dilakukan berdasarkan fluktuasi beban asam yang masuk, yang dipengaruhi oleh luas area tangkapan hujan dan litologi batuan.
- b. **Manajemen Sedimentasi (*Desilting*):** Aktivitas pengerukan sedimen menggunakan alat berat Excavator dilakukan secara periodik untuk memulihkan kapasitas tampung efektif kolam akibat akumulasi lumpur hasil pengendapan.
- c. **Mitigasi Gangguan Teknis:** Melakukan penguatan struktur tanggul dan sekat antar kompartemen guna mencegah fenomena *overflow* atau jebolnya dinding pembatas saat terjadi debit limpasan ekstrem akibat curah hujan tinggi.

3.5. Monitoring Kualitas Lingkungan dan Pelaporan

Seluruh data hasil pengujian lapangan disintesis ke dalam laporan periodik sebagai instrumen pengawasan internal. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa aktivitas operasional pertambangan tetap selaras dengan prinsip-prinsip *Good Mining Practice* dan mampu meminimalisir dampak negatif terhadap badan sungai penerima (Sungai Kelay).

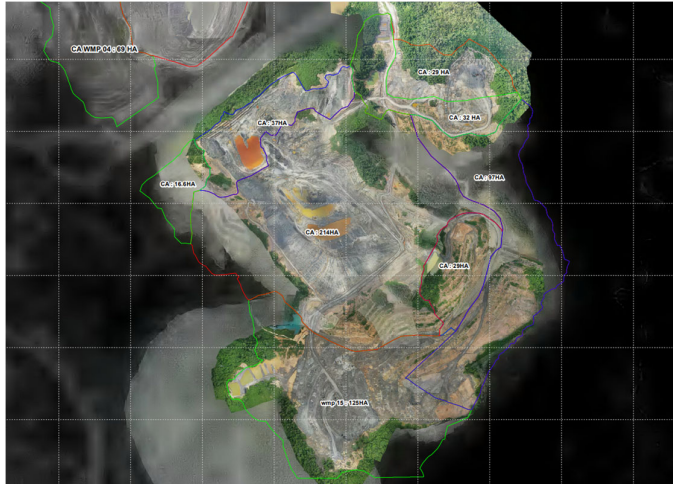
3.6. Parameter Hidrologi

Data parameter adalah sebagai berikut :

- a. **Catchment Area**
Berdasarkan data yang diperoleh dari kondisi geografi pada area tambang Pit East site KJA diperoleh *Catchment Area* pada tiap WMP.

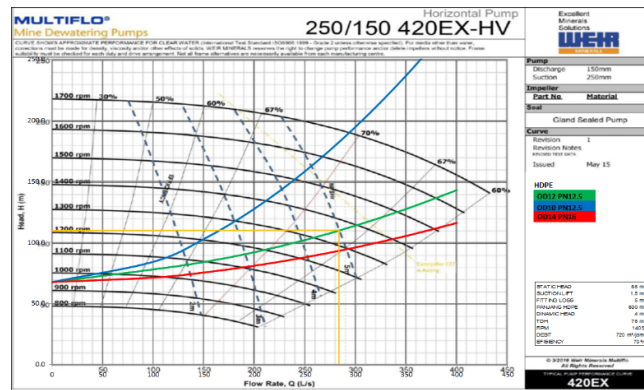
Tabel 3. *Catchment Area* WMP

WMP	<i>Catchment Area</i> (Ha)
13	16.6
4	69.0
11	41.0
15	125.0
14	29.0



Gambar 2. Catchment Area Pit East Site KJA (Sumber : Dokumen PT. HPU)

- b. Koefisien limpasan ditentukan sebesar $C = 0,7$ berdasarkan kondisi lahan tambang terbuka yang memiliki tingkat infiltrasi rendah dan permukaan relatif kedap, mengacu pada kisaran nilai standar (0,60–0,80). Curah hujan maksimum sebesar $R = 100$ mm/hari adalah data curah hujan rencana diperoleh dari data sekunder dan karakteristik wilayah Kalimantan yang memiliki curah hujan tinggi.
- c. Debit Pompa
 Debit pompa didapat dari spesifikasi unit pompa dan berbagai hambatan berdasarkan material pipa, banyaknya lekukan pada pipa dan selisih elevasi, maka didapat kan debit pompa sebesar $720 \text{ m}^3/\text{jam}$.



Gambar 3. Kapasitas pompa transfer WMP (Sumber : Dokumen PT. HPU)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Kinerja Sistem Pengolahan Air Asam Tambang

Sistem pemantauan kualitas air di area operasional Site Kaltim Jaya Bara dilakukan secara terstruktur melalui titik *Water Monitoring Point* (WMP), khususnya pada WMP 4, WMP 11, dan WMP 13. Parameter utama yang dievaluasi mencakup tingkat keasaman (pH), kadar padatan tersuspensi (Total Suspended Solid/TSS), dan debit aliran guna menentukan efektivitas proses netralisasi.

4.1.1. Evaluasi Efektivitas Sistem Pengolahan *Water Monitoring Point*

- a. Evaluasi WMP 4 Pit Nyapa West
 - 1. Profil Pemantauan
 - Kode WMP : 4
 - Koordinat : N 1°50'30", E 117°15'19"
 - Lokasi : Kabupaten Berau
 - Periode Pemantauan : bulan Mei 2025 (tanggal 1 – 10 Mei 2025)
 - Catchment Area : Panel 2 Pit Nyapa West

Arah Aliran : Sungai Kelay
Baku Mutu Acuan : Perda Kaltim No.02 Tahun 2011

2. Data Pemantauan Harian

Parameter yang dimonitor ialah derajat keasaman air (pH) dan jumlah padatan tersuspensi dalam air (*Total Suspend Solid*), pengukuran dilakukan pada saluran inlet (masukan sebelum treatment) dan sauran outlet (keluaran setelah treatment)

Tabel 4. Data Tabel Pemantauan Harian WMP 4 Bulan Mei (Sumber : Dokumen PT. HPU)

Tanggal	pH (IN/OUT)	TSS (mg/L)(IN/OUT)
1 Mei	3.6 / 6.2	142 / 107
2 Mei	3.5 / 6.3	142 / -
3 Mei	3.6 / 6.2	142 / 107
4 Mei	3.6 / 6.3	142 / 107
5 Mei	3.6 / 6.2	142 / 107
6 Mei	3.6 / 6.3	107 / 70
7 Mei	3.6 / 6.3	142 / 107
8 Mei	3.6 / 6.4	142 / -
9 Mei	3.7 / 6.4	142 / -
10 Mei	3.7 / 6.4	107 / -

3. Data Pemantauan Bulanan

Tabel 5. Data Tabel Pemantauan Harian WMP 4 Bulan Mei (Sumber : Dokumen PT. HPU)

Tanggal	pH	TSS (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
Januari	6.52	10	0.5	0.12
Februari	6.63	11	0.53	0.11
Maret	6.61	12	0.63	0.23
April	6.59	11	0.52	0.20

4. Evaluasi Berdasarkan Parameter

Baku Mutu yang digunakan :

pH : 6.0 – 9.0
TSS : Maksimum 300 mg/L
Fe : Maksimum 7.0 mg/L
Mn : Maksimum 4.0 mg/L

Hasil Evaluasi:

pH : Sudah berada di rentang normal (6.2–6.6) (masuk batasan netral sesuai baku mutu)
TSS : Hasil OUT harian < 300 mg/L (dibawah ambang batas)
Fe dan Mn : Konsisten di bawah Ambang batas (Aman)

b. Evaluasi WMP 11 Pit Nyapa West

1. Profil Pemantauan

Kode WMP : 11
Koordinat : N 1° 51' 52", E 117° 15' 42"
Lokasi : Kabupaten Berau
Periode Pemantauan : bulan Mei 2025 (tanggal 1 – 10 Mei 2025)
Catchment Area : Panel 1, Disposal HW Pit West
Arah Aliran : Sungai Kelay
Baku Mutu Acuan : Perda Kaltim No.02 Tahun 2011

2. Data Pemantauan Harian

Parameter yang dimonitor ialah derajat keasaman air (pH) dan jumlah padatan tersuspensi dalam air (*Total Suspend Solid*), pengukuran dilakukan pada saluran inlet (masukan sebelum treatment) dan sauran outlet (keluaran setelah treatment)

Tabel 6. Data Tabel Pemantauan Harian WMP 11 Bulan Mei (Sumber : Dokumen PT. HPU)

Tanggal	pH (IN/OUT)	TSS (mg/L)(IN/OUT)
1 Mei	3.6/6.4	107/70
2 Mei	3.5/6.5	142/70
3 Mei	3.6/6.4	142/70
4 Mei	3.6/6.3	142/70

5 Mei	3.5/6.2	142/70
6 Mei	3.6/6.3	107/70
7 Mei	3.5/6.5	142/70
8 Mei	3.6/6.5	142/70
9 Mei	3.5/6.5	142/70
10 Mei	3.8/6.3	53/35

3. Data Pemantauan Bulanan

Tabel 7. Data Tabel Pemantauan Harian WMP 11 Bulan Mei (Sumber : Dokumen PT. HPU)

Tanggal	pH	TSS (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
Januari	7,19	14	0,45	0,10
Februari	7,16	15	0,52	0,13
Maret	7,19	16	0,55	0,22
April	6,89	15	0,53	0,19

4. Evaluasi Berdasarkan Parameter

Baku Mutu yang digunakan :

pH	: 6.0 – 9.0
TSS	: Maksimum 300 mg/L
Fe	: Maksimum 7.0 mg/L
Mn	: Maksimum 4.0 mg/L

Hasil Evaluasi:

pH	: Konsisten di 6.9-7,2 (masuk batasan netral sesuai baku mutu)
TSS	: Konsisten diangka terendah (dibawah ambang batas)
Fe dan Mn	: Konsisten di bawah Ambang batas (Aman)

c. Evaluasi WMP 13 Pit Nyapa West

1. Profil Pemantauan

Kode WMP	: 13
Koordinat	: N 1° 50' 22", E 117° 15' 33"
Lokasi	: Kabupaten Berau
Periode Pemantauan	: bulan Mei 2025 (tanggal 1 – 10 Mei 2025)
Catchment Area	: Disposal LW East – POM PA
Arah Aliran	: Sungai Kelay
Baku Mutu Acuan	: Perda Kaltim No.02 Tahun 2011

2. Data Pemantauan Harian

Parameter yang dimonitor ialah derajat keasaman air (pH) dan jumlah padatan tersuspensi dalam air (*Total Suspend Solid*), pengukuran dilakukan pada saluran inlet (masuk sebelum treatment) dan sauran outlet (keluaran setelah treatment)

Tabel 8. Data Tabel Pemantauan Harian WMP 13 Bulan Mei (Sumber : Dokumen PT. HPU)

Tanggal	pH (IN/OUT)	TSS (mg/L)(IN/OUT)
1 Mei	3.6 / 6.2	107 / 70
2 Mei	3.5 / 6.1	107 / 70
3 Mei	3.6 / 6.1	142 / 107
4 Mei	3.4 / 6.2	142 / 107
5 Mei	3.4 / 6.2	142 / 107
6 Mei	3.4 / 6.2	142 / 107
7 Mei	3.4 / 6.2	142 / 107
8 Mei	3.4 / 6.2	142 / 107
9 Mei	3.4 / 6.2	107 / 70
10 Mei	3.4 / 6.2	107 / 70

3. Data Pemantauan Bulanan

Tabel 9. Data Tabel Pemantauan Harian WMP 13 Bulan Mei (Sumber : Dokumen PT. HPU)

Tanggal	pH	TSS (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
Januari	6.12	17	0,48	0,16
Februari	6.08	13	0,57	0,23
Maret	6.26	18	0,46	0,12
April	6.22	15	0,51	0,19

4. Evaluasi Berdasarkan Parameter

Baku Mutu yang digunakan :

- pH : 6.0 – 9.0
- TSS : Maksimum 300 mg/L
- Fe : Maksimum 7.0 mg/L
- Mn : Maksimum 4.0 mg/L

Hasil Evaluasi:

- pH : Konsisten di 6.2 (masuk batasa netral sesuai baku mutu)
- TSS : Konsisten diangka terendah (dibawah ambang batas)
- Fe dan Mn : Konsisten di bawah Ambang batas (Aman)

Adapaun ringkasan hasil evaluasi efektivitas system pengolahan *Water Monitoring Point* adalah sebagai berikut:

a. Parameter pH

Hasil pemantauan menunjukkan peningkatan signifikan nilai pH dari rata-rata input sebesar 3,5–3,9 menjadi 6,1–7.3 pada sisi output. Hal ini mengindikasikan bahwa aplikasi kapur tohor dalam proses netralisasi berjalan efektif dan telah memenuhi ambang batas regulasi daerah.

b. Parameter TSS

Terdapat beban sedimen yang cukup tinggi pada input (107–142 mg/L), namun sistem pengendapan mampu mereduksi nilai tersebut menjadi 70–107 mg/L pada output. Meskipun telah memenuhi baku mutu, tingginya TSS akibat erosi lahan dan aktivitas pengupasan tanah berisiko menyebabkan penyumbatan pada infrastruktur kolam

c. Debit Aliran

Kinerja pengolahan sangat dipengaruhi oleh fluktuasi curah hujan. Kapasitas sistem saat ini dinilai belum sepenuhnya tangguh menghadapi cuaca ekstrem, yang dibuktikan dengan adanya insiden kolam jebol pada periode intensitas hujan tinggi.

4.2. Kajian Efektivitas Penyehatan Lingkungan Area Pertambangan

Pengelolaan lingkungan difokuskan pada mitigasi dampak reaksi kimia antara mineral sulfida dengan air dan udara. Secara umum, sistem pengolahan AAT dikategorikan "cukup efektif" untuk kondisi operasional normal. Namun, keandalan fasilitas masih menjadi tantangan utama, terutama dalam menghadapi gangguan iklim dan volume air ekstrem yang berpotensi melampaui kapasitas tampung kolam

4.3. Kesesuaian Dengan Standar Lingkungan Hidup

Dalam kegiatan ini, parameter kualitas air limbah dari area pengelolaan air asam tambang (AAT) dibandingkan dengan standar yang berlaku, yaitu :

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Batubara
- Peraturan Gubernur Kalimantan Timur No. 2 Tahun 2011 tentang Baku Mutu Air Limbah, yang bersifat lebih ketat sebagai kebijakan daerah

Parameter utama yang dibandingkan terhadap baku mutu adalah pH, Total Suspended Solid (TSS), dan debit (sebagai indikator kapasitas pengelolaan).

Tabel 10. Data Tabel Parameter Evaluasi WMP (Sumber : Dokumen PT. HPU)

Parameter	Baku Mutu (Permen LH No. 113/2003)	Baku Mutu (Pergub Kaltim No. 2/2011)	Nilai Aktual WMP	Status
pH	6 - 9	6 - 9	6,2 – 7,3	Memenuhi
TSS	≤ 500 mg/L	≤ 300 mg/L	70 - 142	Memenuhi
Debit (indicator kapasitas, bukan mutu)			1,20 – 2,90 (L/dtk)	Trgantung kondisi hutan

Tabel 9. Ringkasan Perbandingan Seluruh WMP Dengan Baku Mutu Lingkungan

Parameter	Baku Mutu (Pergub Kaltim No. 2/2011)	WMP 4	WMP 11	MP 13	Status
Ph output	6,0 – 9,0	6,2 – 6,4	6,2 – 6,5	6,1 – 6,2	Memenuhi baku mutu. Namun WMP 4 & 13

TSS output	≤ 300 mg/L	70 – 107 mg/L	35 – 107 mg/L	70 – 107 mg/L	mendekati batas bawah → risiko saat hujan asam
Fe putput	$\leq 7,0$ mg/L	0,5 – 0,63 mg/L	0,45 – 0,55 mg/L	0,45 – 0,55 mg/L	Memenuhi baku mutu. Sesuai dengan standart minimal peraturan setempat.
Mn out put	$\leq 4,0$ mg/L	0,11 – 0,23 mg/L	0,10 – 0,22 mg/L	0,10 – 0,22 mg/L	Memenuhi. Nilai masih aman.
Debit	(indicator kpasitas, bukan mutu)	0,01 – 0,13 m ³ /detik	< 0,1 m ³ /detik	2,9 L/detik (saat hujan)	Debit fluktuatif tinggi saat hujan → potensi jebol (pernah terjadi di WMP 13).
Kondisi Khusus	-	Terpengaruh hujan, debit kecil	pH debit kecil	tinggi, paling Inlet sumbatan, genangan	rawan WMP 13 debit paling besar.

4.4. Permasalahan dan Solusi Teknis

Untuk mengatasi kendala teknis di lapangan, diusulkan beberapa langkah inovatif:

- Insfrastruktur Bertingkat
Menerapkan kolam pengendapan multi-level dengan pemanfaatan vegetasi alami (seperti biji kelor) untuk mengoptimalkan presipitasi padatan.
- Penguatan Struktur
Penggunaan geomembran HDPE pada dasar kolam untuk mencegah rembesan serta pembangunan spillway untuk mengatur kelebihan debit.
- Digitalisasi Pemantauan
Integrasi sensor pH dan TSS secara online yang terhubung ke panel monitoring untuk deteksi dini anomali kualitas air.

4.5. Perhitungan Teknik *Water Monitoring Point* (WMP)

Sebagai bagian dari evaluasi teknis pengelolaan Air Asam Tambang (AAT), dilakukan simulasi sederhana terhadap kapasitas tampung kolam *Water Monitoring Point* (WMP), debit puncak aliran (peak discharge), dan waktu tinggal air (detention time). Perhitungan ini penting untuk memastikan bahwa desain kolam mampu menampung dan menetralkan air limpasan sebelum dilepaskan ke lingkungan ataupun sungai. Berikut simulasi teknis pada WMP 13:

Simulasi *Water Monitoring Point* (WMP) 13

Data actual :

Luas <i>Catchment Area</i> (A)	: 16,6 ha = 166,000 m ²
Curah hujan maksimum (R)	: 100mm/hari = 0,1 m/hari (Rencana)
Koefisien limpasan (C)	: 0,7 (Area Tambang Terbuka)
Debit aliran masuk dari pompa (Q_pompa)	: 720 m ³ /jam (Kapasitas Pompa Aktual)
Standar waktu tinggal minimum	: 24 jam

Tabel 11. Data Aktual Tiap Kompartemen pada WMP 13 (Sumber : Dokumentasi PT. HPU)

Kompartemen	Kedalaman (m)	Luas Kolam (m ²)	Volume (m ³) = d × A
1	4.0	646.49	2,585.96
2	5.0	718.11	3,590.55
3	5.4	659.35	3,560.49
4	5.5	1171.99	6,445.95
5	4.3	1156.95	4,974.89
6	4.1	1236.59	5,068.02
7	3.0	1225.15	3,675.45
Total			29,901.31 m³

- Debit Total Masuk WMP

Limpasan dari *Catchment Area* (Hujan)

$$Q \text{ Limpasan} = C \times R \times A = 0,7 \times 0,1 \times 166,000 = 11,620 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Aliran dari pompa yang masuk

$$Q \text{ Pompa} = 720 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 = 17,280 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Total Debit masuk harian

$$Q \text{ total} = Q \text{ limpasan} + Q \text{ pompa} = 11,620 + 17,280 = 28,900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

b. Analisis Waktu Tinggal (Detention Time)

$$\text{Waktu Tinggal} = V/Q \text{ (total)} = 29,901/28,900 \approx 1.035 \text{ hari} \approx 24.8 \text{ jam}$$

c. Hasil Analisa dan Perbaikan

$$\text{Volume kolam efektif (V)} \quad : 29,901.31 \text{ m}^3$$

$$\text{Debit limpasan hujan} \quad : 11,620 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Debit masuk dari pompa} \quad : 17,280 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Total debit masuk} \quad : 28,900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu tinggal aktual \pm 24,8 jam

Standar minimum waktu tinggal 24 jam

Berdasarkan perhitungan teknis, WMP 13 mengelola total debit masuk sebesar 28.900 m³/hari, yang berasal dari limpasan air hujan (11.620 m³/hari) dan aliran pompa (17.280 m³/hari). Dengan volume efektif kolam sebesar 29.901,31 m³, diperoleh waktu tinggal aktual (detention time) selama \pm 24,8 jam. Nilai ini telah melampaui standar minimum 24 jam, namun pemeliharaan rutin berupa pengerukan sedimen sangat diperlukan untuk menjaga stabilitas volume efektif kolam, terutama jika curah hujan melebihi 100 mm/hari

5. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari kajian ini adalah sebagai berikut :

- Sistem pengelolaan air asam tambang di lokasi telah dilengkapi dengan kolam netralisasi dan pengendapan pada beberapa titik *Water Monitoring Point* (WMP), seperti WMP 4, WMP 11, dan WMP 13. Berdasarkan hasil pemantauan, parameter pH telah memenuhi baku mutu lingkungan, dan juga parameter TSS memenuhi baku mutu, dan juga harus terus menunjukkan bahwa sistem pengendapan perlu ditingkatkan efektivitasnya.
- Ditemukan beberapa kendala teknis seperti jebolnya kolam pengendapan akibat curah hujan ekstrem, sumbatan pada inlet dan outlet akibat akumulasi sedimen, serta kerusakan akses jalan menuju WMP karena longsor. Permasalahan ini berdampak langsung terhadap efisiensi sistem penyehatan lingkungan dan perlu penanganan cepat serta evaluasi desain teknis.
- Pengelolaan lingkungan telah dilakukan secara rutin melalui kegiatan monitoring harian dan bulanan, termasuk pengukuran pH, TSS, serta debit air. Namun, dari sisi efektivitas pengolahan, khususnya dalam rencana debit yang masuk, sistem masih perlu ditingkatkan baik secara desain kolam maupun pemeliharaan operasional.
- Analisis menunjukkan bahwa sistem pengolahan air tambang sudah memenuhi standar dari sisi pH, namun untuk rencana debit masuk dikarenakan *Catchment Area* besar diperlukan Upaya tambahan seperti pembuatan box control untuk mengatur debit air yang masuk. Hal ini mengharuskan perusahaan untuk melakukan upaya korektif guna menjamin kepatuhan terhadap regulasi lingkungan.
- Diperlukan sistem pemeliharaan yang lebih rutin dan intensif, khususnya pada pembersihan sedimentasi di area inlet dan outlet kolam. Pemasangan saringan awal atau sediment trap akan membantu menahan material padat masuk secara berlebihan ke kolam.
- Diperlukan sistem evaluasi kinerja secara periodik yang melibatkan tim teknis dan lingkungan guna memantau efektivitas sistem AAT secara menyeluruh, termasuk efektivitas pengapuran dan pengendapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akcil, A., & Koldas, S. (2006). Acid mine drainage (AMD): Causes, treatment and case studies. *Journal of Cleaner Production*, 14(12–13), 1139–1145. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.09.006>.
- Arief, M., & Hermawan, S. (2025). Pembangunan *Water Monitoring Point* (WMP) 04 GT sebagai pengendalian aspek K3L di Jobsite Gurimbang Mine Operation PT Berau Coal. *Jurnal Dimensi Insinyur Profesional*, 3(1), 26–34. <https://doi.org/10.9744/jdip.3.1.26>.
- Johnson, D. B., & Hallberg, K. B. (2005). Acid mine drainage remediation options: A review. *Science of the Total Environment*, 338(1–2), 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.09.002>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Jakarta: Kementerian ESDM..
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). Peraturan Menteri LHK No. P.68/MENLHK/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta: Kementerian LHK.
- Kurniawan, W. (2017). Dampak lingkungan kegiatan penambangan batu bara. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 13(3), 159–168. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol13.no3.2017.238>.
- PT Harmoni Panca Utama. (2023). Company profile and operational guideline. <https://www.hpu-mining.com/>
- PT Kaltim Jaya Bara. (n.d.). Informasi proyek dan konsesi pertambangan di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. <https://www.hpu-mining.com/>
- Skousen, J., Hilton, T., & Faulkner, B. (1998). Overview of acid mine drainage treatment with chemicals. *Green Lands*, 28(4), 36–45.
- Skousen, J., Hilton, T., & Faulkner, B. (2002). Overview of acid mine drainage treatment with chemicals. In *Proceedings of the 19th Annual National Meeting of the American Society for Mining and Reclamation* (pp. 109–139).
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-3424-1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Perkotaan; Pd T-02-2006-B, Departemen Pekerjaan Umum (Pedoman Drainase Perkotaan)
- Wibowo, Y. G., Wijaya, C., Halomoan, P., Yudhoyono, A., & Safri, M. (2022). Constructed wetlands for treatment of acid mine drainage: A review. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 19(2), 436–450. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v19i2.436-450>
- Ziemkiewicz, P. F., Skousen, J. G., & Simmons, J. (2003). Long-term performance of passive acid mine drainage treatment systems. *Mine Water and the Environment*, 22(3), 118–129. <https://doi.org/10.1007/s10230-003-0010-4>