



Analisis Kapasitas Daya Tampung Settling Pond di Pit Alfa Utara PT. Hampan Mulya

Ronal Berkat Tumanggor^{1*}, Ferdinandus²

¹⁻²Universitas Palangkaraya, Indonesia

*Penulis korespondensi: ronaltumanggor06@gmail.com¹

Abstract. PT. Hampan Mulya operates in the coal mining industry and applies an open-pit extraction system. In this mining method, managing surface water particularly rainwater is essential to ensure smooth operations. An effective drainage system is required to prevent runoff water from contaminating nearby rivers, lakes, and surrounding ecosystems. One practical approach used in mining operations is the construction of settling ponds, which function as treatment units for water collected in the sump before it is released into natural waterways. This study aims to identify the appropriate storage capacity for the settling pond and sump by analyzing rainfall data using the Log Pearson Type III method. The analysis produced a design rainfall value of 507.16 mm/day and a rainfall intensity of 56.94 mm/hour. With a catchment area of 14 km², the resulting runoff discharge reaches 30,782.16 m³/hour. Based on these parameters, the settling pond must be engineered to accommodate a total discharge of 30,782.16 m³/hour.

Keywords: Coal Mining; Debit Limpasan; Log Pearson III; Open Pit Mine; Settling Pond

Abstrak. PT. Hampan Mulya merupakan perusahaan pertambangan batubara yang menerapkan metode open pit, sehingga pengelolaan air hujan menjadi aspek penting dalam operasionalnya. Pada sistem tambang terbuka, pengendalian aliran permukaan harus dilakukan dengan baik agar air yang keluar dari area kerja tidak mencemari sungai, danau, maupun lingkungan di sekitarnya. Salah satu langkah penanganan yang umum digunakan adalah pembangunan kolam pengendapan (settling pond) sebagai unit pengolahan air sebelum air dari sump dilepas ke badan air alami. Penelitian ini bertujuan menentukan kapasitas tampung yang tepat berdasarkan dimensi settling pond dan sump, dengan mengacu pada perhitungan curah hujan menggunakan metode Log Pearson Tipe III. Dari hasil analisis diperoleh curah hujan rencana sebesar 507,16 mm/hari, intensitas hujan 56,94 mm/jam, serta luas Daerah Tangkapan Hujan 14 km², yang menghasilkan debit limpasan sebesar 30.782,16 m³/jam. Berdasarkan parameter tersebut, desain settling pond perlu dirancang untuk mampu menampung debit total 30.782,16 m³/jam.

Kata Kunci: Debit Limpasan; Kolam Pengendapan; Log Pearson III; Pertambangan Batubara; Tambang Terbuka

1. LATAR BELAKANG

PT. Hampan Mulya adalah Perusahaan yang bergerak disektor Batubara. Daerah Izin Usaha Pertambangan (IUP) Perusahaan adalah 4.278,34 hektar. PT Hampan Mulya menggunakan metode penambangan open pit sehingga permasalahan tentang air limpasan menjadi salah satu masalah utama untuk menghambat kegiatan penambangan. Kolam pengendapan untuk lumpur dan air limpasan yang ada pada area penambangan disebut settling pond, tujuan dibuatnya settling pond untuk memisahkan sedimen yang mengendap.

PT. Hampan Mulya membuat desain settling pond lebih luas dan lebar dengan kedalaman yang berbeda dari settling pond sebelumnya untuk ,mencukupi daya tampung air yang akan disalurkan ke settling pond. Berdasarkan Keputusan Menteri No. 13 Tahun 2023, kandungan lumpur didalam air dari proses penambangan akan masuk ke kolam pengendapan harus dilakukan pengendapan dan pengolahan agar dapat dialirkan ke badan air dengan mematuhi standar mutu air.

Air limpasan (surface run-off) maupun air tanah (groundwater) menjadi permasalahan utama yang perlu diperhitungkan dalam kegiatan penambangan. Kehadiran air di area operasi dapat menghambat kinerja pekerja serta mengganggu fungsi peralatan, sehingga berpotensi menurunkan kelancaran proses penambangan dan berdampak pada tingkat produktivitas. Pada tambang terbuka, kondisi cuaca—khususnya intensitas hujan—sangat memengaruhi efektivitas aktivitas lapangan karena curah hujan berperan langsung dalam menambah volume air yang masuk ke area kerja.

Jenis material penutup di lokasi tersebut sebagian besar berupa tanah lempung (clay) yang memiliki sifat kedap air atau impermeabel. Dengan karakteristik ini, saat terjadi hujan, air tidak dapat meresap ke dalam tanah sehingga mengalir menuju wilayah yang memiliki elevasi lebih rendah, kemudian membentuk aliran permukaan atau runoff.

Pengamatan ini dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih jelas mengenai sistem penyaliran yang diterapkan di Pit Alfa bagian utara. Kajian tersebut mencakup mekanisme kerja sistem drainase, perhitungan volume air yang tertampung di sump akibat aliran permukaan maupun rembesan, serta penentuan kebutuhan pompa beserta spesifikasi teknisnya—termasuk kapasitas, daya, dan efisiensinya—agar proses penambangan dapat berlangsung dengan optimal.

2. METODE PENELITIAN

PT. Hampan Mulya beroperasi di Desa Hajak, Kecamatan Teweh Baru, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian ini dilaksanakan pada awal Agustus 2025. Data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis, yaitu data primer berupa hasil observasi langsung di lapangan yang meliputi pengukuran dimensi aktual settling pond, serta data sekunder yang mencakup informasi curah hujan, peta daerah tangkapan hujan, dan berbagai referensi yang relevan dengan topik penelitian. Seluruh data ini dimanfaatkan untuk memecahkan permasalahan melalui proses analisis yang sistematis. Proses pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan untuk menyesuaikan kondisi lapangan dengan rancangan yang telah direncanakan. Sementara itu, tahapan pengolahan data dilakukan untuk menghasilkan temuan penelitian melalui serangkaian kegiatan pengamatan, evaluasi, dan pengolahan informasi yang telah diperoleh.

Berikut Proses yang akan digunakan untuk mengelola data primer dan data sekunder :

Menentukan jenis distribusi probabilitas dan curah hujan

Dalam pengolahan data curah hujan, terdapat empat jenis distribusi probabilitas yang perlu diuji, yaitu distribusi normal, log normal, log Pearson tipe III, dan Gumbel. Kajian

statistik dasar pada tahap ini dipengaruhi oleh beberapa parameter penting, meliputi nilai rata-rata, standar deviasi (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kemencengan (Cs), serta koefisien kurtosis (Ck).

Analisis curah hujan rencana maksimum

Perhitungan curah hujan rencana maksimum dilakukan dengan mengacu pada analisis probabilitas dan menggunakan metode Log Pearson Tipe III. Tahapan perhitungannya diawali dengan menentukan nilai rata-rata curah hujan maksimum melalui persamaan berikut:

$$X = \frac{\sum CH}{\sum n} \quad (1)$$

Keterangan :

$\sum CH$ = Jumlah nilai curah hujan (mm)

$\sum n$ = Banyak data

X = Rata – rata curah hujan (mm)

Menentukan nilai standar deviasi menggunakan persamaan berikut :

$$S = \frac{\sqrt{(\sum (X_i - X)^2)}}{(n-1)} \quad (2)$$

Keterangan :

S = Standar deviasi (mm/hari)

X_i = Jumlah data curah hujan ke-1

n = Banyak data

Mencari nilai koefisien kemencengan (*skewness*) menggunakan persamaan berikut :

$$Cs = n \frac{\sum (X_i - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3)$$

Keterangan :

Cs = Koefisien *Skewness*

X_i = Jumlah data curah hujan ke-1

Mencari nilai koefisien kurtosis menggunakan persamaan berikut :

$$CK = n^2 \sum \frac{(\log X - \overline{\log X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S_{\log X})^4} \quad (4)$$

Keterangan :

CK = Koefisien Kurtosis

$\overline{\log x}$ = Rerata Log X

Perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut :

$$\log X_5 = \log x + KT \cdot Cs \quad (5)$$

Keterangan :

KT = Faktor frekuensi

Cs = Koefisien Kemencengan

Log x = Hujan rencana

Intesitas curah hujan

Dalam penelitian ini, perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (6)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan

R24 = Curah hujan maks (mm)

Debit air limpasan

Persamaan rasional di bawah ini digunakan untuk menentukan besarnya debit limpasan maksimum:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (7)$$

Keterangan:

Q = Debit puncak limpasan (m³/s)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (km²)

- Titik ketinggian (kontur) dari sebuah peta topografi dapat ditentukan menggunakan software arcgis agar mengetahui Luas *catchment area*
- Secara umum, acuan dalam menghitung kapasitas volume settling pond merujuk pada ketentuan yang tercantum dalam Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827K/30/MEM/2018.
- Dimensi settling pond dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Volume} = (1 / 2 \times (t + b) \times L) \quad (8)$$

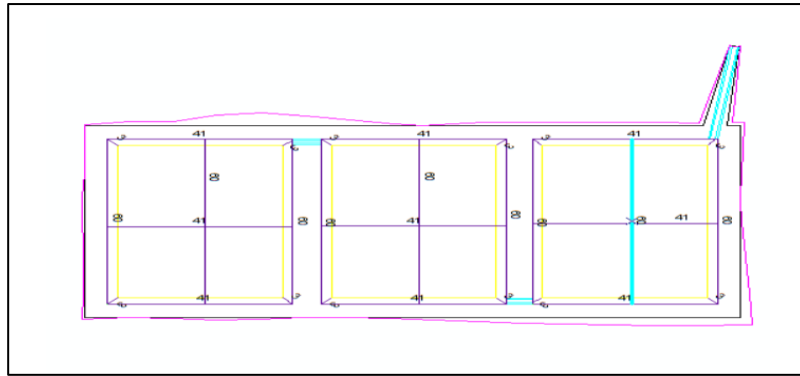
Keterangan:

t = panjang bagian atas settling pond (m)

b = Lebar dasar kolam pengendapan (m)

d = Kedalaman settling pond (m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Desain *Settling pond* di PT Hamparan Mulya.

Analisis Curah Hujan Rencana

Kajian curah hujan dalam aktivitas pertambangan merupakan tahapan yang meliputi pengumpulan, pengolahan, serta penafsiran data presipitasi untuk memahami sejauh mana kondisi hujan dapat memengaruhi proses operasional di area tambang.

Tinggi rendahnya curah hujan dapat memengaruhi kegiatan di area penambangan yang Dimana jumlah debit air meningkat di area penambangan. Untuk menghitung curah hujan rencana, PT. Hamparan Mulya menggunakan data curah hujan aktual 10 tahun terakhir, tahun 2015 sampai dengan 2024, dengan data sebagai berikut:

Tabel 2. Data Curah Hujan Tahunan PT. Hamparan Mulya 2015-2024.

Bulan	Curah Hujan (mm)									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Januari	433	245	268	147	432	283,8	290,3	442,7	215,1	268
Februari	338	484	80	392	359	173	146,8	135,2	205,1	267
Maret	249	321	208	420	385	251,8	458,1	407,6	394,5	371
April	396	521	242	455	286	478,1	325,7	411,8	282,9	324
Mei	168	394	380	516	198	306,1	307,4	677,1	203,7	270
Juni	202	115	142	129	246	279	180,2	242,3	263,6	227
Juli	52	121	492	128	160	162,6	168,5	421,5	236,3	151
Agustus	158	153	392	50	170	124,9	239,5	109,3	162,9	160
September	6	236	55	61	26	134,2	342,8	256,3	197,7	184
Oktober	45	341	178	266	272	466,5	357,9	456,2	169,1	318
November	565	352	631	416	96	256,5	636,4	205,8	243,6	349
Desember	546	207	353	305	404	330,2	259	222	340,4	227
Rata-rata	263,16	290,83	285,08	273,7	252,8	270,5	309,38	332,31	242,90	311,6

Tabel 3. Nilai Curah Hujan Maksimum Tahunan PT Hamparan Mulya.

No.	Tahun	R (maks)
1	2015	565
2	2016	521
3	2017	631
4	2018	516
5	2019	432
6	2020	478,1
7	2021	636,4
8	2022	677,1
9	2023	394,5
10	2024	371
Jumlah		5222,1
Rata-rata		522,21
Maksimum		677,1

Curah hujan maksimum menjadi dasar dalam penentuan intensitas hujan, dan penyebaran data tersebut dapat dianalisis menggunakan metode distribusi *Log Pearson Tipe III*. Metode ini termasuk salah satu distribusi yang paling sering diterapkan dalam studi hidrologi, terutama untuk menganalisis data ekstrem seperti curah hujan tinggi, debit banjir, maupun aliran sungai yang memiliki pola distribusi tidak simetris (skew).

Untuk memastikan apakah data hujan sesuai dengan distribusi ini, dilakukan uji kecocokan menggunakan dua parameter statistik utama, yaitu koefisien kemencengan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck).

Jumlah air yang memasuki area tambang dihitung berdasarkan nilai curah hujan maksimum. Proses perhitungannya menggunakan beberapa formula hidrologi. Dari hasil analisis curah hujan rencana, diperoleh nilai curah hujan rata-rata sebesar 522,18 mm/hari, standar deviasi (s) sebesar 0,089 mm/hari, koefisien kemencengan $-0,13$, koefisien kurtosis $1,488$, serta curah hujan rencana sebesar 602,83 mm/hari.

Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan adalah nilai yang menunjukkan rasio antara jumlah air hujan yang berubah menjadi aliran permukaan (*runoff*) dengan total volume hujan yang jatuh pada suatu daerah tangkapan.

Menurut HEC-HMS atau Mononobe Koefisien limpasan (C) adalah bilangan tidak berdimensi yang menunjukkan seberapa besar bagian dari curah hujan yang berubah menjadi aliran permukaan (*runoff*).

Nilai koefisien limpasan dimanfaatkan dalam analisis hidrologi untuk menghitung besarnya debit aliran permukaan pada suatu daerah tangkapan air. Rentang nilai koefisien ini berada antara 0 hingga 1 semakin mendekati angka 1, semakin besar porsi air hujan yang

langsung mengalir di permukaan tanpa mengalami proses infiltrasi ke dalam tanah.

Tabel 4. Nilai Koefisien limpasan.

Kemiringan	Jenis Tata Guna Lahan	Koefisien Limpasan
Datar (<3%)	Lahan persawahan	0,2
Datar (<3%)	Area perkebunan	0,3
Datar (<3%)	Kawasan perumahan	0,4
Menengah (3–15%)	Hutan atau area perkebunan	0,4
Menengah (3–15%)	Wilayah permukiman	0,5
Menengah (3–15%)	Semak belukar dengan kerapatan rendah	0,6
Menengah (3–15%)	Hutan atau kebun (kategori tambahan)	0,6
Curam (>15%)	Tanah tanpa tutupan vegetasi	0,7
Curam (>15%)	Permukiman	0,7
Curam (>15%)	Semak jarang	0,8
Curam (>15%)	Area tambang terbuka	0,9

Diketahui angka koefisien limpasan diperoleh dari kondisi dan situasi aktual di lapangan. Koefisien limpasan atau (C) dinyatakan sebesar 0.9 dikarenakan situasi disekitaran *pit* Alfa utara termasuk dalam klasifikasi daerah penambangan dan penimbunan. Sehingga dapat diperkirakan debit air limpasan maksimalnya.

Intensitas Air Hujan

Intensitas ini menunjukkan tingkat kecepatan hujan turun pada suatu periode waktu tertentu atau yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi.

Waktu konsentrasi bergantung pada berbagai faktor dari penggunaan lahan, jarak tempuh dari titik terjauh ke titik yang dituju, menentukan nilai waktu konsentrasi yaitu satu jam untuk mengetahui curah hujan.

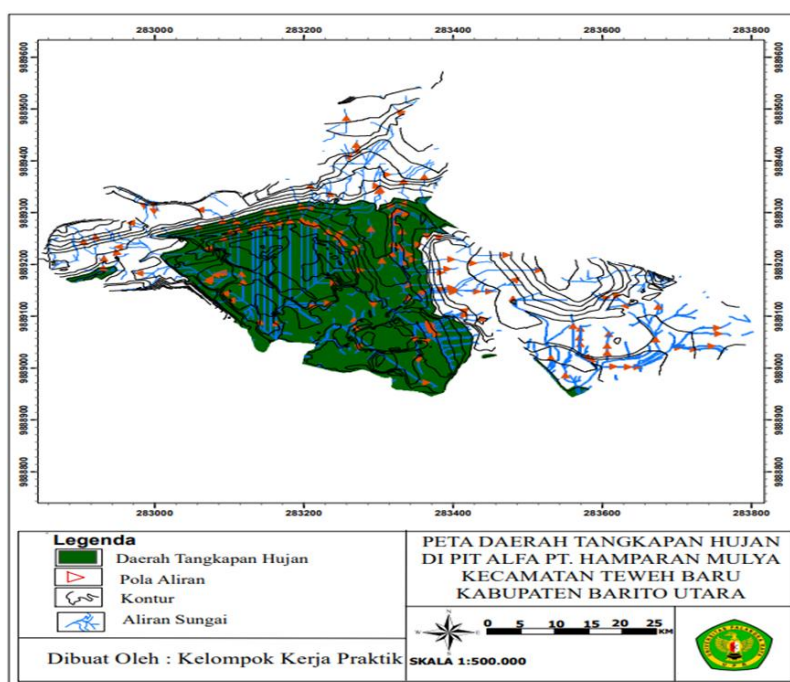
Tabel 5. Intensitas Curah Hujan periode tahunan.

Lokasi	Tc (jam)	Intensitas Curah hujan (mm/jam)	
		t = 2 tahun	t = 5 tahun
DTH <i>Pit</i>	1	47,89	56,94

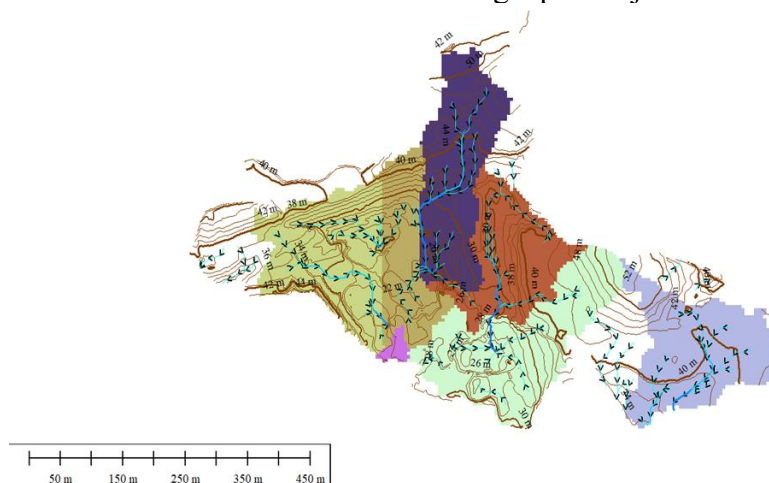
Daerah Tangkapan Hujan (DTH)

Luas area tangkapan hujan perlu diketahui agar dapat mengetahui nilai suatu debit *runoff*. Daerah tangkapan hujan merupakan area yang dialiri air hujan dan air limpasan yang mengalir dari elevasi tertinggi ke elevasi terendah sampai dengan titik pengalirannya.

Untuk mengetahui luas pada area tangkapan hujan dapat menggunakan *software arcgis*. Untuk luas daerah tangkapan hujan 14 ha, atau 140.000 meter persegi.



Gambar 2. Peta daerah Tangkapan Hujan.



Gambar 3. Arah pola aliran Daerah Tangkapan Hujan.

Debit Air Limpasan

Intensitas curah hujan telah dihitung pada tahap sebelumnya. Rencana kegiatan penambangan berlangsung selama tiga tahun, dan untuk menentukan debit air digunakan

intensitas hujan pada tahun kelima, dengan perkiraan hujan turun selama 1 jam setiap hari di Pit Alfa.

Intensitas curah hujan telah dihitung pada tahap sebelumnya. Rencana kegiatan penambangan berlangsung selama tiga tahun, dan untuk menentukan debit air digunakan intensitas hujan pada tahun kelima, dengan perkiraan hujan turun selama 1 jam setiap hari di Pit Alfa.

Air yang memasuki area tambang tidak seluruhnya tersaring sehingga menimbulkan aliran permukaan (runoff). Aliran air yang masuk ke dalam pit kemudian akan dipompa atau dialirkan menuju settling pond sebagai bagian dari proses pengelolaan air tambang.

Debit pada wilayah daerah tangkapan hujan perlu ditentukan dengan perhitungan rasional dengan koefisien limpasan 0,9, intensitas hujan 56,94, dan luas DTH 14 ha. Perhitungan ini didasarkan pada rancangan umur tambang di bawah 5 tahun, sehingga jumlah air limpasan yang akan dipompa menuju kolam pengendapan sebesar $8,550 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $30.782 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Keputusan Menteri ESDM No.1827K/30/MEM/2018

Penerapan regulasi tersebut memiliki peranan penting dalam mewujudkan praktik pertambangan yang baik (good mining practice), karena mencakup aspek keselamatan kerja, perlindungan lingkungan, efisiensi pengelolaan sumber daya, serta berbagai ketentuan lain yang mendukung terciptanya operasional pertambangan yang bertanggung jawab.

Debit air limpasan yang akan dialirkan ke kolam pengendapan yaitu $30.782 \text{ m}^3/\text{jam}$, maka volume desain settling pond harus melebihi debit air limpasan yang akan ditampung.

Kapasitas settling pond

Dimensi *settling pond* yaitu berbentuk persegi dengan tiga kompartemen Dimana pembuatan settling pond pada pit alfa menggunakan alat berat berupa Excavator CAT ex-232 dan satu unit Dozer tipe D85E-SS dengan spesifikasi sebagai berikut : Alat yang digunakan dalam pembuatan settling pond sudah disesuaikan dengan dimensi yang dirancang, berikut desain *settling pond* pada pit alfa utara

Tabel 5. Spesifikasi alat pembuatan *settling pond*.

Spesifikasi	CAT 232 (Skid Steer Loader)	Komatsu D85E-SS (D85ESS-2A Dozer)
Tipe Mesin	Cat C2.2 CRDI, 4-silinder diesel	Komatsu S6D125E-2, turbocharged diesel
Tenaga Mesin (Net Power)	± 44 kW / 60 HP	± 149 kW / 200 HP
Torsi Maksimum	± 183 Nm	± 854 Nm (perkiraan)
Berat Operasional	± 2.955 kg (~2,96 ton)	± 20.670 kg (~20,67 ton)
Kapasitas Bucket / Blade	Bucket ± 865 kg, Tipping Load ± 1.725 kg	Blade kapasitas ± 3,4–4,4 m ³ (angle / straight tilt blade)
Kecepatan Maksimum	± 10 km/jam	Maju: ± 10,6 km/jam; Mundur: ± 13,4 km/jam
Ground Clearance	± 170 mm	± 400 mm (estimasi)
Dimensi Utama	P: 2.523 mm, T: 2.029 mm, Jarak roda: 1.054 mm	P: 5.615 mm, L: 3.620 mm, T: 3.160 mm, Lebar blade: ± 4.370 mm
Sistem Hidrolik	Aliran standar / high flow (26,5–38 kW)	Sistem blade hidrolik dengan kontrol joystick
Fitur Tambahan	AC kabin, sistem kontrol ergonomis, frame kompak	Monitoring elektronik, powertrain modular, rem cakram basah

Desain *settling pond* terdapat tiga kompartemen dengan volume setiap kompartemen adalah 9.600 m³ dengan volume total kompartemen 28.800 m³. Kompartemen memiliki fungsi masing masing yaitu kompartemen satu disebut zona inlet atau pengendapan awal, kompartemen dua zona flokulasi atau pengendapan lanjutan dan kompartemen 3 disebut sebagai zona *polishing* atau zona pemurnian

Selain itu, ketentuan ini juga merujuk pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2003 yang mengatur standar baku mutu air tambang batubara. (TSS, Ph, Mn dan Fe) dan Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 tersebut juga diatur setiap perusahaan wajib melakukan pengelolaan air tambang yang berfungsi untuk mencegah pencemaran terhadap lingkungan antara lain pembuatan *settling pond* yang dirancang berdasarkan karakteristik air buang (spent) secara teknis. Menurut keputusan tersebut *settling pond* wajib mampu menurunkan kandungan Total Suspended Sediment. *Settling pond* yang direkomendasikan berbentuk persegi dengan kedalaman 4-6 meter.

4. KESIMPULAN

Sistem penyaliran yang digunakan pada PT. Hamparan Mulya menggunakan sistem *Mine Drainage* (sistem drainase yang mencegah masuknya air ke area penambangan atau area

operasional penambangan) dan *Mine Dewatering* (Upaya untuk mengeluarkan atau mengalokasikan air yang masuk ke area penambangan).

Daerah tangkapan hujan pada area pengamatan memiliki luas 14 Ha dengan rancangan curah hujan pada tahun 2015- 2024 didapatkan rata rata curah hujan maksimum tahunan 522,21 mm, dan jumlah debit air yang masuk kearea *sump* sebanyak 30.782,16 m³ / jam.

Desain *settling pond* pada *pit* alfa dibuat dengan 3 kompartemen dengan jumlah kapasitas volume air yang dapat ditampung sebanyak 28.800 m³. Dan kapasitas dimensi *settling pond* yang dapat ditampung sebesar 9.600 m³, Sehingga kapasitas tiga kompartemen yang dapat ditampung seluruhnya 28.800 m³. Rancangan desain *settling pond* pada Pit Alfa utara memiliki kedalaman 4 meter sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018

DAFTAR PUSTAKA

- Alfan, M., Deniyatno, D., & Wahab, W. (2024). Rancangan sistem penyaliran pada blok CPT Putera Kendari Sejahtera, Tenggara. *RISTAM Jurnal Riset Teknologi Pertambangan (J-Ristam)*, 4(2), 54–68.
- Arifin, M. R., & Santoso, Y. P. (2022). Evaluasi kinerja sistem penyaliran tambang pada musim hujan di wilayah Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 9(1), 12–22.
- Basri, H., & Kurniawan, F. (2021). Analisis sedimentasi pada kolam pengendapan tambang batubara menggunakan metode empiris. *Jurnal Rekayasa Sumber Daya Alam*, 5(3), 144–152.
- Dirgantara, A. L., & Wulandari, N. (2020). Optimasi desain *settling pond* untuk mengurangi kekeruhan air limpasan tambang. *Mining Science Review*, 4(2), 67–78.
- Febriyanti, S., Riswan, R., & Arief, M. Z. (2023). Analisis daya tampung dan kemampuan treatment *settling pond* berdasarkan data curah hujan di PT Adaro Indonesia. *Jurnal Himasapta*, 8(3), 153–158.
- Hadi, P. A., & Mahfud, R. (2023). Pengaruh curah hujan terhadap beban sedimen pada sistem penyaliran tambang terbuka. *Jurnal Hidrologi Tambang*, 2(1), 33–41.
- Herdiaprila, T., & Hartati, E. (2023). Penentuan koefisien limpasan rata-rata (Cr) tata guna lahan Kelurahan Sukamiskin Kecamatan Arcamanik Kota Bandung. *Serambi JSE Engineering*, 8(2), 5286–5296.
- Kartikasari, R., & Yanti, M. (2024). Studi kapasitas kolam pengendapan dalam pengelolaan air asam tambang (AAT). *Jurnal Lingkungan Mineral*, 7(2), 101–110.
- Lestari, S., & Pramudya, B. (2021). Evaluasi kinerja saluran terbuka pada area tambang nikel di Sulawesi Tenggara. *GeoMine Journal*, 3(1), 25–34.
- Nugroho, A. T., & Rahmadani, D. (2022). Perbandingan metode perhitungan debit limpasan untuk desain sistem penyaliran tambang. *Jurnal Rekayasa Pertambangan Indonesia*, 10(2), 89–98.

- Pratama, R. D., & Muliawan, T. (2023). Pengendalian erosi dan sedimentasi di area *waste dump* tambang batu kapur. *Environmental Mining Journal*, 6(1), 55–64.
- Ramadhani, F., & Yusuf, M. R. (2025). Analisis performa *settling basin* pada area penambangan emas rakyat menggunakan pendekatan hidrologi. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 8(2), 72–82.
- Towansiba, N., & Pangkung, Y. G. (2020). Rancangan settling pond terhadap laju endapan sedimen pada area Arafah dan waste dump di front penambangan PT GAG Nikel Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *INTAN: Jurnal Penelitian Tambang*, 3(1), 1–10. (Catatan: halaman diperbaiki menjadi rentang umum karena hanya tertulis “1”; jika Anda punya data halamannya, berikan dan akan saya perbarui.)
- Widodo, S., & Koesoema, A. (2024). Implementasi sistem penyaliran terpadu pada operasi tambang skala besar di Papua. *Journal of Mining Engineering and Technology*, 12(3), 201–213.
- Zebua, A., & Iashania, Y. (2025). Rancangan dimensi settling pond di Pit Harapan PT Hampan Mulya Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Himasapta*, 10(2), 93–100.