

Rancangan dimensi *settling pond* di Pit Harapan PT Hambaran Mulya Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah

Dimensional design of settling pond at Pit Harapan PT Hambaran Mulya North Barito Regency Central Kalimantan Province

Augusyoellisman Zebua, Yunida Iashania*

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Kampus UPR Tunjung Nyaho JL. Yos Sudarso Palangka Raya 73111. Telp./Fax.: 0536-3221722
e-mail: yunida.iashania@mining.upr.ac.id

ABSTRAK

PT Hambaran Mulya adalah perusahaan tambang batubara menggunakan metode tambang yaitu *open pit*. Dengan menggunakan sistem tambang *open pit*, bukaan tambang menyebabkan air perlu dikontrol selama proses penambangan. Kondisi *settling pond* menunjukkan bahwa kompartemen tidak dapat menampung air yang masuk sehingga meluap. Akibatnya, lumpur tidak dapat mengendap secara maksimal di dalam *settling pond*. Berdasarkan masalah yang terjadi pada perusahaan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi tentang dimensi *settling pond* yang ideal. Didasarkan pada perhitungan curah hujan menggunakan metode Log Pearson Type III, dimensi *settling pond* dirancang. Hasilnya menunjukkan nilai rencana curah hujan sebesar 223,96 mm/hari, intensitas hujan sebesar 77,6449 mm/jam, dan luas DTH 0,6 km², sehingga debit air limpasan sebesar 41.960,78 m³/jam. Dengan mempertimbangkan parameter di atas, kolam pengendapan harus dirancang supaya bisa menampung total debit sebesar 41.960,78 m³/hari. *Settling pond* yang disarankan memiliki ukuran seperti berikut: lebar permukaan 60 meter, lebar dasar 52 meter, lebar permukaan air 51 meter, kedalaman *sump* 4 meter, dan kemiringan 45 derajat. Tujuan rancangan ini adalah agar mengontrol air yang masuk dengan menampung secara maksimal sehingga proses pengendapan material di kolam pengendap dapat dengan maksimal mengendap.

Kata-kata Kunci: Daerah tangkapan hujan, debit pompa, kolam pengendapan

ABSTRACT

PT Hambaran Mulya is a coal mining company using the open pit mining method. By using an open pit mining system, the mine openings cause water to be controlled during the mining process. The condition of the settling pond shows that the compartment cannot accommodate the incoming water so it overflows. As a result, the mud cannot settle optimally in the settling pond. Based on the problems that occur in the company, this research aims to provide recommendations regarding the ideal settling pond dimensions. Based on rainfall calculations using the Log Pearson Type III method, the dimensions of the settling pond were designed. The results show that the planned rainfall value is 223.96 mm/day, the rain intensity is 77.6449 mm/hour, and the DTH area is 0.6 km², thus the runoff water discharge is 41,960.78 m³/hour. By considering the parameters above, the settling pond must be designed so that it can accommodate a total discharge of 41,960.78 m³/day. The recommended settling pond has the following dimensions: surface width of 60 meters, base width of 52 meters, water surface width of 51 meters, sump depth of 4 meters, and slope of 45 degrees. The aim of this design is to control the incoming water by holding it optimally and the mud deposition process can run well.

Keywords : Catchment area, pump discharge, settling pond

PENDAHULUAN

PT Hambaran Mulya adalah perusahaan yang bekerja dalam penambangan batubara. Daerah izin usaha pertambangan (IUP) perusahaan adalah 4.278,34 hektar. Dalam penambangannya, PT Hambaran Mulya menggunakan sistem penambangan terbuka (*surface mining*) yaitu dengan menggunakan metode *open pit*. Dengan metode ini, menghadapi hambatan air selama proses penambangan berlangsung.

Kolam pengendapan untuk mengendapkan lumpur dan air limbah disebut *settling pond*. *Settling pond* dibuat untuk memisahkan sedimen dari air yang dipompa keluar dari *sump*. Air yang masuk ke *settling pond* diberi waktu untuk mengendapkan partikel-partikel padat sebelum airnya dialirkan ke badan air. Namun, kondisi sebenarnya dari *settling pond* menunjukkan bahwa kompartemen tidak dapat menampung air yang masuk, yang menyebabkan pengendapan lumpur tidak berhasil.

Dengan memberikan rekomendasi tentang dimensi *settling pond* yang ideal, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut. Jumlah air yang akan masuk adalah satu faktor yang mempengaruhi dimensi *settling pond*; hal yang mempengaruhi suatu debit limpasan adalah intensitas hujan, koefisien limpasan dan luas daerah tangkapan hujan. Berdasarkan KepMen LHK No. 13 Tahun 2003, kandungan lumpur didalam air dari proses penambangan akan masuk ke kolam pengendapan (*settling pond*) harus dilakukan pengendapan dan pengolahan agar dapat dialirkan ke badan air dengan mematuhi standar mutu air. Merancang *settling pond* dengan memperhitungkan dan analisis debit yang akan masuk kedalam kolam, agar kondisi tidak menguap dan material mengendap di dalam kolam, agar tidak masuk ke badan air [1].

METODOLOGI

Tempat penelitian ini berlokasi di *pit* Harapan PT Hamparan Mulya yang berada Desa Hajak, Kecamatan Teweh Baru, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2024 dan menggabungkan teori dengan data lapangan. Data yang diperoleh terdiri dari dua komponen: data primer, yang terdiri dari observasi lapangan, yang mencakup ukuran dimensi *settling pond* yang sebenarnya; dan data sekunder, yang terdiri dari data hujan, peta *catchment area*, topografi, dan literatur yang berhubungan dengan penelitian. Data ini digunakan untuk memecahkan masalah dengan menganalisis data yang diperoleh. Penelitian ini terdiri dari lima tahapan, yaitu: tahapan persiapan, pengamatan lapangan, tahapan analisis data, tahapan penyusunan, dan simpulan.

Pengumpulan Data

Pengamatan lapangan merupakan hal apa saja yang diamati di lapangan dan dilakukan pengukuran secara langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan.

Pengolahan Data

Hasil penelitian diproses melalui pengamatan dan pengukuran. Proses berikut akan digunakan untuk mengolah data primer dan sekunder yaitu :

- a. Menentukan jenis distribusi probabilitas dan analisis curah hujan

Data analisis hujan yaitu dengan mengetahui curah hujan harian yang tertinggi dan intensitas hujan bulanan. Ada empat parameter yang akan diuji dalam Pengolahan data ini, yaitu: Distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log Pearson Tipe III, dan distribusi Gumbel. Parameter atau faktor yang mempengaruhi sebaran data, seperti rerata, standar deviasi (S), koefisien varian (Cv), koefisien kemencengan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck), harus diuji melalui analisis statistik dasar untuk memastikan distribusi yang memenuhi syarat di wilayah penelitian. Tabel berikut menunjukkan perbandingan hasil perhitungan dengan syarat jenis distribusi. Hasil distribusi yang memenuhi persyaratan selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana [2].

- b. Analisis curah hujan rencana maksimum

Berdasarkan hasil perhitungan probabilitas, metode Log Pearson Type III digunakan untuk menganalisis curah hujan rencana maksimum. Ini dimulai mencari nilai rata-rata curah hujan maksimum memakai persamaan berikut:

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

dimana:

X = Rata-rata curah hujan (mm)
 $\sum CH$ = Jumlah nilai Curah Hujan (mm)
 $\sum n$ = Banyaknya data

mencari nilai standar deviasi menggunakan persamaan berikut:

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

dimana:

S = Standar deviasi (mm/hari)
Xi = Jumlah data curah hujan ke-I (mm/hari)
X = Rata-rata curah hujan (mm)
n = Banyaknya data

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

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

dimana:

n = Banyaknya data

mencari nilai koefisien kurtosis menggunakan persamaan berikut:

$$Ck = n^2 \sum \frac{(\log X - \log \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S \log X)^4} \quad (4)$$

dimana:

n = Banyaknya data
X = Curah hujan (mm)
 $\log \bar{X}$ = Rerata Log X

Perhitungan curah hujan rencana (periode ulang 5 tahun) menggunakan persamaan berikut:

$$\log X_5 = \log X + K_T \cdot Cs \quad (5)$$

dimana:

$\log X$ = Hujan Rencana
 K_T = Faktor frekuensi

Cs = Koefisien Kemencengan

c. Analisa perhitungan Intensitas curah hujan

Analisis perhitungan intensitas curah hujan dengan metode *Mononobe* [3].

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

dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maks (mm)

d. Hitung debit air runoff menggunakan persamaan metode rasional [3]

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

dimana:

Q = Debit air limpasan (m³/detik)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas *catchment area* (km²)

e. Dengan menggunakan *software* Arcgis, titik ketinggian (kontur) dari sebuah peta topografi agar mengetahui luas *catchment area*.

f. Menganalisis kapasitas aktual debit pompa

g. Berdasarkan Keputusan Energi Sumber Daya Mineral Nomor 1827K/30/MEM/2018, standar untuk perhitungan volume kolam pengendapan (*settling pond*) beracuan pada peraturan tersebut.

h. Perhitungan dimensi yang disarankan untuk *settling pond* dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan:

t = Panjang permukaan *settling pond* (m)

b = Lebar dasar *settling pond* (m)

d = Tinggi/kedalaman *settling pond* (m)

Analisis Data

Berdasarkan persamaan yang digunakan untuk melakukan menganalisa permasalahan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dilakukan analisa berdasarkan nilai yang diperoleh dari perhitungan. Hasil analisa akan dilakukan sintesis berdasarkan keseluruhan data yang diperoleh sehingga dapat dirangkum. Rangkuman yang diperoleh tentu saja memberikan rekomendasi atau saran untuk perusahaan dalam merancang dimensi *settling pond* sesuai dengan kondisi yang diperoleh.

HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Dimensi Aktual *Settling Pond*

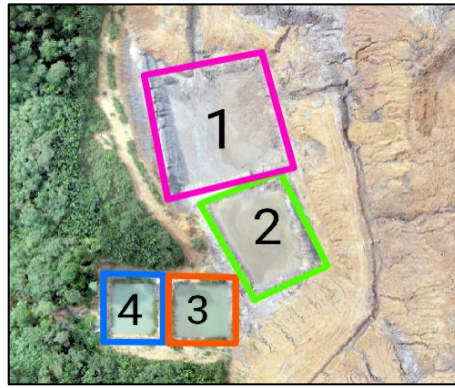
Settling pond adalah kolam pengendapan yang digunakan untuk menguji kualitas air sebelum dialirkan ke badan air [4]. Anda dapat mengetahui dimensi aktual kolam dengan menggunakan meteran untuk mengukur lebar dan panjangnya dan *stick pole* untuk mengukur kedalamannya.

Kondisi lapangan sebenarnya kolam pengendapan mempunyai elevasi sebesar 43 MDPL dengan memiliki empat kompartemen berbentuk persegi panjang, berikut ukuran dari dimensi dan volume *settling pond* di PT Hamparan Mulya:

Tabel-1. Dimensi dan Volume *Settling Pond* di PT Hamparan Mulya

Kompartemen	Lebar	Panjang	Kedalaman	Volume (m ³)
1	43	26	2	2.236
2	39	21	2	1.638
3	25	25	2,5	1.562,5
4	25	20	2,5	1.250
Total				6.856,5

Kompartemen 1 berfungsi sebagai zona pengendapan (*sediment trap*), kompartemen 2 sebagai kolam pengaman (*safety zone*), kompartemen 3 sebagai *treatment zone*, dan kompartemen 4 sebagai zona lumpur (*mud zone*). Berdasarkan data dan kondisi di lapangan, kolam pengendapan tidak dapat menampung debit air yang masuk menyebabkan air meluap.

Gambar-1. *Settling pond* kompartemen 1, 2, 3 dan 4

Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan merupakan komponen penting dalam penyaliran tambang karena merupakan bagian dari sumber utama air permukaan berasal dari tambang terbuka. Tinggi rendahnya curah hujan dapat memengaruhi debit air di area tambang yang perlu ditangani. Curah hujan sebesar 1 mm menunjukkan luas 1 meter persegi, area datar dapat menampung air setinggi 1 mm atau 1 liter [5].

Untuk menghitung curah hujan yang direncanakan, PT Hampan Mulya menggunakan data aktual dari curah hujan selama 10 tahun dari tahun 2013 hingga 2022.

Tabel-2. Data Curah Hujan PT Hampan Mulya Tahun 2013-2022

Curah Hujan (mm)										
Bulan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	163,37	163,37	327,05	163,37	163,37	163,37	327,05	327,05	295,43	368,28
Februari	611,61	295,4	295,4	458,78	147,56	295,4	295,4	152,83	158,2	188,16
Maret	163,37	163,37	327,05	327,05	327,05	327,05	327,05	163,37	416,64	360,84
April	316,5	474,6	316,5	474,6	158,1	158,1	316,5	474,6	265,8	430,8
Mei	327,05	327,05	163,37	327,05	490,42	490,42	163,37	327,05	283,03	489,49
Juni	158,1	316,5	158,1	316,5	158,1	158,1	316,5	316,5	174,9	256,5
Juli	327,05	0	163,37	163,37	327,05	163,37	163,37	163,37	162,75	410,75
Agustus	163,37	163,37	0	163,37	327,05	0	163,37	163,37	254,2	142,29
September	158,1	0	0	158,1	0	0	0	158,1	348	277,5
Oktober	163,37	163,37	0	327,05	163,37	163,37	327,05	327,05	301,94	400,21
November	316,5	316,5	474,6	316,5	474,6	316,5	158,1	316,5	552	228,9
Desember	327,05	490,42	327,05	327,05	327,05	327,05	327,05	327,05	259,47	210,18

Data yang diperoleh terlebih dahulu didistribusikan dalam menentukan perhitungan curah hujan rencana.

Tabel-3. Nilai Curah Hujan Maksimum Tahunan PT Hampan Mulya

No	Tahun	Xi
1	2013	611,61
2	2014	490,42
3	2015	474,6
4	2016	458,78
5	2017	490,42
6	2018	490,42
7	2019	327,05
8	2020	327,05
9	2021	416,64
10	2022	489,49
Jumlah		4.576,48
Rata-rata		457,648
Max		611,61

Curah hujan maksimum digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan. Berbagai metode distribusi dapat digunakan untuk menghitung data curah hujan rencana, dan distribusi yang memenuhi syarat ditemukan sebagai berikut:

Tabel-4. Hasil analisis metode distribusi hujan

No.	Distribusi	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$	-0,17	Tidak sesuai
		$C_k = 5,4$	4,51	Tidak sesuai
2	Normal	$C_s \approx 0$	-0,17	Tidak sesuai
		$C_k \approx 3$	4,51	Tidak sesuai
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + C_v^2$	0,02	Tidak sesuai
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	3	Memenuhi
4	Log Pearson Type III	$C_s \neq 0$	-0,66	Memenuhi
		$C_k \neq 0$	4,25	Memenuhi

Metode distribusi *Log Person Type III* merupakan bagian distribusi yang memenuhi syarat. Menghitung jumlah air yang akan masuk ke daerah penambangan, menghitung jumlah curah hujan rencana menggunakan data curah hujan maks [2]. Perhitungan yang dilakukan menggunakan beberapa persamaan pada tahap analisis curah hujan rencana menghasilkan nilai curah hujan rata-rata 457,64 mm per hari, standar deviasi 0,083 mm per hari, koefisien kemencengan -0,66, koefisien kurtosis 4,257, dan nilai curah hujan rencana 223,997 mm per hari.

Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan permukaan merupakan perbandingan volume *runoff* yang terjadi akibat tingginya suatu curah hujan di area tertentu dibandingkan dengan volume curah hujan yang sebenarnya [6]. Permukaan kedap air akan semakin meningkat tergantung pada volume run off dan intensitas hujan. Kemiringan dan tata guna lahan memengaruhi koefisien limpasan. Koefisien limpasan suatu tempat lebih besar jika ada lebih sedikit vegetasi atau lebih curam. Ini ditunjukkan pada tabel-5, sebagai berikut :

Tabel-5. Nilai Koefisien Limpasan [3]

No	Kemiringan	Tata Guna Lahan	Koefisien Limpasan
1	Datar (<3%)	Sawah, rawa	0,2
		Hutan, kebun	0,3
		Kawasan Perumahan	0,4
2	Menengah (3 %-15 %)	Hutan, kebun	0,4
		Perumahan	0,5
		Semak-semak agak jarang	0,6
		Hutan atau kebun	0,6
3	Curam (>15%)	Tanah gundul atau jalan aspal	0,7
		Perumahan	0,7
		Semak-semak agak jarang	0,8
		Lahan terbuka darah tambang	0,9

Berdasarkan situasi aktual di *pit* Harapan dimana merupakan daerah tambang dengan kondisi lahan terbuka. Maka nilai koefisien limpasan (c) yang digunakan adalah 0,9.

Intensitas Air Hujan

Jumlah hujan didefinisikan sebagai jumlah curah hujan yang terjadi dalam jangka waktu tertentu. Volume hujan per satuan waktu selama waktu hujan disebut intensitas curah hujan [7]. Waktu konsentrasi didefinisikan sebagai jumlah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh di *catchment area* ke titik yang ditinjau atau titik kontrol. *Catchment area* memberikan aliran air ke titik kontrol selama waktu konsentrasi (T_c). Waktu ini bergantung pada berbagai faktor,

termasuk penggunaan lahan, jarak tempuh air dari titik terjauh hingga titik yang dituju, serta karakteristik wilayah tangkapan. [8].

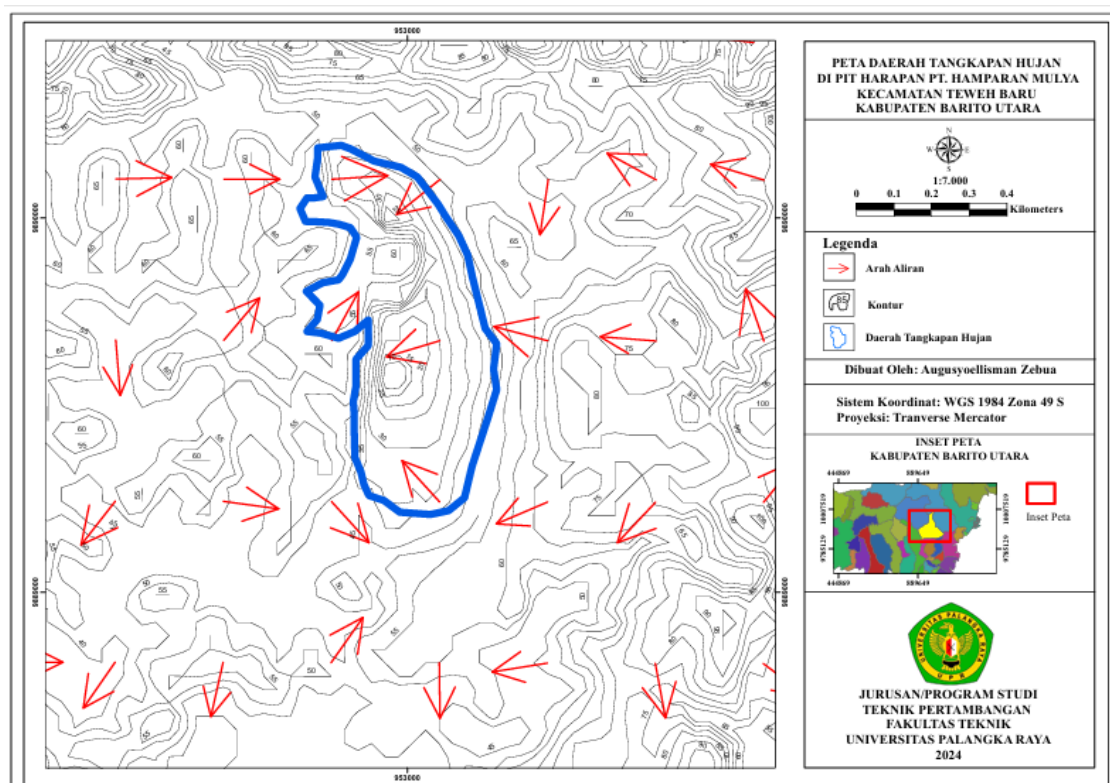
Terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk menghitung nilai waktu konsentrasi, yaitu satu jam, untuk mengetahui intensitas curah hujan.

Tabel-6. Hasil perhitungan intensitas curah hujan periode tahunan

Lokasi	Tc (jam)	Intensitas Curah hujan (mm/jam)	
		t = 2 tahun	t = 5 tahun
DTH Pit	1	10,7371	77,6449

Daerah Tangkapan Hujan (DTH)

Luas suatu *catchment area* perlu diketahui agar dapat mengetahui nilai suatu debit *runoff*. Daerah tangkapan hujan (DTH) adalah suatu area dialirin air hujan maupun air limpasan menuju wilayah titik terendah sampai titik pengalirannya [9]. Dengan menggunakan batas titik topografi area pit Harapan, dapat diketahui keliling area tangkapan hujan dan luasannya menggunakan *software* ArcGIS. Didapatkan luas DTH adalah 60 ha, atau 600.000 meter persegi.



Gambar-2. Peta daerah tangkapan hujan dan arah pola aliran

Debit Air Limpasan

Air hujan akan mengalir ke sungai dan laut apabila kondisi air tidak mampu menahan lagi oleh tanah, vegetasi maupun cekungan [10]. Karena faktor-faktor seperti curah hujan, lereng, dan kekompakan lapisan penyusun wilayah tersebut, air hujan tidak terinfiltrasi secara keseluruhan, yang menyebabkan aliran ini. Air limpasan yang mengalir masuk ke *pit* akan dipompa atau disalurkan ke kolam pengendapan. Debit air limpasan di wilayah *catchment area* perlu ditentukan terlebih dahulu dengan menggunakan perhitungan metode rasional. Koefisien limpasan adalah 0,9, intensitas hujan sebesar 77,64 (kala ulang 5 tahun), dan luas DTH 0,6 km². Pilihan ini didasarkan pada rancangan umur tambang di bawah 5 tahun. Sehingga diperoleh nilai debit limpasan yang akan dipompa menuju kolam pengendapan sebesar 11,656 m³ atau 41.961,6 m³/jam (berdasarkan waktu konsentrasi *Mononobe*).

PEMBAHASAN

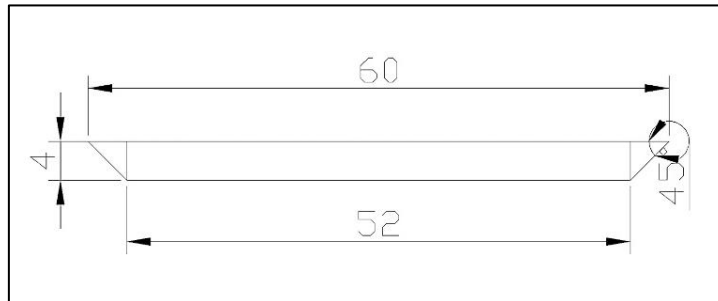
Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018

Pengelolaan Air Tambang adalah untuk kapasitas dari fasilitas pengendapan yaitu volume air tambang dengan intensitas curah hujan tertinggi dalam waktu 84 jam, sekurang-kurangnya 1,25 kali [11]. Berdasarkan debit limpasan yang akan dialirkan ke *settling pond* yaitu 41.961 m³. Maka dari pada itu volume *settling pond* harus lebih besar. Pemenuhan ini berdasarkan debit air limpasan yang akan ditampung.

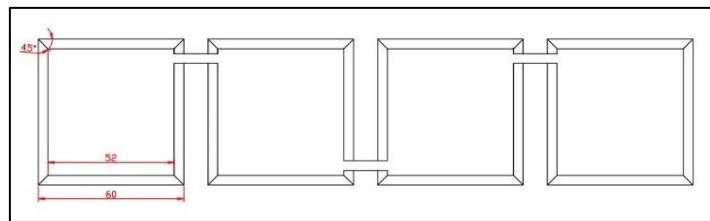
Rekomendasi Desain Dimensi *Settling Pond*

Rekomendasi untuk dimensi *settling pond* yaitu berbentuk trapesium dengan sudut 45° dengan kedalaman 4 m, dimana panjang permukaan *settling pond* 60 m, lebar dasar *settling pond* 52 m, dan lebar permukaan air 51 m. erdasarkan ukuran dimensi tersebut, daya tamping untuk setiap kompartemen adalah 11.424 m^3 dengan volume total keempat kompartemen adalah 45.696 m^3 .

Pembuatan *settling pond* agar lebih mudah dan efisien, desain dimensi yang dirancang adalah trapesium. Agar kerja alat bisa bekerja dengan maksimal dan mudah sesuai sudut dan dimensi yang disarankan. Kolam pengendap akan dibentuk berliku agar kecepatan aliran air lambat. Ketika kecepatan air yang masuk diperlambat, material padat akan diendapkan lebih lama [12].



Gambar-3. Rancangan Rekomendasi Dimensi *Settling Pond* (m)



Gambar-4. Tampak Atas *Settling pond* (m)

Settling pond terdiri dari 4 (empat) kolam yang tiap kolamnya memiliki fungsi yaitu *sediment trap*, *safety zone*, *safety pond*, dan *mud zone*. Air yang telah melewati keempat kompartemen tersebut akan diarahkan ke titik penataan, dimana dilakukan monitoring air hasil Pengolahan dan tes sampel air. Hal ini berdasarkan KepMen Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2003 mengenai kualitas air tambang batubara (TSS, pH, Mn, dan Fe), air dapat dilepaskan ke badan air seperti sungai atau perairan setelah dinyatakan memenuhi baku mutu.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan didapatkan dimensi aktual *settling pond* di *pit* Harapan PT Hambaran Mulya adalah persegi dengan memiliki empat kompartemen, dimana kapasitas total dari keempat kompartemen tersebut adalah $6.856,5 \text{ m}^3$.
2. Kondisi dimensi *settling pond* di *pit* Harapan saat ini belum dapat menampung air saat terjadi hujan, sehingga menyebabkan air meluap, akibatnya pengendapan lumpur tidak berjalan dengan baik.
3. Rancangan dimensi *settling pond* di *pit* Harapan adalah trapesium dengan ukuran kapasitas masing-masing kompartemen adalah 11.424 m^3 , sehingga kapasitas keempat kompartemen tersebut adalah 45.960 m^3 .

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu berdasarkan hasil analisis ukuran kompartemen yang direkomendasikan. Diharapkan perusahaan untuk melakukan desain ulang kompartemen *settling pond*. Mengingat kapasitas kompartemen saat ini tidak mampu untuk menampung jumlah air yang masuk. Tujuannya untuk menjaga efektivitas fungsi *settling pond* dan memastikan air keluaran memenuhi baku mutu lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih dari Penulis untuk tim manajemen PT Hambaran Mulya yang telah menerima dan memberikan ilmu dan pengalaman di lapangan agar penelitian ini dapat terlaksana. Penulis dapat memperoleh data-data yang diperlukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D Subiakto, E. Peter, & Hartono, "Kajian Teknis Sistem Penyaliran pada Tambang Batubara PIT 1 Utara Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan", *Prosiding Seminar Nasional XI Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2016 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta*, 2016.
- [2] I. Made Kamiana, "Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air", Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.

- [3] Y. Iashania, “Kajian Pengendalian Erosi di Timbunan Batuan Penutup pada Tambang Batubara (Studi Kasus: Daerah Tangkapan Hujan SP-9C di PT Adaro Indonesia - Kalimantan Selatan),” Tesis, Program Rekayasa Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, 2018.
- [4] D.A. Purwaningsih dan D. Irawan, “Kajian Teknis Geometri Settling Pond Pada Pit 8 Penambangan Batubara PT Megaprima Persada Job Site Pongkor Kecamatan Loakulu Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur”, *Jurnal Geologi Pertambangan*, Vol. 23, No. 1, pp. 58-68, 2018.
- [5] R. Sayoga Gautama, “Diktat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang”, Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral ITB, 1999.
- [6] D.S. Krismayanti, W. Bunganaen, E.E. Hangge, F. Munaisyah, N.K. Dian, “Analisis Nilai Koefisien Limpasan Permukaan Pada Embung Kecil di Pulau Flores Bagian Timur”, *Jurnal Sumber Daya Air*, Vol. 14, No. 2, pp. 125-140, 2018.
- [7] S. S. Maulidani, N. Ihsan, Sulistiawaty, “Analisis Pola dan Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Data Observasi Dan Satelit Tropical Rainfall Measuring Missions (TRMM) 3B42 V7 di Makassar”, *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, Vol. 11, No.1, pp. 98-103, 2015.
- [8] R. Muharomah, “Analisis *Run-off* Sebagai Dampak Perubahan Lahan Sekitar Pembangunan Underpass Simpang Patal Palembang Dengan Memanfaatkan Teknik GIS”, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 2, No. 3, pp. 424-433, 2014.
- [9] M. Amien, “Penambangan Cadangan Batubara dengan Tambang terbuka: Kajian Pertimbangan Hidrologi dan Lingkungan” Skripsi, Institut Teknologi Bandung, 2002.
- [10] G.P. Verrina, D.D. Anugrah, Sarino “Analisa *Runoff* Pada Sub Das Lematang Hulu”, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 1, No. 1, pp. 22-31, 2013.
- [11] *Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018, 2018.
- [12] A.R. Khusairi, K. Tamrin dan Yunasril, “Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Tambang Terbuka Batubara PT Nusa Alam Lestari, Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya”, *Jurnal Bina Tambang*, Vol.3, No.3, pp. 1202-1212, 2017.