



PENGELOLAAN AIR KOLAM TAMBANG UNTUK PEMBUKAAN KEMBALI PIT 5 DI PENGARON KALIMANTAN SELATAN

VOID'S WATER MANAGEMENT FOR PIT 5 RE-OPENING IN PENGARON SOUTH KALIMANTAN

MD. Utami¹, T. Arief², H. Iskandar³, N. Madiutomo⁴

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

⁴Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (TekMIRA)

e-mail: *¹mauradwiutami@gmail.com, ²taufik_arief08@yahoo.co.id

ABSTRAK

PT. X merupakan perusahaan tambang batubara *open pit* dengan 6 daerah kerja yaitu *pit* 1, 1e, 2, 3, 4, dan 5. Anjloknya harga batubara tahun 2014 menyebabkan produksi dihentikan. Setelah kembali stabil dan adanya cadangan batubara yang ekonomis, perusahaan berencana membuka kembali seluruh *pit* yang saat ini terendam air membentuk *void*. Oleh karena itu, *void* harus dikeringkan. Sebelum dilakukan pengeringan, profil dan volume kolam perlu diketahui dengan mengkarakterisasi *void pit* 5 menggunakan *river surveyor M9*. *Void* 5 memiliki luas area sebesar 26,72 Ha, kedalaman 58 m, panjang 800 m, lebar 200 m, dan volume sebesar 6.479.241,5 m³. Perusahaan menargetkan *dewatering* selesai dalam 90 hari, maka air harus dikeluarkan sebanyak 71.991,57 m³ per hari. Dibutuhkan kapasitas pompa sebesar 3.850 m³/jam. Pompa dapat diletakkan di utara atau di selatan kolam. Dipilihlah alternatif 1 berkapasitas total 3.913 m³/jam dengan daya total sebesar 1.181 HP yang diletakkan di selatan kolam. Dibutuhkan *settling pond* dengan lebar kolam 20 m; panjang kolam 50 m; kedalaman kolam 4 m; banyak kompartemen 5 buah; panjang kompartemen 10 m; kapasitas kolam 4000 m³; dan kapasitas kompartemen 800 m³. Air dialirkan menggunakan saluran terbuka berbentuk trapesium, berbahan tanah, digali biasa tanpa pengerasan talut dengan kemiringan saluran 0,044%; lebar dasar saluran 1,04 m; ketinggian air 1,04 m; lebar atas saluran 4,12 m; tinggi jagaan 0,5 m, dan kemiringan talut 45°.

Kata-kata kunci: Pengelolaan air, Pompa, *Settling pond*, Saluran terbuka

ABSTRACT

PT. X is an open pit coal mining company and has 6 pit. After shutting down all of its production activity, PT. X plans to re-open their pits, including Pit 5. All of their abandoned pits are now a void. So, it has to be dewatered. Void characterization is done using river surveyor M9 to obtain its profile and volume. Its depth is 58 m, area 26,72 Ha; length 800m; width 200m; and water volume 6.479.241,5 m³. Dewatering has to be done by 90 days thus, the dewatering goal per day is 76.984,058 m³. Capacity of pump to achieve the goal is 3.850 m³/hour. Pump can be located at north or south of the void. Pump is chosen to be placed at south of the voids because it is more efficient. Alternative 1 with total capacity 3.913 m³/hour and total power 1.181 HP is selected. Settling pond with 20 m in width, 50 m in length, 4 m depth, 5 pieces compartment that has 10 m in length each, 4.000 m³ pond capacity, 800 m³ compartment capacity. Water streamed through an open channel with trapezium shaped, build using ordinary excavated soil material without hard tapping. It has a slope of 0,044%; channel base 1,04 m in width; maximum water level 1,04 m; open channel 4,12 m in width; additional safety height 0,5 m; channel wall slope of 45°.

Keywords : Water management, Pump, *Settling pond*, Open channel

PENDAHULUAN

PT. X merupakan perusahaan tambang batubara *open pit* dengan 6 daerah kerja yaitu *pit* 1, 1e, 2, 3, 4, dan 5. Perusahaan memberhentikan seluruh kegiatan produksinya karena penurunan harga batubara yang drastis. PT. X berencana untuk membuka kembali *pit* mereka, yaitu *pit* 5. Semua bukaan tambang yang ditinggalkan kini menjadi kolam tambang (*void*). Dengan demikian kolam tambang perlu dikeringkan, atau biasa disebut proses *dewatering*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengevaluasi karakteristik kolam air tambang (*void*).
2. Menganalisis pemilihan pompa agar target *dewatering void* 5 tercapai.
3. Menganalisis perencanaan sistem *settling pond* di *pit* 5

Sebelum melakukan pengeringan kolam tambang, perlu diketahui dulu karakteristik dari kolam tambang tersebut. Karakterisasi kolam tambang termasuk di dalamnya adalah *profile* dari kolam tambang. *Profile* didapat dari mengukur dimensi berupa koordinat X dan Y serta kedalaman, menggunakan *river surveyor m9* dan menghitung volume kolam tambang dengan *software minescape 5.7* dari data *profile* yang telah didapat. Volume dari kolam tambang inilah yang menjadi dasar perhitungan perencanaan proses *dewatering* [1].

River Surveyor m9 (Gambar 1) adalah alat untuk mengukur kondisi bawah permukaan air menggunakan pendekatan ADCP atau *Acoustic Doppler Current Profiler* khusus untuk sungai, danau, dan laut. Alat *river surveyor m9* digunakan untuk mengukur kecepatan arus air, debit air, kedalaman permukaan air, keadaan partikel yang berada di bawah permukaan air, *bathymetry*, karakteristik bawah permukaan juga dapat diketahui menggunakan alat *river surveyor* dan bisa divisualkan secara 2D atau 3D dengan bantuan aplikasi *minescape* [2].



Gambar 1. *River Surveyors m9* dan Perahu (*Fullset*)

Setelah karakteristik kolam tambang diketahui, volume kolam tambang tersebut dapat diketahui dengan mengolah data-data yang didapat dari *river surveyor M9*

di aplikasi *minescape 5.7*. Debit pompa yang diperlukan (*plan*) dapat dicari dengan volume air yang masuk dibagi dengan durasi pengeringan.

Pompa adalah suatu alat atau mesin untuk memindahkan fluida suatu tempat melalui media pipa dengan menambahkan energi pada fluida yang akan dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus [3]. Debit berdasarkan spesifikasi pompa dapat diketahui berdasarkan kecepatan pompa, efisiensi dan head pompa yang dikehendaki kemudian dihubungkan dalam grafik spesifikasi pompa [4]. Kehilangan energi karena adanya katup dan sambungan. Nilai dari *head loss* akibat katup dan sambungan ditentukan berdasarkan dari ukuran pipa yang digunakan. Kehilangan energi dari setiap instalasi pompa adalah total dari keseluruhan *head* yang ada [5].

Kolam pengendapan (*settling pond*) berfungsi sebagai tempat penampungan air sementara sebelum dialirkan kembali ke sungai. Selain itu, kolam penambangan juga memiliki fungsi sebagai tempat pengontrol kualitas air dari lumpur-lumpur atau material padatan yang bercampur yang akan dialirkan keluar [6]. Dimensi kolam pengendapan harus disesuaikan dengan jumlah debit air yang akan ditampung.

Saluran terbuka berfungsi sebagai pengatur kelebihan air sebelum masuk ke alur-alur sungai [7]. Dimensi saluran harus lebih besar atau sama dengan debit aliran yang direncanakan [8]. Perhitungan kapasitas saluran drainase dilakukan dengan menggunakan rumus manning yang merupakan dasar dalam menentukan saluran. Desain dimensi saluran harus dibuat seekonomis mungkin. Hal ini berarti dimensi tidak boleh terlalu besar atau pun terlalu kecil. Dimensi saluran yang terlalu besar membutuhkan biaya yang lebih tinggi sedangkan saluran yang terlalu kecil akan menyebabkan terjadinya peluapan fluida. Debit aliran dapat dihitung jika kecepatan dan tampang aliran sudah diketahui.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Pengaron, Kalimantan Selatan. Lokasi penambangan berada pada koordinat 03°15'59,6" LS hingga 03°19'04" LS serta 115°05'21 BT hingga 115°06'27" BT sesuai dengan kontrak perusahaan No. KW 98AGB064. Pengolahan data dilakukan di Puslitbang tekMIRA dikarenakan adanya keterbatasan alat di lokasi penelitian.

1. Studi Literatur

Mencari studi pustaka untuk menunjang pembuatan laporan diperoleh penulis dari instansi terkait yaitu PT. X dan Puslitbang Tekmira yang berupa laporan-laporan penelitian sebelumnya yang menjadi arsip dari PT. X dan Puslitbang Tekmira, seperti manual penggunaan *river surveyor m9*, *Tutorial software minescape 5.7*, penggunaan pompa serta arsip mengenai proses pengeringan (*dewatering*) kolam tambang (*void*).

2. Penelitian Lapangan

Berupa pengamatan terhadap kondisi umum secara langsung di lokasi penelitian secara visual. Data yang diambil di lapangan berupa data koordinat dan kedalaman air dari alat *river surveyor* M9.

3. Pengambilan Data

Terdapat 2 jenis pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder.

3.1. Data Primer

Data jenis ini diperoleh dari pengamatan langsung yang dilakukan di lapangan, bisa juga berupa dokumentasi kegiatan. Data yang diambil langsung di lapangan berupa data koordinat dan kedalaman air dari *river surveyor* M9.

3.2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dengan mengumpulkan data dari berbagai literatur baik dari buku bacaan maupun data yang diarsipkan perusahaan untuk kebutuhan penelitian, seperti : data curah hujan, peta *layout* tambang, peta topografi, spesifikasi pompa, dan kualitas air.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data penelitian yang didapat dari lapangan maupun data perusahaan diolah menggunakan aplikasi *river surveyor live*, *minescape 5.7*, *Global Mapper*, dan *Microsoft excel*. Langkah pengolahan data sebagai berikut:

- 1) Menyusun dan mengolah data *closure* dan *grid void* 5 dari aplikasi *river surveyor live* ke *Microsoft excel*.
- 2) Menginput bahan dari *Microsoft excel* untuk menghitung *volume* air didalam *void* menggunakan aplikasi *Minescape 5.7*
- 3) Mengolah data curah hujan di *Microsoft excel*
- 4) Menghitung *catchment area* menggunakan aplikasi *Global Mapper*

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara mengevaluasi karakteristik kolam tambang untuk mengetahui volume air dalam kolam tambang (*void*) 5. Kemudian menganalisis siklus hidrologi setempat sebagai dasar untuk menghitung target debit air yang akan dikeluarkan (*dewatering*) [9]. Target debit air ini kemudian digunakan untuk menganalisis pemilihan pompa yang dapat memenuhi target, mulai dari pertimbangan *head* untuk tiap lokasi tersedia, penempatan pompa, hingga efisiensi pompa di tiap lokasi. Kemudian menganalisis sistem *settling pond* termasuk dimensi saluran terbuka yang dibutuhkan untuk mengalirkan air menuju aliran sungai terdekat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Mengevaluasi Karakteristik Kolam Air Tambang (Void) 5

1.1. Pembuatan Profil Kolam Tambang

Untuk membuat profil kolam tambang data diolah terlebih dahulu dalam *software minescape 5.7* yaitu

memasukan data *closure* yang sudah diambil dengan alat *river surveyor m9* diikat dengan perahu karet dengan cara menyusuri tepi kolam tambang (*void*). Hal ini bertujuan untuk mengetahui bentuk dari kolam tambang (*void*), pembuatan *closure* ini berdasarkan data koordinat *boundary* (Tabel 1) yang didapat dari *software river surveyor live*.

Tabel 1. Koordinat Void Dari *River Surveyor Live*

Step	Track m	DMG m	Depth m	UTM X m	UTM Y m
Start Edge (1)	0.36	0.36	12.94	296780.5	9648397
Start Edge (2)	0.74	0.74	12.9	296780.9	9648397
Start Edge (3)	1.09	1.08	12.77	296781.2	9648397
Start Edge (4)	1.44	1.43	12.86	296781.6	9648397
Start Edge (5)	1.74	1.73	12.66	296781.9	9648397

Agar data dapat dimuat dalam *minescape 5.7*, data yang didapat dari *river surveyor* harus diolah terlebih dahulu dalam *microsoft excel* untuk mengubah data kedalaman menjadi elevasi (z). Hal ini dilakukan dengan cara mengurangi elevasi permukaan air dengan kedalaman yang didapat dari alat *river surveyor*. Data akhir yang didapat berupa koordinat XYZ free. Setelah koordinat X, Y, dan Z (Tabel 2) didapat data kemudian diolah kedalam *software minescape 5.7* untuk mendapatkan visual 3D.

Tabel 2. Koordinat Void Dari *River Surveyor Live*

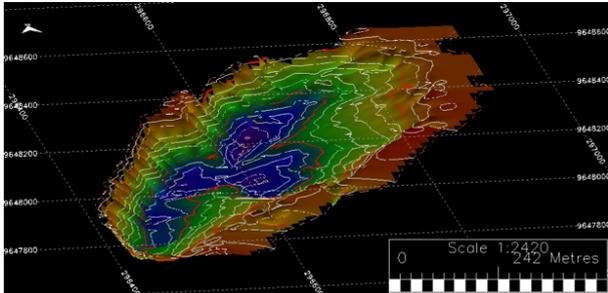
UTM X m	UTM Y m	Depth m	Permukaan air m	Ketinggian m
296780.5	9648397	12.94	66	53.06
296780.9	9648397	12.9	66	53.10
296781.2	9648397	12.77	66	53.23
296781.6	9648397	12.86	66	53.14
296781.9	9648397	12.66	66	53.34

1.2. Pembuatan Grid atau Cross Section

Tahap selanjutnya adalah *gridding* atau tahap pembagian wilayah dari kolam tambang (*void*). Jarak antar masing-masing bagian dibuat sebesar 25 meter. Tidak ada standar tertentu untuk menentukan jarak antar bagian atau *section*. Pemilihan jarak bertujuan untuk mengoptimalkan hasil dari pengukuran kolam tambang. Semakin kecil jarak antar bagian, semakin besar tingkat ketelitian pengukurannya sedangkan jika jarak dibuat semakin besar maka semakin rendah tingkat ketelitiannya [10].

1.3. Pembuatan Data Kontur Dengan Metode Triangulasi
Data koordinat X, Y, dan Z yang telah diinput ke dalam *minescape 5.7* harus terlebih dahulu diolah menjadi data garis-garis kontur dengan mengklik menu kontur triangulasi pada *minescape* hingga garis kontur yang dihasilkan *smooth* atau halus, kemudian diolah menjadi

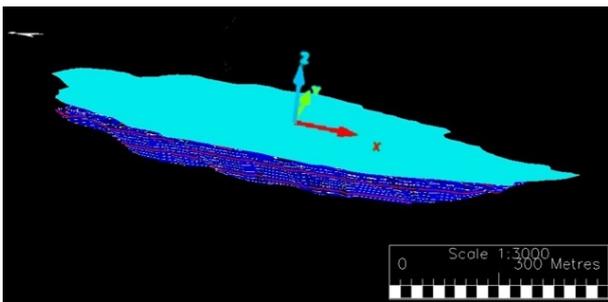
data triangulasi. Data desain model triangulasi akan menunjukkan bagaimana bentuk *void* (Gambar 2).



Gambar 2. Bentuk *Void Pit 5*

1.4. Perhitungan Volume Kolam Tambang (*Void*) 5

Untuk menghitung volume, selain data triangulasi kolam tambang juga diperlukan data triangulasi dari permukaan air untuk data tambahan. Perhitungan volume membutuhkan data triangulasi permukaan air sebagai *layer* atas dan triangulasi kolam tambang sebagai *layer* bawah (Gambar 3). Besar volume kolam tambang adalah 6.479.241,5 m³ dengan luas permukaan area 31,25 Ha.



Gambar 3. *Layering* Triangulasi Permukaan Air dan Kolam Tambang

2. Analisis Pemilihan Pompa

2.1. Debit Volume Air

Besar volume kolam tambang adalah 6.479.241,5 m³. Target *dewatering* dilakukan dalam 90 hari, maka debit air yang dikeluarkan perharinya adalah 71.991,57 m³/hari

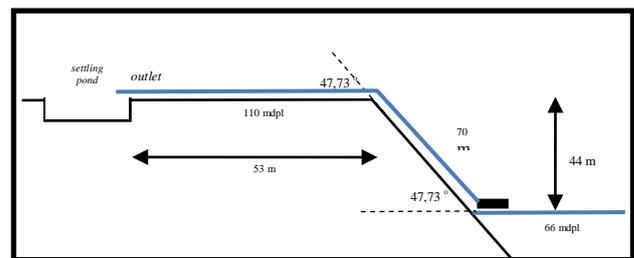
2.2. Instalasi Pompa

Terdapat 2 lokasi yang dapat dijadikan penempatan instalasi pompa, yaitu di utara *void* dan di selatan *void* (gambar 4). Pemilihan tempat ditentukan dengan membandingkan besar *head* pompa, banyaknya alternatif pompa yang dapat dipilih, besar debit air yang dapat dipompa, serta daya yang dibutuhkan masing-masing instalasi pompa. Perusahaan memiliki 5 pompa, yaitu pompa 1, 2, 3, 4 dan 5. Namun yang dapat dioperasikan hanya pompa 2, 4, dan 5 saja.



Gambar 4. Lokasi Penempatan Pompa

Flow rate dari masing-masing pompa didapat dengan cara memploting nilai *head* di kurva *head vs flow rate*.



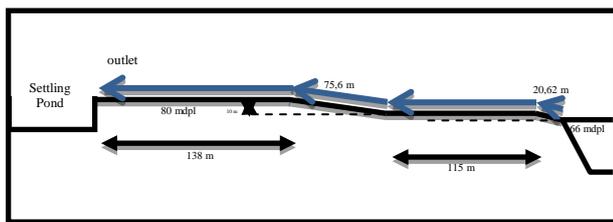
Gambar 5. Instalasi Pompa di Utara Kolam Tambang

Dengan instalasi seperti pada gambar 5, Pompa 3 tidak bisa dijadikan alternatif karena topografi di utara kolam terlalu curam untuk kemampuan *head* pompa atau biasa disebut dengan istilah *shut off head*, dimana pada *head* tersebut pompa tidak dapat mengalirkan air yang akan berujung kepada kerusakan pompa. Kapasitas terbesar pompa yang dapat dicapai adalah 1.450 m³/h dengan efisiensi 77% dan daya terkecilnya adalah 309 HP. Sehingga, hanya ada 5 instalasi pompa yang bisa digunakan yaitu, pompa 2A, 2B, 2C, 5A, 5B seperti yang disajikan pada tabel 3 di bawah ini.

Apabila pompa dipasang di selatan kolam tambang dengan instalasi seperti pada gambar 6, topografi di selatan kolam tambang dapat diatasi oleh semua pompa yang tersedia dan terdapat 9 alternatif instalasi pompa.

Tabel 3. Instalasi Pompa di Utara Kolam Tambang

No Pompa	Head Total (m)	setting	Kapasitas		Efisiensi %	RPM	DAYA (HP)
			L/s	m ³ /h			
			UTARA				
2	81,0986	A	200	720	70	1200	309
		B	265	954	67	1300	428
		C	323	1.163	60	1300	583
4	68,5726		Shut off head				
5	74,4926	A	311	1.100	75	1000	405
		B	403	1.450	77	1000	520



Gambar 6. Instalasi Pompa di Selatan Kolam Tambang

Kapasitas terbesar pompa yang dapat dicapai pompa adalah 1.790 m³/h dengan efisiensi 70% dan daya terkecilnya adalah 107 HP. Pemasangan pompa di selatan kolam tambang (Tabel 4) menunjukkan kapasitas pompa lebih besar serta daya yang lebih kecil serta pemilihan alternatif pompa lebih banyak dibandingkan dengan apabila pemasangan pompa dilakukan di utara kolam tambang (Tabel 3). Oleh karena itu, pompa direkomendasikan untuk dipasang di selatan kolam tambang.

Tabel 4. Instalasi Pompa di Selatan Kolam Tambang

No Pompa	Head Total (m)	setting	Kapasitas		Efisiensi %	RPM	DAYA (HP)
			L/s	m ³ /h			
			SELATAN				
2	54,7376	A	162	583	70	900	169
		B	215	774	67	1000	235
		C	260	936	60	1100	317
4	32,6856	A	185	665	75,5	900	107
		B	250	900	72	1000	152
		C	284	1.020	68	1000	182
5	50,7266	A	334	1.200	77	900	293
		B	431	1.550	75	900	389
		C	498	1.790	70	1000	481

2.3. Pemilihan Pompa

Untuk dapat memenuhi target pengeluaran air sebesar 71.991,57 m³/hari. Dibutuhkan kapasitas pompa sebesar 3.599,58 m³/jam dengan 20 jam kerja. Dari alternatif yang telah diperhitungkan (Tabel 5), seluruh kombinasi

memenuhi kapasitas minimal yang dibutuhkan. Tetapi, kombinasi 1 memiliki daya yang paling kecil per 1 m³/jam dan berkapasitas paling besar per 1 HP daya yang digunakan dibandingkan dengan kombinasi lainnya. Sehingga, kombinasi 1 menjadi pilihan yang paling efisien.

Tabel 5. Alternatif Kombinasi Pompa Tersedia

	Pompa	Setelan	Daya (HP)	Jumlah Pompa	Kapasitas total (m ³ /h)	Daya Total (HP)	Kapasitas per 1 HP	HP per 1 m ³ /h
1	2	A	169	0	3.939	1.117	3,53	0,28
	4	C	182	4				
	5	B	389	1				
2	2	C	317	0	4.029	1.209	3,33	0,30
	4		182	4				
	5		481	1				
3	2	B	235	2	4.145	1.315	3,15	0,32
	4		152	3				
	5		389	1				
4	2	C	317	1	3.897	1.344	2,90	0,34
	4		182	3				
	5		481	1				
5	2	C	317	2	3.900	1.362	2,86	0,35
	4		182	4				
	5		481	0				

3. Analisis Perencanaan Sistem *Settling Pond*

3.1. Dimensi *Settling Pond*

Pembuatan kolam pengendapan (*settling pond*) bertujuan untuk mengendapkan sedimen-sedimen yang terkandung di dalam air [11]. Sebelum melakukan perencanaan kolam pengendapan, persen padatan yang terkandung dalam air harus diketahui terlebih dahulu. Input total debit air ke *settling pond* sebesar 1,069 m³/detik. Ukuran partikel endapan adalah 5 x 10⁻³ m yang berarti partikel merupakan serbuk halus dengan berat jenis padatan 5.100 kg/m³.

$$\begin{aligned} \text{Residu tersuspensi} &= \text{TSS} \times \text{Debit pemompaan} \quad (1) \\ &= 180 \text{ gr/m}^3 \times 1,069 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 192,42 \text{ gr/s} \end{aligned}$$

Dari rumus persamaan berat jenis padatan, diketahui berat jenis padatan 5.100 kg/m³ maka volume padatan yang masuk adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume padatan yang masuk} &= \frac{192,42 \text{ gr/s}}{5.100.000 \text{ gr/m}^3} \quad (2) \\ &= 0,00003773 \end{aligned}$$

Sehingga perbandingan padatan masuk dengan total campuran fluida dan padatan adalah:

$$\begin{aligned} \% \text{ Solid} &= \frac{0,00003773 \text{ m}^3/\text{s}}{1,069 \text{ m}^3/\text{s}} \times 100 \% \quad (3) \\ &= 0,003529 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Air} &= 100\% - 0,003529\% & (4) \\ &= 99,99647\% \end{aligned}$$

Karena persen padatan kurang dari 40% maka, untuk menghitung kecepatan pengendapan partikel digunakan hukum stokes.

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Pengendapan}(V_t) &= \frac{g \cdot D^2 \cdot (\rho_p - \rho_a)}{18\mu} & (5) \\ &= \frac{9,8 \times (5.10^{-5})^2 \times (5.100 - 1000)}{18 \times 0,801.10^{-3}} \\ &= 0,00697 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lebar kolam pengendapan dibuat sebesar 20 meter dengan kedalaman kolam pengendapan disesuaikan dengan jangkauan vertikal dari alat *backhoe* yang tersedia dikurangi 1 meter yaitu 4 meter. Setelah kedalaman kolam ditentukan, waktu yang dibutuhkan partikel untuk mengendap ke dasar kolam adalah:

$$\begin{aligned} T_v &= \frac{h}{V_t} & (6) \\ &= \frac{4 \text{ m}}{0,00697 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/menit}} \\ &= 9,565 \text{ menit} \end{aligned}$$

Partikel akan mengendap ke dasar kolam dengan kecepatan pengendapan sebesar 0,00697 m/s dalam waktu 10 menit. Maka, untuk mengendapkan 90% partikel yang terdapat dalam air, *settling pond* harus diberi sejumlah kompartemen.

$$\begin{aligned} \% \text{ Pengendapan} &= \frac{th}{th + V_t} \times 100\% & (7) \\ 90 &= \frac{th}{th + 9,565} \times 100\% \\ 0,9 (th + 9,565) &= 1 th \\ th &= 86,085 \text{ menit} \end{aligned}$$

Agar partikel mengendap sebanyak 90%, air membutuhkan waktu sebesar 86,085 menit untuk mengalir ke luar kolam. Maka, panjang aliran air yang harus ditempuh adalah:

$$\begin{aligned} \text{Aliran air} &= th \times v_h & (8) \\ &= 86,085 \text{ menit} \times 60 \text{ detik/menit} \times \frac{1,069 \text{ m}^3/\text{detik}}{60 \text{ m}^2} \\ &= 92,025 \text{ m} \end{aligned}$$

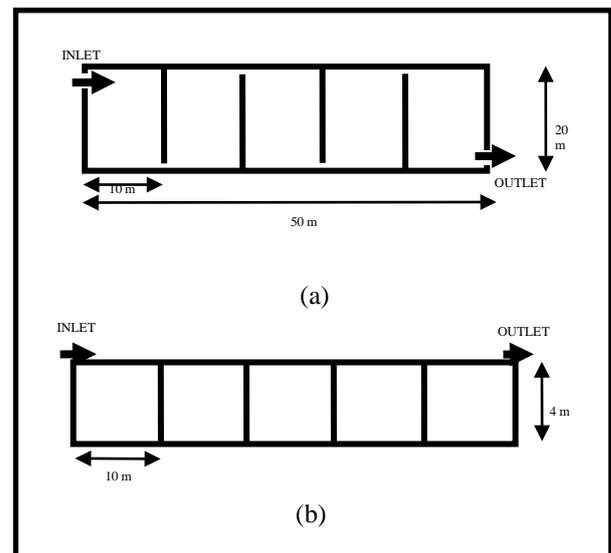
$$\begin{aligned} \text{Jumlah kompartemen} &= 92,025 \text{ m} / 20 \text{ m} \\ &= 5 \text{ Kompartemen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tiap kompartemen} &= \frac{4000 \text{ m}^3}{(20 \text{ m} \times 4 \text{ m})} : 5 \\ &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 6. Tabel Dimensi *Settling Pond*

No	Dimensi	
1	Lebar kolam	20 m
2	Panjang kolam	50 m
3	Kedalaman kolam	4 m
4	Banyak kompartemen	5 buah
5	Panjang kompartemen	10 m
6	Kapasitas kolam	4.000 m ³
7	Kapasitas kompartemen	800 m ³

Dimensi *settling pond* yang ideal agar target *dewatering* perusahaan tercapai adalah seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Dimensi Kolam Pengendapan (*Settling Pond*), (A) Tampak Atas (B) Tampak Samping

3.2. Dimensi Saluran Terbuka

Bentuk saluran terbuka yang dipilih adalah trapezium dengan bahan tanah tanpa perkerasan talud. Saluran dengan bentuk trapezium dipilih karena pembuatan dan perawatannya mudah. Debit dari *settling pond* sebesar 1,08 m³/jam dan kecepatan aliran sebesar 0,5 m/detik. Luas penampang basah dapat dicari dengan rumus di bawah ini [12]:

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{Q}{V} & (9) \\
 &= \frac{1,08 \text{ m}^3/\text{s}}{0,5 \text{ m/s}} \\
 &= 2,16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Talud dibuat tanpa perkerasan maka kemiringan talud harus dibuat sebesar 45° dan berlaku b/h = 1 yang memiliki arti bahwa b=h.

$$\begin{aligned}
 A &= (b+h)h & (10) \\
 &= 2h^2 \\
 h &= 1,04 \text{ m} \\
 b &= 1,04 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka lebar atas salurannya adalah

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A \times 2}{h} - b & (11) \\
 a &= 3,12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Agar air tidak meluap, diperlukan penambahan jagaan sebesar 0,5 m. Sehingga lebar atas saluran dibuat menjadi 4,12 m.

Setelah lebar dasar saluran dan tinggi muka air telah diketahui, Panjang keliling penampang basah (P) dapat dihitung.

$$\begin{aligned}
 P &= 0,82 \text{ m} + 2 \times 0,82 \text{ m} \sqrt{1 + 1^2} & (18) \\
 &= 3,98 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Setelah luas dan panjang keliling penampang basah diketahui, selanjutnya perlu diketahui jari-jari hidrolisnya. Jari-jari hidrolis ini berguna untuk mencari kemiringan saluran agar debit air yang mengalir sesuai dengan yang direncanakan.

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{2,16 \text{ m}^2}{3,98 \text{ m}} & (12) \\
 &= 0,54 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kemiringan saluran sangat penting karena tanpa adanya kemiringan air tidak akan berpindah tempat. Kemiringan dipengaruhi oleh kekasaran manning, yaitu sebesar 0,028 karena saluran akan dibuat dengan penggalian biasa dan lurus.

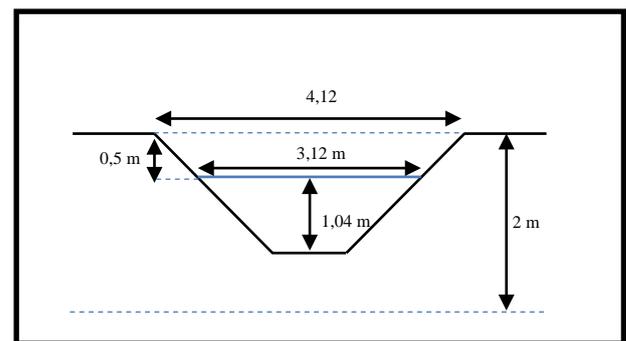
$$\begin{aligned}
 I &= \left(\frac{0,5 \text{ m/s} \times 0,028}{0,54^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \times 100\% & (13) \\
 &= 0,04425 \%
 \end{aligned}$$

Perbedaan elevasi dari *settling pond* dengan sungai adalah 2 m. Saluran terbuka dibuat dengan luas penampang basah sebesar 2,16 m dan keliling penampang basah sebesar 3,98 m (Tabel 7).

Tabel 7. Tabel Dimensi *Settling Pond*

No	Dimensi	
1	Luas penampang basah	2,16 m
3	Tinggi muka air	1,04 m
4	Lebar dasar saluran	1,04 m
5	Lebar atas saluran	4,12 m
6	Kemiringan saluran	0,04425 %
7	Kecepatan aliran	0,5 m/s
8	Debit aliran	1,08 m ³ /s

Dimensi penampang saluran terbuka yang ideal agar target pengaliran air tercapai dapat digambarkan seperti pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Penampang Saluran Terbuka

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilaksanakan ada beberapa hal yang dapat disimpulkan. Kedalaman kolam 58 m; luas area 26,72 Ha; panjang kolam 800 m; lebar kolam 200m; volume air 6.479.241,5 m³; PH air berkisar pada range 6-9; temperatur air dalam range 27,5-28,5; *dissolve oxygen* dalam range 3,26-4,52; Konduktivitas air berkisar antara 1.705-1.747; rata-rata TSS sebesar 180; Kandungan Fe²⁺ berkisar antara 0,10-0,45. Instalasi pompa direkomendasikan di selatan kolam tambang. Kombinasi pompa paling efisien dan memenuhi target adalah



kombinasi 1 dengan kapasitas 3.939 m³/h dengan daya total 1.117 HP. Dimensi *settling pond* yang sesuai adalah lebar kolam 20 m; panjang kolam 50 m; kedalaman kolam 4 m; banyak kompartemen 5 buah; panjang kompartemen 10 m; kapasitas kolam 4000 m³; kapasitas kompartemen 800 m³. Saluran terbuka dibuat berbentuk trapezium menggunakan bahan tanah digali biasa tanpa pengerasan talut dengan kemiringan saluran 0,044%; lebar dasar saluran 1,04 m; ketinggian air 1,04 m; lebar atas saluran 4,12 m; tinggi jagaan 0,5 m dengan kemiringan talut 45°.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bambang, T. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta offset.
- [2]. Gustari, I. (2009). Analisis Curah Hujan Pantai Barat Sumatera Bagian Utara Periode 1994-2007. *Jurnal Meterologi dan Geofisika*. 10 (1): 29-38.
- [3]. Kasim, T. dan Aziz, S. (2017). Evaluasi Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pada Pit Blovk B Di PT Minemex Indonesia Kabupaten Sarolangun Jambi. *Jurnal Bina Tambang*. 4(1) : 1-2.
- [4]. Haryoko, L. O. (2013). *Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Drainase di Kecamatan Tanjungkarang Pusat Bandar Lampung*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Malahayati.
- [5]. Kodoetie, R.J. (2008). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu (Edisi 2)*. Yogyakarta: Andi.
- [6]. Frilisa, C. et al (2017). Rencana Penyaliran Tambang Pada Pit Smd-1 PT. Kideco Jaya Agung Sub PT Petrosea TBK Kabupaten Pasen Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*. 5(2): 10-15.
- [7]. Sularsa dan Tahara H. (2000). *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [8]. Suripin (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Adi Offset.
- [9]. Suwandhi, A. (2004). *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: Unisba.
- [10]. Soewarno (2014). *Seri Hidrologi: Aplikasi Metode Statistika Untuk Analisis Data Hidrologi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [11]. SonTek. (2010). *River Surveyors S5/M9 System Manual Firmware Version 1.0*. Manual book. California : YSI incorporated.
- [12]. Wesli, (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.