

# KAJIAN TEKNIS SISTEM PENGELOLAAN AIR PADA KOLAM PENGENDAPAN DI SETTLING POND NORTH 3 UNTUK MEMENUHI STANDAR PERATURAN GUBERNUR KALSEL NOMOR 36 TAHUN 2008

## TECHNICAL ASSESSMENT OF WATER MANAGEMENT SYSTEM SETTLING POND NORTH 3 TO REACH STANDART QUALITY WATERBASED ON GOVERNOR REGULATION OF SOUTH KALIMANTAN NO. 36 OF 2008

Pipin Rio Sianturi<sup>1</sup>, Maulana Yusuf<sup>2</sup>, dan Hartini Iskandar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Palembang-Prabumulih, Km. 32 Inderalaya, 30662, Sumatera Selatan  
e-mail: [pipinrio96@gmail.com](mailto:pipinrio96@gmail.com)

### ABSTRAK

Metode penambangan open pit berpotensi menimbulkan akumulasi air masuk ke front penambangan dan mengikis dinding tambang dan membentuk lumpur sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah tambang di Settling Pond sebelum dialirkan ke Sungai. Tujuan Penelitian adalah melakukan kajian teknis sistem pengelolaan air untuk memenuhi Pergub Kalsel no.36 tahun 2008. Terdapat lima hasil analisis dalam penelitian. Pertama, jumlah debit air yang masuk menuju Settling Pond sebesar 1.371.296,131 m<sup>3</sup>/hari. Kedua, efektifitas dan efisiensi sedimentasi pada sediment pond sebesar 14,34% dari TSS inlet yang dapat dioptimumkan menjadi 20,81 % dari TSS inlet dengan melakukan sistem maintenance yang baik. Ketiga, sistem water balance pada Safety Pond memiliki 6 variasi bukaan valve pada ketinggian floating terhadap flokulator sebesar 0,5m hingga 3,5m dan ketinggian maksimal air pada Safety Pond agar tidak terjadi overdebit yaitu 3,58 m. Keempat, waktu maintenance pada Sediment Pond sebaiknya diubah dari setiap 6 bulan menjadi sistem estimasi berdasarkan debit yang masuk yaitu dengan debit inlet dengan debit inlet 0,3 hingga, 1,0 m<sup>3</sup>/s menjadi 2,44, 2,14, 1,95, 1,83, 1,73, 1,66, 1,6, 1,56 bulan dan waktu maintenance pada Mud Pond dilakukan dengan perencanaan berdasarkan besar nilai TSS yaitu dengan TSS 5.000, 10.000, 15.000, 20.000 mg/L dengan waktu maintenance 2,35, 1,16, 0,78, dan 0,55 bulan. Dimensi sediment pond north 3 harus diperbesar guna meningkatkan persentase pengendapan dari 20,81 % dari TSS inlet menjadi 29,90 % dari TSS inlet untuk menurunkan besar jumlah lumpur yang masuk menuju safety pond north 3 yang berdampak penurunan lifetime safety pond north 3 dan peningkatan TSS rata-rata pada mud pond north3.

Kata kunci: TSS, Sedimentasi, Settling Pond, Baku Mutu Air

### ABSTRACT

The mining method is an open pit that has the potential to accumulate water entering the mining front and erode the walls of the mine with the potential to form mud. The company is processing mine waste water in Settling Pond before being channeled to Sungai Jaing. The research objective was to conduct a technical study of the water management system to comply with the South Kalimantan Governor's regulation No.36 of 2008 where extraction, processing and analysis were carried out directly in the field. There are five results of the analysis in the study. First, the amount of water discharge entering the Settling Pond by calculating the Gumbel method is 1,371,296.131 m<sup>3</sup>/day. Second, the effectiveness and efficiency of sedimentation in the sediment pond of 14.34% from the TSS inlet which can be optimized to 20.81% of the TSS inlet by performing a good maintenance system. Third, the water balance system at Safety Pond can only open in six variation valves at a floating height of a flocculator from 0.5m to 3.5m and the maximum height of water at Safety Pond so there is no overdebit which is 3.58 m. Fourth, the maintenance time in Pond Sediment should be changed from every 6 months to an estimation system based inlet discharge of 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 m to 2.44, 2.14, 1.95, 1.83, 1.73, 1.66, 1.6, 1.56 months and maintenance time at Mud Pond planning is done based on the value of TSS with TSS 5,000, 10,000, 15,000, 20,000 mg / L with maintenance time 2.35, 1.16, 0.78, and 0.55 months.

*The dimensions of sediment pond north 3 must be enlarged to increase the deposition percentage from 20.81% of the TSS inlet to 29.90% from the TSS inlet to reduce the amount of sludge that enters safety pond north 3 which results in decreased lifetime safety of pond north 3 and increased TSS average at mud pond north 3.*

Keywords: TSS, Settling Pond, Water Quality Standart

## 1. PENDAHULUAN

Metode penambangan yang menggunakan metode *open pit* yang akan membentuk jenjang dan cekungan kebawah yang berpotensi sebagai akumulasi air yang masuk ke *front* penambangan dan mengikis dinding tambang (*soil*) yang berpotensi terbentuknya lumpur. Lumpur yang masuk ke area *front* penambangan dapat menghambat proses penambangan dan menyebabkan kerusakan alat. Oleh karena itu, pemompaan lumpur dilakukan dari *front* penambangan menuju *settling pond* untuk dikelola sebelum dialirkan menuju masyarakat sekitar.

Berdasarkan Keputusan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 36 tahun 2008 tentang baku mutu air, kandungan TSS maksimal yang dapat dibuang ke aliran sungai adalah 200 mg/L dan besar debit air maksimum *outlet settling pond north 3* yang harus dialirkan ke sungai Jaing sebesar 3,7 m<sup>3</sup>/s belum dapat terpenuhi. Hal tersebut disebabkan tidak dioptimalkan proses pengendapan pada kompartemen *settling pond north 3*. Pada kolam sedimentasi persentase pengendapan rata-rata hanya sebesar 14,34%. Persentase pengendapan yang tidak maksimal menyebabkan masuknya lumpur pada kolam pengaman yang menyebabkan berkurangnya daya tampung maksimum pada kolam pengaman. Hal ini berdampak terjadinya *over debit* pada kolam pengaman dan meningkatnya kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) yang masuk menuju kolam pengolahan dan menyebabkan waktu *maintenance* pada kolam lumpur semakin cepat[1].

Tujuan penelitian adalah melakukan kajian teknis sistem pengelolaan air pada kolam pengendapan di *settling pond north 3* untuk memenuhi peraturan Gubernur Kalsel Nomor 36 tahun 2008. Secara rinci tujuan penelitian yaitu untuk menganalisis jumlah debit air yang masuk menuju *settling pond north 3*, menganalisis efektifitas dan efisiensi proses sedimentasi pada *sediment pond north 3*, mengkaji sistem *water balance* pada *safety pond north 3*, mengkaji dimensi *settling pond north 3* yang diperlukan untuk mencapai memenuhi standar peraturan Gubernur Kalsel no. 36 tahun 2008 yaitu tentang baku mutu air usaha pertambangan batubara.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan mulai dari 28 Maret 2018 sampai 28 Mei 2018 di lokasi penambangan Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah survei lapangan dengan pengamatan secara langsung di lokasi terhadap kondisi teknis dan kegiatan yang berhubungan langsung dengan *settling pond north 3*. Pengambilan data, pengolahan, dan analisis data dilakukan dengan pengukuran langsung dilapangan.

Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian, yaitu:

### 2.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan dengan mencari bahan-bahan referensi berupa teori-teori dan rumusan seperti persamaan produktivitas alat, spesifikasi alat, serta kegiatan penambangan batubara secara tambang terbuka yaitu dengan mempelajari bahan-bahan pustaka yang ada baik berupa buku, jurnal, karya ilmiah dan laporan penelitian yang berhubungan dengan kegiatan penelitian.

### 2.2. Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap sistem pengelolaan air limbah tambang pada penambangan batubara yang dilakukan di lapangan dan mencari informasi pendukung yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas.

### 2.3. Pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang digunakan sebagai berikut:

#### 1. Data Primer

Data ini diambil dari pengamatan lapangan, dokumentasi, dan tanya jawab serta diskusi dengan pengawas tambang maupun pekerja tambang, data tersebut meliputi data dimensi *settling pond north 3*, data kecepatan aliran, data debit aliran aktual, data karakteristik partikel, data kecepatan aliran aktual, data TSS Aktual.

#### 2. Data Sekunder

Data ini dikumpulkan berdasarkan referensi dari perusahaan dan buku-buku atau laporan perusahaan yang mendukung, data tersebut meliputi data curah hujan, peta kontur, debit aktual pemompaan, suhu rata-rata, data *historical* kerja pompa,

data alat *floating inlet*, dan data *outlet settling pond*.

#### 2.4. Pengolahan Data dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan secara manual terhadap data yang diperoleh dari pengamatan di lapangan, data informasi pendukung maupun data perusahaan. Analisis data dilakukan berdasarkan perumusan masalah pada bab sebelumnya. Berikut adalah penjelasan mengenai tahapan analisis pada kajian teknis *settling pond north 3* berdasarkan perumusan masalah:

- a) Analisis debit air total yang masuk menuju *settling pond north 3* dilakukan dengan menggunakan data curah hujan, data *catchment area*, data suhu rata-rata, data pompa aktual, dan data koefisien air limpasan dengan menggunakan *arcgis*.

Besaran debit aliran yang masuk ke *settling pond* terdiri dari empat, yaitu debit air limpasan, debit air tanah, debit evaporasi, dan debit pompa [2]. Debit limpasan ( $Q_L$ ) ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa variabel. Variabel-variabel tersebut diantaranya frekuensi curah hujan ( $XT$ ), luas *catchment area* ( $A$ ), waktu konsentrasi ( $T_c$ ), dan koefisien limpasan ( $C$ ). Debit limpasan, debit air tanah, debit evaporasi, dan debit total ditentukan menggunakan rumus berikut[2-4]:

$$Q_L = 0.278 \times C \times \frac{XT}{24} \left( \frac{24}{T_c} \right) \times A \quad (1)$$

$$Q_t = -AK \frac{\partial h}{\partial L} \quad (2)$$

$$Q_{\text{evapor}} = \frac{P}{\left[ 0.9 + \left( \frac{P}{L(T)} \right)^2 \right]^{0.5}} \quad (3)$$

$$Q_{\text{total}} = Q_L + Q_t + Q_{\text{pompa}} - Q_{\text{evapor}} \quad (4)$$

#### Keterangan:

- $Q_L$  = Debit limpasan ( $m^3/jam$ )
- $Q_{\text{pompa}}$  = Debit pompa ( $m^3/jam$ )
- $Q_{\text{total}}$  = Debit total ( $m^3/jam$ )
- $Q_{\text{evapor}}$  = Debit evaporasi ( $m^3/jam$ )
- $Q_t$  = Debit air tanah ( $m^3/jam$ )
- $XT$  = Frekuensi curah hujan (mm)
- $T_c$  = Waktu konsentrasi (jam)
- $C$  = Koefisien limpasan (ditentukan berdasarkan keadaan topografi)
- $A$  = *Catchment area* ( $m^2$ )
- $P$  = Curah hujan tahunan rata-rata (mm/tahun)
- $T$  = Temperatur rata-rata ( $^{\circ}C$ )
- $L(T)$  = Fungsi suhu =  $300 + 25T + 0,05T^3$
- $A$  = Luas penampang tabung (akuifer)
- $K$  = Konduktivitas hidraulik
- $\partial h / \partial L$  = Kemiringan muka air tanah (gradien hidrolik).

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa tekanan dari fluida yang bergerak seperti udara berkurang ketika fluida tersebut bergerak lebih cepat. Persamaan Bernoulli memiliki hubungan antara tekanan, kecepatan fluida, dan elevasi dalam sistem aliran. Secara umum hukum Bernoulli menyatakan bahwa tekanan suatu fluida di tempat yang kecepatannya tinggi lebih kecil dibandingkan dengan fluida yang kecepatannya rendah. Jadi semakin besar kecepatan fluida dalam suatu pipa maka tekanan yang dihasilkan akan semakin kecil, dan sebaliknya semakin kecil kecepatan fluida dalam suatu fluida maka tekanan yang dihasilkan akan semakin besar. Persamaan hukum Bernoulli dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f + H_e \quad (5)$$

#### Keterangan:

- $P_1$  = tekanan fluida pada aliran *inlet*
- $P_2$  = tekanan fluida pada aliran *outlet*
- $Z_1$  = ketinggian pipa aliran *inlet*
- $Z_2$  = ketinggian pipa aliran *outlet*
- $v$  = kecepatan aliran fluida

- Hf = penurunan tekanan karena gesekan  
 He = penurunan tekanan karena belokan

Bila fluida mengalir melalui suatu pipa dan tekanan fluida diukur pada dua tempat sepanjang pipa, akan dijumpai kenyataan bahwa tekanan berkurang dalam arah aliran. Penurunan tekanan ini disebabkan karena gesekan fluida pada dinding pipa. Menurut White (1986), penurunan tekanan ( $\Delta p$ ) sepanjang pipa ( $L$ ) dapat dinyatakan sebagai [5].

$$\frac{\Delta P}{\rho g} = hf = f \frac{L V^2}{d 2g} \quad (6)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \left( \frac{3.7d}{n} \right) \quad (7)$$

Keterangan:

- $\Delta P$  = tekanan zat cair(N/m<sup>2</sup>)  
 $\rho$  = massa jenis udara(kg/m<sup>3</sup>)  
 $g$  = percepatan gravitasi(m/s<sup>2</sup>)  
 $hf$  = penurunan tekanan(m)  
 $L$  = panjang pipa(m)  
 $d$  = diameter pipa (m)  
 $f$  = koefesien gesekan pipa  
 $V$  = kecepatan aliran fluida(m/s)

Kehilangan kejutan dari energi tidak timbul pada pipa lurus, seragam, tetapi pada diskontinuitas seperti katup, belokan, dan perubahan penampang kehilangan tenaga karena perbesaran penampang disebabkan oleh pusaran dan tumbukan. Kehilangan tenaga akibat dari belokan pada pipa adalah sebagai berikut [6]

$$He = k \frac{v^2}{2} \quad (8)$$

Keterangan:

- He = penurunan tekanan zat cair (N/m<sup>2</sup>)  
 $\rho$  = massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)  
 $k$  = koefesien belokan pipa  
 $V$  = kecepatan aliran fluida (m/s)

- b) Analisis efektifitas dan efesiensi proses sedimentasi pada *sediment pond* dilakukan dengan menggunakan data kecepatan aliran, perhitungan kecepatan pengendapan dengan hukum stokes, dan perhitungan persentase pengendapan. Carlsson pada tahun 1998 menjelaskan bahwa *sediment pond* adalah tempat untuk menangkap *run off* dan menahan material padat hingga terendapkan menjadi sedimen, sedangkan air akan diteruskan. *Sediment pond* menerapkan mekanisme pemisahan material padat dari air dengan menggunakan gaya gravitasi dan menerapkan hukum *stokes*. Perhitungan nilai kecepatan pengendapan ditentukan dengan menggunakan rumus berikut [7].

$$v = \frac{g (\rho p - \rho f) d^2}{18\mu} \quad (9)$$

Keterangan:

- $v$  = Kecepatan pengendapan (m/s)  $g$  = Percepatan gravitasi(m/s<sup>2</sup>)  
 $\rho p$  = *Density* partikel (Kg/m<sup>3</sup>)  
 $\rho f$  = *Density* fluida(Kg/m<sup>3</sup>)  
 $\mu$  = Viskositas fluida(Kg/ms)

- c) Analisis sistem *water balance* pada *safety pond* dilakukan dengan menggunakan data debit curah hujan periode ulang 100 tahunan, data *floating set system*, dan data debit *outlet settlingpond*.  
 d) Analisis efektifitas pengendapan pada *sediment pond*. Analisis ini dilakukan untuk mengukur tingkat efektifitas *sediment pond* dengan menggunakan data parameter *Total Suspended Solid* (TSS) pada posisi *inlet* dan *outlet*.  
 e) Analisis sistem maintenance pada kolam lumpur dilakukan dengan menggunakan data TSS aktual dan data debit aktual.

Perawatan terhadap kolam pengendapan (*settling pond*) perlu dilakukan untuk menjaga agar tidak terjadipendangkalan. Upaya perawatan perlu dilakukan secara teratur melalui pengerukan material sedimen pada dasarkolam pengendapan (*settling pond*). Menurut *Virginia Soil and Water Conservation Commision* (1980) dalam Simons (1982) merekomendasikan pengerukan dilakukan ketika jumlah sedimen berkisar 60% dari volume desain endapan untuk menjaga pengendapan tetap optimum. Dalam menentukan waktu pemeliharaan atau waktu pengerukan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [8].

$$\text{WaktuPengerukan} = v \text{ (m}^3\text{)}/Q\text{(m}^3\text{/s)} \quad (10)$$

Keterangan:

v = Volume kolam (m<sup>3</sup>)

Q = Debit padatan yang masuk (m<sup>3</sup>/s)

f) Analisis rencana dimensi settling pond dilakukan berdasarkan kajian teknis seluruh aspek dari perhitungan debit total yang masuk menuju settling pond, efisiensi dan efektifitas sediment pond, sistem water balance pada safety pond, dan waktu maintenance pada mud pond [9] untuk memenuhi standar peraturan gubernur Kalsel no.36 tahun 2008.

### 2.5. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan pengolahan dan menganalisis data dari hasil pengamatan di lapangan, maka dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan dan saran mengenai sistem maintenance yang baik, penggunaan floating inlet yang baik agar tidak terjadi overdebit dan bentuk dimensi rencana kolam yang baik untuk meningkatkan persentase pengendapan dan mengurangi jumlah lumpur yang masuk menuju kolam pengaman [10].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisis Debit Air yang Masuk Menuju Settling Pond North 3

Perhitungan debit air yang masuk ke area settling pond north 3 merupakan akumulasi dari air limpasan hujan dan air pemompaan dari *sump pit north*. Air yang terakumulasi ini akan berkurang secara evaporasi dikarenakan suhu sehingga debit masuk total akan dikurangi dengan debit evaporasi yang terjadi pada suhu tertentu. Pada pembahasan ini, akan didapatkan hasil analisis perhitungan debit air masuk yang aktual dan rencana (Tabel 1).

#### 3.1.1. Curah Hujan Rencana

Data curah hujan digunakan sebagai dasar perhitungan untuk melakukan perkiraan curah hujan rencana. Data curah hujan yang didapat harus memuat berbagai data, yaitu data curah hujan bulanan, curah hujan maksimum, jam hujan, dan hari hujan. Data tersebut diolah dengan menggunakan Metode Analisa Gumbel. Berdasarkan pengolahan data curah hujan menggunakan Metode Analisa Gumbel didapatkan hasil perkiraan curah hujan rencana di *pit North* sebesar 183,768 mm.

#### 3.1.2. Debit Air Limpasan

Sumber air yang masuk menuju settling pond north 3 berasal dari air hujan, pemompaan dari sump, dan air limpasan yang mengalir dari bukit-bukit di sekitar wilayah settling pond north 3 yang dapat diketahui dari pengamatan peta daerah tangkapan air hujan yang telah diketahui. Debit air limpasan dihitung dengan menggunakan persamaan rasional. Parameter untuk mendapatkan debit air limpasan yaitu intensitas curah hujan, koefisien air limpasan, dan luas daerah tangkapan air hujan. Berdasarkan hasil analisis didapatkan jumlah debit air limpasan per hari yang masuk ke dalam tambang DTH 1 sebesar 1.192.089,41 m<sup>3</sup>/hari dan DTH 2 sebesar 68.775,54 m<sup>3</sup>/hari.

#### 3.1.3. Debit Pompa

Berdasarkan hasil perencanaan dari Mine Water Project & Planning (MWPP), jumlah pompa yang masuk menuju *settling pond north 3* sebanyak 8 pompa dari 2 sump dengan jenis pompa *Selwood H200* pada area pit North Tutupan. Kemampuan pompa maksimal setiap pompa yaitu sebesar 720 m<sup>3</sup>/jam dengan nilai *Physical Availability (PA)* pompa sebesar 85% dan lama pemompaan selama 24 jam. Sehingga debit pompa rencana yang masuk menuju settling pond north 3 sebesar 117.504 m<sup>3</sup>/hari. Namun secara aktual, debit pompa rata-rata yang masuk menuju settling pond north 3 dari Januari 2018 – Maret 2018 sebesar 48.122 m<sup>3</sup>/hari.

#### 3.1.4. Debit Total

Hasil analisis debit air yang masuk menuju settling pond north 3 rencana sebesar 1.371.296,131 m<sup>3</sup>/hari dan debit air yang masuk menuju settling pond north 3 aktual sebesar 1.301.914,131 m<sup>3</sup>/hari. Perbedaan debit air total yang masuk secara aktual dan rencana dipengaruhi oleh pompa tidak bekerja secara maksimal sesuai dengan kemampuan pompa. Hal tersebut mempengaruhi proses sistem water balance pada safety pond agar tidak terjadi over debit.

**Tabel 1. Debit Total Air yang Masuk Menuju Settling Pond North 3**

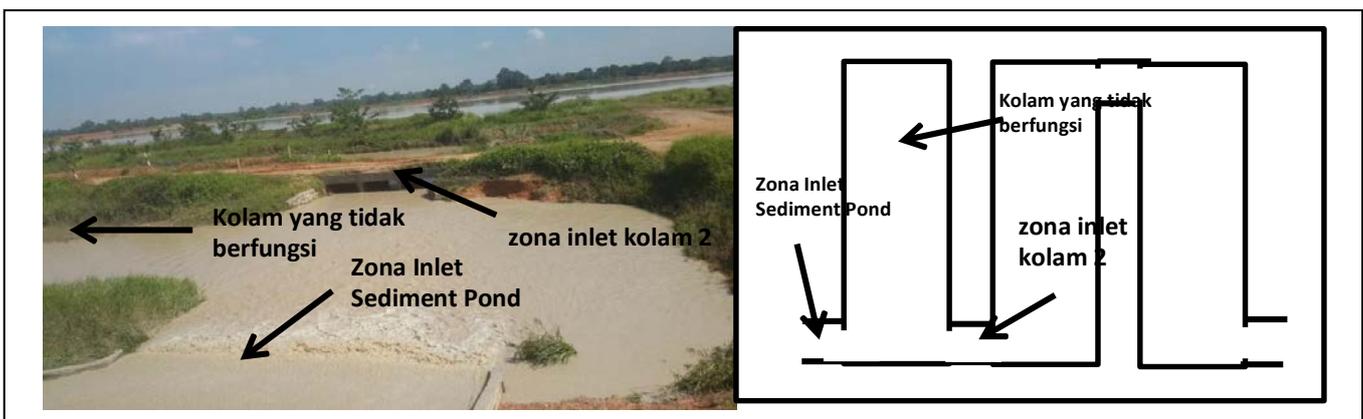
No	Hasil Perhitungan	Aktual	Rencana
1	Debit pompa (m <sup>3</sup> /hari)	48.122	117.504
2	Debit limpasan sekitar SP (m <sup>3</sup> /hari)	1.253.792,131	1.253.792,131
3	Debit total (m <sup>3</sup> /hari)	1.301.914,131	1.371.296,131

3.2 Persentase Pengendapan Aktual dan Teoritis Pada Sediment Pond North 3

Sediment Pond menerapkan mekanisme sedimentation, yaitu mekanisme pemisahan material padat dari air dengan menggunakan gaya gravitasi dan menerapkan hukum stokes. Berdasarkan hukum stokes, hasil perhitungan kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh gaya gravitasi, diameter partikel, densitas partikel, densitas fluida, dan viskositas fluida. Berdasarkan hukum *stokes*, hasil perhitungan kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh gaya gravitasi, diameter partikel, densitas partikel, densitas fluida, dan viskositas fluida. Dalam proses pengendapan ini partikel mampu mengendap dengan baik jika waktu pengendapan tidak lebih besar dari waktu aliran. Jika waktu yang diperlukan untuk mengendap lebih kecil dari waktu yang diperlukan untuk mengalir ke luar kolam atau dengan kata lain proses pengendapan lebih cepat dari aliran maka proses pengendapan dapat terjadi. Dari data pada (Tabel 2) persentase pengendapan pada sediment pond north 3 hanya mampu mengendapkan 45,45 % pada besar debit air yang masuk sebesar 0,36 m<sup>3</sup>/s. Hal ini disebabkan karena desain *sediment pond north 3* terdiri atas 2 seri kolam dengan jumlah kolam per seri yaitu 3 buah. Namun pada kondisi aktual setiap seri, kolam yang berfungsi dengan baik hanya terdiri dari 2 kolam. Karena pada saat proses development adanya perbedaan bentuk desain dengan pembuatan kolam sedimen yang dapat dilihat (Gambar 1) pada Air masuk menuju zona inlet sediment pond dan langsung menuju zona inlet kolam kedua tanpa melalui kolam 1. Hal inilah sebagai faktor utama proses pengendapan pada sediment pond tidak maksimal. adanya perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh dimensi *sediment pond north 3* yang sudah tidak sesuai dengan desain sediment pond north 3 secara ideal karena kurangnya proses pemeliharaan secara berkala. Hal ini menyebabkan kolam sediment pond tidak mampu melakukan proses pengendapan secara maksimal. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa penurunan TSS aktual *sediment pond north 3* sebesar 421,83 mg/L dengan persentase 14,34 % dari TSS inlet sedangkan penurunan TSS secara teoritis dengan dimensi kolam yang baik mampu menurunkan TSS sebesar 612,08 mg/L dengan persentase 20,81 % dari TSS Inlet pada *sediment Pond North 3*.

Tabel 2. Persentase Pengendapan Aktual dan Teoritis

Debit (m <sup>3</sup> /s)	Waktu Endap (s)	Waktu Aliran Aktual (s)	Waktu Aliran Teoritis (s)	% Pengendapan Aktual	% Pengendapan Teoritis
0,36	7.317,07	6.096,98	17.053,83	45,45	69,98
0,72	7.317,07	4.154,15	8.526,91	36,21	53,82
1,4	7.317,07	2.593,25	4.385,27	26,17	37,47
2,8	7.317,07	1.462,15	2.192,63	16,65	23,06
5,6	7.317,07	780,92	1.096,31	9,64	13,03
7,2	7.317,07	616,72	852,69	7,77	10,44



Gambar 1. Bentuk Desain *Sediment Pond* Aktual

3.2.1. Perbaikan Waktu *Maintenance Sediment Pond*

Waktu pemeliharaan pada *sediment pond north 3* dipengaruhi oleh kandungan TSS yang masuk dan besar debit air yang masuk menuju *Sediment Pond North 3*. Namun secara aktual debit air dan kandungan TSS tidak dijadikan sebagai acuan utama. Waktu pemeliharaan pada *sediment pond north 3* dilakukan setiap 6 bulan. Perhitungan waktu pemeliharaan menurut *Virginia Soil and Water Conservation Commission* (1980) dalam Simons (1982) merekomendasikan pengerukan ketika jumlah sedimen berkisar 60% dari volume desain endapan. Perbaikan waktu pemeliharaan *sediment pond* digunakan untuk meningkatkan persentase pengendapan pada *sediment pond* sesuai dengan rencana. Hasil perhitungan pada waktu pemeliharaan pada *Sediment Pond* dapat dilakukan dengan sistem estimasi dapat dilihat pada (Tabel 3). Waktu pemeliharaan dilakukan perubahan dari 6 bulan sekali menjadi sistem estimasi berdasarkan besar debit yang masuk yaitu dengan debit inlet 0,3,0,4,0,5,0,6,0,7,0,8,0,9,1,0m<sup>3</sup>/s menjadi 2,44, 2,14, 1,95, 1,83, 1,73, 1,66, 1,6, 1,56 bulan. Perubahan waktu *maintenance* akan meningkatkan persentase pengendapan sesuai dengan kondisi ideal yaitu dari 14,34 % dari TSS *inlet* menjadi 20,81 % dari TSS *inlet* yang akan mengurangi masuknya jumlah lumpur menuju *safety pond*.

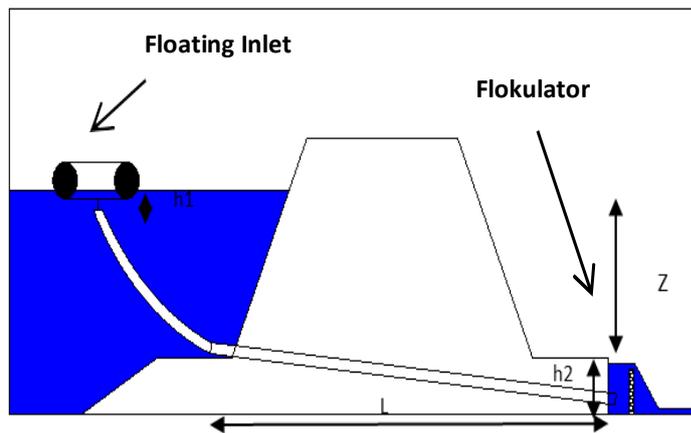
**Tabel 3. Estimasi Waktu *Maintenance Sediment Pond***

<i>Estimation Maintenance Sediment Pond</i>		
<b>Weather</b>		
<i>Rainfall</i>	<b>200</b>	<b>mm/month</b>
<i>Raindays</i>	<b>26</b>	<b>day</b>
<i>TSS Inlet</i>	<b>7975</b>	<b>mg/L</b>
<b>Catchment Run Off</b>		
<i>Run Off Coefecient</i>	<b>0,876</b>	
<i>Rainfall Intensity</i>	<b>7,69</b>	<b>mm/hari</b>
<i>Catchment Area</i>	<b>1414</b>	<b>Ha</b>
<b>Pumping From Pit</b>		
<i>Number of Line Pump</i>	<b>8</b>	<b>Line</b>
<i>Max Pump Capacity</i>	<b>200</b>	<b>Liter/s</b>
<i>Use of Avaibility</i>	<b>85</b>	<b>%</b>
<i>Water Volume to SP (from pump)</i>	<b>4896</b>	<b>m<sup>3</sup>/day</b>
<i>Total Water Volume to SP</i>	<b>0,56</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Kecepatan Pengendapan</b>	<b>0,00041</b>	<b>m<sup>2</sup>/s</b>
<b>Kecepatan Aliran</b>	<b>0,02</b>	<b>m<sup>2</sup>/s</b>
<b>Waktu Pengendapan</b>	<b>7317,07</b>	<b>s</b>
<b>Waktu Aliran</b>	<b>10934,30</b>	<b>s</b>
<b>Persentase Pengendapan</b>	<b>59,91</b>	<b>%</b>
<b>Persentase Pengendapan Pond 1</b>	<b>42,76</b>	<b>%</b>
<b>Persentase Pengendapan Pond 2</b>	<b>17,14</b>	<b>%</b>
<b>Volume TSS Sediment Pond 1</b>	<b>2180,89</b>	<b>m<sup>3</sup>/month</b>
<b>Volume TSS Sediment Pond 2</b>	<b>1055,96</b>	<b>m<sup>3</sup>/month</b>
<b><i>Maintenance Pond 1</i></b>	<b>1,85</b>	<b>Month</b>
<b><i>Maintenance Pond 2</i></b>	<b>3,77</b>	<b>Month</b>

3.3. *Water Balance*

*Water balance* adalah hubungan antara air masukan total dengan air keluaran total dalam suatu daerah pada periode tertentu. Berdasarkan Keputusan Bupati Tabalong No 188.45/524/2014, debit ijin maksimum yang dialirkan dari *settling pond north 3* menuju sungai Jaing adalah 3,7 m<sup>3</sup>/s. Dengan daerah tangkapan air hujan yang sangat luas, maka dilakukan proses pengelolaan untuk mencapai debit ijin yang ditetapkan. Pengelolaan debit ijin dilakukan dengan menggunakan

*Underflow Pipe System* dapat dilihat pada (Gambar 2). *Underflow Pipe System* merupakan sistem pengelolaan air menggunakan *floating inlet* dan *valve* dengan sistem aliran dari bawah untuk menjaga debit air yang keluar sesuai dengan debit ijin yang berlaku. Hasil analisis, untuk pengaturan debit *outlet* dipengaruhi oleh ketinggian *floating* terhadap flokulator. Pada ketinggian *floating* terhadap flokulator sebesar 0,5 m, 1m, 1,5m, 2m maka jumlah *valve* yang dapat dioperasikan yaitu sebanyak 57, 51, 46, 43 buah dapat dilihat pada (Tabel 4). Sistem *water balance* menghubungkan jumlah debit *inlet* dan *outlet* pada kolam pengaman. Jumlah debit *inlet* maksimum berdasarkan perhitungan sebesar 1.301.914,131 m<sup>3</sup>/hari, jumlah volume lumpur sebesar 676.271 m<sup>3</sup>, dan debit *outlet* maksimum sebesar 319.680 m<sup>3</sup>/hari maka perlu dilakukan penjagaan kemampuan kolam agar tidak terjadi over debit. Tinggi maksimum kondisi pada *safety pond north 3* untuk tidak terjadinya *over debit* pada *safety pond* yaitu 3,58m.



Gambar 2. *Underflow Pipe System*

Tabel 4. Hasil Perhitungan *valve* operasional

No	Data						
1	Ketinggian <i>Floating</i> Terhadap Flokulator	Z	m	0,5	1	1,5	2
2	Diameter Pipa <i>Underflow</i>	D	inch	8	8	8	8
3	Diameter Pipa <i>Underflow</i>	D	m	0,2032	0,2032	0,2032	0,2032
4	Massa Jenis Air	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000	1000	1000
5	Pecepatan Gravitasi	g	m/s <sup>2</sup>	9,8	9,8	9,8	9,8
6	Kedalaman Pipa pada <i>Floating Set</i>	Z1	m	0,2	0,2	0,2	0,2
7	Kedalaman Pipa pada Flokulator	Z2	m	0,55	0,55	0,55	0,55
8	Tekanan Pipa dalam <i>Floating</i>	P1	N/m <sup>2</sup>	1960	1960	1960	1960
9	Tekanan Pipa dalam Flokulator	P2	N/m <sup>2</sup>	5390	5390	5390	5390
10	Panjang Pipa	L	m	40	40	40	40
11	Panjang Pipa <i>Flexible Hose</i>	Lf	m	8	8	8	8
12	Derajat Kemiringan <i>Flexible</i>	$\alpha$	derajat	3,58	7,14	10,68	14,18
13	Kekasaran Pipa	n	mm	0,02	0,02	0,02	0,02
14	Jari-Jari Belokan	R	m	6,50	3,26	2,17	1,63
15	Faktor Gesekan pada Pipa	f		0,01194	0,01194	0,01194	0,01194
16	Faktor Belokan Pada Pipa	k		0,00033	0,00082	0,00165	0,00292
17	Kecepatan Aliran	V	m/s <sup>2</sup>	1,99	2,24	2,46	2,66
18	Debit 1 line Teoritis	Q	m <sup>3</sup> /s	0,065	0,073	0,080	0,086
17	Debit Ijin	Q	m <sup>3</sup> /s	3,7	3,7	3,7	3,7
18	Jumlah <i>Valve</i> Operasional	n		57	51	46	43

### 3.4. Perencanaan Dimensi Rencana *Settling Pond North 3*

Pembuatan kolam pengendapan lumpur bertujuan untuk menampung air dari tambang yang mengandung material (lumpur) sebelum di alirkan ke perairan umum (sungai). Hal ini dilakukan agar partikel-partikel material halus yang tersuspensi didalam air diendapkan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke perairan umum. Berdasarkan perhitungan analisis pada *sediment pond*, *safety pond*, dan *mud pond*, perlunya penambahan kolam pada *sediment pond* untuk dapat mengendapkan material sedimentasi lebih baik. Dampak yang disebabkan karena kurang efisien sedimentasi pada *sediment pond* berdampak pada kemampuan *safety pond* untuk menampung curah hujan maksimum. Efisiensi sedimentasi yang rendah menyebabkan meningkatnya jumlah lumpur pada *safety pond* dan meningkatnya TSS pada *mud pond*. Persentase pengendapan meningkat dari 20,81 % dari TSS *Inlet* menjadi 28,90 % dari TSS *Inlet* dengan menambah lebar kolam dari 20m menjadi 40m.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya maka dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan perhitungan dengan metode Gumbel dengan perhitungan curah hujan rencana 100 tahunan, besar debit rencana sebesar 1.371.296,131 m<sup>3</sup>/hari dan debit aktual sebesar 1.301.914,131m<sup>3</sup>/hari
2. Efisiensi proses sedimentasi pada *sediment pond north 3* rata-rata sebesar 14,34% dari TSS *Inlet* dan dapat dioptimumkan hingga 20,81 % apabila dilakukan sistem *maintenance* yang baik pada *sediment pond north3*.
3. Sistem *water balance* dengan menggunakan *underflow pipe system* pada pengelolaan air dari *safety pond* menuju *mud pond* hanya boleh membuka 57, 51, 46, 43, 38, 36, 34 *valve* pada ketinggian *floating* terhadap flokulator sebesar 0,5m, 1m, 1,5m, 2m, 2,5m, 3m, 3,5m untuk memenuhi debit ijin maksimal yaitu sebesar 3,7 m<sup>3</sup>/s dan ketinggian maksimal air pada *safety pond north 3* sebesar 3,58 m agar tidak terjadinya *overdebit*.
4. Waktu *maintenance* pada *sediment pond* sebaiknya diubah dari setiap 6 bulan menjadi sistem estimasi berdasarkan besar debit yang masuk yaitu dengan debit inlet 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0 m<sup>3</sup>/s menjadi 2,44, 2,14, 1,95, 1,83, 1,73, 1,66, 1,6, 1,56 bulan dan waktu *maintenance* pada *mud pond north 3* dilakukan dengan perencanaan berdasarkan besar nilai TSS yaitu dengan TSS 5.000, 10.000, 15.000, 20.000 mg/L dengan waktu *maintenance* 2,35, 1,16, 0,78, dan 0,55bulan.
5. Dimensi *sediment pond north 3* harus diperbesar dengan menambah lebar kolam dari 20m menjadi 40m guna meningkatkan persentase pengendapan dari 20,81 % dari TSS inlet menjadi 29,90 % dari TSS *inlet* untuk menurunkan besar jumlah lumpur yang masuk menuju *safety pond north 3* yang berdampak penurunan *lifetime safety pond north 3* dan peningkatan TSS rata-rata pada *mud pond north3*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM. (2012). *Kajian Kebijakan, Pengembangan Industri Mineral sebagai Kawasan Ekonomi Khusus*. Laporan penelitian, Pusat Data dan Informasi ESDM. Jakarta:KESDM.
- [2] Harfani, E. Y. (2007). *Evaluasi Pengelolaan Lingkungan PT. Bukit Baiduri Energi Di Kalimantan Timur*. Tesis, Program Magister Ilmu Lingkungan: Universitas Diponegoro.
- [3] Suprpto, S. J. (2007). Data Sumber Daya Sebagai Dasar Penerapan Dan Perencanaan Konservasi. *Prosiding Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Tahun 2007*, Jakarta: Pusat Sumber DayaGeologi.
- [4] Sulistyorini, D.T., Yusronia E. P. R. W., & Indryani, R. (2013). Kajian Aspek Teknis dan Aspek Ekonomis Proyek Packing Plant PT. Semen Indonesiadi Banjarmasin, *Jurnal Teknik Pomits*, 1 (1),1-5.
- [5] Sihotang, A. Y. Z., Djarwanti, N., & Dananjaya, R., H., 2016. Analisis Stabilitas Lereng Yang Diperkuat Dengan Cerucuk Kayu Di Desa Sendangmulyo, Tirtomoyo, Wonogiri, *E-Jurnal Matriks 1 Teknik Sipil/September 2016*, 1(1),674.
- [6] US-EPA. (1976). *Effectiveness of Surface Mine Sedimentation Ponds*. Ohio: U.S.EPA.
- [7] Rahayu, S., Widodo, R. H., Noordwijk, M. V., Suryadi, I., dan Verbist, B. (2009). *Monitoring Air Di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre, ICRAF AsiaTenggara.
- [8] Indrawahyuni, H., Munawir, A., & Damayanti, I. (2009). Pengaruh Variasi Kepadatan Pada Permodelan Fisik Tanah Pasir Berlempung Terhadap Stabilitas Lereng, *Jurnal Rekayasa Sipil*, 3 (3),192-208.
- [9] Valeton, I. (1972). *Bauxites*. Amsterdam: Elsevier PublishingCompany.
- [10] Hidayah, S., & Gratia, Y., H. (2007). *Program Analisis Stabilitas Lereng*. Laporan penelitian, Semarang:UnDip