

Pengaruh kedalaman Kolam Pengendapan Untuk Mengendapkan TSS (*Total Suspended Solid*)

A. Fani Anugrah Tamar^{1*}, Tedy Agung Cahyadi², Nurkhamim²

¹Mahasiswa Prodi Magister Teknik Pertambang UPN "Veteran" Yogyakarta.

²Staf Pengajar Prodi Magister Teknik Pertambang UPN UPN "Veteran" Yogyakarta.

*E-mail: afanianugrahtst@gmail.com

SARI

Perencanaan kolam pengendapan diperlukan untuk mengontrol kualitas air limpasan tambang yang disebabkan oleh kegiatan penambangan. Dalam proses kegiatan pertambangan, perancangan model kolam pengendapan merupakan hal yang sangat penting untuk mengatasi masalah lingkungan yang sering muncul di perusahaan pertambangan Nikel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kedalaman kolam pengendapan terhadap kecepatan pengendapan TSS (*Total Suspended Solid*). Hasil perhitungan curah hujan di area pertambangan PT. X menghasilkan *rainfall* 80 mm, *rainfall intensity* 11,65 mm/jam, *Catchment Area* 0,7373 km², runoff 2,14 m³/dtk. Berdasarkan persamaan tabel 3 untuk menghitung (vh) adalah 0,001163698 m/s. Hasil kecepatan pengendapan (vt) partikel diperoleh sebagai hasil dari persentase padatan di setiap kompartemen. Agar aliran air di kolam pengendapan lancar mencapai output, idealnya waktu yang dibutuhkan untuk mengeluarkan partikel dari kolam pengendapan (th) lebih lama dari waktu yang dibutuhkan untuk mengendap (tv). Hasil perhitungan kapasitas kolam pengendapan menunjukkan bahwa *sediment pond* dengan kedalaman 3 m lebih efektif untuk mengendapkan *Total Suspended Solids* (TSS).

Kata kunci: Catchment area; limpasan; kolam pengendapan; dan TSS (total suspended solid).

How to Cite: Tamar, A.F.A., Cahyadi, T.A., Nurkhamim. 2024. Pengaruh Kedalaman Kolam Pengendapan untuk Mengendapkan TSS (*Total Suspended Solid*). Jurnal Geomine, 12 (1): 74 – 81.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Ide

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit December 30, 2023

Received in from January 10, 2024

Accepted April 10, 2024

Available online

Lisensec By:

Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



ABSTRACT

Sedimentation pond planning is necessary to control the quality of mine runoff water caused by mining activities. In the process of mining activities, the design of a settling pond model is very important to overcome environmental problems that often arise in nickel mining companies. The purpose of this study is to determine the effect of the depth of the sedimentation pond on the settling speed of TSS (Total Suspended Solid). The results of the calculation of rainfall in the mining area of PT. X produced a rainfall of 80 mm, a rainfall intensity of 11.65 mm/h, a Catchment Area of 0.7373 km², and a runoff of 2.14 m³/s. Based on the equation of table 3 to calculate (vh) is 0.001163698 m/s. The result of the particle settling rate (vt) is obtained as a result of the percentage of solids in each compartment. In order for the water flow in the settling pond to smoothly reach the output, ideally the time it takes to remove the particles from the settling pond (th) is longer than the time it takes to settle (tv). The results of the calculation of the capacity of the sedimentation pond show that the sediment pond with a depth of 3 m is more effective for settling Total Suspended Solids (TSS).

Keywords : Catchment area; runoff; settling pond; and TSS (total suspended solid).

PENDAHULUAN

Kolam pengendapan adalah reservoir untuk air serta pengendapan total *suspended solid* yang terawbawa oleh air dari lokasi tambang (Prasetyo, 2013). Model *sediment pond* dapat digambarkan dengan sederhana dan terdiri dari berbagai model kolam, termasuk persegi panjang, zigzag, dan persegi, yang dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan (Baramsyah dkk, 2020). Salah satu tujuan pembuatan *sediment pond* di lokasi pertambangan adalah untuk memastikan bahwa limbah cair yang dihasilkan dari proses penambangan sesuai dengan standar lingkungan hidup (Husain, 2016).

Total *Suspended Solid* merupakan padatan yang membuat air menjadi kekeruhan, tidak dapat terendap secara langsung, dan tidak larut. Total *suspended solid* dianggap sebagai salah satu polutan utama yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas air (Kusiak and Kusiak, 2012). Kecepatan pengendapan, kecepatan aliran dan persentase pengendapan sangat mempengaruhi proses pengendapan (Larawa dkk, 2019). Tingginya kandungan TSS (total *suspended solid*) mempengaruhi desain *sediment pond*. Untuk mengatasi total *suspended solid* pada *sediment pond* mengacu pada Permen LH No. 09/2006 bahwa kandungan total *suspended solid* <200 mg/l (Poersch dkk., 1931).

Kriteria kualitas air yang dianalisis yaitu pH, TSS, Fe, Cu, Cd, Zn, Pb, In, Cr⁽⁶⁺⁾, Cr total, Fe, dan Co. Salah satu masalah limbah cair di tempat penelitian adalah dimensi kolam pengendapan yang tidak dapat mengendapkan *total suspended solid* secara efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kolam pengendapan PT.X. Untuk mengetahui debit limpasan air yang masuk ke daerah penambangan, data dikumpulkan dari luas daerah tangkapan air dan data curah hujan. Selanjutnya, pengambilan data dimensi kolam pengendapan, yang mencakup Panjang kolam, kemiringan kolam, lebar kolam, dan kedalaman kolam.

Analisis dilakukan dalam beberapa tahap untuk menyelesaikan masalah penelitian:

1. Analisis dilakukan untuk mengetahui curah hujan rata-rata dan volume limpasan air yang masuk ke pit penambangan. Metode yang dikembangkan oleh Thomas Fiering (Clarke, 1973).

Tabel 1. Tahapan Analisis CH rencana *Thomas Fiering*

No.	Tahapan	Formula
1	Average	$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{N}$
2	Standard Deviation	$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{x}_j)^2}{N-1}}$
3	Koefisien korelasi	$R_j = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{i,j-1} \times X_j) - \sum_{i=1}^n (X_{i,j-1}) \times \sum_{i=1}^n (X_{i=1})}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n (X_{i,j-1})^2 - \sum_{i=1}^n (X_{i,j-1})^2} \times \sqrt{n \sum_{i=1}^n (X_{i,j-2})^2 - \sum_{i=1}^n (X_{i,j-2})^2}}$
4	Koefisian regresi	$B_j = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{i,j-1} - \bar{x}_j)(X_{i,j+1} - \bar{x}_{j+1})}{\sum_{i=1}^n (X_{i,j-1} - \bar{x}_j)^2}$

- Analisis debit limpasan dengan metode rasional. Persamaan rasional digunakan untuk menghitung debit air limpasan (Wiley & Sons, 1990).

Tabel 2. Analisis Debit Limpasan Metode Rasional

No.	Tahapan	Formula
1	$Q = \text{Surface Runoff (m}^3/\text{s)}$	$Q = 0,00268.C.I.A$
2	$C = \text{Koefisien Limpasan}$	
3	$I = \text{Intensitas Curah Hujan (mm/jam)}$	
4	$A = \text{Luas DTH (km}^2\text{)}$	

- Membuat desain kolam pengendapan
Penentuan desain dan kapasitas kolam dilakukan dari hasil perhitungan *surface runoff*. Dari hasil debit puncak yang masuk kedalam kolam maka dilakukan desain kolam pengendapan menggunakan *software* AUTOCAD.
- Menganalisis kecepatan aliran air pada kolam pengendapan menggunakan persamaan *stokes*.

Tabel 3. Analisis Kecepatan Pengendapan Persamaan *Stokes*

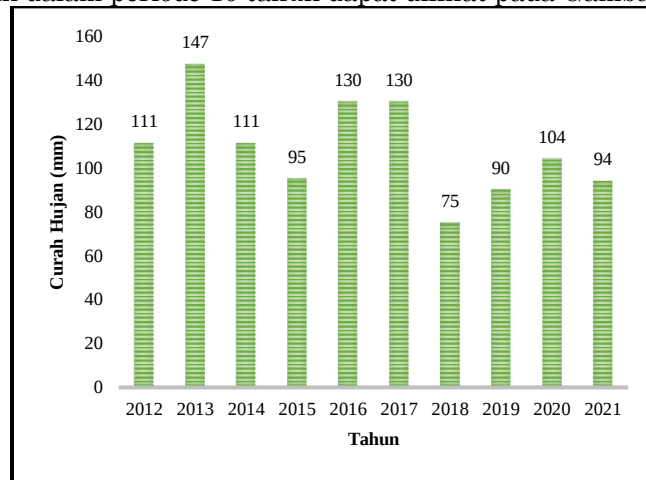
No.	Tahapan	Formula
1	$V = \text{kecepatan pengendapan partikel (meter/det)}$	$V = \frac{g \cdot D^2 \cdot (\rho_p - \rho_a)}{18\mu}$
2	$g = \text{percepatan gravitasi (meter/det}^2\text{)}$	
3	$D = \text{diameter TSS (m)}$	
4	$\rho_p = \text{berat jenis TSS (kg/m}^3\text{)}$	
5	$\rho_a = \text{berat jenis air (kg/m}^3\text{)}$	
6	$\mu = \text{Viskositas (kg/m.detik)}$	
7	$D = \text{Ukuran partikel padatan (m)}$	

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Curah Hujan

Data curah hujan diambil dari wilayah penelitian adalah data curah hujan 10 tahun terakhir dari stasiun BMKG Konawe Utara. Dalam 10 tahun terakhir, Rencana curah hujan didasarkan pada prediksi curah hujan harian maksimum di wilayah pengamatan selama sepuluh tahun terakhir. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2013 dengan 147

mm/tahun, dan terendah terjadi pada tahun 2018 dengan 75 mm/tahun. Kondisi curah hujan maksimum per tahun dalam periode 10 tahun dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Curah Hujan Maksimum (mm) Periode Tahun 2012 – 2021

2. Lama Waktu Hujan

Perhitungan nilai t menggunakan data lapangan yaitu lama hujan perbulan. Waktu konsentrasi hujan didapat dengan membandingkan lama hujan (jam) dengan banyaknya hari.

Tabel 4. Lama Hujan Perbulan

Tahun	Jumlah Lama Hujan (Jam)	Jumlah Hari Hujan (Hari)
2012	560	150
2013	686	168
2014	463	134
2015	489	123
2016	747	209
2017	702	204
2018	568	157
2019	634	140
2020	589	168
2021	552	181
Total	5990	1628

$$T_c = \frac{\text{Jumlah lama hujan}}{\text{Jumlah hari hujan}}$$

$$T_c = \frac{5990}{1628}$$

$$T_c = 3,67 \text{ jam}$$

Rumus Mononobe dapat digunakan untuk menghitung intensitas hujan dengan curah hujan rencan dan lama waktu hujan, dan menghasilkan intensitas hujan sebesar 11,65 milimeter per jam. Intensitas hujan ini akan digunakan untuk menghitung debit limpasan air dan perhitungan intensitas hujan.

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

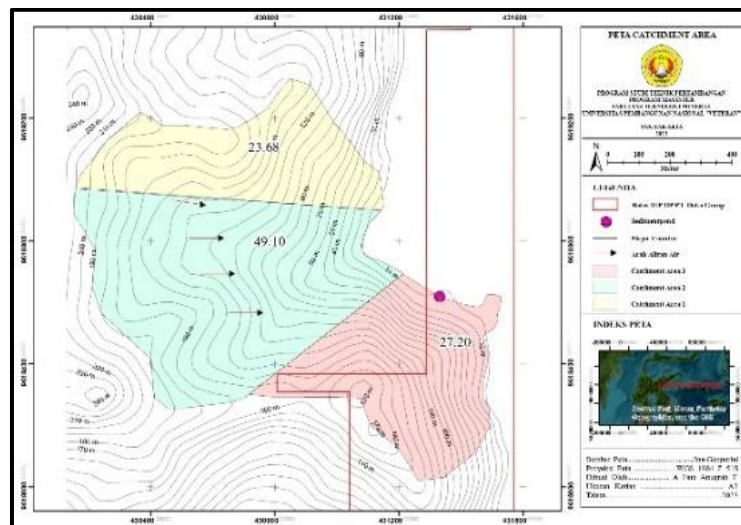
$$I = \frac{80}{24} \left(\frac{24}{3,67} \right)^{2/3}$$

$I = 11,65 \text{ mm/jam}$

3. Debit Limpasan

Perhitungan debit limpasan air dapat dilakukan dengan mengetahui luas daerah tangkapan hujan, intensitas curah hujan, dan koefisien limpasan, yang keduanya didasarkan pada koefisien masing-masing daerah tangkapan hujan.

Daerah tangkapan hujan ini ditentukan oleh perbedaan ketinggian, yang menunjukkan di mana air akan mengalir. Sehingga dengan menggunakan dasar ini dapat ditentukan daerah tangkapan hujan berdasarkan perbedaan elevasi. Untuk perubahan daerah tangkapan hujan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta DTH

Intensitas hujan dapat digunakan untuk mengetahui debit limpasan air hujan. Untuk mengetahui debit dari air limpasan di perlukan luasan area tangkapan hujan yang dilakukan dengan pengamatan langsung pada lokasi penelitian dimana terdapat 3 wilayah pengamatan. Daerah tangkapan hujan I memiliki luas $0,2814 \text{ km}^2$ dan daerah tangkapan hujan II memiliki luas masing-masing $0,1929 \text{ km}^2$, dengan koefisien limpasan $0,9$. Kondisi wilayah tanpa vegetasi membuat daerah ini memiliki koefisien $0,9$. Dengan menggabungkan debit air limpasan dan air hujan, debit air total dapat dihitung (Rumus Tabel 2) sebesar $2,14 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabel 5. Perhitungan Debit Limpasan

DTH	Koefisien (C)	I (mm/Jam)	A (Km ²)	Q Limpasan (m ³ /s)
I	0,9	11,65	0,263	0,76
II	0,9	11,65	0,2814	0,82
III	0,9	11,65	0,1929	0,56

4. (TSS) Total *Suspended Solid*

Hasil pengujian Laboratorium TSS (Total *Suspended Solid*) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Nilai TSS (Total *Suspended Solid*)

Tanggal	Baku Mutu (TSS)	Inlet	K.I	Lokasi K.II	K.III	Outlet
25/10/2022	200 mg/L	146	94	81	76	53

5. Rancangan Kolam Pengendapan

Ukuran kolam pengendapan harus sesuai dengan ukuran dan jangkauan ekskavator CAT PC 330 yang digunakan untuk mengeruk endapan lumpur. Dalam kolam pengendapan, sekat-sekat harus dipasang untuk mengurangi kecepatan aliran air. Kolam pengendapan umumnya memiliki beberapa kompartemen. Rancangan kolam pengendapan dibuat menjadi 3 kompartemen (bagian) kolam (tabel 7 dan tabel 8).

Tabel 7. Dimensi Kolam Pengendapan Kedalaman 2 m

Dimensi	Kolam I	Kolam II	Kolam III	Satuan
Kedalaman	2	2	2	m
Kemiringan dinding kolam	75	75	75	°
Lebar Atas	8	8	8	m
Panjang Atas	28	28	28	m
Lebar Sekat	2	2	2	m
Panjang Sekat	27	27	27	m
Lebar Bawah	7	7	7	m
Panjang Bawah	27	27	27	m

Tabel 8. Dimensi Kolam Pengendapan Kedalaman 3 meter

Dimensi	Kolam I	Kolam II	Kolam III	Satuan
Kedalaman	3	3	3	m
Kemiringan dinding kolam	75	75	75	°
Lebar Atas	8	8	8	m
Panjang Atas	28	28	28	m
Lebar Sekat	2	2	2	m
Panjang Sekat	27	27	27	m
Lebar Bawah	7	7	7	m
Panjang Bawah	27	27	27	m

6. Analisis kecepatan pengendapan TSS (Total *Suspended Solid*)

Dari hasil perhitungan kolam pengendapan yang memiliki luasan 1344 m² dengan volume kolam sebesar 3717 m³ dengan debit yang masuk sebesar 2,14 m³/s. Kolam pengendapan memiliki 3 kompartemen. Satu kolam mampu menampung 1239 m³. Waktu pengerukan dikolam pengendapan dapat dilakukan 24 hari sekali.

Tabel 9. Waktu Pemeliharaan Kolam Pengendapan kedalaman 2 m

Deskripsi	SP. I	SP. II	SP. III
Waktu partikel mengendap (tv)	28,64 Menit	28,64 Menit	28,64 Menit
Waktu air untuk keluar kolam (th)	62,63 Menit	58,09 Menit	85Menit
% Pengendapan	68,62 %	66,97 %	74,79 %
Vol. TSS yang berhasil diendapkan	64,22 m ³ /hari	67,50 m ³ /hari	51,69 m ³ /hari
Waktu Pengerukan	19 hari	18 hari	24 hari

Dari hasil perhitungan kolam pengendapan yang memiliki luasan 2016 m² dengan volume kolam sebesar 4567,5 m³ dengan debit yang masuk sebesar 2,14 m³/s. Kolam pengendapan memiliki 3 memiliki 3 kompartemen. Satu kolam mampu menampung 1522,5 m³. Waktu pengerukan dikolam pengendapan dapat dilakukan 31 hari sekali.

Tabel 10. Waktu Pemeliharaan Kolam Pengendapan kedalaman 3 m

Deskripsi	SP. I	SP. II	SP. III
Waktu partikel mengendap (tv)	42,96 Menit	42,96 Menit	42,96 Menit
Waktu air untuk keluar kolam (th)	69,10 Menit	64,04 Menit	93,77 Menit
% Pengendapan	61,66 %	58,85 %	68,58 %
Vol. TSS yang berhasil diendapkan	57,71 m ³ /hari	60,32 m ³ /hari	47,40 m ³ /hari
Waktu Pengerukan	26 hari	25 hari	31 hari

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan mengenai pengaruh kedalaman kolam pengendapan untuk mengendapkan TSS (*Total Suspended Solid*) dapat ditarik kesimpulan :

1. Dari hasil analisis menggunakan metode Thomas Fiering modifikasi Box - Muller curah hujan harian maksimum sebesar 147 mm/hari dengan periode ulang hujan 10 tahun menghasilkan curah hujan rencana sebesar 80 mm/hari, lama waktu hujan sebesar 3,67 jam dengan intensitas hujan 11,65 mm/jam, daerah tangkapan hujan yang terdiri dari tiga tempat dengan koefisien 0,9 menghasilkan debit air total sebesar 2,14 m³ /detik.
2. Kolam pengendapan dengan perbandingan kedalaman 2 m dan 3 m lebih efektif untuk mengendapkan TSS (*Total Suspended Solid*) dimana kedalaman 3 m dengan % pengendapan yang berhasil diendapkan sebesar 182,09 % dan total padatan 165,13 m³/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Baramsyah, H., Mutia, F., Andani, P., & Zukfekar, T. (2020). Perencanaan Kolam Pengendapan pada Sistem Penyaliran Area Disposasi Penambangan Batubara (Studi Kasus: PT Mifa Bersaudara, Aceh Barat). In *Seminar Ilmiah Nasional Air Asam Tambang ke-6. Universitas Syiah Kuala. Aceh. (Hal 5)*.
- Clarke, RT (1973). Tinjauan beberapa model matematika yang digunakan dalam hidrologi, dengan pengamatan pada kalibrasi dan penggunaannya. *Jurnal hidrologi*, 19(1), 1-20.
- Djodikusumo, I., Diasta, IN, & Sanjaya Awaluddin, I. (2016). Pemodelan Geometri Runner Turbin Propeller Menggunakan ANSYS BladeGen, Meshing Menggunakan ANSYS TurboGrid dan Simulasi Dinamika Fluida Menggunakan ANSYS Fluent. *Applied Mechanics and Materials*, 842, 164-177.
- Dribs, G. M. dan (2014) 'Simulasi Aliran dan Prediksi Kinerja Turbin Cross Flow', 2, pp. 747–757.
- Hu, R., & Zhang, J. (2018). Analisis Numerik Karakteristik Hidrolik Saluran Berbentuk U dengan Berbagai Penampang Trapesium. *Air*, 10(12), 1788.
- Husain, A. A. (2016) 'Desain Kolam Pengendapan (Settling Pond) Rekayasa Lingkungan

Tambang', pp. 1–9.

- Kusiak, A. and Kusiak, A. (no date) 'Memprediksi total padatan tersuspensi dalam air limbah : Pendekatan penambangan data'.
- Dharma, T. S., Kustiawan, W., & Subagiyo, L. (2023). Desain Kolam Pengendapan dan Saluran Untuk Pengendalian Air Limpasan Ke Badan Jalan (Studi Kasus Jalan di Tanah Datar, Kec. Muara Badak, Kutai Kartanegara). *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(2), 538-554.
- Li, N., Song, B. W., & Wei, K. (2013). An Analysis Method of Torpedo Shell Fluid-Structure Interaction Based on Fluent and ANSYS. *Applied Mechanics and Materials*, 256, 2844-2848.
- Li, S., Cain, S., Wosnik, M., Miller, C., Kocahan, H., & Wyckoff, R. (2011). Numerical modeling of probable maximum flood flowing through a system of spillways. *Journal of Hydraulic Engineering*, 137(1), 66-74.
- Lara, G., Hostins, B., Bezerra, A., Poersch, L., & Wasielesky Jr, W. (2017). The effects of different feeding rates and re-feeding of *Litopenaeus vannamei* in a biofloc culture system. *Aquacultural Engineering*, 77, 20-26.
- Ezer Edoard Prasetyo, EbeN (2013). *Rancangan Dimensi Settling Pond Berdasarkan Daerah Tangkapan Hujan Pada PIT B2A PT. Sebuksu Batubai Coal Pulau Laut Tengah Kotabaru Kalimantan Selatan* (Disertasi Doktor, UPN"VETERAN"YOGYAKARTA).
- Wanielista, M. P., Kersten, R., & Eaglin, R. (1996). *Hydrology: Water quantity and quality control*. John Wiley & Sons.