

Rancangan *sump* dan *sediment pond* bukit 13 PT. Antam Tbk UBP bauksit tayan kalimantan barat

Murad

Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

murad@teknik.untan.ac.id, murad.83ys@gmail.com

ABSTRAK

Lokasi Bukit 13 sebagai target operasional PT. Antam Tbk UBP Bauksit Tayan belum ada kajian secara mendalam mengenai sistem penyaliran tambang, untuk itu perlu kajian awal terkait rancangan *sump* dan *sediment pond* agar tidak berdampak buruk bagi pencapaian produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Tujuan penelitian membuat rancangan awal sistem penyaliran tambang yang baik dan efisien. Rancangan Sump dan Sediment Pond merupakan gabungan antara metode mine drainage dan mine dewatering. Berdasarkan analisis curah hujan tahun 2014-2019, diperoleh curah hujan rencana sebesar 151,844 mm/hari dengan periode ulang hujan 5 tahun dan resiko hidrologi sebesar 67,23%. Debit limpasan air permukaan yang masuk ke bukaan tambang pada kolam pengendapan (*Area Catchment 1*) sebesar 2336,328 m³/jam dan *Sump (Area Catchment 2)* 993,6 m³/jam. Jumlah pompa yang digunakan sebanyak 1 unit merk Volvo KSB LCC- H 200-610 yang terletak pada *sump*. Hasil analisa data berdasarkan debit air limpasan dan airtanah, kapasitas pompa, volume dan waktu pemompaan, kajian teknis dan ekonomis; rancangan dimensi sump dipilih alternatif II berbentuk trapesium dengan kemiringan 60°. Sediment Pond dipilih alternatif I berbentuk persegi panjang ber zig zag dengan 4 kompartemen, hal tersebut diharapkan agar padatan yang masuk melalui inlet akan tertahan pada penyekat tiap kompartemen sehingga air yang keluar melalui outlet merupakan air yang sudah bersih. Untuk menghindari masuknya air limpasan dari *front* penambangan kelingkungan warga dengan cara memotong arah aliran air. Air yang masuk pada *sump* akan dilakukan pemompaan setiap satu bulan sekali dan pengendalian lumpur pada sediment pond menggunakan Excavator Long Arm Zaxis L210 setiap 11-30 hari sekali.

Kata kunci: Curah hujan, daerah tangkapan hujan, excavator, sump, dan kolam pengendapan lumpur.

ABSTRACT

Design of sump and sediment pond on bukit 13 PT. Antam Tbk Bauksit UBP Tayan needs to be done to achieve the production that has been determined by the company. The research purpose is to design a good and efficient mine drainage system. The method used is a combination of mine drainage and mine dewatering. Analysis of rainfall in 2014-2019 is 151.844 mm/day and hydrological risk is 67.23%. The runoff discharge in catchment area 1 is 2336,328 m³/hour and catchment area 2 is 993.6 m³/hour. The number of pumps used is 1 unit of the Volvo KSB LCC-H 200-610 brand which is placed in the sump. The results of the analysis of the sump dimension design data selected alternative II in the form of a trapezoid with a slope of 60°. The dimensions of the sediment pond were chosen as an alternative I in the form of a zig-zag rectangle with 4 compartments so that the solids entering through the inlet were retained in each compartment, then the water that came out through the outlet was clean. To avoid the entry of runoff water from the mining front into the residents' environment by cutting the direction of the water flow. The water entering the sump will be pumped once a month and the mud in the sediment pond dredged using the Zaxis L210 Long Arm Excavator every 11-30 days.

Keywords: Rainfall, catchment area, excavator, sump, and sediment pond.

diunggah: Oktober 2021, direvisi: November 2021, diterima: Desember 2021, dipublikasi: Desember 2021

Copyright (c) 2021 Murad

This is an open access article under the CC-BY license

PENDAHULUAN

Metode tambang terbuka terutama pada *Open Cast Mine* akan menyebabkan terbentuknya cekungan yang luas sehingga sangat potensial untuk menjadi daerah tampungan air, baik yang berasal dari air limpasan permukaan. Pada saat kondisi cuaca yang ekstrim berupa curah hujan yang tinggi maka air yang berasal dari air limpasan akan menggenangi lantai dasar pit dan berpotensi menjadi salah satu penyebab berlumpurnya *front* penambangan dan menyebabkan terhentinya proses produksi untuk sementara waktu.

Saat ini PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat target operasional selanjutnya pada Bukit 13. Melalui rencana yang disusun berdasarkan kegiatan kerja yang telah dibuat oleh PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, target produksi yang direncanakan oleh perusahaan sebesar 11.228 WMT CBx/hari, 320.000 WMT CBx/bulan, dan 6.487.242 WMT CBx/tahun. Hasil pengamatan selama di lapangan target produksi masih belum tercapai, diperkirakan hanya 80 % tercapai dari target yang direncanakan. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah sistem penyaliran tambang yang kurang baik.

Pada lokasi Bukit 13 belum ada kajian secara mendalam mengenai penyaliran tambang, untuk itu perlu kajian awal terkait rancangan *sump* dan *sediment pond* agar tidak berdampak buruk bagi pencapaian produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Dengan tidak terkontrolnya debit air yang masuk dan keluar dari tambang dapat mengakibatkan berbagai masalah seperti tergenangnya *front loading*, jalan tambang yang rusak dan licin, masuknya air limpasan ke lingkungan warga, efisiensi kerja menurun serta nantinya dapat mengancam keselamatan dan kesehatan kerja.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan peneliti sebelumnya (Arief Rahmat Khusairi, Arindry, Budi Handayani, Chakti, Lesmana, Lidayul, Pipin Rio Sianturi, Raflesia, Stella Putri Pratama, Syaifullah Aziz, Thamrin, dan Widayat) terkait dengan permasalahan yang akan diteliti, dalam merencanakan dimensi *sump* dan *sediment pond* perlu memperhitungkan besar curah hujan rencana, intensitas curah hujan, luas daerah tangkapan hujan, debit limpasan serta dimensi paritan pada area penelitian.

Dalam menunjang jalannya aktivitas penambangan yang baik dibutuhkan suatu sistem penyaliran tambang yang efektif dan efisien, ditandai dengan tidak adanya air di *front* penambangan sehingga perlu dilakukan pemulihan pada sistem penyaliran tersebut.

Daerah penelitian diapit dengan lingkungan warga, yaitu Rawa Beganjing dan Danau Segelam. Danau segelam merupakan tempat mata pencaharian masyarakat sekitar sehingga hal inilah yang harus diperhatikan dalam pembuatan penyaliran yang benar. Harapannya dari penyaliran tersebut airlimpasan tidak masuk ke lingkungan warga.

Tujuan penelitian membuat rancangan awal sistem penyaliran tambang di Bukit 13 PT. ANTAM Tbk. UPB Bauksit Tayan terkait jumlah debit limpasan air permukaan yang masuk ke bukaan tambang pada kolam pengendapan (*Area Catchment 1*), jumlah pompa yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air dalam *sump*, ukuran dimensi *sump* untuk menampung air limpasan dan dimensi kolam pengendapan/*sediment pond*, cara menghindari masuknya air limpasan dari *front* penambangan ke lingkungan warga, serta lamanya waktu pemompaan untuk mengeluarkan air dalam *sump* dan kolam pengendapan.

METODE

Jenis penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian terapan (*applied research*) dengan melakukan eksperimen yaitu menggabungkan (korelasional) teori dan data lapangan untuk pemecahan masalah. Data yang akan ditampilkan pada penelitian ini adalah data kuantitatif (berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik).

Sugiono (2012) menjelaskan bahwa penelitian kuantitatif “Metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Filsafat positivisme memandang realitas/gejala/fenomena itu dapat diklasifikasikan, relative tetap, konkrit, teramati, terukur, dan hubungan gejala bersifat sebab akibat”.

Objek penelitian

Objek penelitian adalah banyaknya volume air yang masuk dari air hujan, sehingga *Sump* dan *Sediment Pond* dapat menampung dan tidak mengakibatkan air tersebut melimpas ke lingkungan warga maupun *front* penambangan. Dengan mengetahui banyaknya debit air yang masuk ke dalam bukaan tambang, maka perlu dibuat perencanaan dalam menangani maupun mencegah air yang akan masuk.

Metode penyaliran tambang

Sistem penyaliran yang direncanakan adalah gabungan antara metode *mine drainage* dan *mine dewatering* yaitu upaya untuk mencegah supaya air tidak masuk ke dalam area penambangan dan mengeluarkan air yang masuk ke lingkungan warga sesuai baku mutu, karena sebagian besar sumber airnya adalah berasal dari air hujan.

Sump dan *Sediment Pond* diletakkan pada lantai dasar bukaan tambang agar air yang berasal dari jenjang yang memiliki elevasi lebih tinggi dapat mengalir ke dalam *sump* secara alami dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Bedanya *sediment pond* ini diidentikkan dengan memusatnya aliran air yang besar menuju ke daerah tersebut dan biasanya *sediment pond* ini menjadi tempat persinggahan terakhir air yang membawa sedimen itu mengalir.

Umumnya *sediment pond* ini berfungsi selama penambangan berlangsung atau tidak berpindah tempat, berbeda dengan *sump* yang dibuat jika estimasi penggunaannya tidak berlangsung lama, sehingga *sump* tersebut sifatnya hanya sementara yang menjadi tempat persinggahan air tersebut.

Air yang berasal dari beberapa paritan dialirkan menuju ke *sediment pond* untuk mengendapkan partikel-partikel padatan yang terbawa bersama dengan air. Beberapa paritan lainnya akan menuju ke tiap *sump* yang ditambahkan dengan *treatment* tambahan menggunakan zat kimia, sehingga air tersebut sudah sesuai baku mutu yang kemudian dialirkan menuju *outlet*. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kekeruhan dan pendangkalan pada sungai serta memenuhi nilai baku mutu air limbah kegiatan penambangan seperti yang tercantum pada KEPMEN LH No. 113 Tahun 2003.

Data dan Sumber Data

Teknik pengumpulan data dengan melakukan observasi dan pengambilan data secara langsung di lapangan. Urutan pengumpulan data sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Mempelajari data-data perusahaan dan laporan penelitian terdahulu.
2. Pengamatan Langsung di Lapangan
Meliputi orientasi lapangan bersama karyawan perusahaan untuk langkah awal penelitian, untuk mengidentifikasi masalah dan penentuan lokasi pengambilan data.
3. Pengumpulan Data

Data primer berupa:

- a. Ketersediaan pompa atau alat gali dan pipa serta kondisinya.
- b. Kondisi lahan bukaan tambang.

Data sekunder sebagai berikut:

- a. Data curah harian minimum 5 tahun (2014-2019).
- b. Peta topografi Bukit 13.
- c. Peta kontur Bukit 13.
- d. Spesifikasi dan performa alat gali Long Arm Zaxis L210
- e. Uji Pengukuran TSS

Instrumentasi (peralatan) yang dibutuhkan sebagai berikut:

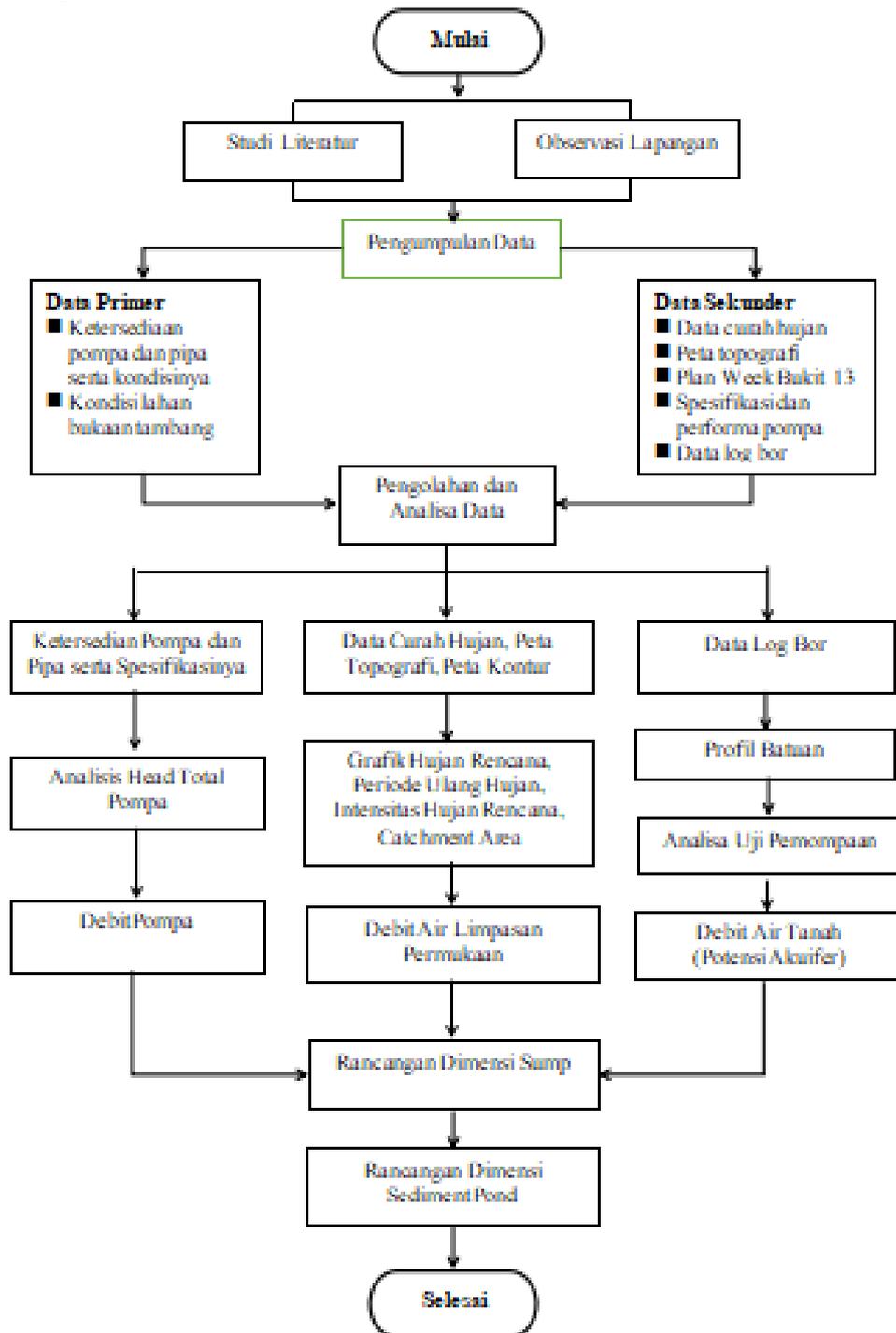
- a. Komputer/laptop
- b. Peta lokasi penelitian
- c. Software Surpac Geovia 6.6.2
- d. Penggaris
- e. Kamera

Teknik analisis data

Teknik analisis data yang dilakukan dengan menggabungkan antara teori dan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapatkan pendekatan penyelesaian masalah. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan penulis menggunakan rumus-rumus melalui literatur yang ada untuk menganalisis data. Analisis data yang dilakukan antara lain:

1. Luas *catchment area* yang dibagi dalam beberapa *catchment* pada Bukit 13, tergantung pada kondisi bukit tersebut berdasarkan realisasi *OB Stripping*.
2. Curah hujan rencana dengan metode Gumbel.
3. Intensitas hujan dengan rumus Mononobe.
4. Debit limpasan permukaan pada tiap *catchment area*.
5. Bentuk cebakan penyaliran Bukit 13 berdasarkan tata letak *sump* tiap *catchment area*.
6. Menghitung besar dimensi *sump* dan *sedimen pond*.
7. Menganalisis lama pengendapan materia pada *sediment pond*.
8. Menganalisis berapa lama *sump* dan *sediment pond* dapat dipulihkan.

Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Catchment area/daerah tangkapan hujan

Pembagian daerah tangkapan hujan dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan dan peta topografi Bukit 13. Pengamatan langsung di lapangan bertujuan untuk mengetahui arah aliran limpasan air dan koefisien limpasan yang cocok digunakan pada setiap *catchment area*, sehingga nantinya dapat di desain suatu sistem penyaliran yang dapat mengatasi permasalahan yang ada. Pengamatan pada peta topografi Bukit 13 untuk

menentukan area yang lebih tinggi dan memiliki kemungkinan untuk menampung air hujan dan mengalirkannya ke lokasi tambang. Luas *catchment area* pada penelitian ini diperoleh dengan menggunakan *software* Surpac Geovia 6.62. Luas masing-masing *catchment area* Bukit 13 PT. Antam Tbk UBP Bauksit Tayan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Luas *catchment area*

<i>Catcment Area</i>	Jenis	Luas (ha)	Luas (km ²)
I	<i>Sediment Pond</i>	12,3515537	0,123515537
II	<i>Sump</i>	9,9467704	0,099467704

Koefisien limpasan

Nilai koefisien limpasan diperoleh dari perbandingan antara jumlah air hujan yang jatuh di permukaan tanah dengan yang mengalir di permukaan tanah sebagai air limpasan dari hujan. Nilai koefisien limpasan (C) dipengaruhi oleh tata guna lahan dan kemiringan. Dari hasil pengamatan di lapangan dengan mengacu nilai koefisien limpasan menurut (Gautama, 2019) diperoleh nilai koefisien limpasan untuk masing-masing daerah tangkapan hujan adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Koefisien limpasan pada *catchment area*

<i>Catcment Area</i>	Nilai Koefisien Limpasan (C)	Kemiringan dan Tata Guna Lahan
I	0,9	> 15 %, Tanpa tumbuhan, daerah tambang
II	0,9	> 15 %, Tanpa tumbuhan, daerah tambang



Gambar 2. *Catchment area* 1

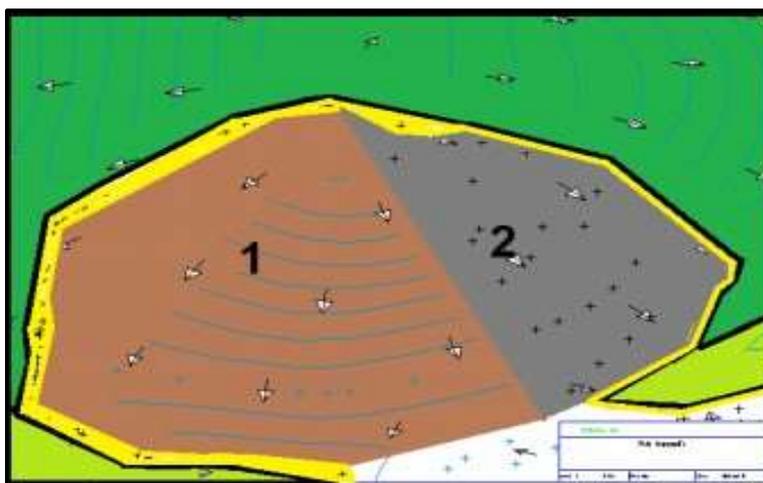


Gambar 3. *Catchment area* 2



Gambar 4. *Catchment area* drone view

Sumber: Dokumen Mine Plan PT. Antam Tbk UBP Bauksit Tayan 2020



Gambar 5. Topografi berdasarkan tangkapan air hujan

Curah hujan dan intensitas hujan rencana

Curah hujan maksimum rata-rata sebesar 110,1667 mm/hari dan curah hujan rencana 151,844 mm/hari dengan periode ulang hujan 5 tahun dan resiko hidrologi sebesar 67,23 %. Data curah hujan diperoleh dari Department Health, Safety, & Environment PT. Antam Tbk UBP Bauksit Tayan dengan lokasi stasiun pencatat curah hujan di PT. Indonesia Chemical Alumina.

Penentuan curah hujan rencana menggunakan analisis Annual Series. Data yang ada diolah dengan menggunakan Distribusi Gumbel.

Tabel 3. Curah hujan tayan hilir

Tahun	Curah Hujan (mm)												Curah Hujan Maksimum (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
2014	39	96	125	68	155	102	72	37	23	45	90	28	155
2015	82	62	53	33	73	48	0	0	0	0	0	0	82
2016	62	110	81	33	75	31	59	28	81	46	112	39	112
2017	48	119	54	115	57	51	73	84	95	78	127	85	127
2018	117	90	80	70	80	120	27	40	70	60	89	40	120
2019	66	55	21	54	0	0	0	0	0	0	0	0	65

Tabel 4. Curah hujan tayan hilir

Tahun	Curah Hujan Maksimum (X)	Curah Hujan Rata-rata (\bar{X})	$(X-\bar{X})^2$	n	M	Yn	\bar{Y}_n	$(Y_n-\bar{Y}_n)$	SD	Sn
2014	155	110,166	2010,02748	6	4	-0,01	0,6491	0,5968	46,671	0,9528
2015	82		6724		6	0,5		-0,3148		
2016	112		3,36111		1	-0,26		1,221		
2017	127		16,833		2	0,79		0,44023		
2018	120		96,695		3	1,14		-0,0685		
2019	65		2040,030789		5	-0,53		-0,8745		

Tabel 5. Curah hujan rencana pada periode ulang berbeda

Periode Ulang Hujan (Tahun)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai Yt	0,37	0,9	1,25	1,5	1,7	1,87	2,013	2,139	2,25
Nilai Yn	0,6491								
Nilai Sn	0,9528								
Standard Deviation (SD)	46,671								

Reduced Variate Factor (k)	-0,3	0,263	0,63	0,893	1,103	1,281	1,432	1,5637	1,68
Curah Hujan Rata-rata (\bar{X})	110,1667								
Curah Hujan Rencana (X_t)	95,16	122,46	139,57	151,844	161,65	169,95	177	183,15	188,57

Intensitas hujan rencana dihitung berdasarkan nilai curah hujan rencana pada periode ulang 5 tahun dengan persamaan Mononobe. Berdasarkan perhitungan telah ditentukan besarnya curah hujan rencana pada periode ulang 5 tahun adalah sebesar 151,844 mm/hari dengan rata rata durasi hujan per tahunnya 2,5264 jam.

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

$$I = \frac{151,844 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{2,5264 \text{ jam}} \right)^{2/3} = \frac{151,844 \text{ mm}}{24} (4,485) = 28,38 \text{ mm/jam}$$

Debit air limpasan permukaan

Debit air limpasan dapat ditentukan setelah diketahui luas masing masing *catchment area*/daerah tangkapan hujan, nilai intensitas curah hujan dan nilai koefisien limpasan. Untuk memperkirakan debit air limpasan dapat digunakan rumus rasional (Gautama, RS. 2019) sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan:

- Q = Debit air, m³ /detik
- C = Koefisien limpasan
- I = Intensitas curah hujan, mm/jam
- A = Luas daerah tangkapan hujan, Km²

Perhitungan debit air limpasan permukaan pada *catchment area 1*

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,9 \times 28,38 \times 0,0913961 \text{ km}^2$$

$$= 0,64898 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$= 0,64898 \text{ m}^3 / \text{detik} \times 3600$$

$$= 2336,328 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Tabel 6. Debit air limpasan permukaan bukit 13

Catcment Area	Luas (km ²)	Koefisien Limpasan(C)	Intensitas Hujan (mm/jam)	Debit (Q) (m ³ /det)	Debit (Q) (m ³ /jam)
I	0,12352	0,9	28,38	0,649	2336,328
II	0,09947	0,9		0,276	933,6

Pompa

Perencanaan dimensi *sump* dalam penelitian ini melibatkan pompa Volvo KSB LCC-H 200-610. Pipa yang digunakan jenis pipa HDPE (*High Density Poly Ethnyl*) PN 16 PE 100 diameter 14 inci dan 12 inci untuk sisi inlet.

Air yang dipompa akan dialirkan menuju kolam pengendapan lumpur/*sediment pond* 23 dengan sistem pemompaan estafet.



Gambar 6. Sistem Pemompaan Estafet

Rancangan Sump

Penentuan dimensi *sump* tambang sangat bergantung pada debit air limpasan baik permukaan maupun air tanah, kapasitas pompa, volume dan waktu pemompaan.

Tabel 7. Volume air total

Jenis	Debit Air Permukaan (m ³ /hari)	Debit Air Tanah (m ³ /hari)	Vol. Total Inflow (m ³ /hari)	Volume Pemompaan (m ³ /hari)	Vol. Air Total (m ³ /hari)
<i>Sediment Pond</i>	7008,984	1575	8583,984	0	8583,984
<i>Sump</i>	2980,8		4555,8	1120	4555,8

Tabel 8. Analisis dimensi sump

Alternatif Sump	Kedalaman (m)	Kemiringan (°)	Panjang dan Lebar Permukaan (m)	Panjang dan Lebar Dasar (m)	Vol. Dapat Ditampung (m ³)
I	3	60	40	37,5	4509,375
II	3	60	41	38	4687,50
III	3	60	42	38,5	4869,375

Perencanaan *Sediment Pond*

Pembuatan kolam pengendapan lumpur/*sediment pond* bertujuan untuk mengendapkan lumpur-lumpur atau material padatan yang bercampur dengan air limpasan yang disebabkan adanya aktivitas penambangan maupun karena erosi. Disamping itu, kolam pengendapan juga dapat berfungsi sebagai tempat pengontrol kualitas dari air yang akan dialirkan keluar kolam pengendapan, baik itu kandungan materialnya, tingkat keasaman ataupun kandungan material lain yang dapat membahayakan lingkungan.

Tabel 9. Dimensi *sediment pond*

No.	Dimensi <i>Sediment Pond</i>	Alternatif		
		I	II	III
1.	Lebar Kolam (m)	40	45	45
2.	Panjang Kolam (m)	55	50	52
3.	Lebar Penyekat (m)	5	4	4
4.	Panjang Penyekat (m)	30	35	35
5.	Banyak Kompartemen	4	4	4
6.	Lebar Masing-masing Kompartemen (m)	10	9,5	10
7.	Banyak Penyekat	3	3	3
8.	Kedalaman Kolam (m)	5	5	5
9.	Kapasitas Seluruh Kompartemen (m ³)	8.750	9.150	9.600
10.	Kapasitas Tiap Kompartemen (m ³)	2.000	2.137,5	2.250

Sebelum menentukan ukuran kolam pengendapan, terlebih dahulu harus diketahui persen pengendapan yang terkandung di dalam air tambang yang akan dialirkan menuju kolam pengendapan. Dari hasil pengambilan sampel pada uji kualitas, diperoleh nilai TSS (*Total Suspended Solid*/Total Residu Tersuspensi) pada sebuah paritan adalah sebesar 583,33 mg/liter.



Gambar 7. Sampel TSS



Gambar 8. Pengambilan sampel paritan bukit 13

Diketahui debit yang masuk ke kolam pengendapan lumpur adalah 0,64898 m³/detik. Residu tersuspensi = 583,33 gr/m³ x 0,64898 m³/detik = 378,5695 gr/detik.

Tabel 10. Analisis residu tersuspensi

Jenis	TSS (gram/m ³)	Debit Air (m ³ /det)	Residu Tersuspensi (gr/detik)
<i>Sediment Pond</i>	583,33	0,64898	378,5695
<i>Sump</i>	583,33	276	160,9991

Berdasarkan persamaan $\rho = \frac{m}{v}$, diketahui ρ partikel padatan adalah 1730 kg/m³ (*engineeringtoolbox.com*) maka volume padatan yang masuk pada *sediment pond*,

Tabel 11. Analisis volume padatan masuk

Jenis	Residu Tersuspensi (gr/detik)	Volume Padatan Masuk (m ³ /detik)
<i>Sediment Pond</i>	378,5695	0,00021883
<i>Sump</i>	160,9991	0,0000930631

Dari hasil sampel TSS bahwa perbandingan persen air dengan padatan adalah 60:40, maka untuk persen padatan yang kurang dari 40 % digunakan persamaan “*stokes*”.

Ukuran dimensi kolam pengendapan yang dibuat harus mempertimbangkan luas lahan yang tersedia dan spesifikasi alat gali yang akan beroperasi dalam perawatan kolam. Alat yang digunakan oleh PT. Antam Tbk UBP Bauksit Tayan adalah Excavator Long Arm Zaxis L210. Waktu yang dibutuhkan partikel untuk mengendap (*tv*) adalah $tv = \frac{h}{vt}$

Tabel 12. Waktu partikel mengendap

Jenis	Kedalaman (h) (meter)	Kecepatan Pengendapan Partikel (Vt) (m/s)	Waktu Partikel Mengendap (tv) (menit)
<i>Sediment Pond</i>	5	0,001938	43
<i>Sump</i>	3	0,001938	26

Waktu yang dibutuhkan material untuk keluar dari kolam pengendapan (*th*). Partikel-partikel padatan dapat mengendap dengan baik jika $tv < th$. Kecepatan air dalam kolam adalah $Vh = \frac{Q}{A}$

$$V_h = \frac{Q}{\frac{L_1+L_2}{2} \times h} = \frac{0,64898 \text{ m}^3/\text{det}}{\frac{62 \text{ m} + 52 \text{ m}}{2} \times 5 \text{ m}} = 0,002822 \text{ m/det}$$

Waktu yang dibutuhkan air dan material tersuspensi keluar dari kolam pengendapan dapat dicari dengan rumus $T_h = P/V_h$ (detik)

$$T_{h1} = \frac{P_1}{V_h} = \frac{42 \text{ m}}{0,002822 \text{ m/det}} = 14883,06165 \text{ detik} = 4,1342 \text{ jam}$$

$$T_{h2} = \frac{P_2}{V_h} = \frac{98 \text{ m}}{0,002822 \text{ m/det}} = 34727,144 \text{ detik} = 9,6464 \text{ jam}$$

$$T_{h3} = \frac{P_3}{V_h} = \frac{154 \text{ m}}{0,002822 \text{ m/det}} = 545471,081 \text{ detik} = 15,15867 \text{ jam}$$

$$T_{h4} = \frac{P_4}{V_h} = \frac{210 \text{ m}}{0,002822 \text{ m/det}} = 74415,3083 \text{ detik} = 20,6 \text{ jam}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai $t_v < t_h$. Dengan membandingkan waktu pengendapan dan waktu keluarnya air dan material dapat digunakan rumus, % pengendapan $= \frac{T_h}{T_h + T_v} = 100$

Setelah % Pengendapan pada masing- masing kompartemen diketahui, kemudian dapat dihitung padatan yang masuk pada setiap kompartemen dengan debit $0,99865 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan volume padatan masuk (vpm) sebesar $0,00033673 \text{ m}^3/\text{detik}$ adalah:

$$K_1 = 0,00021883 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3.600 \times 3 \text{ jam} \times 85,22 = 201,40588 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$K_2 = 0,00021883 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3.600 \times 3 \text{ jam} \times 13,754 = 32,506 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$K_3 = 0,00021883 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3.600 \times 3 \text{ jam} \times 0,975 = 2,30428 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$K_4 = 0,00021883 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3.600 \times 3 \text{ jam} \times 0,0445 = 0,10517 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tabel 13. Padatan yang berhasil masuk

Jenis	Padatan (m ³ /hari)
<i>Sediment Pond</i>	236,32133
<i>Sump</i>	100,51

Untuk menjaga agar supaya kolam pengendapan tetap berfungsi sebagaimana mestinya, maka perlu dilakukan perawatan secara teratur yaitu dengan melakukan pengerukan terhadap kolam pengendapan. Pengerukan kolam akan dilakukan jika lumpur sudah terendapkan 1/4 dari kapasitas kolam. Persentase padatan yang masuk akan berbeda setiap kompartemennya, maka waktu pengerukan masing-masing kompartemen akan berbeda pula.

$$\text{Waktu Pengerukan} = \frac{\text{Kapasitas Kompartemen}}{\text{Vol.Total Padatan yg Diendapkan}} = \frac{2100 \text{ m}^3}{236,32133 \text{ m}^3/\text{hari}} = 11 \text{ hari}$$

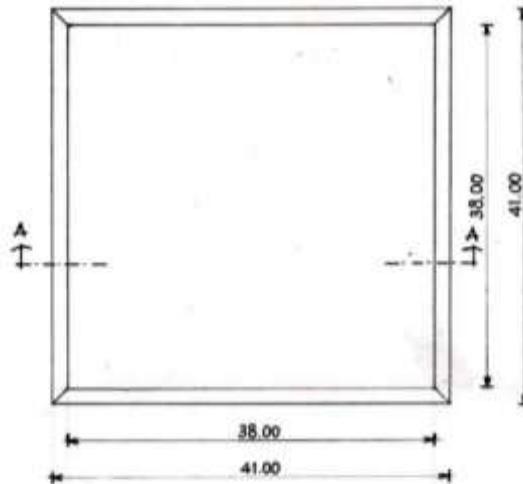
Tabel 14. Padatan yang berhasil masuk

Jenis	Kapasitas (m ³)	Volume Padatan (m ³ /hari)	Waktu Pemulihan
<i>Sediment Pond</i>	2100	201,40588	11 - 30 hari
<i>Sump</i>	4687,5	178,956	30 - 46 hari

Sistem Penyaliran Bukit 13

Rancangan sistem penyaliran Bukit 13 merupakan penggabungan antara metode *mine dewatering* dan *mine drainage*. Ketika air masuk pada elevasi titik tertinggi pada Bukit 13 terdapat 2 arah tangkapan air hujan yang bertolak arah sehingga diperlukan tempat penampungan pada tiap *catchment*.

Berdasarkan pertimbangan teknis dan ekonomis untuk dimensi *sump* dipilih alternatif II (panjang dan lebar permukaan 41 m, panjang dan lebar dasar 38 m, kedalaman 3 m, dan kemiringan 60°) dengan volume air limpasan yang dapat ditampung sebesar 4687,50 m³.

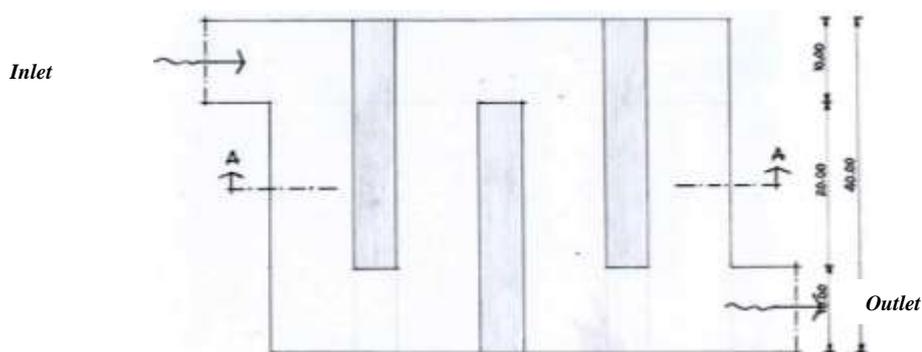


Gambar 9. Lay out sump

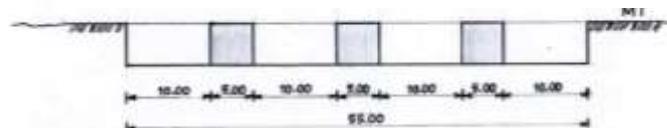


Gambar 10. Potongan A-A

Dimensi *sediment pond* dipilih alternatif I dengan ukuran (lebar kolam 40 m, panjang kolam 55 m, panjang penyekat 5 m, banyak kompartemen 4 buah, lebar masing-masing kompartemen 10m, banyak penyekat 3 buah, kedalam kolam 5 m) dengan kapasitas tiap kompartemen 2.000 m³ dan kapasitas seluruh kompartemen 8.750 m³.



Gambar 11. Lay out sediment pond



Gambar 12. Potongan A-A

Pada *catchment* 1 air akan masuk menuju kolam pengendapan, ketika air masuk bersama dengan material sedimen akan ada proses tertahannya sedimen disetiap sekat dikarenakan kolam tersebut berbentuk zig-zag, sehingga air yang dikeluarkan melalui *outlet* air tersebut sudah dalam kondisi bersih dan sudah melalui nilai baku mutu. Lumpur yang terendapkan akan dikeruk menggunakan Excavator Long Arm Zaxis L210. Pada *catchment* 2 air akan masuk menuju *sump* yang akan dilakukan pemulihan dengan menggunakan pompa volvo, sehingga air dan lumpur tersebut akan dialirkan menuju kolam 23 dan selanjutnya dilakukan *watertreatment pond* sehingga air tersebut dapat digunakan kembali pada pencucian material.

SIMPULAN

Debit limpasan air permukaan yang masuk ke bukaan tambang pada kolam pengendapan (*Area Catchment 1*) sebesar 2336,328 m³/jam dan *Sump (Area Catchment 2)* 993,6 m³/jam. Jumlah pompa yang digunakan sebanyak 1 unit merk Volvo KSB LCC- H 200-610 yang terletak pada *sump*. Dimensi *sump* direkomendasikan alternatif II dan *sediment pond* alternatif I dari tiga alternatif yang dirancang. Dengan padatan material yang berhasil masuk setiap kali hujan perharinya pada *sump* 100,51 m³, dan pada kolam pengendapan sebesar 236,32133 m³.

Untuk menghindari masuknya air limpasan dari *front* penambangan ke lingkungan warga (Danau Segelam dan Rawa Beganjing) dengan cara memotong arah aliran air dan meletakkan tempat penampungan pada setiap *catchment*, sehingga air kotor yang berasal dari Bukit 13 dapat tertampung di elevasi terendah, dan tidak mengalir ke lingkungan warga. Air yang masuk pada *sump* akan dilakukan pemompaan setiap satu bulan sekali, pengerukan lumpur pada *sediment pond* menggunakan Excavator Long Arm Zaxis L210 dilakukan setiap 11-30 hari sekali.

Perlu dilakukan kajian lanjutan secara mendalam terkait sistem penyaliran tambang yang baik dan efisien dari segi teknis dan ekonomis dengan waktu penelitian yang terprogram dan data-data curah hujan yang lengkap dan siklus yang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alviansyah, Novialdy. 2019. "Perencanaan Desain Kolam Pengendapan Pada Bukit 7 PT. ANTAM Tbk UBP Bauksit, Tayan, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat". Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Anonim. 2020. Dokumen PT. ANTAM Tbk.UBPB Tayan, Kalimantan Barat. Pontianak: PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat.
- Anonim. 2020. Mine Operation Mining Department PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat. Pontianak: PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat.
- Anonim. 2020. Health, Safety, and Environment Department PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat. Pontianak: PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat.
- Arief Rahmat Khusairi, Tamrin Kasim, dan Yunaril. "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 (ISSN: 2302-3333). Hlm. 1202-1212.

- Arindry, A. P. P., & Herlambang, Y. Evaluasi Kapasitas Kolam Pengendapan Unit Pencucian Bauksit Pada Washing Plant Cabing KM 23 PT. Dinamika Sejahtera Mandiri Site Teraju. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 7(1).
- Bedient, P. B., Rifai, H. S., & Newell, C. J. 1994. *Ground water contamination: transport and remediation*. Prentice-Hall International, Inc.
- Budi Handayani, Septiwiyaniti. 2016. *Rancangan Teknis Sistem Penyaliran Tambang di Blok Gayam dan Kelapa Enam Desa Mekar Utama, Kec. Kendawangan, Kab. Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat, PT. Harita Prima Abadi Mineral* (Doctoral dissertation, UPN" Veteran" Yogyakarta).
- Chakti, A.M., & Rusli, HAR. 2021. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang, Studi Kasus: PIT. Timur Bukit Wrangler PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Sulawesi Tenggara. *Bina Tambang*, 6(2), 72-83.
- Cherry, R.F.J. 1979. *Groundwater* Prentice Hall Englewood Cliffs. *New Jersey*, 603.
- FETTER, C. 1993. *Contaminant Hydrogeology* Macmillan Publishing Company, 458 pages. *New York*.
- Gautama, RS. 2019. "Sistem Penyaliran Tambang". Bandung: ITB Press.
- _____. 2012. "Pengelolaan Lingkungan pada Kegiatan Pertambangan". Slide Presentasi. Teknik Pertambangan ITB.
- Gautama, RS dan Prahastini, SD. 2012. "Perancangan Aplikasi Untuk Sistem Penyaliran Tambang Terbuka". Jurusan Teknik Pertambangan FTM: ITB.
- Lesmana, D.M.M., Waterman, W., & Maimina, M. (2019, September). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka pada PIT Alpha PT. Timah Investasi Mineral, Kecamatan Kabaena Barat, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 1, No. 1, pp. 501-506).
- Lidayul, Dara. 2016. "Perencanaan Sumuran (Sump) Pada Sistem penyaliran Tambang Terbuka Di PIT IV Tambang Batubara PT. Bara Energi Lestari, Kabupaten Nagan Raya, Aceh". Tugas Akhir. Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Pipin Rio Sianturi, Maulana Yusuf, dan Hartini Iskandar. 2019. "Kajian Teknis Sistem Pengelolaan Air pada Kolam Pengendapan di Settlinng Pond North 3 untuk Memenuhi Standar Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan No. 36 Tahun 2008." *Jurnal Pertambangan* Vol.3 No.1 (ISSN 2549-1008). Hlm. 1-9.
- Raflesia, Chandrika. 2016. "Perencanaan Sistem Penyaliran di Blok B Rawa Seribu Tambang Batu Bara PT. Mandala Karya Prima Job Site PT. Mandiri Inti Perkasa Kalimantan Utara". Skripsi. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Rika. 2019. "Produktivitas Alat Di PT. Antam UBPB Tayan, Kalimantan barat". Skripsi. Padang: Universitas Negeri Padang

- Stella Putri Pratama, dan Tamrin Kasim. “Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Batubara Bawah Tanah Seam C1 Blok Timur Site Sapan Dalam PT Nusa Alam Lestari Desa Salak, Sapan Dalam, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat.” *Jurnal Pertambangan* (ISSN: 2302-3333). Hlm. 1-10.
- Sugiono. 2012. *Buku Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Syaifullah Aziz, dan Tamrin Kasim. “Evaluasi Sistem Penyaliran Tambang Tambang Batu Bara pada PIT Block B di PT. Minemex Indonesia Kabupaten Sarolangun, Jambi.” *Jurnal Bina Tambang*, Vol 4, No 1 (ISSN: 2302-3333). Hlm. 1-12.
- Te, C. V. 1989. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydrolics)* Terjemahan. Erlangga, Jakarta, 2(5), 10.
- Thamrin, Meinarni. 2016. “Desain Kolam Pengendapan (*Settling Pond*)”. Makasar: Universitas Hasanuddin.
- Widayat, W.S. 2012. *Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Bukit 01 Tambang Selatan di PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel Pomalaa Sulawesi Tenggara* (Doctoral dissertation, UPN" Veteran" Yogyakarta).
- www.engineeringtoolbox.com. 2016. “*Dirt and Mud Densities*”. Diakses tanggal: 3 Maret 2020.
- Yastavia, R., & Yulhendra, D. 2020. Evaluasi Teknis Penambangan Bauksit dari Front Penambangan Menuju Washing Plant Area untuk Menganalisis Faktor Ketidaktercapaian Target Produksi Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Penambangan PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat. *Bina Tambang*, 5(1), 11-25.