

# Desain Sistem Penyaliran Tambag Pada Rencana Penambangan Batubara di PIT S2 PT XYZ Desa Lempesu, Kecamatan Paser Belengkong, Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur

**Muhammad Reza\*, Yunus Ashari, Iswandaru**

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*muhammadreza.suwardi@gmail.com

**Abstract.** Indonesia is a country that has tropical climate that is dry and rainy season. In a mining industry, water of rainfall and groundwater seepage into the pit can cause disruption of the activities of the mining if not handled well enough. This water problem can affect the condition of the workplace, materials/minerals and also to the stability of the mine slopes. Therefore, a mining system is required at PT XYZ at pit S2. At pit S2 has 2 Catchment areas, namely the catchment area at the pit and the catchment area outside the pit with a total area is 1,034,769.75 m<sup>2</sup>. Runoff water flow into the pit is divided into 2, namely surface runoff discharge is 53,128.80 m<sup>3</sup>/day, and groundwater discharge of 79.39 m<sup>3</sup>/day. The total runoff discharge entering the pit is 53,208.20m<sup>3</sup>/day. There are two types of drainage systems at an open pit, namely the prevention of water that will enter the mining site by creating a diversion channel and handling water that has entered the mining site by creating a pumping system to remove water from the pit. To prevent water from entering the pit, a diversion channel is made. There are 5 channel segments created based on the boundaries of the channel (Watershed) which have different dimensions. The channel in segment 1 has a slope of 63,43°, the length of the channel 441.73m, the roughness of the channel 0,025, the width of the channel base (b) is 0,47m, the cross-sectional area of the channel (A) is 0.26 m<sup>2</sup>, wet circumference (P) 1.34 m, flow surface width (B) 0.86 m, channel slope (S) 0.62, channel side length (a) 0.43 m, and flow velocity (V) 3.54 m<sup>3</sup> / sec. For dimensions of the entire segment, see the attachment. For handling water that enters the Pit, a temporary storage pool is made, then a pumping system is made to remove the water that enters the Pit. The pump used is MF 420 E which has a max flow of 300 liters / second. It takes 3 MF 420E pumps with working hours of 20 hours / day and spare pump of 1 MF 420E pump with working hours of 24 hours / day. This backup pump is used once every 3 days starting from day 20. into natural streams. Then for length and width can use a ratio of 1: 3. So, the length Settling pond is made to settle water mixed with sediment material, so that it can be made (p) of the settling pond is 100 meters, width (b) 33 meters, and depth (h) 7 meters. The total time to full the settling ponds is 99.57 days or rounded to 100 days.

**Keywords: Mine Drainage, Runoff Water, Groundwater, Prevention, Handling**

**Abstrak.** Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada suatu industri pertambangan, air hujan dan

rembesan airtanah yang masuk ke area tambang (Pit) dapat menyebabkan terganggunya aktivitas penambangan apabila tidak ditangani dengan baik. Masalah air ini dapat mempengaruhi kondisi tempat kerja, material/bahan galian dan juga terhadap kemantapan lereng tambang. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem penyaliran tambang pada PT XYZ di pit S2. Pada pit S2 memiliki 2 Catchment area, yaitu catchment area pada pit dan catchment area di luar pit dengan total luasan 1.034.769,75 m<sup>3</sup>. Debit air limpasan yang masuk ke dalam pit dibagi menjadi 2, yaitu debit limpasan permukaan sebesar 53.128,80 m<sup>3</sup>/hari, dan debit airtanah sebesar 79,39 m<sup>3</sup>/hari. Total debit limpasan yang masuk ke dalam pit adalah 53.208,20m<sup>3</sup>/hari. Sistem penyaliran pada tambang terbuka terdapat dua macam, yaitu pencegahan air yang akan masuk ke lokasi penambangan dengan membuat saluran pengalihan dan penanganan air yang telah masuk ke dalam lokasi penambangan dengan membuat sistem pemompaan untuk dikeluarkan dari Pit. Untuk pencegahan air masuk ke dalam Pit, maka dibuatlah saluran pengalihan. Terdapat 5 segmen saluran yang dibuat berdasarkan batas-batas penyaliran (watershed) yang memiliki dimensi yang berbeda-beda. pada saluran pada segmen 1 yaitu memiliki kemiringan 63,43°, panjang rencana saluran 441,73 m, kekasaran saluran 0,025, lebar dasar saluran (b) sebesar 0,47 m, luas penampang saluran (A) sebesar 0,26 m<sup>2</sup>, keliling basah (P) sebesar 1,34 m, lebar permukaan aliran (B) sebesar 0,86 m, kemiringan saluran (S) sebesar 0,62, panjang sisi saluran (a) 0,43 m, dan kecepatan aliran (V) sebesar 3,54m<sup>3</sup>/detik. Untuk dimensi keseluruhan segmen dapat dilihat pada lampiran. Untuk penanganan air yang masuk ke dalam Pit, maka dibuatlah suatu kolam penampungan sementara, kemudian membuat suatu sistem pemompaan untuk mengeluarkan air yang masuk ke dalam Pit. Pompa yang digunakan adalah MF 420 E yang memiliki max flow 300 liter/detik. Dibutuhkan 3 pompa MF 420E dengan jam kerja 20 jam/hari dan pompa cadangan sebanyak 1 pompa MF 420E dengan jam kerja 24 jam/hari. Pompa cadangan ini digunakan setiap 3 hari sekali yang dimulai dari hari ke 20. Settling pond dibuat untuk mengendapkan air yang bercampur material sedimen, agar dapat dibuat ke aliran alami (stream). Maka untuk panjang dan lebar dapat menggunakan rasio 1 : 3. Maka panjang (p) settling pond adalah 100 meter, lebar (b) 33 meter, dan kedalaman (h) 7 meter. Waktu penuh kolam pengendapan adalah 99,57 hari atau dibulatkan menjadi 100 hari.

**Kata Kunci: Penyaliran Tambang, Air Limpasan, Pencegahan, penanganan**

### 1. Pendahuluan

hujan. Pada suatu industri pertambangan, penerapan sistem tambang terbuka akan dipengaruhi langsung oleh kondisi lingkungan luar seperti masalah air hujan dan rembesan airtanah yang masuk ke area tambang (pit) dapat menyebabkan terganggunya aktivitas penambangan apabila tidak ditangani dengan baik. Masalah air ini dapat mempengaruhi kondisi tempat kerja, material/bahan galian dan juga terhadap kemantapan lereng tambang. Akibatnya akan menyebabkan terganggunya kegiatan operasional penambangan yang dilakukan. Maka dari itu diperlukan suatu sistem penyaliran pada lokasi tambang.

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dengan bahan galian berupa batubara. PT XYZ ini berada di Desa Lempesu Kecamatan Paser Balengkong, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. PT XYZ ini sedang merencanakan pembuatan pit baru di suatu lahan yang belum terbuka, pit tersebut dinamakan pit S2. Penerapan

metode tambang terbuka tidak terlepas dari masalah air, oleh karena itu diperlukan suatu kajian hidrologi dan hidrogeologi pada daerah tersebut untuk memperkirakan potensi air yang dapat masuk ke area bukaan tambang. Kajian dilakukan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi dalam membuat rancangan sistem penyaliran tambang seperti curah hujan, air limpasan, keadaan topografi, hasil pengujian kelulusan air, desain pit, pembuatan saluran pengalihan, dan pembuatan kolam penampungan (sump).

Sistem penyaliran pada tambang terbuka terdapat dua macam, yaitu pencegahan air yang akan masuk ke lokasi penambangan dan penanganan air yang telah masuk ke lokasi penambangan. Upaya pencegahan masuknya air ke dalam pit dapat dilakukan dengan membuat saluran pengalihan untuk memotong arah aliran air yang akan masuk ke dalam pit, sedangkan upaya penanganan air yang telah masuk ke dalam pit akan diarahkan ke kolam penampungan (sump) dan selanjutnya dikeluarkan dengan sistem pemompaan. Sistem penyaliran tambang ini dilakukan agar kegiatan operasional penambangan dapat berjalan secara optimal.. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

- Mendelineasi batas-batas daerah tangkapan air (Catchment Area) yang mempengaruhi pit S2;
- Menentukan rute saluran pengalihan serta perancangan dimensi saluran;
- Menentukan debit air limpasan dan airtanah yang masuk ke dalam pit S2 serta debit air yang mengalir melalui saluran pengalihan;
- Memberikan rekomendasi jumlah dan spesifikasi pompa yang dibutuhkan;
- Membuat rancangan dimensi kolam penampungan (sump) pada pit S2;
- Membuat rancangan dimensi kolam pengendapan (Settling Pond).

## 2. Landasan Teori

Hidrologi merupakan bagian dari ilmu kebumihan, yang fokusnya adalah air. Hidrologi ini berkaitan dengan air di bumi, mulai dari terjadinya, peredaran sampai penyebarannya. Air yang dimaksud dalam pembahasan hidrologi ini adalah air di atmosfer, di bumi dan di dalam bumi, yaitu tentang siklusnya, kejadiannya, serta pengaruh terhadap kehidupan yang ada di alam ini. Hidrogeologi (hidro berarti air, dan geologi berarti ilmu mengenai batuan) merupakan ilmu yang mempelajari penyebaran dan pergerakan airtanah dalam tanah dan batuan di kerak bumi (umumnya dalam akuifer). Hidrogeologi mempelajari hubungan timbal balik antara material geologi dan proses dengan air. Geohidrologi dan hidrogeologi merupakan istilah yang sama, meskipun lebih tepat menggambarkan bidang teknik yang berurusan dengan hidrologi aliran bawah permukaan. Fisiografi, geologi permukaan, topografi, dan vegetasi mempengaruhi hubungan antara curah di atas cekungan dan air yang mengalir pada cekungan tersebut. Berbagai distribusi curah hujan sangat dipengaruhi oleh keadaan topografinya. Aliran air limpasan dan airtanah adalah agen geologi yang membantu membentuk tanah. Pergerakan dan kimia airtanah sangat bergantung pada geologi. (Fetter, 1988).

Air hujan merupakan sumber utama air yang masuk ke dalam lokasi penambangan, sehingga air hujan di lokasi penambangan akan mempengaruhi banyaknya air tambang yang harus dikendalikan dalam lokasi tambang. Data curah hujan pada suatu lokasi tambang sangat diperlukan untuk merancang *sump* dan paritan dalam pencegahan dan penanganan air dalam tambang. Data curah hujan dinyatakan dalam milimeter dan data intensitas curah hujan dalam satuan mm/jam. Data curah hujan umumnya disajikan dalam data curah hujan harian, bulanan, dan tahunan pada tabel atau grafik. Air limpasan merupakan bagian dari siklus hidrologi di mana sebagian air dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang pergerakannya menuju tempat terendah seperti sungai, danau, ataupun laut. Untuk memperkirakan debit air limpasan dapat menggunakan rumus rasional yaitu:

$$Q = C \times I \times A$$

Keterangan:

$$Q = \text{debit air limpasan (m}^3\text{/jam)}$$

$$\begin{aligned}
 C &= \text{koefisien limpasan} \\
 I &= \text{intensitas curah hujan (m/jam)} \\
 A &= \text{luasan daerah tangkapan hujan (m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Hidrogeologi adalah bagian dari hidrologi yang mempelajari distribusi dan pergerakan aliran air di dalam tanah/batuan pada bagian kerak bumi dan umumnya pada akuifer (lapisan pembawa air). Hidrogeologi juga berkaitan dengan formasi geologi permeable atau sekelompok formasi yang mampu meloloskan dan menyimpan air dalam jumlah besar seperti lapisan batupasir. Hidrogeologi dalam sistem penyaliran tambang akan membahas tentang pengontrolan airtanah yang memiliki potensi mengganggu aktivitas penambangan karena dapat mengganggu kestabilan lereng dan berpotensi dapat merembes masuk ke dalam tambang. Airtanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan bumi. Salah satu sumber utamanya adalah air hujan yang meresap ke bawah tanah lewat lubang pori di antara butiran tanah. Air yang berkumpul di bawah permukaan tanah ini disebut akuifer. Untuk menghitung debit airtanah berlaku Hukum Darcy sebagai berikut:

$$Q = K \times I \times A$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{debit airtanah (m}^3\text{/detik)} \\
 K &= \text{Konduktivitas hidrolis (m/detik)} \\
 I &= \text{Gradien hidrolis} \\
 A &= \text{luas penampang (m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

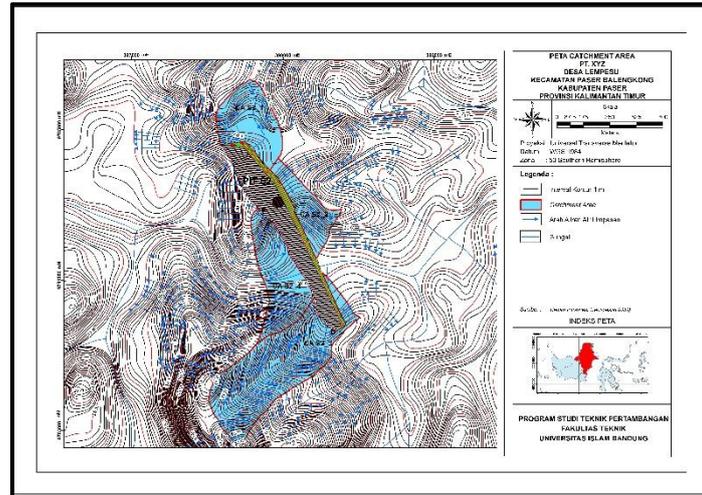
### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Debit Air Limpasan

Debit air limpasan adalah jumlah air yang pada permukaan tanah per satuan waktu. Nilai debit air limpasan ini dapat dihitung menggunakan Persamaan Rasional yang mana membutuhkan data luas area (A), koefisien limpasan (C) dan intensitas curah hujan (I). Data luas area dapat diketahui melalui peta topografi yang kemudian mendelineasi batas-batas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) yang arah alirannya menuju ke Pit S2. *Catchment area* dalam penelitian ini dibagi menjadi 2, yaitu *catchment area* yang berada di dalam *Pit S2* dan *catchment area* luar *pit*. Berdasarkan arah alirannya, *catchment area* yang berada di luar *pit* dibagi menjadi beberapa segmen. Setiap segmen mengalirkan air limpasan dari *catchment area* menuju saluran alami (*stream*). Berikut ini data *catchment area* serta luasannya:

**Tabel 1** Luas Catchment Area

NAMA	Luas (m <sup>2</sup> )
<i>PIT S2</i>	224.447,27
CA S2_1	157.847,61
CA S2_2	99.240,77
CA S2_3	371.039,92
CA S2_4	182.194,16
Total	1.034.769,75



**Gambar 1.** Peta *Catchment Area*

Setelah menentukan *catchment area*, selanjutnya menentukan nilai koefisien limpasan. Nilai koefisien ini didapatkan berdasarkan tutupan lahan dan kemiringan lereng. Nilai koefisien ini menunjukkan banyaknya air yang mengalir di permukaan tanah, contoh pada tutupan lahan terbuka daerah tambang memiliki nilai koefisien 0,9, artinya dari 100% air, 90% air mengalir di permukaan tanah dan 10% lagi meresap ke dalam tanah. Berikut ini nilai koefisien limpasan pada *catchment area*:

**Tabel 2** Luas *Catchment Area*

Nama	Kemiringan	Tutupan Lahan	Koefisien limpasan (C)
PIT S2	>15%	Lahan Terbuka Daerah Tambang	0,9
CA S2_1	3% - 15%	Lahan Kering Bercampur Semak	0,6
CA S2_2	3% - 15%	Lahan Kering Bercampur Semak	0,6
CA S2_3	3% - 15%	Semak/belukar rawa	0,6
CA S2_4	3% - 15%	Lahan Kering Bercampur Semak	0,6

Selanjutnya menentukan intensitas curah hujan (i) dengan cara melakukan perhitungan nilai dispersi, jenis sebaran, dan curah hujan rencana. Data perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan data yang diperoleh dari Stasiun BMKG Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian di Balikpapan. Data curah hujan harian yang selanjutnya direkapitulasi menjadi curah hujan bulanan dan hari hujan yang diambil pada periode 5 tahun ke belakang dari 2015-2019.

**Tabel 3** Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2015-2019

Bulanan / Tahunan	2015		2016		2017		2018		2019	
	CH (mm)	HH (hari)								
Januari	268,4	21,0	67,8	7,0	199,9	15,0	240,4	20,0	293,8	17,0
Februari	319,2	16,0	174,4	10,0	104,3	11,0	217,7	17,0	75,4	8,0

Maret	177,0	15,0	189,8	15,0	340,2	17,0	416,1	24,0	159,3	14,0
April	231,2	13,0	101,0	10,0	195,9	19,0	117,1	15,0	158,0	18,0
Mei	193,3	14,0	202,8	15,0	553,9	20,0	400,8	21,0	166,0	15,0
Juni	507,6	24,0	87,1	15,0	416,1	16,0	223,7	14,0	667,9	19,0
Juli	126,8	11,0	242,6	14,0	331,1	18,0	348,9	15,0	244,8	10,0
Agustus	83,7	5,0	44,8	6,0	437,3	20,0	178,4	9,0	64,2	4,0
September	0,0	0,0	144,0	15,0	280,5	20,0	18,6	5,0	98,7	9,0
Oktober	40,3	6,0	203,0	18,0	115,2	14,0	205,0	14,0	248,0	13,0
November	106,6	11,0	288,0	17,0	269,6	19,0	122,3	19,0	75,4	12,0
Desember	112,0	6,0	543,4	22,0	270,8	22,0	366,9	18,0	115,5	11,0

Data Tabel 3 ini kemudian dilakukan perhitungan dispersi menggunakan parameter statistik dan parameter logaritma untuk penentuan metode perhitungan curah hujan. Didapatkan metode perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode E.J Gumbel. Sedangkan perhitungan intensitas curah hujan menggunakan persamaan Mononobe. Berikut ini perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Curah Hujan rata-rata (Xi rata-rata)} &= \frac{\sum Xi}{n} \\ &= \frac{886,72}{60} = 14,45 \\ \text{Standar deviasi (S)} &= \sqrt{\frac{\sum (X-Xi)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum (2387,53 \text{ mm/hari})^2}{(60-1)}} = 6,36 \\ \text{Reduksi varians (Yn)} &= \ln \left[ -\ln \left( \frac{n+1-m}{n+1} \right) \right] \\ &= -\ln \left[ -\ln \left[ \frac{60+1-1}{31+1} \right] \right] = 4,1 \\ \text{Reduksi varians rata-rata (Yn rata-rata)} &= \frac{\sum Yn}{n} \\ &= \frac{33,13}{60} = 0,55 \\ \text{Standar deviasi dari reduksi varian (Sn)} &= \sqrt{\frac{\sum (Yt-Yn)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum (82,79)^2}{(60-1)}} = 1,18 \\ \text{Reduksi varians dari variabel} &= -\ln \left[ -\ln \left( \frac{T-1}{T} \right) \right] \\ \text{untuk periode ulang hujan (Yt)} &= -\ln \left[ -\ln \left[ \frac{5-1}{5} \right] \right] = 1,4999 \\ \text{CRH} &= \text{CHR} = X + S \left( \frac{Yt-\bar{Yn}}{Sn} \right) \\ &= 14,45 \text{ mm} + 6,36 \left( \frac{1,499-0,55}{1,18} \right) = 19,54 \text{ mm/hari} \\ \text{Intensitas Curah Hujan (I)} &= \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \\ &= \frac{19,54 \text{ mm/hari}}{24} \times \left( \frac{24}{1 \text{ jam}} \right)^{2/3} = 6,77 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai koefisien limpasan, luas area, dan intensitas curah hujan telah didapatkan, kemudian dapat melakukan perhitungan debit air limpasan dengan menggunakan Rumus Rasional serti berikut:

$$\begin{aligned} Q &= C \times I \times A \\ &= 0,9 \times 0,00677 \times 224.447,277 \text{ m}^2 \\ &= 1367,557 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Tabel 4 Debit Air Limpasan

Nama	Koefisien limpasan (C)	I (m/jam)	A (m <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /jam)	Q (m <sup>3</sup> /hari)
PIT S2	0,9	0,00677	224.447,277	1.367,557	32.821,374
CA S2_1	0,6	0,00677	157.847,611	641,177	15.388,248
CA S2_2	0,6	0,00677	99.240,775	403,116	9.674,785
CA S2_3	0,6	0,00677	371.039,928	1.507,164	36.171,940
CA S2_4	0,6	0,00677	182.194,162	740,073	17.761,744
<b>Total</b>				<b>4.659,087</b>	<b>111.818,092</b>

**Debit Airtanah**

Debit airtanah dapat dihitung menggunakan persamaan Darcy. Persamaan Darcy ini memerlukan data seperti konduktivitas hidrolik, gradien hidrolik, dan luas penampang. Untuk mendapatkan nilai konduktivitas hidrolik dilakukan uji perkolasi di lapangan. Selanjutnya data uji perkolasi tersebut dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai konduktivitas hidrolik dengan persamaan Hoek and Bray:

$$K = \frac{A}{F(t_2-t_1)} \times \ln \frac{H_1}{H_2}$$

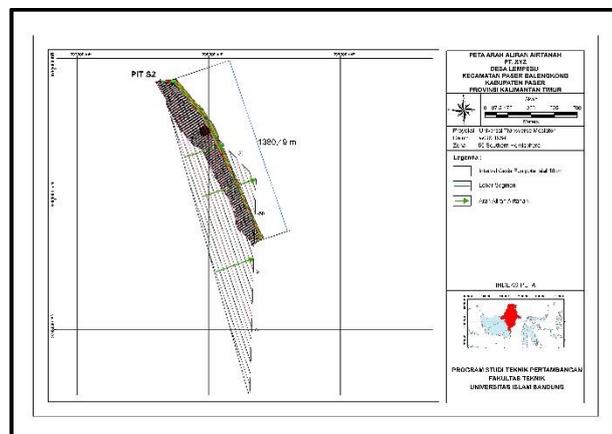
$$= \frac{13,2}{39,62 (850-190)} \times \ln \frac{0,99}{0,954} = 1,86 \times 10^{-5} \text{ cm/detik}$$

Selanjutnya menentukan menghitung nilai gradien hidrolik dan luas penampang. Nilai gradien hidrolik dapat dilakukan dengan membuat peta arah aliran air pada lokasi pit. berikut ini perhitungannya:

Gradien Hidrolik (i) =  $\frac{dh}{dl}$   
 $= \frac{57,5628 - (-24,5745)}{1380,4967}$   
 $= 0,0594$

Luas Penampang = Panjang x tebal  
 $= 1380,49 \times 27,92$   
 $= 38.543,3 \text{ m}^2$

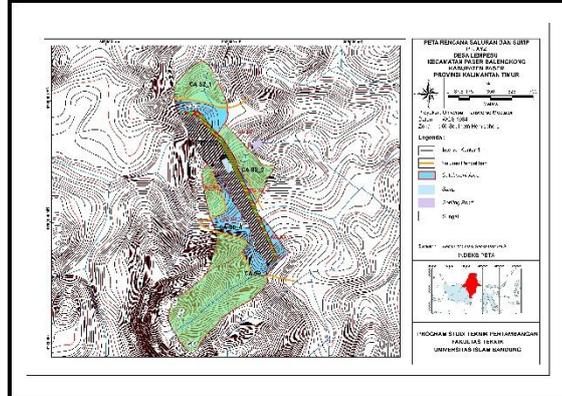
Debit Airtanah = K x I x A  
 $= 1,445 \times 10^{-3} \text{ m/jam} \times 0,0594 \times 38.543,3 \text{ m}^2$   
 $= 38.543,3 \text{ m}^3/\text{jam}$



Gambar 2. Peta Arah Aliran Airtanah

### Saluran Pengalihan

Saluran pengalihan dibutan untuk memotong arah aliran air yang akan masuk ke pit. pembuatan saluran pengalihan ini termasuk salah satu upaya pencegahan debit air yang masuk ke dalam *pit*. sebelumnya dibuat dahulu rencana saluran pengalihan pada peta sehingga dapat menentukan debit aliran pada saluran pengalihan.



Gambar 3. Peta Saluran Pengalihan dan Sump

Setelah dibuat saluran pengalihan maka debit air limpasan pada *catchment area* yang menuju ke *Pit S2* akan berkurang. Berikut ini tabel debit aliran setelah dibuat saluran pengalihan dan tabel debit total air yang masuk kedalam *pit*

Tabel 5 Debit Setelah Dibuat saluran Pengalihan

Nama	Koefisien limpasan (C)	I (m/jam)	A (m <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /jam)	Q (m <sup>3</sup> /Hari)
PIT S2	0,9	0,00677	224.447,27	1.367,55	32.821,37
CA S2_1	0,6	0,00677	56.078,89	227,79	5467,01
CA S2_2	0,6	0,00677	9.976,37	40,52	972,57
CA S2_3	0,6	0,00677	60.976,90	247,68	5.944,51
CA S2_4	0,6	0,00677	81.274,78	330,13	7.923,31
Total				2.213,70	53.128,80

Tabel 6 Debit Total Air yang Masuk Ke dalam Pit

Nama	Q (m <sup>3</sup> /jam)	Q (m <sup>3</sup> /hari)	Q airtanah (m <sup>3</sup> /hari)	Q total (m <sup>3</sup> /hari)
PIT S2	1.367,55	32.821,37	79,39	53.208,20
CA S2	806,438	19.354,52		

### Sump dan Sistem Pemompaan

Upaya penanganan air yang masuk ke dalam *pit* maka dibuatlah suatu sistem pemompaan untuk mengeluarkan air ke luar *pit*. berikut ini perhitungan debit air yang dapat ditanggulangi oleh pompa:

$$\begin{aligned}
 Q \text{ sisa} &= Q \text{ total} - (\text{Debit Pompa} \times \text{jumlah pompa} \times \text{jam kerja}) \\
 &= 53.208,20 \text{ m}^3/\text{hari} - (781,19 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \times 20 \text{ jam}/\text{hari})
 \end{aligned}$$

$$= 6.336,8 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Selanjutnya debit sisa tersebut akan ditampung oleh *sump*. Berikut ini volume sump dari hasil perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Volume sump} &= \frac{(\text{Luas Atas} + \text{Luas Bawah})}{2} \times \text{tinggi} \\ &= \frac{(183,77^2 + 20,3^2)}{2} \times 12 \\ &= 205.101,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada pit S2, dibagi 2 catchment area, yaitu catchment area pada pit S2 dan catchment area di luar pit dengan total luasan sebesar 1.034.769,753 m<sup>2</sup>.
2. Saluran pengalihan dibuat menjadi 5 saluran, pada saluran 1 memiliki panjang 441,73 m dengan debit 0,91 m<sup>3</sup>/detik, saluran 2 memiliki panjang 289,59 m dengan debit 1,23 m<sup>3</sup>/detik, saluran 3 memiliki panjang 318,98 m dengan debit 4,14 m<sup>3</sup>/detik, saluran 4 memiliki panjang 294,95 m dengan debit 1,66 m<sup>3</sup>/detik, dan saluran 5 memiliki panjang 497,82 m dengan debit 0,61 m<sup>3</sup>/detik. Saluran pengalihan yang dibuat diarahkan menuju saluran alami (Stream).
3. Debit air limpasan yang masuk ke dalam Pit sendiri dibagi menjadi 3, yaitu debit air limpasan permukaan di pit S2 sebesar 32.821,374 m<sup>3</sup>/hari, air limpasan permukaan dari catchment area di luar pit sebesar 20.307,429 m<sup>3</sup>/hari, dan debit airtanah sebesar 79,39 m<sup>3</sup>/hari. Total debit limpasan yang masuk ke dalam pit adalah 53.208,2 m<sup>3</sup>/hari.
4. Pompa yang digunakan adalah MF 420E yang memiliki max flow 300 liter/detik atau 1.080 m<sup>3</sup>/jam. Debit air yang masuk adalah 53.208,2 m<sup>3</sup>/jam, maka dibutuhkan 3 pompa MF 420 E dengan jam kerja 20 jam/hari. Dengan adanya 3 pompa yang bekerja selama 20 jam/hari tersebut mampu mengeluarkan air sebanyak 46.871,4 m<sup>3</sup>/hari, sehingga akan tersisa volume air sebanyak 6.336,8 m<sup>3</sup>/hari. Pompa cadangan berjumlah 1 buah dengan jam kerja yaitu 24 jam dengan debit 18.748,56 m<sup>3</sup>/hari. Pompa cadangan ini digunakan setiap 3 hari sekali yang dimulai dari hari ke 20.
5. Debit total air yang masuk ke dalam pit S2 berdasarkan perhitungan adalah 53.208,2 m<sup>3</sup>/hari. Volume air yang tersisa dari sistem pemompaan adalah 6.336,8 m<sup>3</sup>/hari. Sehingga sump yang dibuat memiliki kapasitas 205.101,01 m<sup>3</sup>/bulan. Dimensi dari sump sendiri yaitu dengan panjang permukaan sump 183,77 m, lebar permukaan sump 183,77 m, panjang dasar sump 20,3 m, lebar dasar sump 20,3 m, tinggi sump 12 meter, dan kemiringan 60°.
6. Debit yang masuk ke dalam kolam pengendapan adalah debit yang berasal dari pompa sebanyak 3 buah yaitu sebesar 0,5424 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan perhitungan, luas settling pond adalah 3300 m<sup>2</sup>, maka untuk panjang dan lebar dapat menggunakan rasio 1 : 3. Maka panjang (p) settling pond adalah 100 meter, lebar (b) 33 meter, dan kedalaman (h) 57 meter. Waktu penuh kolam pengendapan adalah 99,57 hari atau dibulatkan menjadi 100 hari.

#### 5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran seperti berikut:

1. Setelah dilakukan perhitungan terhadap saluran pengalihan, sistem pemompaan, kolam penampungan (*sump*), kolam pengendapan (*settling pond*), maka dapat dijadikan standar minimal dalam pembuatannya. Hal ini agar kegiatan penambangan dapat berjalan lancar sesuai dengan rencana.
2. Pompa yang digunakan dalam sistem pemompaan berjumlah 4 unit. 3 pompa

bekerja 20 jam/hari dan 1 pompa bekerja 24 jam/3 hari. Maka dibutuhkan cadangan pompa dengan jenis yang sama. Unit cadangan yang disiapkan adalah 10% dari total keseluruhan unit. Dari 4 pompa tersebut, butuh 0,4 pompa cadangan atau dibulatkan menjadi 1 pompa.

3. Diperlukan perhatian dan perawatan terhadap saluran pengalihan, kolam penampungan (*sump*), dan kolam pengendapan (*settling pond*) agar dapat berfungsi secara optimal.

### Daftar Pustaka

- Arsyad, Sitanala. 2006. "Konservasi Tanah dan Air". Bandung: Penerbit IPB (IPB Press).
- Binder, Raymond C. 1973. "Fluid Mechanics". New York.
- Bray, J and Hoek, E. 1981. "Rock Slope Engineering". The Institution Of Mining And Metalurgy, London.
- Chow, V.T. 1959. "Surface Handbook of Applied Hydrology". McGraw-Hill Book Company, New York
- Chow, V.T. 1961. "A General Formula For Hydrologic Frequency Analysis". Trans Am. Geophys. Union.
- Darcy, H. 1885. "Hydraulic Researches, Experimental research on flow of water In open Channel". Academie des Sciences. Paris.
- Fetter, C W. 1988. "Applied Hydrogeology Fourth Edition". London: Prentice Hall.
- Gumbel, E. J. 1954. "Statistical Theory OF Extreme Value and Some Practical Applications". National Bereau of Standards (U.S) Appl. Math. Ser., 33.
- Handoko. 1994. "Klimatologi dasar landasan pemahaman fisika atmosfer dan unsur-unsur iklim". PT. Dunia pustaka jaya. Jakarta.
- Hendratmoko, I. 2006. "Diktat Kuliah Sistem Penirisan Tambang". Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Kite, G. W. 1997. "SLURP Hydrological Model". Canadian Journal Of Civil Engineering. Canada.
- Manning, R. 1981. "On The Flow of Water in Open Channel and Pipes". Civ, Eng, Ireland.
- Manning and Delp. 1991, "Major Diagnosis Fisik". Jakarta.
- Moody, L.F. 1994. "Friction Factor for pipe". Transactions of the American Society of Mechanical Engineers. New York.
- Potter, M.C and David, C. 2008. "Schaum's otline of Fluid Mechanics". The Mcgraw-Hill Companies. Inc. New York.
- Sayoga, Rudi. 1999. "Sistem Penirisan Tambang". Institut Teknonlogi Bandung, Bandung.
- Soewarno. 1995. "Hidrologi Jilid I", Nova. Bandung.
- Suripin. 2004. "Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan". Andi Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. "Hidrologi Terapan". Beta Offset. Yogyakarta.
- Viessman, Warren Jr. And Lewis, G.L. 1996. "Introduction to Hydrology". Edisi 4. HarperCollins College. New York.