

# ANALISIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG TERBUKA PENAMBANGAN BATUBARA DI PT. KALIMANTAN PRIMA PERSADA *JOBSITE* PCNS, DESA SEBAMBAN, KEC. SUNGAI LOBAN, KAB. TANAH BUMBU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Putri Arrina Haq<sup>1\*</sup>, Rusli Har<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

[\\*arrinaputri@gmail.com](mailto:*arrinaputri@gmail.com)

[\\*\\*ruslihar@ft.unp.ac.id](mailto:**ruslihar@ft.unp.ac.id)

**Abstract.** PT. Kalimantan Prima Persada PCNS Jobsite is one of the coal mining companies engaged in mining contractor. Mining activities are carried out using the open pit mining method, which causes the formation of a basin that is wide enough and has the potential to become a water storage area, both from surface runoff and groundwater. Based on the results of the calculation of rainfall for a period of 12 years, from 2010-2021, with a catchment area of 216,03 Ha, the planned rainfall value is 182,38 mm in a 10-year return period, with a rainfall intensity of 62,46 mm/hour and runoff discharge of 20,2 m<sup>3</sup>/second. Based on observations of field conditions by looking at the difference in the initial and final elevations that occur in the Majapahit Pit sump, the amount of groundwater that enters the Majapahit Pit sump is 1,35 m<sup>3</sup>/second. The total water discharge which is the overall discharge that will be accommodated in the sump is 21,55 m<sup>3</sup>/second. For the total pump head that must be provided to drain the amount of water as planned is 106,2 m, with a pump power of 32,77 kW or 43,94 Hp, then the pumping activity with one available pump is only able to dry 20% of the total sump capacity. The volume of water in the sump in a day after pumping is 1.847.017,12 m<sup>3</sup>. Recalculation of the sump dimensions at the research site is not necessary, because there is no economical coal reserve under the sump. For an economical open channel design, it is known that the bottom width of the channel (b) is 1,25 m, the hydraulic depth (y) is 1,5 m, the wet cross-sectional area is (A) 3,18 m<sup>2</sup>, the wet perimeter (P) is 4,71 m, the hydraulic radius (R) is 0,75 m, the length of the channel slope (a) is 1,495 m, the top surface width (B) is 2,99 m and the channel guard height (W) is 0,86 m, the open channel discharge is 4,8 m<sup>3</sup>/second so it can accommodate the pumping discharge issued at the outlet which is 0,216 m<sup>3</sup>/second. The volume of the sludge settling pond which made by the Engineering Department of PT. Kalimantan Prima Persada PCNS Jobsite is 65.289 m<sup>3</sup> so it can accommodate if the rainfall is high, which is 64.880,95 m<sup>3</sup> and there is no need to add another pond.

**Keywords :** *Groundwater, Rainfall, Catchment Area, Sump, Settling Pond, Open Channel*

## 1. Pendahuluan

PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS merupakan salah satu perusahaan pertambangan batubara yang bergerak dalam bidang *mining contractor*, terletak di Kecamatan Sungai Loban, Kabupaten Tanah Bumbu, yang jaraknya ± 196 KM dari Kota Banjarmasin.

Kegiatan penambangan dilakukan dengan menggunakan metode penambangan *open pit* atau tambang terbuka.

Peningkatan jumlah pengupasan *overburden* dan batubara pada metode *open pit*, mengakibatkan terjadinya perubahan dimensi *front* tambang yang semakin dalam, serta arah penambangan yang menuju penyebaran batubara, sehingga menyebabkan terbentuknya cekungan yang cukup luas. Cekungan yang luas sangat berpotensi untuk menjadi daerah tampungan air, baik yang berasal dari air limpasan permukaan maupun air tanah.

Pada cuaca ekstrim seperti curah hujan tinggi, maka air yang berasal dari air hujan akan jatuh ke permukaan dan mengalir menuju daerah yang topografinya lebih rendah sebagai air limpasan dan potensi air tanah, sehingga akan menggenangi lantai dasar *pit* dan berpotensi menjadi salah satu penyebab berlumpurnya *front* penambangan. Hal tersebut dapat mengganggu dalam kegiatan pembongkaran, pemuatan, dan pengangkutan dalam areal tambang dan menyebabkan terhentinya proses produksi untuk sementara waktu.

Sistem penyaliran tambang terbuka sangat dibutuhkan untuk area tambang yang berpotensi memiliki curah hujan yang tinggi. Hal ini dapat dilihat pada riwayat data curah hujan yang dikumpulkan oleh internal perusahaan dengan pengukuran curah hujan. *Forecast* curah hujan tertinggi rata-rata pada tahun 2022 yaitu 424,89 mm dan curah hujan rata-rata terendah adalah 114,83 mm.

Sistem penyaliran yang diterapkan pada lokasi tambang di *Pit Majapahit* PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS adalah dengan metode *mine dewatering*, yaitu untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke lokasi penambangan dengan beberapa langkah. Dimulai dari kegiatan menampung air, yang berasal dari air limpasan dan air tanah di suatu kolam penampungan air (*sump*) di dalam *front* penambangan. Kemudian air yang sudah terkumpul di *sump* akan dipompa keluar menuju saluran terbuka melalui pipa, dengan panjang pipa kurang lebih 1,3 KM. Selanjutnya akan ditreatment terlebih dahulu untuk menetralkan kadar asam pada air hasil pemompaan tersebut.

Potensi air limpasan permukaan (*surface run off*) dan air tanah (*groundwater*) yang masuk dan terkumpul dalam suatu kolam penampungan (*sump*) merupakan salah satu kendala penting yang perlu ditangani. Hal ini dikarenakan ketika dilakukannya perluasan *pit* penambangan, maka akan sangat berdampak dengan besarnya debit air limpasan yang akan ditampung di kolam penampungan air (*sump*). Apabila air yang ada di *sump* meluap dan masuk ke lokasi penambangan, maka dapat mengganggu aktivitas penambangan dan mengakibatkan terhambatnya produksi bagi perusahaan dalam mencapai target produksi yang telah ditetapkan, sehingga apabila hal tersebut terjadi maka perusahaan akan mengalami kerugian baik secara materil maupun waktu. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis penyaliran yang baik dengan tujuan agar masalah yang berkaitan dengan air tidak mengganggu kegiatan operasional penambangan.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- Menghitung luas daerah tangkapan air (*catchment area*) *Pit Majapahit* PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS.
- Menentukan debit air total (debit air limpasan dan debit air tanah) yang masuk ke dalam *Pit Majapahit* PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS.
- Menentukan *head total* pompa, daya pompa dan jumlah pompa yang harus disediakan untuk mengeluarkan air dari *sump*.
- Menghitung volume air yang ditampung pada *sump*.

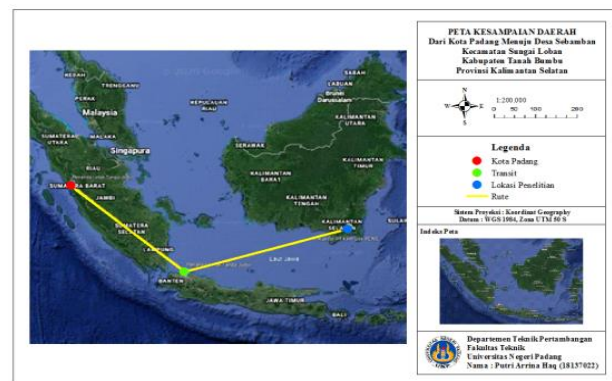
- Merencanakan bentuk dan ukuran saluran terbuka ekonomis yang dibutuhkan untuk mengalirkan air hasil pemompaan menuju *settling pond*.
- Menentukan volume kolam pengendapan lumpur (*settling pond*) pada *front* penambangan di *Pit Majapahit* PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) PT. Kalimantan Prima Persada *jobsite* PCNS terletak di Provinsi Kalimantan Selatan, Kabupaten Tanah Bumbu, Kecamatan Sungai Loban, Desa Sembandan dengan luasan IUP sebesar 349 Ha. Secara geografis, wilayah IUP PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS terletak pada posisi 3°37'20" LS dan 115°36'44" BT.

Lokasi kegiatan penambangan PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS dapat ditempuh melalui jalur udara dan dilanjutkan menggunakan jalur darat. Pada jalur udara, yaitu menggunakan pesawat terbang dengan rute transit Padang-Jakarta-Banjarmasin dan total waktu perjalanan yaitu  $\pm 4$  jam. Sedangkan perjalanan menggunakan jalur darat, dari Kota Banjarmasin menuju *Jobsite* PCNS yang berada di Kabupaten Tanah Bumbu dengan jarak  $\pm 196$  KM, yaitu menggunakan mobil yang ditempuh selama  $\pm 5$  jam.



Gambar 1. Kesampaian Lokasi IUP PT. Kalimantan PrimaPersada *Jobsite* PCNS

### 2.2. Kondisi Geologi dan Stratigrafi

#### 2.2.1 Fisiografi Regional

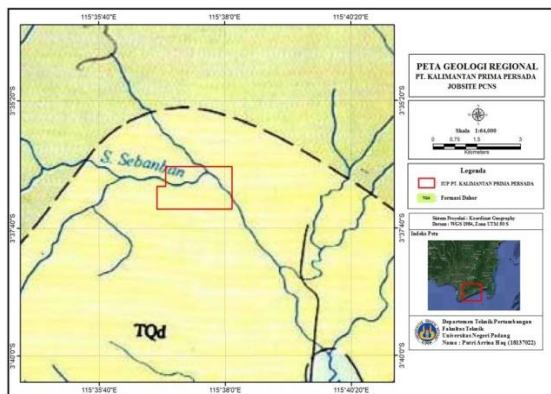
Wilayah penyelidikan umum endapan batubara, secara fisiografi termasuk kedalam Cekungan Asam-Asam. Posisi wilayah tersebut terletak dibagian selatan Provinsi Kalimantan Selatan. Cekungan Asam-asam tersebut ditempati oleh batuan sedimen Tersier setebal  $\pm 6000$  meter. Cekungan ini mengalami transgresi dari kala Eosen sampai dengan kala Miosen, kemudian Cekungan Asam-Asam ini juga mengalami regresi pada kala Pliosen. Pada waktu terjadinya transgresi pada Cekungan Asam-Asam diendapkan dari batuan tua ke muda dari

Formasi Pudak, Formasi Manunggul, Formasi Tanjung, Formasi Berai dan Formasi Warukin. Kemudian dari itu pada waktu terjadinya regresi diendapkan Formasi Dohor.

2.2.2 Struktur Geologi Regional

Berdasarkan peta lembar Kota Baru, struktur geologi daerah Kabupaten Tanah Bumbu adalah lipatan dan sesar. Sumbu lipatan umumnya berarah baratdaya-timurlaut (SW-NE) dan utara-selatan (N-S) dan sejajar dengan arah sesar normal, sedangkan sesar mendatar umumnya berarah baratlaut-tenggara (NW-SE) dan baratdaya-timurlaut (SW-NE). Kegiatan tektonik daerah ini diduga berlangsung sejak berjuta-juta tahun, yang mengakibatkan bercampurnya batuan ultramafic (Mub), batuan banchuh (Mb), sekis garnet amfibolit (Mm) dan batupasir terkersikan (Mr). Genanglaut dan kegiatan gunungapi terjadi pada Kapur Akhir bagian bawah yang menghasilkan Formasi Pitap (Ksp), Formasi Manunggul (Km), Formasi Haruyan (Kvh) dan Formasi Paau (Kvp). Pada Kapur bagian atas terjadi kegiatan magma yang menghasilkan terobosan diorit (Kdi).

Dari kenampakan kedudukan struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian relatif tidak ditemukan indikasi perubahan dari pola penyebaran ataupun arah pada umumnya. Berdasarkan pengukuran, lapisan batubara yang terdapat di PT. Kalimantan Prima Persada memiliki perlapisan relatif dengan arah kemiringan (*dip*) sebesar ± 10°-15° dengan nilai ± N 240° E. Dengan ketebalan batubara berkisar antara ± 1.20 meter sampai dengan ± 5,0 meter.



Gambar 2. Peta Geologi Regional

2.2.3 Stratigrafi Regional

Pada peta geologi regional lembar Kota Baru urutan stratigrafi dari batuan yang berumur tua sampai yang muda adalah sebagai berikut [5]:

- Aluvium (Qa)
- Formasi Dahor (TQd)
- Formasi Warukin (Tmw)
- Formasi Berai (Tomb)
- Formasi Tanjung (Tet)
- Formasi Haruyan (Kvh)
- Anggota PAAU (Kvp)
- Olistolis Kitap (Kok)

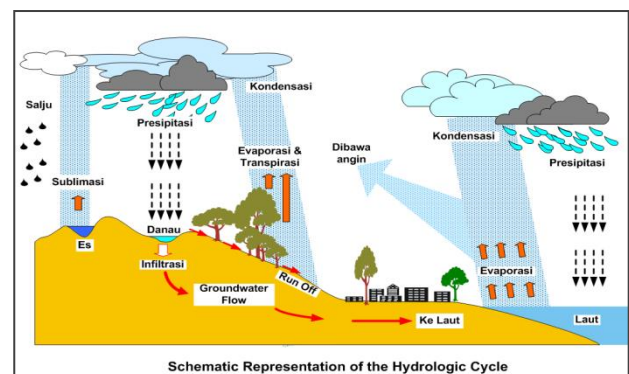
| AGE          | FORMATION | LITHOLOGY | DESCRIPTION  | ENVIRONMENT             | TECTONIC               |
|--------------|-----------|-----------|--|-------------------------|------------------------|
| QUATERNARY   | ALLUVIAL  |           | Pebble, cobble, sand, silt and clay  | Terrestrial             | MAJOR UPLIFT           |
| MIOCENE      | DAHOR     |           | Thick sandstone, siltstone, claystone intercalation, with boulders of older rock fragments   | Inner neritic - Deltaic | MIOCENE UPLIFT         |
|              |           |           | interbedded of thick coal layers and clays, sandstone  |                         |                        |
|              | WARUKIN   | Upper     | interbedded of sandstone, shale intercalation  | Inner neritic - Deltaic |                        |
|              |           | Lower     | interbedded of sandstone and claystone with calc. claystone and thin limestone intercalation |                         |                        |
| OLIGOCENE    | BERAI     | Upper     | interbedded of limestone, claystone, occ. marl   | Middle neritic - Lagoon | OLIGOCENE UPLIFT       |
|              |           | Micule    | Massive limestone with reef skeletal   |                         |                        |
|              |           | Lower     | interbedded of limestone and marl  |                         |                        |
| EOCENE       | TANJUNG   | Upper     | Calc. claystone with limestone and coal intercalation  | Neritic                 |                        |
|              |           | Middle    | interbed of sandstone, siltstone & claystone   |                         |                        |
|              |           | Lower     | Sandstone, mudstone, conglomerate with coal intercalation                                    |                         |                        |
| PRE-TERTIARY | BASEMENT  |           | Metasediment overlying igneous rocks   | Fluvial                 | LATE CRETACEOUS UPLIFT |

Gambar 3. Stratigrafi Regional Daerah Penelitian

2.3. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait dan perlu diperhatikan dalam merencanakan bangunan air, yaitu proses hujan (presipitasi), penguapan (evaporasi), infiltrasi, limpasan permukaan (*surface runoff*) dan limpasan air tanah (*subsurface runoff*) [6].

Siklus hidrologi adalah suatu proses yang berkaitan, berlanjut, dan berputar sehingga membentuk suatu siklus atau daur ulang, dimana air yang berasal dari bumi bergerak menuju ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi.



Gambar 4. Siklus Hidrologi

## 2.4. Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha yang diterapkan pada suatu daerah penambangan yang dilakukan untuk mencegah, mengeringkan, dan mengeluarkan air dalam jumlah berlebihan yang masuk ke area penambangan [4]. Upaya ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebih, terutama pada musim hujan. Sistem penyaliran tambang juga bertujuan untuk memperlambat kerusakan alat dan juga membuat kondisi kerja yang aman, sehingga alat-alat mekanis yang digunakan pada daerah tersebut mempunyai umur yang lama.

Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dibedakan menjadi dua, yaitu *mine drainage* dan *mine dewatering* [2]. *Mine drainage* merupakan upaya untuk pencegahan aliran air yang akan masuk atau mengalir ke area *front* tambang, sedangkan *mine dewatering* atau biasa disebut sistem penyaliran langsung (konvensional) adalah upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan.

## 2.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran Tambang

Pada dasarnya banyak hal yang mempengaruhi sistem penyaliran di tambang yang perlu diperhatikan. Berikut adalah beberapa faktornya.

### 2.5.1 Daerah Tangkapan Hujan (Catchment Area)

Daerah tangkapan hujan adalah areal atau daerah tangkapan hujan dimana batas wilayah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup yang mana polanya disesuaikan dengan kondisi topografi, dengan mengikuti kecenderungan arah gerak air [8].

### 2.5.2 Analisis Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satuan luas, dinyatakan dalam satuan mm. 1 mm berarti pada luasan  $1 m^2$  pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung sebanyak 1 liter [10]. Daerah curah hujan yang dinyatakan dalam curah hujan persatuan waktu disebut dengan intensitas hujan. Data curah hujan biasanya disajikan dalam data curah hujan harian, bulanan, dan tahunan yang dapat berupa grafik atau tabel.

### 2.5.3 Air Limpasan

Air limpasan (*surface run off*) adalah air permukaan bersumber dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah, bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah tanpa memperhatikan asal atau jalan di tempuh sebelum mencapai saluran. Air limpasan berlangsung ketika jumlah curah hujan melebihi lajur infiltrasi air ke dalam tanah. Setelah lajur

infiltrasi, air mulai mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah, setelah cekungan terpenuhi maka terjadi lah air limpasan.

Untuk menghitung jumlah air/limpasan permukaan dari suatu daerah dapat digunakan rumus rasional pada Persamaan (1) berikut [1] :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (1)$$

dimana: **Q** adalah debit air ( $m^3$ /detik), **C** koefisien limpasan, **I** intensitas curah hujan (mm/jam), dan **A** luas *Catchment area* (Ha).

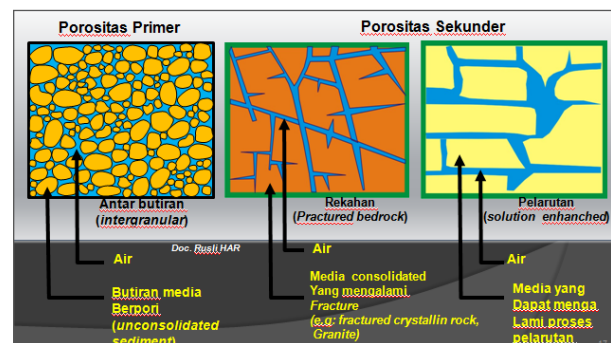
### 2.5.4 Air Tanah

Air tanah adalah segala bentuk aliran air hujan yang mengalir di bawah permukaan tanah, sebagai akibat struktur perlapisan geologi, beda potensi kelembaban tanah dan gaya gravitasi bumi [1].

Air hujan merupakan salah satu sumber utama terbentuknya air tanah. Karena air hujan yang meresap ke bawah akan melewati lubang pori diantara butiran tanah. Air yang berkumpul di bawah permukaan bumi ini disebut akuifer.

Berdasarkan sifat fisik batuan, secara garis besar ada 2 jenis media penyusun akuifer, yaitu sistem media pori dan sistem media rekahan. Kedua sistem ini memiliki karakter air tanah yang berbeda satu sama lain [3].

Pada sistem media berpori, air tanah mengalir melalui rongga/ruang antar butir yang terdapat dalam suatu batuan misalnya batupasir dan batuan alluvial. Rongga atau ruang antar butir tersebut merupakan porositas primer, yaitu porositas yang terbentuk pada saat proses pembuatan batuan. Pada sistem media rekahan, air mengalir melalui rekahan-rekahan (*fracture*) akibat proses tektonik atau proses pendinginan dan pelarutan yang terdapat pada batuan. Rekahan-rekahan tersebut merupakan porositas sekunder [4].



Gambar 5. Model Akuifer Media Pori Ruang Antar Butir dan Media Rekahan

### 2.5.5 Pemipaan dan Pompa

Pipa untuk keperluan pemompaan biasanya terbuat dari baja, tetapi untuk tambang yang tidak terlalu dalam dapat menggunakan pipa *HDPE* (*High Density Polyethylene*). Pipa ini termasuk jenis pipa polietilena termoplastik,

yaitu terbuat dari resin dan dapat dibentuk pada saat pemanasan.

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan air di daerah tambang, baik itu air tanah maupun air bawah tanah. Dalam sistem penyaliran tambang, pompa sangat diperlukan untuk mencegah maupun mengeluarkan air yang masuk ke lokasi tambang. Jenis pompa yang banyak digunakan dalam kegiatan penyaliran tambang adalah pompa sentrifugal.

Dalam pemilihan pompa, kita harus menyesuaikan dengan beberapa faktor, yaitu:

- Lokasi Pemindahan Air
- Debit Air yang Dipindahkan
- Karakteristik Air
- Kapasitas Motor
- Spesifikasi Pompa
- Kapasitas Pompa
- Head Pompa

Head pompa total terdiri atas head statik atau elevasi, head tekanan dan head kecepatan serta kerugian head dan dinyatakan dalam bentuk Persamaan (2), yaitu:

$$HT = H_s + \sum h_{fi} \quad (2)$$

dimana:  $H_s$  adalah *head of static* (m) dan  $\sum h_{fi}$  head dinamis.

- *Head Static*  
*Head of static* adalah kehilangan energi yang disebabkan oleh perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan di sisi isap dari pompa. *Head static* dapat dicari menggunakan Persamaan (3) berikut:

$$H_s = h_1 + h_2 + \dots + h_n \quad (3)$$

dimana:  $h_1$  adalah beda ketinggian pipa 1 (m),  $h_2$  beda ketinggian pipa 2 (m), dan  $h_n$  beda ketinggian pipa n (m).

- *Head Dinamis*  
*Head* dinamis merupakan *head* pompa yang terdiri dari *velocity head* dan *head loss*. *Velocity head* merupakan *head* yang disebabkan oleh adanya perbedaan kecepatan fluida di *suction reservoir* dengan di *discharge reservoir*. Sedangkan *head loss* merupakan suatu kerugian aliran yang terjadi sepanjang saluran pipa, baik itu pipa lurus, belokan, saringan, katup dan sebagainya. *Head loss* dapat digolongkan menjadi dua, yaitu *head loss mayor* dan *head loss minor*. *Head loss mayor* merupakan suatu kerugian aliran yang disebabkan oleh adanya gesekan antara fluida dengan dinding saluran pipa lurus. Besarnya *head loss mayor* dapat dihitung menggunakan Persamaan (4) berikut.

$$H_f = f \left( \frac{LV^2}{2gD} \right) \quad (4)$$

dimana :  $f$  adalah koefisien gesek yang dapat diketahui dari jenis aliran yang terjadi atau fungsi dari angka kekasaran pipa. Untuk menentukan

tahanan gesek atau  $f$  pada Persamaan Darcy-Weisbach dilakukan dengan pendekatan empiris Blasius secara menyeluruh pada berbagai bilangan Reynolds (*Reynolds Number*).  $L$  panjang pipa,  $V$  kecepatan rata-rata (m/s), dan  $D$  diameter pipa (m), dan  $g$  gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>).

*Head loss minor* merupakan kerugian aliran yang disebabkan oleh adanya gesekan yang terjadi pada komponen tambahan (asesoris) seperti *elbow*, katup, *fitting* dan lain sebagainya sepanjang jalur perpipaan. Besarnya *head loss minor* tergantung dari koefisien tahanan ( $k$ ) asesoris yang digunakan. Rumus umum yang biasanya digunakan untuk menghitung kehilangan energi pada belokan dapat menggunakan menggunakan Persamaan (5) berikut.

$$H_f = k \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

dimana:  $k$  adalah besarnya *minor head loss*,  $V$  kecepatan rata-rata (m/s), dan  $g$  gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>).

Untuk nilai dari  $k$  dapat ditentukan menggunakan Persamaan (6) berikut.

$$k = \left( \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^2 + 2 \left( \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)^4 \quad (6)$$

dimana:  $k$  adalah besarnya *minor head loss* dan  $\alpha$  besarnya sudut belokan.

## 2.6. Kolam Penampungan Air (Sump)

Sumuran atau kolam penampungan air berfungsi sebagai tempat penampung air sebelum dipompa ke luar tambang. Dengan demikian, dimensi sumuran ini sangat tergantung dari jumlah air yang masuk serta keluar dari sumuran (Gautama, 1999).

Dimensi sumuran tambang tergantung pada kuantitas volume air limpasan, kapasitas pompa, dan waktu pemompaan (volume pemompaan), kondisi lapangan seperti kondisi penggalan terutama pada lantai tambang (*floor*) dan lapisan batubara serta jenis tanah atau batuan di bukaan tambang. Volume sumuran ditentukan dengan menggabungkan grafik intensitas hujan versus waktu, dan grafik volume pemompaan versus waktu serta volume limpasan versus waktu. Penentuan dimensi sumuran ditentukan dengan melihat volume sisa terbesar.

## 2.7. Desain Saluran Terbuka

Pembuatan saluran tambang dilakukan untuk air limpasan permukaan pada suatu daerah dan mengalirkannya ke tempat pengumpulan (sumuran) atau tempat lainnya. Saluran ini juga digunakan untuk mengalirkan air hasil pemompaan keluar areal penambangan (sungai).

Bentuk penampang saluran umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material pembentuk saluran serta kemudahan dalam pembuatannya. Saluran air

dengan penampang persegi empat atau segitiga umumnya untuk debit yang kecil sedangkan penampang trapesium untuk debit yang besar.

## 2.8. Kolam Pengendapan Lumpur (*Settling Pond*)

Kolam pengendapan adalah suatu daerah yang dibuat khusus untuk menampung air limpasan sebelum dibuang langsung menuju daerah pengaliran umum atau badan air. Sedangkan kolam pengendapan untuk daerah penambangan adalah kolam yang dibuat untuk menampung dan mengendapkan air limpasan yang berasal dari daerah penambangan maupun daerah sekitar penambangan, kemudian akan dibuang menuju tempat penampungan air umum seperti sungai, laut, maupun danau.

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian terapan. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan data konkrit, data penelitian berupa angka-angka yang akan diukur menggunakan statistik sebagai alat uji perhitungan, berkaitan dengan masalah yang diteliti untuk menghasilkan suatu kesimpulan [7]. Secara singkat, penelitian kuantitatif dilakukan dengan menjelaskan, menguji, dan menentukan hubungan antar variabel dengan memilah permasalahan menjadi bagian yang dapat diukur atau dinyatakan dalam bentuk angka.

### 3.2. Jenis Data

Dalam melakukan penelitian, dilakukan beberapa cara pengumpulan informasi atau data yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran terhadap objek fokus penelitian. Dalam pengumpulan sumber data, dilakukan dua metode yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah jenis dan sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari lapangan, dalam penelitian ini yaitu data pemompaan di *outlet* pipa. Sedangkan data sekunder adalah sumber data suatu penelitian yang diperoleh secara tidak langsung, seperti berupa literatur dan data perusahaan, dalam penelitian ini yaitu diantaranya data curah hujan, peta *orthophoto* dan DEM (*Digital Elevation Model*), data spesifikasi pompa, data spesifikasi pipa dan data elevasi *sump*.

### 3.3. Teknik Pengumpulan Data

Berikut beberapa tahapan untuk mengumpulkan data pendukung guna keperluan menganalisis data penelitian, diantaranya yaitu:

#### 3.3.1 Tahapan Studi Literatur

Studi literatur merupakan bagian kegiatan penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan, mempelajari, dan membaca berbagai sumber pustaka baik berupa buku, penelitian terdahulu, data-data yang dimiliki perusahaan, serta sumber lain yang merujuk pada hal-hal yang mendukung kegiatan penelitian.

#### 3.3.2 Tahapan Pengambilan Data Penelitian

Pengamatan yang dilakukan secara langsung di lapangan untuk mengetahui masalah yang akan dibahas khususnya di *Pit* Majapahit PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS.

### 3.4. Teknik Analisis Data

Dalam melakukan analisis data, digunakan cara penggabungan antara teori dengan data-data di lapangan, sehingga dari keduanya didapat pemecahan masalahnya. Adapun tahapan pertama yang dilakukan adalah menghitung luas dari daerah tangkapan air (*catchment area*) dengan bantuan *software* *Surpac* dan *ArcGis 10.4*, pengukuran dihitung berdasarkan peta *orthophoto* dan DEM (*Digital Elevation Model*) wilayah penambangan PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS.

Tahapan selanjutnya yaitu menganalisis debit air total (debit air limpasan dan debit air tanah) untuk mengetahui banyaknya debit air total yang akan masuk ke dalam *front* penambangan di *Pit* Majapahit. Selanjutnya dilakukan perhitungan pompa dan pipa untuk mengetahui besaran *head total* dan daya pompa yang harus disediakan pompa untuk mengalirkan jumlah air dari *sump* menuju *outlet*.

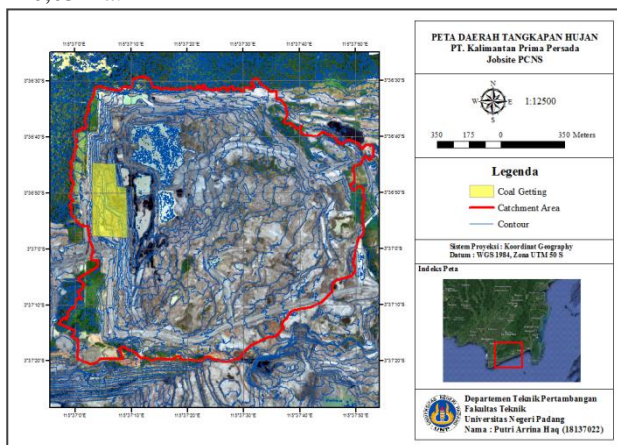
Perhitungan volume air yang ada di *sump* perlu dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang akan ditampung oleh *sump* yang berada pada *bottom pit* (elevasi terendah). Untuk menghitung dimensi saluran terbuka, hal yang diperhatikan adalah debit yang berpengaruh pada rancangan saluran terbuka, yaitu debit pemompaan di *outlet*. Tahapan yang terakhir yaitu melakukan evaluasi volume kolam pengendapan lumpur (*settling pond*) yang sudah ada dengan data curah hujan yang diperoleh, apakah dimensi kolam pengendapan lumpur yang sudah dibuat oleh *Engineering Department* PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS dapat menampung jika intensitas curah hujan tinggi.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Daerah Tangkapan Air Hujan (*Catchment Area*) *Pit* Majapahit PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS

Untuk mengetahui luas dari *catchment area*, dapat menggunakan *software* *Surpac* dan *ArcGis 10.4* dihitung berdasarkan daerah tangkapan air yang diperkirakan berpotensi akan menjadi daerah aliran air. Pengukuran dihitung berdasarkan *orthophoto* dan DEM (*Digital*

*Elevation Model*) yang dapat menampilkan topografi dari wilayah penambangan. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada *software Surpac* dan *ArcGis 10.4*, pada daerah *catchment area* didapatkan luas sebesar 216,03 Ha.



Gambar 6. Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

## 4.2. Analisis Debit Air Total (Debit Air Limpasan dan Debit Air Tanah)

### 4.2.1 Menghitung Debit Air Limpasan

Tahapan pertama untuk mendapatkan besarnya debit air limpasan yaitu melakukan penentuan curah hujan yang didasarkan pada data curah hujan maksimum rata-rata pada daerah pengamatan, dengan menggunakan data curah hujan maksimum harian tahun 2010-2021. Data yang ada diolah dengan menggunakan *Distribusi Log Pearson III* dan menghasilkan curah hujan rencana sebesar 182,38 mm dengan periode ulang hujan 10 tahun.

Intensitas hujan rencana dihitung berdasarkan nilai curah hujan rencana pada periode ulang hujan 10 tahun dengan menggunakan persamaan *Mononobe*. Berdasarkan perhitungan, nilai intensitas hujan dengan luasan *catchment area* 216,03 Ha, periode ulang 10 tahun dan dengan memperkirakan lamanya sistem penyaliran akan bekerja (TL) selama 25 tahun didapat sebesar 62,46 mm/jam.

Debit air limpasan dapat ditentukan setelah diketahui luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*), nilai intensitas curah hujan dan nilai koefisien limpasan. Untuk menghitung debit air limpasan dapat digunakan metoda rasional menggunakan Persamaan (1) berikut.

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

Perhitungan debit air limpasan pada *catchment area* seluas 216.03 Ha yaitu 121.543,83 m<sup>3</sup>/jam, sehingga didapat debit air limpasan pada bukaan tambang seluas 129,3 Ha dengan cara membagi luas bukaan tambang dengan luas *catchment area* kemudian dikali dengan banyaknya debit limpasan pada *catchment area*.

Banyaknya debit air limpasan yang masuk ke dalam bukaan tambang menuju *sump* yaitu sebesar 72.747,28 m<sup>3</sup>/jam atau 20,2 m<sup>3</sup>/detik.

### 4.2.2 Menghitung Debit Air Tanah

Data yang digunakan pada perhitungan debit air tanah, yaitu data pengukuran elevasi permukaan *sump* pada saat kondisi cuaca cerah (tidak hujan) dan pompa dalam keadaan mati/*off*, namun elevasi permukaan air *sump* mengalami kenaikan.

Setelah didapatkan kenaikan tinggi air dari permukaan *sump*, kemudian dilakukan analisis perubahan volume air yang terjadi dalam rentang waktu yang telah ditentukan. Untuk mendapatkan jumlah volume rata-rata yaitu dengan merata-ratakan setiap perubahan volume air yang terjadi dan membagi dengan jumlah sampel pengukuran.

Untuk mendapatkan nilai dari debit air tanah, dapat dicari dengan membagi selisih antara volume awal dan volume akhir dengan lamanya waktu pemompaan yaitu selama 20 jam, sehingga didapat banyaknya debit air tanah yang masuk ke dalam *sump* yaitu sebesar 4.863,46 m<sup>3</sup>/jam atau 1,35 m<sup>3</sup>/detik.

### 4.2.3 Menghitung Debit Air Total

Debit total merupakan debit keseluruhan yang masuk ke dalam bukaan tambang (*pit*) dan ditampung di *sump*. Debit keseluruhan yang dimaksud adalah debit limpasan air permukaan ditambah dengan debit air tanah.

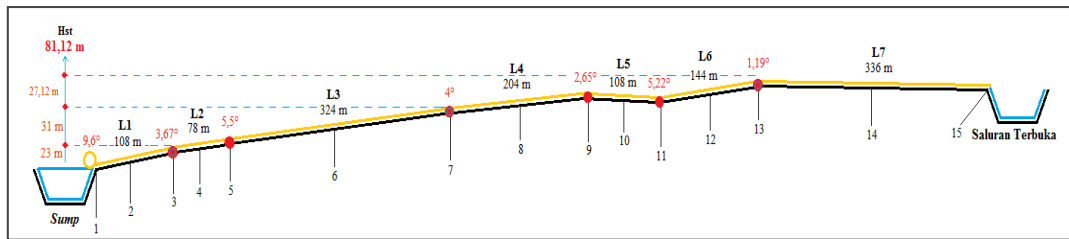
Berdasarkan perhitungan, didapat banyaknya debit air total yaitu sebesar 21,55 m<sup>3</sup>/detik atau 77.607,38 m<sup>3</sup>/jam.

## 4.3. Pompa dan Pipa

### 4.3.1 Kondisi Aktual di Lapangan

PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS memiliki 3 buah pompa, yaitu 2 buah Pompa *Multiflo 420 EXHV* yang salah satu pompanya diletakkan pada *main sump* dan 1 buah Pompa *Multiflo 290*. Saat dilakukannya pengamatan di lapangan, pompa yang sedang *running* yaitu satu buah Pompa *Multiflo 420 EXHV* yang terletak di *main sump Pit* Majapahit.

Sketsa jaringan pipa yang menghubungkan dari pompa yang berada di *main sump* menuju *outlet* dapat digambarkan berdasarkan kondisi aktual di lapangan dan dengan bantuan *orthophoto* yang didapat di *Engineering Department* PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS terlihat pada Gambar 7. Berdasarkan keadaan aktual di lapangan, terdapat 15 *head loss* yang disebabkan oleh adanya gesekan pada pipa.



Gambar 7. Sketsa Jaringan Pipa di Pit Majapahit

4.3.2 Pipa

Kondisi aktual pipa di Pit sump Majapahit pada tahun 2022, yaitu terletak di main sump Pit Majapahit dengan panjang pipa 1,3 KM dan inside diameter pipa pada inlet dan outlet sebesar 0,2938 m.

Head maksimal yang mampu diatasi oleh Pompa Multiflo 420 EXHV yaitu sebesar 148 kolom air dan dapat mengalirkan debit air pada outlet sebesar 0,216 m<sup>3</sup>/detik.

Untuk mengetahui head total pompa perlu diketahui nilai panjang pipa, sudut belokan pipa dan beda ketinggian yang terjadi pada pipa setiap posisi dari sump menuju outlet yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Panjang Pipa (L), Sudut Belokan (θ) dan Beda Ketinggian (h)

| Pit Sump Majapahit |            |            |
|--------------------|------------|------------|
| Li (m)             | θ (°)      | Hi (m)     |
| L1 = 108           | θ1 = 3,67° | H1 = 23    |
| L2 = 78            | θ2 = 5,5°  | H2 = 31    |
| L3 = 324           | θ3 = 4°    | H3 = 27,12 |
| L4 = 204           | θ4 = 2,65° |            |
| L5 = 108           | θ5 = 5,22° |            |
| L6 = 144           | θ6 = 1,19° |            |
| L7 = 336           |            |            |

Head yang terjadi di sepanjang jaringan pipa pada Pit sump Majapahit yaitu head of friction dan head static. Sebelum melakukan perhitungan head of friction terlebih dahulu harus menghitung kecepatan aliran pada pipa sehingga didapatkan jenis aliran yang terjadi pada pipa dengan melakukan proyeksi bilangan Reynolds pada Diagram Moody. Jenis-jenis head gesekan yang terjadi pada pipa yang menghubungkan dari main sump menuju outlet pada Pit Majapahit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Kehilangan Energi Dalam Pipa

| No. | Jenis Kehilangan Energi  | α     | K      | fi     | Hf                              | Kolom Air (m) |
|-----|--|-------|--------|--------|---------------------------------|---------------|
| 1   | Kehilangan energy pada inlet pompa                             | -     | 1,0    | -      | $Hf_1 = k \frac{v^2}{2g}$       | 0,59          |
| 2   | Kehilangan energy akibat gesekan pipa sepanjang L <sub>1</sub> | -     | -      | 0,0096 | $Hf_2 = \frac{f_1 v^2}{2gD}$    | 2,081         |
| 3   | Kehilangan energy pada belokan dengan sudut θ <sub>1</sub>     | 3,67° | 0,001  | -      | $Hf_3 = k_1 \frac{v^2}{2g}$     | 0,0006        |
| 4   | Kehilangan energy akibat gesekan pipa sepanjang L <sub>2</sub> | -     | -      | 0,0096 | $Hf_4 = \frac{f_2 v^2}{2gD}$    | 1,5           |
| 5   | Kehilangan energy pada belokan dengan sudut θ <sub>2</sub>     | 5,5°  | 0,002  | -      | $Hf_5 = k_2 \frac{v^2}{2g}$     | 0,001         |
| 6   | Kehilangan energy akibat gesekan pipa sepanjang L <sub>3</sub> | -     | -      | 0,0096 | $Hf_6 = \frac{f_3 v^2}{2gD}$    | 6,244         |
| 7   | Kehilangan energy pada belokan dengan sudut θ <sub>3</sub>     | 4°    | 0,001  | -      | $Hf_7 = k_3 \frac{v^2}{2g}$     | 0,0007        |
| 8   | Kehilangan energy akibat gesekan pipa sepanjang L <sub>4</sub> | -     | -      | 0,0096 | $Hf_8 = \frac{f_4 v^2}{2gD}$    | 3,93          |
| 9   | Kehilangan energy pada belokan dengan sudut θ <sub>4</sub>     | 2,65° | 0,0005 | -      | $Hf_9 = k_4 \frac{v^2}{2g}$     | 0,0003        |
| 10  | Kehilangan energy akibat gesekan pipa sepanjang L <sub>5</sub> | -     | -      | 0,0096 | $Hf_{10} = \frac{f_5 v^2}{2gD}$ | 2,081         |
| 11  | Kehilangan energy pada belokan dengan sudut θ <sub>5</sub>     | 5,22° | 0,002  | -      | $Hf_{11} = k_5 \frac{v^2}{2g}$  | 0,001         |
| 12  | Kehilangan energy akibat gesekan pipa sepanjang L <sub>6</sub> | -     | -      | 0,0096 | $Hf_{12} = \frac{f_6 v^2}{2gD}$ | 2,43          |
| 13  | Kehilangan energy pada belokan dengan sudut θ <sub>6</sub>     | 1,19° | 0,0001 | -      | $Hf_{13} = k_6 \frac{v^2}{2g}$  | 0,00005       |
| 14  | Kehilangan energy akibat gesekan pipa sepanjang L <sub>7</sub> | -     | -      | 0,0096 | $Hf_{14} = \frac{f_7 v^2}{2gD}$ | 5,69          |
| 15  | Kehilangan energy pada outlet pompa                            | -     | 1,0    | -      | $Hf_{15} = k \frac{v^2}{2g}$    | 0,51          |
|     |  |       |        |        | $\sum_{i=1}^{i=15} hf_i$        | 25,08         |



#### 4.3.3 Head Total Pompa

- *Head Static*

*Head of static* adalah kehilangan energi yang disebabkan oleh perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan di sisi isap dari pompa. *Head static* dapat dihitung menggunakan Persamaan (3), sehingga didapat sebesar 81,12 m.

- *Head Total*

Perhitungan *head total* pompa dapat dihitung dengan menjumlahkan besarnya *dynamic head loss* dengan *static head loss* yang dapat menggunakan Persamaan (2), didapat besarnya *head total* sebesar 106,2 m.

#### 4.3.4 Perhitungan Daya dan Jumlah Pompa

- *Perhitungan Daya Pompa*

Setelah mengetahui nilai *head total* pipa, maka untuk mengetahui besarnya daya pompa yang dibutuhkan untuk bisa mengalirkan air dapat diketahui dengan cara mengalirkan *total head* dengan debit air pada *outlet* pipa sebesar 0,216 m<sup>3</sup>/detik, kemudian dikali massa jenis air 1000 kg/m<sup>3</sup>, dan dibagi dengan efisiensi pompa sebesar 70%.

Sehingga didapat daya pompa yang dibutuhkan untuk bisa mengalirkan air yaitu sebesar 32.770,3 watt atau 32,77 kW yang setara dengan 43,94 *horse power* (Hp).

- *Menghitung Jumlah Pompa*

Untuk mengetahui berapa jumlah pompa yang dibutuhkan untuk mampu mengeringkan air di *sump*, dapat diketahui dengan cara membagi debit air total yang masuk pada *sump* dibagi dengan banyaknya debit pompa yang dikeluarkan di *outlet* pipa dalam waktu 20 jam pemompaan.

Berdasarkan perhitungan, apabila ingin mengeringkan seluruh air di dalam *sump* sampai ke dasar *sump*, maka dibutuhkan pompa sebanyak 5 buah pompa dalam satu hari pemompaan (20 jam/hari). Namun, jumlah pompa sebanyak 5 buah tidak rasional mengingat terbatasnya ketersediaan pompa dan pemakaian pompa dalam jumlah berlebih dapat mengeluarkan biaya yang besar.

Pompa yang tersedia pada *main sump* yaitu berjumlah satu buah pompa dengan lamanya waktu pemompaan 20 jam. Maka dari itu, kegiatan pemompaan dengan satu buah pompa tidak dapat mengeringkan seluruh air yang ada di dalam *sump*, namun hanya mampu mengeringkan kurang lebih 20% dari jumlah seluruh air yang ada di *sump*.

#### 4.4. Volume Air di Sump

Volume *sump* yang optimum dapat juga dicari dari selisih antara volume air total yang ada di *sump* dengan volume pemompaan harian.

Saat ini, *sump* yang berada di *Pit* Majapahit memiliki luas sebesar 10 Ha. Berikut disajikan situasi *sump* di *Pit* Majapahit PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS seperti pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. *Sump* di *Pit* Majapahit

##### 4.4.1 Volume Air Total

Volume air total didapat dengan mengalikan jumlah debit air total dengan lama waktu dalam sehari, sehingga didapat volume air total yang masuk ke dalam *sump* dalam waktu satu hari yaitu sebesar 1.862.577,12 m<sup>3</sup>.

##### 4.4.2 Volume Pemompaan

Untuk mendapatkan volume pemompaan, langkah yang harus dilakukan adalah dengan mengalikan jumlah debit pemompaan dengan waktu operasi pemompaan, sehingga volume pemompaan pada satu buah pompa dengan waktu operasi 20 jam dalam sehari yaitu sebesar 15.560 m<sup>3</sup>.

##### 4.4.3 Sisa Air di Sump

Banyaknya sisa air di *sump* dapat diketahui dengan mengurangi volume air total sebesar 1.862.577,12 m<sup>3</sup> dengan volume pemompaan sebesar 15.560 m<sup>3</sup>. Sehingga banyaknya volume air yang ada di *sump* dalam sehari setelah dilakukan pemompaan yaitu sebesar 1.847.017,12 m<sup>3</sup>.

Perhitungan volume air yang ada di *sump* dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang akan ditampung oleh *sump*. Sedangkan perhitungan ulang dimensi *sump* pada lokasi penelitian tidak diperlukan, karena tidak adanya kegiatan perluasan penambangan, yang mana jika dilakukan perubahan dimensi *sump* maka dapat mengeluarkan biaya yang besar.

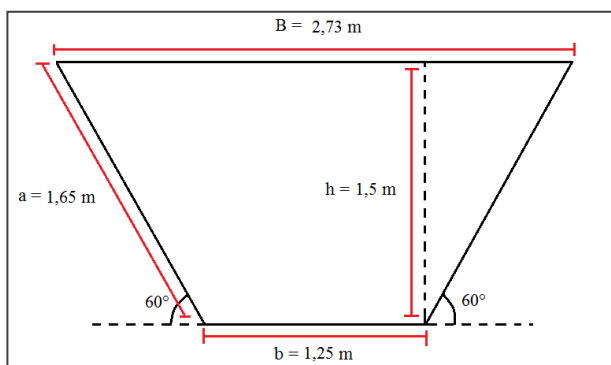
Cara yang dapat dilakukan agar air yang ada di *sump* tidak meluap, yaitu dengan melakukan pengoptimalan jam kerja pada pompa dan melakukan *setting* RPM pompa sesuai kebutuhan, dengan mempertimbangkan kemampuan pompa yang dapat dilihat pada grafik SRC (*Sistem Performance Curve*) dan *fuel consumption* pompa.

### 4.5. Dimensi Saluran Terbuka

#### 4.5.1 Dimensi Saluran Aktual

Saluran terbuka yang ada di lokasi penelitian terletak pada outlet pompa menuju kolam pengendapan lumpur. Saluran terbuka berbentuk trapesium, hal ini dimaksudkan agar dapat mengalirkan debit air yang masuk. Selain itu bentuk penampang trapesium ini mudah dalam pembuatan dan perawatannya. Saluran dengan bentuk trapesium memiliki sudut kemiringan dinding saluran rata-rata 60° dengan material berupa *sub soil* tanpa pengerasan dan koefisien kekasaran menurut *manning* sebesar 0,03.

Untuk bentuk saluran terbuka aktual di lapangan, dapat dilihat pada sketsa dari bentuk saluran terbuka aktual pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Dimensi Saluran Terbuka Aktual

#### 4.5.2 Dimensi Saluran Awal

Diketahui besarnya debit pemompaan yang diukur pada outlet menggunakan alat *flow bar* yang akan ditampung oleh saluran terbuka yaitu sebesar 0,216 m<sup>3</sup>/detik.

Untuk dimensi saluran penyaliran berbentuk trapesium dengan luas penampang optimum dan mempunyai sudut kemiringan dinding saluran sebesar 60°, maka nilai kemiringan tebing (m) sebesar 0,58.

Nilai lebar dasar saluran (b) telah diketahui yaitu 1,25 m dan nilai dari kedalam hidrolis (y) yaitu 1,5 m, maka didapat nilai dari luas penampang basah (A) yaitu sebesar 3,18 m<sup>2</sup>. Setelah mengetahui luas penampang basah (A), maka untuk nilai dari keliling basah (P) didapat sebesar 4,71 m.

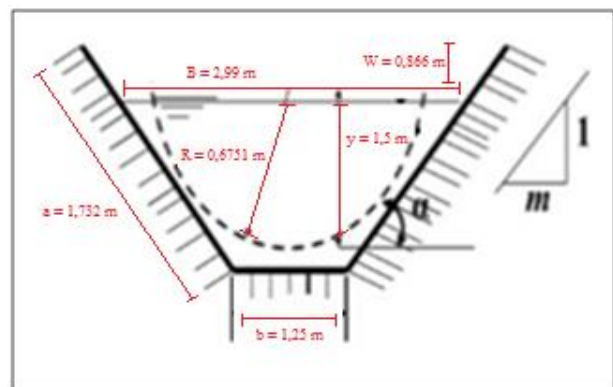
Jika nilai dari luas penampang basah (A) dan nilai dari keliling basah (P) sudah diketahui, maka nilai dari jari-jari hidrolis (R) dapat ditentukan dengan membagi nilai luas penampang basah (A) sebesar 3,18 m<sup>2</sup> dengan nilai dari keliling basah (P) sebesar 4,71 m, sehingga didapat jari-jari hidrolisnya sebesar 0,6751 m.

Nilai dari panjang kemiringan saluran (a) didapat sebesar 1,732 m. dan lebar atas permukaan saluran (B) didapat sebesar 2,99 m. Untuk menentukan nilai dari tinggi jagaan saluran (W), dapat ditentukan dengan perhitungan akar dari setengah nilai kedalaman hidrolis (y), sehingga didapat tinggi jagaan saluran (W) setinggi 0,866 m.

Kecepatan aliran air yang masuk ke dalam saluran terbuka dengan koefisien kekasaran menurut *manning* sebesar 0,03, besarnya jari-jari hidrolis 0,6751 m dan nilai kemiringan dasar saluran terbuka 0,3% (berdasarkan kondisi topografi daerah penelitian, pada umumnya dibuat (I) = 0,25% - 0,5% agar aliran dapat mengalir secara alamiah, tidak terjadi erosi dan pengendapan partikel yang berlebihan) didapat sebesar 1,4 m/detik.

Setelah dilakukan perhitungan terhadap dimensi saluran terbuka, maka debit yang masuk ke saluran terbuka didapat dengan cara mengalikan luas penampang basah (A) dengan kecepatan aliran air (V) sehingga didapat sebesar 4,46 m<sup>3</sup>/detik.

Untuk bentuk saluran terbuka yang telah dihitung, dapat dilihat pada sketsa dari bentuk saluran terbuka pada Gambar 10.



Gambar 10. Dimensi Saluran Terbuka Awal

#### 4.5.3 Dimensi Saluran Ekonomis

Saluran terbuka yang ekonomis adalah saluran yang dapat mengalirkan debit yang besar dan keliling basah minimum [9]. Bentuk saluran yang demikian dapat diperoleh dari penampang berbentuk setengah lingkaran.

Penampang ekonomis untuk saluran berbentuk trapesium yaitu debit (Q) akan berharga maksimum apabila kecepatan aliran air (V) maksimum, kecepatan aliran air (V) akan berharga maksimum apabila jari-jari hidrolis (R) maksimum dan jari-jari hidrolis (R) akan berharga maksimum apabila keliling basah (P) minimum.

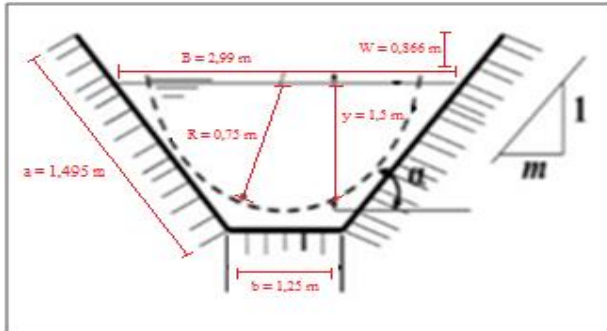
Salah satu syarat penampang ekonomis adalah apabila panjang sisi miring (a) sama dengan setengah kali dari lebar puncak (B), sehingga didapat panjang sisi miring (a) ekonomis pada saluran yaitu sebesar 1,495 m.

Syarat penampang ekonomis lainnya adalah apabila panjang jari-jari hidrolis (R) sama dengan setengah dari kedalaman saluran (y), sehingga nilai panjang jari-jari hidrolis (R) ekonomis yaitu sebesar 0,75 m.

Kecepatan aliran air yang masuk ke dalam saluran terbuka dengan koefisien kekasaran menurut *manning* sebesar 0,03, besarnya jari-jari hidrolis 0,75 m dan nilai kemiringan dasar saluran terbuka 0,3% didapat sebesar 1,5 m/detik.

Setelah dilakukan perhitungan terhadap dimensi saluran terbuka ekonomis, maka debit yang masuk ke saluran terbuka ekonomis didapat sebesar 4,8 m<sup>3</sup>/detik.

Untuk bentuk saluran terbuka ekonomis yang telah dihitung, dapat dilihat pada sketsa dari bentuk saluran terbuka pada Gambar 11.



Gambar 11. Dimensi Saluran Terbuka Ekonomis

Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui bahwa hasil perhitungan pada saluran terbuka awal dapat mengalirkan debit air sebesar 4,46 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan hasil perhitungan pada saluran terbuka ekonomis mampu mengalirkan debit air sebesar 4,8 m<sup>3</sup>/detik. Hal ini dapat diketahui bahwa saluran terbuka awal maupun saluran terbuka ekonomis mampu menampung debit pemompaan yang dikeluarkan di outlet sebesar 0,216 m<sup>3</sup>/detik.

**4.6. Kolam Pengendapan Lumpur (Settling Pond)**

Pada pembahasan kolam pengendapan lumpur, dilakukan evaluasi kolam pengendapan lumpur yang sudah ada dengan data curah hujan yang diperoleh, apakah dimensi kolam pengendapan lumpur yang sudah dibuat oleh Engineering Department PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCNS dapat menampung jika intensitas curah hujan tinggi.



Gambar 12. Kolam Pengendapan Lumpur

Debit dari saluran terbuka yang akan ditampung oleh kolam pengendapan lumpur (*settling pond*) yaitu sebesar 4,8 m<sup>3</sup>/detik.

Untuk mendapatkan debit air yang akan masuk pada kolam pengendapan lumpur, dapat ditentukan dengan cara menjumlahkan besarnya debit saluran terbuka yaitu

sebesar 4,8 m<sup>3</sup>/detik dengan debit pemompaan yang diukur di outlet pipa sebesar 0,216 m<sup>3</sup>/detik. Sehingga didapat debit air yang akan ditampung oleh *settling pond* yaitu sebesar 5,016 m<sup>3</sup>/detik.

Setelah dilakukan perhitungan debit air yang masuk ke kolam pengendapan lumpur, maka dapat ditentukan volume kolam pengendapan lumpur dengan cara mengalirkan debit air yang masuk ke *settling pond* dengan waktu hujan maksimum dalam sehari yaitu 3,593 jam atau 12.934,8 detik, sehingga didapat volume *settling pond* yaitu sebesar 64.880,95 m<sup>3</sup>.

Kolam pengendapan lumpur yang dibuat oleh Engineering Department PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCNS berjumlah 5 kompartemen yang masing-masing ukurannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Ukuran Kolam Pengendapan Lumpur di Lapangan

| No.          | Kompartemen | Panjang (m) | Lebar (m) | Tinggi (m) | Volume (m <sup>3</sup> ) |
|--------------|-------------|-------------|-----------|------------|--------------------------|
| 1            | 1           | 44          | 42        | 7          | 12.936                   |
| 2            | 2           | 45          | 43        | 7          | 13.545                   |
| 3            | 3           | 44          | 42        | 7          | 12.936                   |
| 4            | 4           | 44          | 42        | 7          | 12.936                   |
| 5            | 5           | 44          | 42        | 7          | 12.936                   |
| <b>Total</b> |             |             |           |            | <b>65.289</b>            |

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa volume dari kolam pengendapan lumpur yang dibuat oleh Engineering Department PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCNS yaitu sebesar 65.289 m<sup>3</sup>. Hal ini dapat diketahui bahwa kolam pengendapan lumpur mampu menampung volume kolam pengendapan lumpur jika curah hujan tinggi yang sebesar 64.880,95 m<sup>3</sup> dan tidak perlu penambahan kolam kembali.

**5. Penutup**

**5.1. Kesimpulan**

Dari hasil analisis, perhitungan dan pengolahan kegiatan penelitian mengenai topik bahasan Analisis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Penambangan Batubara di PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCNS, Desa Sebam, Kec. Sungai Loban, Kab. Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan, maka dapat disimpulkan :

- Luas pada *catchment area Pit Majapahit* PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCNS yaitu seluas 216,03 Ha.
- Besarnya debit limpasan sebesar 20,2 m<sup>3</sup>/detik dan debit air tanah sebesar 1,35 m<sup>3</sup>/detik yang akan masuk ke dalam *Pit sump* Majapahit. Sehingga didapat debit air total yaitu sebesar 21,55 m<sup>3</sup>/detik atau 77.607,38 m<sup>3</sup>/jam.
- Besarnya *head total* pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan debit air sebesar 0,216 m<sup>3</sup>/detik yaitu 106,2 m (kolom air), dengan daya pompa sebesar 21,77 kW atau 43,94 Hp, maka dibutuhkan pompa sebanyak 5 buah pompa dalam satu hari pemompaan (20 jam/hari) untuk mengeringkan seluruh air yang ada di *sump*.

- Banyaknya volume air yang ada di *sump* dalam sehari setelah dilakukan pemompaan yaitu sebesar 1.847.017,12 m<sup>3</sup>.
- Desain untuk saluran terbuka ekonomis berdasarkan perhitungan, yaitu lebar dasar saluran (b) adalah 1,25 m, kedalaman hidrolis (y) setinggi 1,5 m, luas penampang basah (A) 3,18 m<sup>2</sup>, keliling basah (P) sebesar 4,71 m, jari-jari hidrolis (R) 0,75 m, panjang dari kemiringan saluran (a) sepanjang 1,495 m, lebar atas permukaan (B) adalah 2,99 m dan tinggi jagaan saluran (W) setinggi 0,86 m, maka didapat debit saluran terbuka ekonomis sebesar 4,8 m<sup>3</sup>/detik.
- Volume kolam pengendapan lumpur yang dibuat oleh *Engineering Department* PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS sebesar 65.289 m<sup>3</sup>. Sehingga mampu menampung volume kolam pengendapan lumpur jika curah hujan tinggi yaitu sebesar 64.880,95 m<sup>3</sup> dan tidak perlu penambahan kolam kembali.

## 5.2. Saran

Dari hasil pengamatan di lapangan dan analisis data dari topik bahasan yang diambil di tambang terbuka penambangan batubara pada lokasi *Pit* Majapahit PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS, maka ada beberapa saran atau masukan antara lain :

- Membuat *outer drainage* di sekeliling *catchment area* di *Pit* Majapahit dengan mengarahkan air ke *outlet* terdekat.
- Diperlukan pengecekan debit aktual pada *outlet* pompa secara rutin, agar performa pompa harian dapat diketahui.
- Sebaiknya dimaksimalkan pada jam kerja pompa dan dilakukan *setting* RPM pompa sesuai kebutuhan.
- Tetap memperhatikan kemiringan lantai bukaan tambang, sehingga air dapat mengalir dengan baik menuju *sump* agar tidak terjadi genangan air pada lantai bukaan tambang.
- Rutin mengecek dan melakukan perawatan pada saluran tambang, sehingga dapat mencegah terjadinya pendangkalan akibat proses sedimentasi saluran
- Perusahaan sebaiknya menerapkan kaidah-kaidah penambangan yang baik termasuk merencanakan sistem penyaliran tambang.
- Sebaiknya perusahaan memperhatikan penanganan dampak terhadap lingkungan, salah satunya dengan pengendalian air tambang.
- Diperlukan kegiatan perencanaan reklamasi pada cekungan luas yang terbentuk akibat kegiatan pertambangan di PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCNS.

## REFERENSI

- [1] Asdak, Chay. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. (2002).
- [2] Gautama, Rudy Sayoga. *Diktat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. (1999).
- [3] Mandel. *Groundwater Resources*. Academic Press, Inc., New York. (1981).
- [4] Prabowo, H. (2020). Menghitung Debit Air Limpasan di Pit Bukit Everest PT. Antam Tbk UBPB Sulawesi Tenggara. *Bina Tambang*, 5(3), 71-77.
- [5] Prabowo, H., Amran, A., & Arbain, A. (2019, August). Decreasing level of heavy metals Fe and Mn use the wetland method at coal open mining PT Bukit Asam South Sumatra Province. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 314, No. 1, p. 012023). IOP Publishing
- [6] Rusli, HAR. *Bahan Ajar Kuliah Penyaliran Tambang*. Padang: Universitas Negeri Padang. (2021).
- [7] Rustandi, E., Nila, E.S., Sanyoto, P., & Margono, U. *Peta Geologi Lembar Kotabaru, skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. (1995).
- [8] Sosrodarsono, Suyono, dan Takeda. *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta. (2003).
- [9] Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfa Beta. (2008).
- [10] Suwandhi, Awang. *Diklat Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: Universitas Islam Bandung. (2004).
- [11] Triadmodjo, Bambang. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset Yogyakarta. (2008).
- [12] Wolley, Leslie. *Sanitation Details*. U.S.A: International Thomson Publishing. (2009).