

Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Batubara PT. Rajawali Internusa Jobsite PT. Indah Jaya Abadi Pratama Lahat, Sumatera Selatan

Dimas Andrianto^{1*}, Thamrin Kasim^{1**}

¹ Jurusan Teknik Pertambangan FT Universitas Negeri Padang

*dmsandrianto@gmail.com

**thamrim@ft.unp.ac.id

Abstract. High rainfall at the planned mine site can hamper mining operations in achieving the production target of 500,000 MT / year. Planning of a mine drainage system is needed which is well reviewed technically and also the costs arising from the making of the mine drainage system. Analysis of daily rainfall data in research locations in 2008-2017 by using the gumbel distribution, obtained planned rainfall of 105.09 mm / day for the 2-year return period. Based on the results of the study, it was found that runoff discharge entering the mine was 7092 m³ / hour. The incoming water is accumulated into the sump which is then pumped out towards the open channel. Based on the total pump head of 100,824 and the ideal pumping capability, the type of pump used is Multiflo MF-420 with the recommended operating speed of 1300 RPM resulting in a discharge of 1000 m³ / hour. The dimensions of the open channel that will be used are in the form of trapezium because it is easier to make and maintain. Settling pond that will be made in zigzag shape with a length of 75 m, width of 35 m and depth of 5 m. The total cost that must be budgeted for in making sump, open channel and settling pond is Rp. 1,106,257,200.

Keywords: Production, Rainfall, drainage, Pump, Budgeted

1. Pendahuluan

PT. Rajawali Internusa (RAINT) merupakan salah satu perusahaan swasta bergerak dibidang pertambangan batubara yang saat ini akan melakukan kegiatan penambangan di wilayah IUP OP PT. Indah Jaya Abadi Pratama yang terletak di desa Telatang kecamatan Merapi Barat kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Memiliki target produksi batubara sebesar 500.000 MT batubara dan 2.000.000 bcm *overburden* per tahun dengan luas bukaan awal rencana penambangan sebesar 60 Ha^[1].

Metode tambang terbuka tentunya akan menyebabkan terbentuknya cekungan yang luas sehingga sangat potensial untuk menjadi daerah tampungan air, baik yang berasal dari air limpasan permukaan maupun air tanah. 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^[2].

Belum adanya sistem penirisan tambang di lokasi penambangan yang baru nantinya dapat berdampak buruk bagi pencapaian terhadap target produksi tinggi 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, efisiensi kerja menurun serta nantinya dapat mengancam keselamatan dan kesehatan kerja. Selain dikaji secara teknis, perencanaan sistem penyaliran tambang juga harus dikaji masalah biaya yang timbul dari pembuatan komponen-komponen sistem penyaliran tambang seperti *sump, open channel, settling pond* dan pengoprasian pompa nantinya.

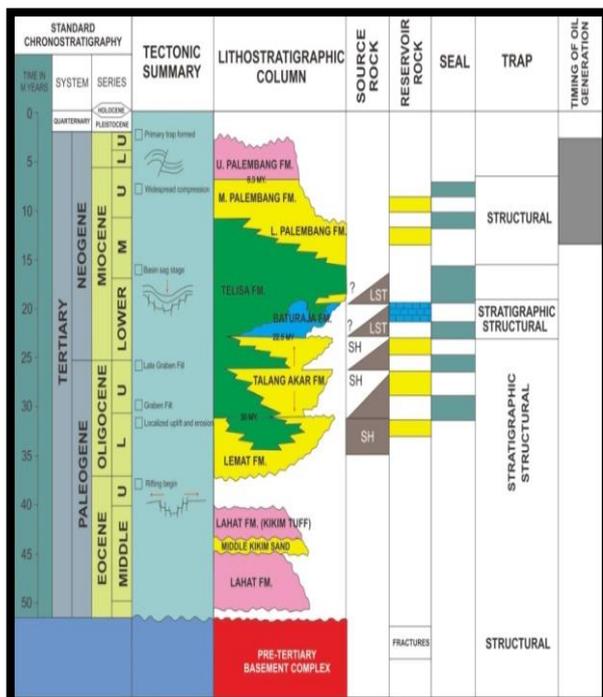
2. Tinjauan Pustaka

Lokasi penambangan batubara PT. Rajawali Internusa Jobsite PT. Indah Jaya Abadi Pratama yang dijadikan sebagai tempat penelitian secara administrasi terletak di Desa Telatang, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Secara geografis daerah ini terletak antara 3° 41' 31,00" - 3° 43' 13,00" LS dan 103° 34' 31,00" - 103° 36' 40,50" BT



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. RAIN T^[1]

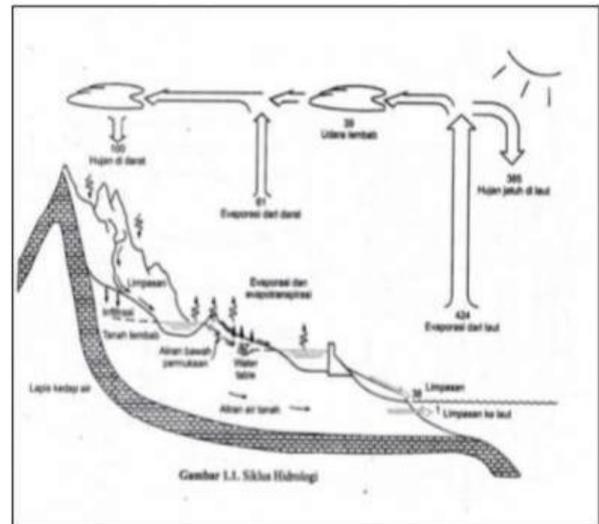
Struktur geologi regional daerah Lahat dan sekitarnya merupakan bagian cekungan Sumatera Selatan, dimana bagian tersebut ditutupi oleh dua formasi dengan kedudukan selaras antara satu dengan yang lainnya. Berdasarkan urutan dari tua ke muda kedua formasi tersebut adalah formasi muara Enim dan formasi Kasai. Untuk stratigrafi sendiri Lahat termasuk ke dalam cekungan Sumatera Selatan yang diendapkan di dalam cekungan sedimentasi *back deep basins*. Cekungan Sumatera Selatan ini sangat dipengaruhi oleh relief batuan dasarnya, dimana selama pengendapan tahap pertama penurunan dasar cekungan lebih cepat dari pada sedimentasi atau *fase transgresi* sehingga *fasies non marine, transis, marine* dangkal dan akhirnya *marine* dalam. Kemudian terjadi sedimentasi yang lebih cepat dari pada penurunan dasar cekungan atau *fase regresi* yang menghasilkan urutan yang sebaliknya dari yang terdahulu. Stratigrafi regional cekungan Sumatera Selatan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Stratigrafi Regional Cekungan Kutai^[1]

2.1 Siklus Hidrologi

Proses siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Uap air akan bergerak dan memasuki atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian ke permukaan tanah, sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface run off*) mengisi cekungan tanah, danau dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir kelaut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir kedalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian ke luar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut dengan siklus hidrologi^{[3][12][14]}.



Gambar 3. Siklus Hidrologi^[3]

2.2 Metode Penyaliran Tambang

Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dibedakan menjadi^{[4][13][16]} :

1. **Mine Drainage** merupakan upaya untuk mencegah masuknya air ke daerah penambangan. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan airtanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan.
2. **Mine Dewatering** merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari air hujan.

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran

Dalam merencanakan sistem penyaliran tambang, terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi, meliputi:

1. **Kemajuan Tambang** dalam rencana kemajuan penambangan, selalu disertai dengan perubahan pola topografi. Hal ini disebabkan adanya penggalian tanah penutup dan bahan galian sehingga menyebabkan pola aliran air hujan di permukaan juga akan berubah-ubah. Selain itu, rencana kemajuan tambang nantinya akan mempengaruhi pola alir saluran yang akan dibuat, sehingga saluran tersebut menjadi efektif dan tidak menghambat sistem kerja yang ada^{[5][16][19]}. Rencana kemajuan tambang akan mempengaruhi luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*). Daerah tangkapan hujan merupakan suatu daerah yang batas daerah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi dan merupakan poligon tertutup yang polanya disesuaikan dengan kondisi topografi sesuai arah gerak air^[5].
2. **Curah Hujan** merupakan data utama dalam perencanaan kegiatan penirisan tambang terbuka, karena besar kecilnya curah hujan pada suatu daerah tambang akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus ditanggulangi^[4]. Menentukan curah hujan rencana dapat menggunakan “Distribusi Gumbel” yaitu penentuan curah hujan rencana yang dilakukan dengan cara parsial. Cara ini dilakukan dengan menentukan ambang batas curah hujan maksimum. Perhitungan dilakukan terhadap curah hujan adalah sebagai berikut^[4] :

$$X_t = X_r + S.K, \text{ dimana } K = Y_{tr} - Y_n S_n \quad (1)$$

Keterangan :

X_t = Curah Hujan Rencana (Untuk n Periode)

X_r = Data Rata – Rata Curah Hujan (mm/bulan)

S = Standar Deviasi Data

Y_{tr} = *Reduced Variate*

Y_n = *Reduced Mean*

S_n = *Reduced Standard Deviation*

Nilai standar deviasi data dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X - X_r)^2}{n-1}} \quad (2)$$

Keterangan :

X = Data Curah Hujan Maksimum Per Hari

X_r = Data Curah Hujan Maksimum Rata-Rata

n = Jumlah Data

Sementara nilai Y_{tr} yang juga merupakan parameter perhitungan dapat ditentukan nilainya dengan persamaan berikut :

$$Y_{tr} = -\ln(-\ln(\frac{T-1}{T})) \quad (3)$$

Keterangan :

T = Periode Ulang Hujan, “n” tahun

Untuk Nilai data Y_n dan S_n ditentukan nilainya dengan persamaan berikut:

$$Y_n = -\ln(-\ln(\frac{n+1-m}{n+1})) \quad (4)$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n-1}} \quad (5)$$

Keterangan:

n = banyaknya sampel

m = urutan sampel

3. **Periode Ulang Hujan** Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian saluran yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*hydrology risk*). Penentuan periode ulang hujan dan resiko hidrologi dapat dihitung dengan menggunakan rumus^[4] :

$$Pr = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{T_I} \quad (6)$$

Keterangan:

Pr = Resiko Hidrologi

T_r = Periode Ulang

T_I = Umur Tambang (Tahun)

4. **Intensitas Hujan** adalah jumlah satuan volume air hujan yang jatuh pada daerah seluas satu satuan luas dan dalam jangka waktu tertentu. Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan rumus perkiraan intensitas curah hujan dari data curah hujan harian. Salah satu metode yang banyak dipakai di Indonesia adalah metode *Mononobe* sebagai berikut^[6] :

$$I = \frac{R_{24}}{24} x \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \quad (7)$$

I = Intensitas Curah hujan (mm/jam)

t = Lamanya Waktu Hujan (jam)

R_{24} = Curah Hujan Maksimum (mm)

5. **Catchment Area** penentuan *catchment area* pada suatu area penambangan dapat ditentukan dengan menganalisis peta topografi dan peta kemajuan penambangan. *Catchment area* didapat dengan cara menghubungkan titik-titik tertinggi pada peta dengan memperhatikan arah aliran air di daerah tersebut hingga didapatkan sebuah *polygon* tertutup. Luas dari *polygon* tersebut dapat dihitung dengan menggunakan planimeter, millimeter block, atau dengan bantuan *software*^[7].
6. **Air Limpasan** adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau, atau lautan^[8]. Untuk memperkirakan debit air limpasan dapat digunakan rumus rasional sebagai berikut^{[8][14][15][17]}.

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \quad (8)$$

Keterangan :

Q = Debit air, m³/detik

I = Intensitas curah hujan, mm/jam

A = Luas daerah tangkapan hujan, Ha

2.4 Komponen Sistem Penyaliran Tambang

2.4.1 Sumuran (Sump)

Sump merupakan tempat yang dibuat untuk menampung air sebelum air tersebut dipompakan^{[5][17]}. Pada prinsipnya sumuran diletakkan pada lantai tambang (*floor*) yang paling rendah, jauh dari aktivitas penggalian eandapan batubara, jenjang di sekitarnya tidak mudah longsor, dekat dengan kolam pengendapan dan mudah untuk dibersihkan. Untuk menentukan volume sumuran yang akan dipakai, digunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{L1 + L2}{2} \times h \quad (9)$$

Keterangan:

V = Volume sumuran, m³.

L1 = Luas penampang atas, m².

L2 = Luas penampang bawah, m².

h = Kedalaman, m.

2.4.2 Head Pompa

Head total pompa untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut, sehingga julang total pompa dapat dituliskan sebagai berikut^{[9][18]}:

$$HT = HS + HV + Hi + \Delta Hp + HF1 + HF2 + HF3 \quad (10)$$

Keterangan:

HT = Head total pompa, m

HS = Head statis, m

HV = *Head of velocity*, m

Hi = Head perubahan diameter, m

ΔHp = *Head of pressure*, m

HF1 = *Head of friction*, m

HF2 = *Head of bend*, m

HF3 = *Head of valve*, m

2.4.3 Saluran Terbuka (Open Channel)

Bentuk penampang saluran air umumnya dapat dipilih berdasarkan debit air, tipe material pembentuk saluran serta kemudahan dalam pembuatannya. Saluran air dengan penampang segi empat atau segi tiga umumnya untuk debit kecil sedangkan untuk penampang trapesium untuk debit yang besar. Bentuk penampang yang paling sering dan umum di pakai adalah bentuk trapesium, sebab mudah dalam pembuatannya, murah, efisien dan mudah dalam perawatannya serta stabilitas kemiringannya (*z*) dapat disesuaikan menurut keadaan topografi dan geologi. Perhitungan kapasitas pengaliran suatu saluran air dilakukan dengan rumus Manning^{[4][16]}.

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} A \quad (11)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran pada saluran (m³/detik)

R = Jari-jari hidrolis = $\frac{A}{P}$

S = Kemiringan dasar saluran (%)

P = Keliling basah

A = Luas penampang

n = Koefisien Manning yang menunjukkan kekerasan dinding saluran

2.4.4 Settling Pond

Settling pond adalah suatu daerah yang dibuat khusus untuk menampung air limpasan sebelum dibuang langsung menuju daerah pengaliran umum. 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^{[4][19]}. Dengan adanya kolam pengendapan diharapkan semua air yang keluar dari daerah penambangan benar-benar air yang sudah memenuhi ambang batas yang diijinkan oleh perusahaan, sehingga nantinya dengan adanya penambangan ini, tidak ada komplain dari masyarakat dan juga mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 1 Januari s.d 1 Maret tahun 2019. Lokasi penelitian di desa Telatang Kecamatan Merapi Barat Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian terapan (*applied research*) dengan melakukan eksperimen yaitu menggabungkan (*korelasional*) teori dan data lapangan untuk pemecahan masalah. penelitian terapan dilakukan dengan tujuan menerapkan, menguji, dan mengevaluasi kemampuan suatu teori yang diterapkan dalam memecahkan masalah-masalah praktis^[10].

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Untuk proses pengumpulan data dilakukan di perusahaan PT. Rajawali Internusa merujuk kepada beberapa literatur yang terkait dengan judul. Data yang diambil untuk mendukung penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil langsung dilapangan atau bisa juga dikatakan data yang diambil dari pengamatan langsung. Data sekunder digunakan untuk mendukung dari proses penelitian yang akan dilaksanakan.

3.3 Teknik Pengolahan Data

Teknik yang dilakukan dalam analisa data yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, baik itu data primer maupun data sekunder. Sehingga dari keduanya didapat penyelesaian masalah.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Catchment Area

Pengambilan angka luas catchment area ini menggunakan proyeksi dari software Minescape v4.118, dengan teknik pengambilan titik – titik tertinggi pada batas pit penambangan. Hasil pengambilan dari titik – titik tersebut berupa poligon tertutup. Dari garis poligon ini, dilakukan perhitungan dengan membuat opsi Brief Detail pada garis poligon dari masing – masing catchment area. Nilai yang didapat untuk luas daerah tangkapan hujan hasil proyeksi dari software Minescape v4.118 sebesar 139 Ha.

4.2 Curah Hujan

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

menggunakan *Distribusi Gumbel*. Data-data curah hujan yang telah dikumpulkan merupakan data curah hujan maksimum yang diambil dari tahun 2008 – 2017 (10 tahun terakhir)

Setelah didapatkan nilai seluruh parameter X_r , K , dan SD maka dapat dihitung nilai curah hujan rencana pada periode ulang 2 tahun sebagai berikut:

$$X_t = X_r + K \cdot SD \quad (12)$$

$$X_t = 108,55 \text{ mm/hari} + (-0,12857 \times 26,8726)$$

$$X_t = 105,09 \text{ /hari}$$

Maka diketahui curah hujan rencana dalam periode waktu 2 tahun yaitu 2019 adalah 105,09 mm/hari.

4.3 Intensitas Hujan Rencana

Intensitas hujan rencana dihitung berdasarkan nilai curah hujan rencana pada periode ulang 2 tahun dengan persamaan *Mononobe*. Berdasarkan perhitungan telah ditentukan besarnya curah hujan rencana pada periode ulang 2 tahun adalah sebesar 105,09 mm/hari. Maka, perhitungan intensitas hujan dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:

$$I = \frac{105,09 \text{ mm/hari}}{24} \times \left(\frac{24}{16,67}\right)^{2/3}$$

$$I = 5,58 \text{ mm/jam}$$

Maka diketahui intensitas hujan rencana sebesar 5,58 mm/jam.

4.4 Debit Air Limpasan

Debit air limpasan dapat ditentukan setelah diketahui luas masing-masing *catchment area*/daerah tangkapan hujan, nilai intensitas curah hujan dan nilai koefisien limpasan.

$$Q = 0,00278 \times 0,9 \times 5,58 \text{ mm/jam} \times 139 \text{ Ha}$$

$$Q = 1,94 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari perhitungan tersebut didapat nilai debit limpasan sebesar 1,94 m³/detik.

4.5 Debit Air Tanah

Air tanah adalah semua air yang terdapat di bawah permukaan tanah pada lajur/zona jenuh air (*zone of saturation*). Debit air tanah di lokasi penambangan yaitu sebesar 0,72 m³/hari atau 0,030 m³/jam^[11].

4.6 Debit 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 hasil perhitungan debit limpasan permukaan dan air tanah, maka didapatkan nilai debit limpasan total air limpasan yang mengalir ke masing-masing *catchment area*. Adapun perhitungan total debit air sebagai berikut:

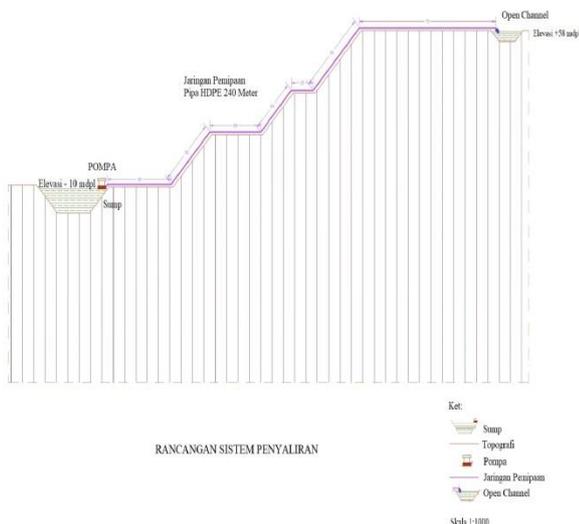
$$\begin{aligned}
 \text{Debit total} &= Q \text{ air permukaan} + Q \text{ air tanah} \quad (19) \\
 &= 1,94 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,03 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 1,97 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \\
 &= 7092 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4.7 Rencana Posisi Pompa dan Jaringan Pipa

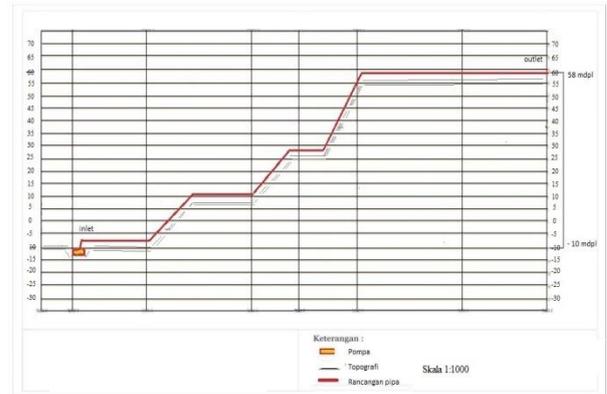
Rencana posisi pompa berada pada main sump, dengan jumlah pompa sebanyak 1 unit pompa jenis Multiflo MF-420. Serta panjang pipa HDPE sepanjang 240 meter yang mengalirkan air dari sump ke *open channel*.

Tabel 1. Rencana Posisi Pompa dan Jaringan Pipa

Tahun	2019
Posisi	Main Sump
Pump Model	Multiflo MF-420
Jumlah Unit	1
Panjang Pipa	240 Meter



Gambar 4. Rancangan Sistem Penyaliran



Gambar 5. Rencana Instalasi Jaringan Pemipaan

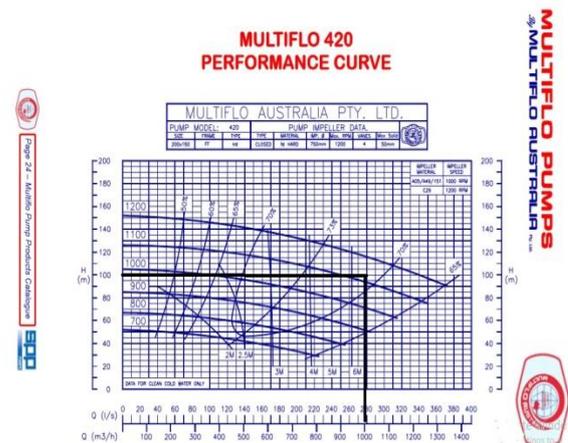
4.8 Head Pompa

Head pompa adalah energi yang harus disediakan untuk dapat mengalirkan sejumlah air.

Tabel 2. Head Total Pompa

Hs	Hv	Hi	ΔH_p	Hf1	Hf2	Hf3	Total
68	3,1	0,1	0,1	24	5,3	0,3	100,9

Berdasarkan head total yang didapat kemudian di plot pada kurva spesifikasi pompa dan dipotongkan dengan efisiensi tertentu diperoleh debit pemompaan sebesar 1000 m³/jam atau 0,27 m³/detik.



Gambar 6. Grafik Penentuan Debit Pompa

4.9 Perencanaan Sump

Diketahui bahwa debit harian sepanjang tahun 2019 dari *catchment area* yang mengarahkan air ke pit penambangan yaitu sebesar 77.384 m³/hari. Ditentukan

bahwa *sump* berbentuk trapesium, maka sudut kemiringan dinding *sump* adalah 60°. Tinggi kolam yang direkomendasikan adalah 5 meter. Maka, dapat ditentukan perpanjangan sisi trapesium (A) adalah sebagai berikut :

$$\tan \alpha = \frac{t}{A} \tag{23}$$

$$A = \frac{t}{\tan \alpha} \tag{24}$$

$$A = \frac{5}{\tan 60^\circ} = \frac{5}{1,72}$$

$$A = 2,88$$

Karena, $X = 2A + Y$ (27)

$$X = 5,76 + Y$$

Maka persamaan tersebut didistribusikan kembali ke dalam persamaan :

$$V = \frac{(X^2 + Y^2)}{2} \cdot 5 \tag{29}$$

$$V = \frac{((5,76^2 + Y)^2 + Y^2)}{2} \cdot 5$$

$$V = 2,5 (2Y^2 + 11,52Y + 33,18)$$

$$V = 5Y^2 + 28,85Y + 83,23$$

Volume debit limpasan harian, yaitu sebesar 77.384 m³, maka volume air yang digunakan yaitu sebesar :

$$77.384 = 5Y^2 + 28,85Y + 83,23$$

$$5Y^2 + 28,85Y - 77.228,77 = 0$$

Maka, untuk menyelesaikan persamaan tersebut maka dapat digunakan rumus ABC persamaan kuadrat :

$$Y = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \tag{35}$$

$$Y = \frac{-28,85 \pm \sqrt{(28,85)^2 - 4 \cdot 5 \cdot (-77.228,77)}}{2 \cdot 5}$$

$$Y = 121,73 \text{ m}$$

Maka,

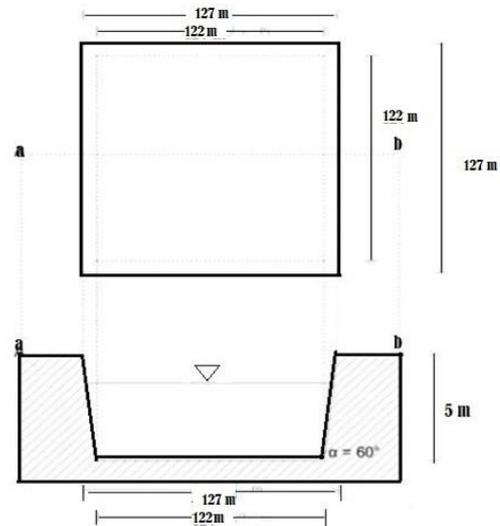
$$X = 5,76 + Y \tag{38}$$

$$X = 5,76 + 120,135$$

$$X = 127,19 \text{ m}$$

Maka, diketahui bahwa nilai panjang sisi persegi atas Temporary Sump sebesar 127 meter dan panjang sisi

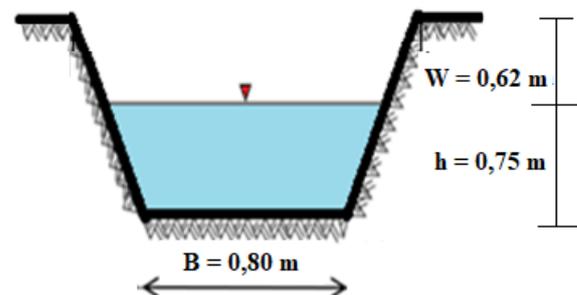
alas sebesar 122 meter, dengan tinggi kolam 5 meter dan sudut kemiringan dinding kolam sebesar 60°.



Gambar 7. Rencana Main Sump.

4.10 Rancangan Saluran Terbuka

Air yang telah terakumulasi pada *sump* dipompakan keluar menuju saluran terbuka (*open channel*) menuju kolam pengendapan lumpur sebelum dilepas menuju aliran anak sungai . Bentuk paritan yang dirancang dalam penelitian ini adalah trapesium. Untuk mengalirkan debit air dari pemompaan sebesar 0,27 m³/detik dengan kemiringan dasar saluran sebesar 0,30% serta mempunyai koefisien kekasaran sebesar 0,03. Bentuk trapesium yang paling ekonomis adalah setengah heksagonal, dengan jari-jari hidraulik setengah dari kedalaman air.



Gambar 8. Rencana Saluran Terbuka.

4.11 Kolam Pengendapan Lumpur

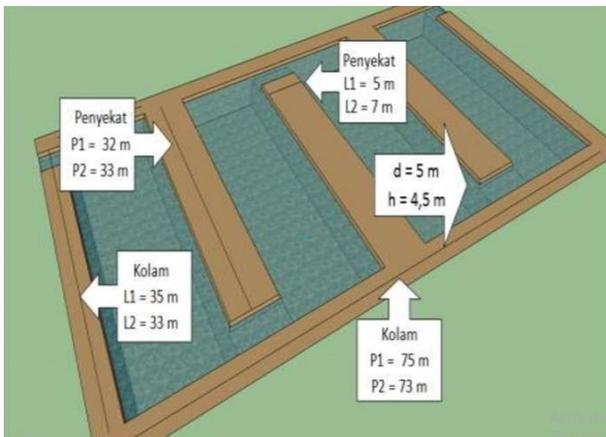
Pembuatan kolam pengendapan lumpur/*settling pond* bertujuan untuk mengendapkan lumpur-lumpur atau material padatan yang bercampur dengan air limpasan yang disebabkan adanya aktivitas penambangan maupun karena erosi. Di samping itu, kolam pengendapan juga dapat berfungsi sebagai tempat

pengontrol kualitas dari air yang akan dialirkan keluar kolam pengendapan, baik itu kandungan materialnya, tingkat keasaman ataupun kandungan material lain yang dapat membahayakan lingkungan. Bentuk kolam pengendapan yang direncanakan yaitu berbentuk persegi panjang dan berkelok – kelok. Kolam pengendapan dibuat berkelok – kelok supaya kecepatan air dan material yang masuk dapat diperkecil, dengan kecepatan aliran yang kecil maka waktu yang dibutuhkan oleh air dan material untuk keluar dari kolam pengendapan semakin lama, sehingga material mempunyai waktu yang cukup untuk mengendap. Kolam pengendapan yang direncanakan terdiri dari 5 kompartemen, layout kolam pengendapan dapat dilihat pada (Gambar 9).

$$\text{Volume kolam} = V \text{ keseluruhan} - V \text{ Penyekat} \quad (41)$$

$$\begin{aligned} \text{Volume kolam} &= [(35 \times 75) + (33 \times 73)]/2 \times 4.5 \\ &= 11.326,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dalam pembuatan kolam pengendapan tersebut akan dibuat sekat a dan b dengan panjang 32 m, lebar 5 m dan tinggi 5 m. Sekat ini akan dibuat agar excavator dapat beraktifitas diatas sekat tersebut. Dengan dimensi kolam pengendapan tersebut diharapkan akan ada pengendapan partikel padatan yang terbawa oleh air di dasar kolam, sehingga air tambang akan keluar dalam keadaan bersih.



Gambar 9. Desain Kolam Pengendapan Lumpur.

4.12 Kajian Biaya

Segala biaya yang timbul dalam pembuatan komponen-komponen penyaliran tambang meliputi pembuatan *sump, open chanel*, dan *settling pond*.

Tabel 3. Anggaran Biaya Pembuatan Sistem Penyaliran

Pembuatan	Biaya	Biaya	Biaya Total
	Charge Unit	Fuel Consumption	
Sump	Rp. 597.360.000	Rp. 439.219.200	Rp. 1.036.579.200
Open Channel PIT-SP	Rp. 2.250.000	Rp. 2.016.000	Rp. 4.266.000
Settling Pond	Rp. 35.500.000	Rp. 31.808.000	Rp. 67.308.000
Grand Total			Rp. 1.108.153.200

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah penulis lakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dimensi saluran terbuka yang ideal untuk mengatasi air yang masuk kedalam *pit* penambangan. Berdasarkan perencanaan tsaluran terbuka berbentuk trapesium yaitu *Open Channel PIT-SP* dengan kemiringan dasar saluran (S) = 0,30 %, lebar dasar saluran (b) = 0,8 m, lebar permukaan (B) = 1,6 m, kedalaman saluran (d) = 0,7 m, kedalaman jagaan (z) = 1,05 m, panjang sisi luar saluran (a) = 0,8 m, dengan debit yang dialirkan sebesar 1,21 m³/detik.
2. Dari perencanaan berdasarkan kebutuhan didapatkan *design sump* dengan luas permukaan atas *sump* sebesar 127 meter, luas permukaan bawah *sump* sebesar 122 meter dengan kedalaman 5 meter. Dapat menampung volume air hingga 77.532,5 m³.
3. Jumlah pompa yang dibutuhkan oleh PT. Rajawali Internusa *jobsite* PT. Indah Jaya Abadi Pratama unrtuk mengeluarkan air yang masuk ke *pit* penambangan batubara untuk tahun 2019 adalah sebanyak 1 unit merk *Multiflo MF-420*. Dimana posisi dari pompa terletak pada *main sump*.
4. Adapun rancangan *settling pond* penambangan batubara PT. Rajawali Internusa *jobsite* PT. Indah Jaya Abadi Pratama adalah sebagai berikut:

Lebar atas kolam (L1)	= 35 m
Lebar bawah kolam (L2)	= 33 m
Panjang atas kolam (P1)	= 75 m
Panjang bawah kolam (P2)	= 73 m
Lebar atas penyekat	= 5 m
Lebar bawah penyekat	= 7 m
Panjang atas penyekat	= 32 m
Panjang bawah penyekat	= 33 m
Banyak penyekat	= 2
Kedalaman kolam (d)	= 5 m
Kedalaman aliran (h)	= 4,5 m

 Berdasarkan rancangan tersebut *settling pond* dapat memiliki kapasitas sebesar 11.326,5 m³
5. Sistem pemompaan yang ideal adalah dengan mengeluarkan air yang terakumulasi pada *sump* (elevasi -10 mdpl) menggunakan pompa jenis *Multiflo MF-420* dengan panjang *hose HDPE* total 240 meter dari *sump* menuju *open channel* (elevasi 58 mdpl).

6. Adapun anggaran biaya yang diperlukan dalam perencanaan sistem penyaliran tambang pada pit penambangan batubara PT. Rajawali Internusa jobsite PT. Indah Jaya Abadi Pratama adalah sebagai berikut :
 - a. Biaya yang harus dianggarkan dalam pengoprasian pompa dan *maintenance* pompa sebesar Rp. 378.000 / hari.
 - b. Anggaran biaya untuk pembuatan *main sump* sebesar Rp. 1.036.579.200 .
 - c. Untuk pembuatan *open channel* PIT-SP sebesar Rp. 4.266.000.
 - d. Untuk pembuatan *settling pond* memerlukan anggaran biaya sebesar Rp. 67.308.000 .

5.2 Saran

1. Perlu adanya perencanaan sistem penyaliran tambang untuk kemajuan penambangan tahun-tahun berikutnya.
2. Perlunya pelaksanaan pengambilan data curah hujan perhari untuk keperluan perhitungan curah hujan rencana periode berikutnya.
3. Dalam mengoperasikan pompa sebaiknya disesuaikan *operating speed* (RPM) pompa dengan head total yang diatasi, agar pompa bekerja pada titik efisiensi terbaik, hal tersebut berpengaruh terhadap umur pompa penggunaan *fuel* dan dll.
4. Pada saat proses penggalian, sebaiknya memperhatikan kemiringan lantai bukaan tambang sehingga air dapat mengalir dengan baik menuju *sump* agar tidak terjadi genangan air pada lantai bukaan tambang.
5. Semua komponen dalam sistem penyaliran tambang yang ada nantinya harus selalu dilakukan *maintenance* guna mendapatkan hasil yang maksimal dan tepat guna.

Daftar Pustaka

- [1] Departemen Engineering. *Data-data laporan dan Arsip*. PT. Rajawali Internusa
- [2] Endriantho, M., Ramli, M., Hasanuddin, T. P. U., & Hasanuddin, T. G. U. (2013). Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara. *Jurnal Geosains*, 9(01).
- [3] Bambang, T. (2008). Hidrologi terapan. *Beta Offset, Yogyakarta*, 59.
- [4] Gautama, R. S. (1999). Sistem Penyaliran Tambang. *Institut Teknologi Bandung*.
- [5] Suwandhi, A. (2004). Diklat Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang.
- [6] Gautama, R. S. (1999). Pengantar Penyaliran Tambang. *Institut Teknologi Bandung*.
- [7] Widodo, L. E. (2012). Hidrologi, Hidrogeologi Serta Penyaliran Tambang.
- [8] Asdak, C. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima. *Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta*.
- [9] Sularso, H. T. (2000). Pompa dan kompresor: pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan. *PT Pradnya Paramitha. Jakarta, Hal, 31*.
- [10] Sugiyono, P. Dr. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- [11] Departemen Engineering. *Data-data laporan dan Arsip*. PT. Indah Jaya Abadi Pratama
- [12] Yusran, K. (2015). Sistem Penyaliran Tambang Pit Ab Eks Pada PT. Andalan Mining Jobsite Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine*, 3(1).
- [13] Frilisa, C., & Hasan, H. (2017). RENCANA PENYALIRAN TAMBANG PADA PIT SMD-1 PT. KIDECO JAYA AGUNG SUB PT. PETROSEA TBK KABUPATEN PASER, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR. *JURNAL TEKNOLOGI MINERAL FT UNMUL*, 5(2).
- [14] Kurnia, D., Rusli, H. A. R., & Prabowo, H. (2018). Evaluation of Actual Condition and Planning of Drainage System in Gold Mining at Pit Durian, Site Bakan PT. J Resources Bolaang Mongodow, Lolayan Sub-district, Kotamobagu, North Sulawesi. *Bina Tambang*, 3(1), 556-565.
- [15] Alam, P. N., & Mutia, F. (2017). Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang, Studi Kasus: PT. Bara Energi Lestari Kabupaten Nagan Raya, Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Kebumihan*, 1(1), 30-37.
- [16] Syarifuddin, S., Widodo, S., & Nurwaskito, A. (2017). Kajian Sistem Penyaliran pada Tambang Terbuka Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Geomine*, 5(2).
- [17] Husen, S., Yusuf, M., & Abuamat, H. A. K. (2018). EVALUASI TEKNIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG PADA PIT 3 TIMUR BANKO BARAT PT. BUKIT ASAM (PERSERO), TBK UNIT PENAMBANGAN TANJUNGENIM, SUMATERA SELATAN. *Jurnal Pertambangan*, 2(2), 63-69.
- [18] Purwaningsih, D. A. (2015). KAJIAN DIMENSI PENYALIRAN PADA TAMBANG TERBUKA PT BATURONA ADIMULYA KABUPATEN MUSI BANYUASIN PROPINSI SUMATERA SELATAN. *Jurnal Geologi Pertambangan (JGP)*, 2(18).
- [19] Riswan, R., & Aditya, D. (2017). Analisis Kebutuhan Pompa pada Sistem Penyaliran Tambang Terbuka dengan Persamaan Material Balance (Studi Kasus pada PT TIA). *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 9(1), 66-75.