

Evaluasi Sistem Penyaliran Pada Tambang Batubara PIT 2 PT. Benal Aiti Bara Perkasa Jobsite PT. Jambi Prima Coal Kec. Mandiangin Kab. Sarolangun Prov. Jambi

Monica Welly^{1*}, Rusli Har^{2**}

¹Mahasiswa Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Dosen Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*monicawelly89@gmail.com

**ruslihar160363@gmail.com

Abstract.The mining system of PT. BABP, the author found a puddle of water in the work area on the mine road next to the sump which is a water reservoir. The problem solving method is done by calculating the catchment area, runoff water discharge, ground water flow and total water flow in order to analyze the dimensions of open channels, sumps, settling ponds and calculate pump requirements. Based on the discussion and data analysis the total volume of water entering the star sump is 46,551.51 m³/hour. The dimensions of the Sump planned in 2020 are with a surface area of 416 m x 408 m, a base area of 408 m x 400 m, a depth of 7 m and a capacity of 1,165,248 m³. Settling Ponds for 2020 are planned for 3 compartments with a capacity of 1,348.43 m³ each. Dimensions of the Open Channel in 2020 are trapezoidal in shape with channel bottom slope (S) = 0.25 %, channel bottom width (b) = 2.24 m, surface width (B) = 5.06 m, channel depth (d) = 1.948 m, depth of flow (z) = 0.29 m, length of the outer side of the channel (a) = 2.25 m, with a flowrate of 12.93 m³/second.

Keywords: Catchment Area, pump, sump, open channel and settling pond.

1. Pendahuluan

PT.BABP menerapkan penyaliran tambang *mine dewatering*, yang berguna untuk mengontrol banjir/genangan air yang ada di tambang dimana air yang masuk ke dalam tambang harus dikeluarkan dengan menggunakan pompa hingga banjir/genangan mengering (Adrien, 2003). Berdasarkan penelitian yang dilakukan di batubara PT. BABP, penulis menemukan adanya air pada area kerja di jalan tambang yang bersebalahan dengan *sump* yang merupakan tempat kolam penampungan air. Limpasan air yang terdapat di jalan tambang disebabkan air yang meluap pada kolam penampungan air (*sump*) telah melebihi kapasitas *sump* yang sehingga menggenangi badan jalan.

Kegiatan pemuatan dan loading batubara menjadi terhambat disebabkan adanya genangan air yang menggenangi badan jalan. Sehingga kegiatan produksi belum bisa dilakukan karena kendala air tersebut, jalan tambang harus dikeringkan, upaya untuk mengeringkan yaitu dengan penggunaan pompa. Proses pengeringan dilakukan hingga air yang ada di *sump* tidak meluap lagi dan tidak mengganggu badan jalan, sehingga di perlukan analisa bagaimana dimensi *sump*, serta mengevaluasi kebutuhan pompa sehingga bisa meminimalisir terjadinya resiko air dari *sump* meluap ke badan jalan tambang. Penulis juga menemukan masalah lainnya yaitu Terdapatnya saluran *drainage* yang mengalami pendangkalan. Kedalaman saluran *drainage* yang awalnya 1,5 meter menjadi 0,8 meter karena menumpuknya tanah-tanah lereng yang terbawa

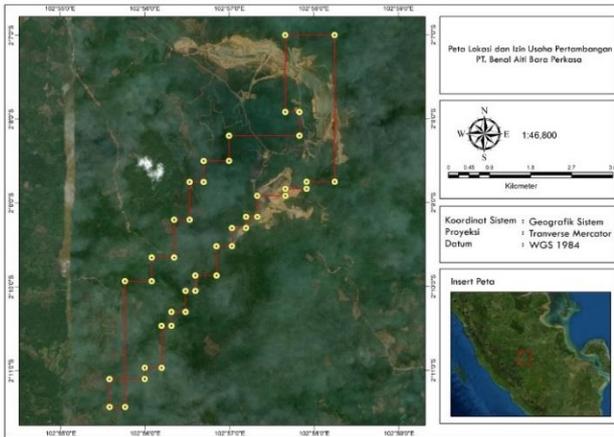
Oleh air hujan dan menumpuk pada saluran. Saluran *drainage* digunakan untuk meminimalisir air limpasan yang masuk ke lokasi kerja dengan cara mengalirkan air yang meluap langsung menuju sungai dengan memanfaatkan ketinggian saluran *drainage*.

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis menganalisa di perlukanya suatu upaya *mine dewatering system* dengan cara melihat aspek-aspek penyaliran yang menjadi penghambat kegiatan penambangan seperti dimensi *sump*, saluran terbuka, *kolam pengendapan lumpur* dan banyaknya pompa yang dibutuhkan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Lokasi Penelitian

Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) PT. Benal Aiti Bara Perkasa terletak di Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Secara geografis Wilayah IUP PT. Benal Aiti Bara Perkasa terletak pada posisi 2°9'3.16" LS dan 102°57'30.13" BT yang dapat dilihat pada Gambar 1 dengan memiliki batas-batas wilayah Utara berbatasan dengan Muarobungo, Selatan berbatasan dengan Bengkulu bagian timur, Timur berbatasan dengan Palembang dan Barat berbatasan dengan Sungai Penuh.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Metode Penyaliran Tambang

Penyaliran tambang merupakan suatu usaha yang diterapkan di daerah penambangan untuk mencegah, mengeringkan atau mengeluarkan air dalam jumlah yang berlebihan yang masuk ke daerah penambangan. (Rusli, 2020). Untuk mencegah terjadinya masalah air pada sistem penambangan terbuka dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

2.2.1 Mine Drainage

Biasa disebut sistem penyaliran tidak langsung (Inkonvensional), yaitu upaya untuk mencegah masuknya air ke dalam daerah penambangan yang berasal dari air tanah dan air permukaan (sungai, danau, dll) (Rusli, 2020).

2.2.2 Mine Dewatering

Biasa disebut sistem penyaliran langsung (konvensional) yaitu upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke dalam daerah penambangan (Rusli, 2020).

2.3 Analisis Statistik Data Curah Hujan

2.3.1 Nilai Rerata Sebaran Data

Varian (variance) adalah besarnya derajat sebaran variat disekitar nilai reratanya. Oleh karena itu penyebaran data daerah penelitian dapat diukur dengan standar deviasi dan varian. Nilai rerata sebaran data daerah penelitian dapat dihitung dengan persamaan (1) (Kamiana, 2011 dan Soewarno, 2014)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Xi \dots\dots\dots(1)$$

Dimana \bar{x} adalah nilai rerata, Xi variable random dan n jumlah data.

2.3.2 Deviasi Standar dan Koefisien Varian

Deviasi standar dapat digunakan untuk mengetahui variabilitas dari distribusi. Semakin besar deviasi standar maka akan semakin besar pula penyebaran dari distribusinya. Sedangkan koefisien varian menyatakan perbandingan antara deviasi standar dan dengan nilai rerata. (Kamiana, 2011) Untuk menghitung nilai deviasi standar (Sx) dan koefisien varian dapat menggunakan rumus berikut :

Standar Deviasi (Sx)

$$Sx = \frac{\sqrt{(\sum Xi - Xr)^2}}{n-1} \dots\dots\dots(2)$$

Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sx}{Xr} \dots\dots\dots(3)$$

Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{\sum n \times (Xi - Xr)^3}{(n-1) \times (n-2) \times Sx^3} \dots\dots\dots(4)$$

Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\sum \frac{1}{n} \times (Xi - Xr)^4}{Sx^4} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana, Sx adalah Standar Deviasi, Cs adalah Koefisien Skewness, Ck adalah Koefisien Kurtosis, Cv adalah Koefisien Variasi, Xi adalah curah hujan maksimum harian, Xr adalah curah hujan maksimum harian rata-rata dan n adalah jumlah data. Setelah melakukan perhitungan analisis frekuensi dilakukan percobaan hasil

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$
Gumbel	$Cs \leq 1.1396$ $Ck \leq 5.4002$
Log Person III	$Cs \neq 0$
Log Normal	$Cs \approx 3$ $Cv + Cv^2 = 3$ $Ck = 5.383$

syarat jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Jenis Distribusi

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

2.4 Distribusi Probabilitas Curah Hujan

Perhitungan menggunakan distribusi Gumbel dapatdihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X_t = X_r + \frac{S_x}{S_n} \times (Y_r - Y_t) \dots\dots\dots(6)$$

$$X_r = \frac{\sum X_t}{n} \dots\dots\dots(7)$$

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum (X_i - X_r)^2}}{n-1} \dots\dots\dots(8)$$

$$S_n = \frac{\sqrt{\sum (Y_n - Y_r)^2}}{n-1} \dots\dots\dots(9)$$

$$Y_n = -\ln[-\ln\{\frac{n+1-m}{n+1}\}] \dots\dots\dots(10)$$

$$Y_r = \frac{\sum Y_n}{n} \dots\dots\dots(11)$$

$$Y_t = -\ln[-\ln\{\frac{T-1}{T}\}] \dots\dots\dots(12)$$

$$k = \frac{Y_t - Y_r}{S_n} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana X_t adalah curah hujan rencana (mm/hari), X_i adalah curah hujan maksimum harian (mm/hari), X_r adalah rata-rata curah hujan maksimum harian (mm/hari), S_x adalah standar deviasi, S_n adalah *Reduced Standart Deviation*, Y_t adalah *Reduced Variate*, Y_n adalah *Reduced mean*, n adalah jumlah data curah hujan, m adalah urutan data curah hujan dari besar ke kecil, Y_r adalah *Reduced Mean* rata-rata dan k adalah *Reduced Variate Factor* (Gautama, 1999).

2.5 Intensitas Curah Hujan Rencana

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan dalam satuan waktu. Nilai intensitas hujan tergantung pada seberapa hujan turun, curah hujan dan waktu konsentrasi. Menentukan intensitas curah hujan dapat dicari dengan rumus sebagai berikut (Gautama dan Prahastini, 2012).

$$I = \frac{R}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \dots\dots\dots(14)$$

Dimana I adalahIntensitas curah hujan (mm/jam), R adalahCurah hujan maksimum (mm/hari), dan t_c adalahLama waktu hujan (jam).

Harga t_c dapat dicari dengan menggunakan rumus kirpich (Asdak, 2010) sebagai berikut:

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana, t_c adalah Lama waktu hujan (jam), L adalahPanjang aliran (m), S adalahBeda ketinggian dibagi panjang aliran (m).

2.6 Daerah Tangkapan Hujan (Catchment Area)

Daerah tangkapan air (*catchment area*) adalah wilayah geografis yang dibatasi oleh lereng bukit atau titik tertinggi tempat jatuhnya air hujan. Jika hujan didaerah ini, air hujan akan mengalir ke titik terendah. Penentuan *Catchment area* pada suatu wilayah pertambangan dapat

ditentukan dengan menganalisis peta topografi dan peta kemajuan penambangan (Widodo, 2012).

2.7 Air Limpasan

Air limpasan (*surface run off*) adalah bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang menuju ke sungai, danau atau lautan (Asdak, 2010).

2.7.1 Debit Air Limpasan

Untuk memperkirakan debit air limpasan dapat digunakan rumus rasional sebagai berikut (Asdak, 2010):

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(16)$$

Dimana Q adalah Debit air (m³/detik), C adalah Koefisien limpasan, I adalah Intensitas curah hujan (mm/jam) dan A adalah Luas daerah tangkapan hujan (Ha).

2.7.2 Koefisien Limpasan

Koefisin limpasan merupakan suatu konstanta yang menggambarkan dampak proses infiltrasi, penguapan, tata guna lahan, dan kemiringan lahan. Saluran terbuka dipengaruhi oleh faktor tanah penutup dan kemiringan, intensitas dan lamanya hujan. Menurut Gautama(1999) Dalam penentuan koefisien limpasan faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah:

Kemiri ngan (%)	Tutupan	Koefisien Limpasan (C)
< 3	Sawah, rawa	0.2
	Hutan, perkebunan	0.3
	Perumahan dengan kebun	0.4
3 - 15	Hutan, perkebunan	0.4
	Perumahan	0.5
	Tumbuhan yang jarang	0.6
	Tanpa tumbuhan, daerah Penimbunan	0.7
> 15	Hutan	0.6
	Perumahan, kebun	0.7
	Tumbuhan yang jarang	0.8
	Tanpa tumbuhan, daerah tambang	0.9

Tabel2. Nilai Koefisien Limpasan

2.8 Air Tanah

Air tanah adalah salah satu bentuk air yang berada di sekitar bumi kita dan terdapat di dalam tanah. Air tanah merupakan bagian air di alam yang terdapat di bawah permukaan tanah. Pembentukan air tanah mengikuti siklus peredaran air di bumi yang disebut daur hidrologi, yaitu proses alamiah yang berlangsung pada air di alam yang mengalami perpindahan tempat secara berurutan dan terus menerus (Kodoatie, 2012).

2.9 Saluran Terbuka (Open Channel)

Saluran terbuka merupakan sarana yang digunakan untuk mengalirkan air permukaan di sekitar daerah tambang, yang berasal dari limpasan air hujan yang jatuh di sekitar daerah tambang atau untuk mengalirkan air permukaan yang berasal dari sungai atau rawa-rawa yang terdapat di sekitar. Agar semua air tersebut dapat dialirkan ke luar daerah tambang, maka dibutuhkan analisis dimensi saluran terbuka tersebut, sehingga dapat berfungsi secara maksimal dan ekonomis.

Tabel 3. Nilai Koefisien Dinding Saluran (n)

Tipe Dinding Saluran	N
Semen	0,010-0,014
Beton	0,011-0,016
Bata	0,012-0,020
Besi	0,013-0,017
Tanah	0,020-0,030
Gravel	0,022-0,035
Tanah yang ditanam	0,025-0,040

Sumber : Gautama, 1999

2.10 Sumuran (Sump)

Sump pada tambang berfungsi sebagai tempat penampungan air dan lumpur sementara sebelum dipompa ke luar tambang. (Hermawan, 2011).

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

Volume sump yang optimum dapat juga dicari dari selisih antara volume air limpasan dengan volume pemompaan harian (Widodo, 2012). Volume sump, volume limpasan, volume total inflow, dan volume pemompaan dapat dicari dengan menggunakan rumus.

$$\text{Vol. Sump} = \text{Vol. Total Inflow} - \text{Vol. Pemompaan} \dots (17)$$

$$\text{Vol. Total Inflow} = \text{Vol. Limpasan} + \text{Vol. Air Tanah} \dots (18)$$

$$\text{Vol. Limpasan} = Q \times T \dots (19)$$

$$\text{Vol. Pemompaan} = \text{debit pemompaan} \times 3600 \times \text{waktu operasi pompa per hari} \dots (20)$$

2.11 Kolam Pengendapan

Kolam pengendapan adalah suatu daerah yang dibuat khusus untuk menampung air limpasan sebelum dibuang langsung menuju daerah pengaliran umum atau badan air (Meta, 2018). Sedangkan Daerah pertambangan sering memiliki kolam sedimentasi untuk menangkap dan menyimpan air limpasan dari daerah tersebut. Air ini kemudian dapat dibuang ke tempat penampungan air umum seperti sungai, laut dan danau. Penentuan luas kolam pengendapan dapat dihitung dengan rasio perbandingan cairan padatan dengan rumus:

$$\% \text{ Solid} = \frac{\text{Volume padatan masuk}}{Q_{total}} \times 100 \dots (21)$$

$$\% \text{ Air} = (100 - \% \text{ Solid}) \dots (22)$$

Luas kolam pengendapan dapat dihitung dengan cara menggunakan Persamaan (23) (Triadmojo, 1993):

$$A = Q_{total} V \dots (23)$$

Dimana A adalah Luas kolam pengendapan (m²), Q_{total} adalah Debit air yang masuk kolam pengendapan (m³/detik) dan V adalah Kecepatan pengendapan (m/detik).

Residu tersuspensi dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (24)

$$\text{Residu tersuspensi} = \frac{TSS}{Q_{total}} \dots (24)$$

Volume padatan yang masuk didapat dari hubungan persamaan massa jenis terhadap massa dan volume padatannya. Volume padatan yang masuk dapat dilihat pada Persamaan (25).

$$V_{pm} = \frac{\text{massa}}{\text{massa jenis}} \dots (25)$$

Kecepatan pengendapan dapat dihitung dengan cara menggunakan rumus Stokes dan hukum Newton. Hukum Stokes berlaku bila padatannya kurang dari 40%, sedangkan bila persen padatan lebih dari 40% berlaku hukum Newton. Hukum Stokes dapat dilihat pada Persamaan (26) sedangkan Hukum Newton dapat dilihat pada Persamaan (27).

Hukum Stokes:

$$V = \frac{g \times D^2 \times (\rho_p - \rho_a)}{18\mu} \dots (26)$$

Hukum Newton:

$$V = \frac{4 \times g \times D \times (\rho_p - \rho_a) \times 0,5}{3 \times F_g \times \rho_a} \dots (27)$$

Dimana V adalah Kecepatan pengendapan partikel (m/detik), g adalah Percepatan gravitasi (m/detik²), ρ_p adalah Berat jenis partikel padatan (kg/m³), ρ_a adalah Berat jenis air (kg/m³), m adalah Kekentalan dinamik air (kg/m.detik), D adalah Diameter partikel padatan (m) dan F_g adalah Nilai koefisien tahanan

Untuk menentukan dimensi dari kolam pengendapan, seperti panjang, lebar dan kedalaman ditentukan dengan melihat spesifikasi alat yang digunakan untuk merawat kolam pengendapan tersebut.

3. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian terapan. Menurut Sugiyono (2016) metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positif, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini termasuk dalam metode penelitian terapan (*applied research*) (dalam Sugiono, 2017) Menyatakan bahwa penelitian terapan dilakukan dengan tujuan menerapkan, menguji dan mengevaluasi kemampuan suatu teori yang diterapkan dalam memecahkan masalah-masalah praktis.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah teknik observasi dan pengambilan data secara langsung di lapangan. Urutan pengumpulan data adalah studi literatur dan pengambilan data penelitian.

3.3 Teknik Analisis Data

1. Menghitung Catchment Area
2. Menghitung Data Curah Hujan Untuk Mendapatkan Debit Air Limpasan
3. Menghitung Dimensi Saluran Terbuka
4. Menghitung Dimensi Sump
5. Menghitung Kolam Pengendapan
6. Menghitung Pompa

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Luas Catchment Area P it 2 PT. Benal Aiti Bara Perkasa.

Untuk mengetahui luas dari *catchment area*, penulis menggunakan *software Arcgis 10.4* dihitung

Tahun	CH Max (Xi)		Rata-rata (Xr)
	(mm)		(mm)
2011	66,00		84,77
2012	73,23		
2013	83,00		
2014	50,00		
2015	78,00		
2016	84,00		
2017	137,00		
2018	89,00		
2019	108,00		
2020	79,50		
Jumlah	847,73		

berdasarkan daerah tangkapan air yang diperkirakan akan menjadi daerah aliran air dan didapatkan luas sebesar 74,85 Ha.

4.2 Curah Hujan

4.2.1 Menentukan Tabel Urutan Curah Hujan Harian Maksimum pada Daerah Penelitian

Untuk langkah pertama adalah dengan mengurutkan data curah hujan 10 tahun terakhir dari tahun 2011-2020 seperti pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Curah Hujan Harian Maksimum

4.2.2 Perhitungan Analisis Frekuensi

Sebelum menghitung curah hujan rencana, terlebih dahulu harus melakukan perhitungan analisis frekuensi. Untuk analisis statistik ada beberapa parameter yang digunakan untuk dapat membantu menentukan jenis sebaran yang sesuai dan tepat. Hasil pengolahan disperse dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Analisis Distribusi Curah Hujan

No	Tahun	Xi	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
1	2011	66.00	-18.77	352.425529	-6616.08	124203.75
2	2012	73.23	-11.54	133.240849	-1538.00	17753.12
3	2013	83.00	-1.77	3.143529	-5.57	9.88
4	2014	50.00	-34.77	1209.161529	-42046.17	1462071.60
5	2015	78.00	-6.77	45.873529	-310.70	2104.38
6	2016	84.00	-0.77	0.597529	-0.46	0.36
7	2017	137.00	52.23	2727.659529	142457.47	7440126.51
8	2018	89.00	4.23	17.867529	75.53	319.25
9	2019	108.00	23.23	539.493529	12530.82	291053.27
10	2020	79.50	-5.27	27.804529	-146.61	773.09
Jumlah		847.73	4.26326E-14	5057.26761	104400.21	9338415.21
Rata-rata (Xr)		84.77	0.00	505.73	10440.02	933841.52

Selanjutnya di lakukan perhitungan dengan hasil seperti berikut:

Standar Deviasi (Sx)
 $S_x = 23,70$

Koefisien Skewnees (Cs)
 $C_s = 1,088$

Koefisien Kutosis (Ck)
 $C_k = 2,958$

Koefisien Varian (Cv)
 $C_v = 0,279$

4.2.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata (Xr)

$X_r = 84,77$

Perhitungan Reduce Mean (Yn)

$Y_n = -0,53$

Perhitungan Reduce Mean Rata-rata (Y_r)

$Y_r = 0,50$

Perhitungan *Standard Deviation* (S_x)

$S_x = 23,70$

Perhitungan *Reduce Standard Deviation* (S_n)

$S_n = 1,00$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai Rata-rata, Reduce Mean, Reduce Mean Rata-rata, Standar Deviasi, Dan Reduce Satandar Deviasi

No	Tahun	X_i	n	m	Y_n	Y_r	$(y_n - y_r)^2$	S_n	S_x
1	2010	66.00	10	9	-0.53	0.50	1.06	1.00	23.70
2	2011	73.23	10	8	-0.26		0.57		
3	2012	83.00	10	5	0.50		0.00		
4	2013	50.00	10	10	-0.87		1.88		
5	2014	78.00	10	7	-0.01		0.26		
6	2015	84.00	10	4	0.79		0.09		
7	2016	137.00	10	1	2.35		3.44		
8	2017	89.00	10	3	1.14		0.42		
9	2018	108.00	10	2	1.61		1.23		
10	2019	79.50	10	6	0.24		0.07		
Jumlah		847.73	-	-	4.95		9.02	-	-
Rata-rata (X_r)		84.77	10		0.50		0.90		

a. Perhitungan Reduce Variate (Y_t)

$Y_t = 3,199$

b. Perhitungan Reduce Variate Vactor (k)

$K = 2,703$

c. Perhitungan Curah Hujan Rencana (X_t)

$X_t = 148,791 \text{ mm/hari}$

4.2.4 Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan waktu konsentrasi menggunakan persamaan kirpich dengan bentuk persamaan sebagai berikut:

$T_c = 0,76 \times A^{0,38}$
 $T_c = 0,76 \times 0,7845^{0,38}$
 $= 0,693 \text{ jam}$

Penentuan intensitas hujan bertujuan untuk mengkonversikan curah hujan harian menjadi curah hujan dalam satuan jam dengan mempertimbangkan harga T_c . Setelah didapat besaran nilai waktu konsentrasi (T_c) maka di dapatkan hasil perhitungan intensitas hujan yaitu:

$I = 65,867 \text{ mm/jam}$

4.3 Debit Air Limpasan

Perhitungan debit air limpasan dengan menggunakan rumus rasional. Sehingga debit air limpasan maksimum $Q = 44406,665 \text{ m}^3/\text{jam}$

4.4 Debit Air Tanah

Untuk menghitung debit air tanah, pertama harus diketahui berapa lama waktu pemompaan dalam sehari, kapasitas pompa untuk untuk mengeluarkan air. PT. BABP menggunakan 1 buah pompa dengan kapasitas 60lit/det dengan lama pemompaan 20jam/hari. Debit pemompaan total selama 1 hari =0,06 m³/det

4.5 Debit Total

Dari hasil perhitungan debit air yang masuk ke dalam lokasi tambang dan di tampung di sump, debit air limpasan, air tanah di tambah dengan air permukaan sehingga hasil debit total, yaitu:

$Q \text{ Total} = 44622 \text{ m}^3/\text{jam}$

4.6 Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan aktual yang ada di *Sump pit 2* adalah sistem seri. Pompa yang digunakan adalah pompa Ebara Pump 125 x 100 FS JCA sebanyak satu unit yang dipasang di *sump pit 2* dengan waktu pemompaan 20 jam/hari.

Pompa Ebara Pump 125 x 100 FS JCA ini termasuk dalam jenis pompa *non-submersible centrifugal* yaitu pompa yang dapat diletakkan di atas ponton apabila dioperasikan pada *sump* atau langsung dioperasikan di darat. Debit maksimum pompa Ebara Pump 125 x 100 FS JCA sesuai dengan katalog pompa atau kurva *performance curve 4 poles (13/27)* adalah sebesar 1200 Gpm atau setara dengan 5.460 liter/menit atau 91 liter/detik (0,091 m³/detik) spesifikasi pompa dan grafik head pompa dapat dilihat pada lampiran (C). Saat ini pompa diletakan pada elevasi 37 mdpl (elevasi *inlet*) dan elevasi buang (*outlet*) pompa berada pada elevasi 72 mdpl. Dengan perbedaan antara elevasi *inlet* dan *outlet* sebesar 35 meter. Kebutuhan head total pada pompa yang seharusnya cukup untuk mengalirkan jumlah air seperti hasil analisa pompa. Head pompa total terdiri atas head static atau elevasi, head tekanan dan head kecepatan serta kerugian head. Kondisi aktual head total pemompaan tahun 2020 dapat dicari dengan menjumlahkan semua kerugian head yang terjadi. Berikut ini hasil perhitungan Jenis *head* gesekan pada pipa *sump pit* Bintang :

Tabel 7. Jenis *head* gesekan pada pipa *sump pit* Bintang

No	Jenis Kehilangan Energi	A	K	F_i	H_f	Total HF
1	Kehilangan energi pada	-	1,0	0,018	$H_{f1} = \frac{fLV^2}{2gD}$	6,408 m

	inlet pompa					
2	Kehilangan energi pada belokan dengan sudut θ_1	45°	0,078750722	0,018	$Hf_2 = K_2 \frac{v^2}{2g}$	0,098 m
3	Kehilangan energi akibat gesekan pipa sepanjang L_1	-	0,375	0,018	$Hf_3 = f_1 \frac{LV^2}{2gD}$	9,98 m
4	Kehilangan energi pada belokan dengan sudut θ_2	45°	0,125	0,018	$Hf_4 = K_3 \frac{v^2}{2g}$	0,157 m
5	Kehilangan energi akibat gesekan pipa sepanjang L_2	-	0,125	0,018	$Hf_5 = f_2 \frac{LV^2}{2gD}$	3,57 m
6	Kehilangan energi pada belokan dengan sudut θ_3	45°	0,384	0,018	$Hf_6 = K_4 \frac{v^2}{2g}$	0,48 m
7	Kehilangan energi akibat gesekan pipa sepanjang L_3	-	0,375	0,018	$Hf_7 = f_3 \frac{LV^2}{2gD}$	10,73 m
8	Kehilangan energi pada belokan dengan	-	0,450	0,018	$Hf_8 = K_5 \frac{v^2}{2g}$	0,566 m

	sudut θ_4					
9	Kehilangan energi akibat gesekan pipa sepanjang L_4	-	0,450	0,018	$Hf_9 = f_4 \frac{LV^2}{2gD}$	7,74 m
10	Kehilangan energi pada belokan dengan sudut θ_5	-	0,565	0,018	$Hf_{10} = K_6 \frac{v^2}{2g}$	0,711 m
11	Kehilangan energi akibat gesekan pipa sepanjang L_5	-	0,565	0,018	$Hf_{11} = f_5 \frac{LV^2}{2gD}$	14,60 m
12	Kehilangan energi pada belokan dengan sudut θ_6	-	0,60	0,018	$Hf_{12} = K_7 \frac{v^2}{2g}$	0,755 m
13	Kehilangan energi akibat gesekan pipa sepanjang L_6	-	0,60	0,018	$Hf_{13} = f_6 \frac{LV^2}{2gD}$	5,96 m
					$\sum_{i=1}^{i=3} hf$	61,755 m

Dari hasil perhitungan maka didapatkan hasil head total (HT) 133,755 m. Setelah nilai head total diketahui, maka untuk mengetahui besar daya pompa yang dibutuhkan untuk bisa mengalirkan air didapatkan hasil daya pompa berikut : Daya pompa = 14.319,65 watt

Daya pompa yang diketahui sebesar 14.319,65 watt dapat memindahkan air sebanyak 327,6 m³/jam. Didapat jam kerja pompa yaitu 20 jam/hari. Dari analisa waktu kerja pompa ini menunjukkan karena

adanya *lost time* yang terdiri dari pengisian oli, isi bahan bakar, *service*, waktu repair dan perawatan lainnya. Berdasarkan hal tersebut untuk menentukan jumlah pompa yang dibutuhkan di *sump* Bintang pada *pit 2* yaitu sebanyak 16 pompa.

Pompa Artinya, apabila ingin mengeringkan seluruh air didalam *sump* sampai ke dasar *sump*, maka dibutuhkan pompa sebanyak 16 buah pompa dalam 1 jam pemompaan. Namun, jumlah pompa sebanyak 16 buah tidak rasional Karena jumlah kebutuhan pompa yang terlalu banyak dapat mengeluarkan biaya yang besar. Untuk mengatasi kebutuhan pompa yang terlalu banyak, maka disarankan perusahaan hanya menambah beberapa buah pompa saja dengan jam kerja tetap konstan selama 20 jam/hari agar air tidak meluap ke badan jalan hauling sehingga tidak mengganggu aktivitas penambangan.

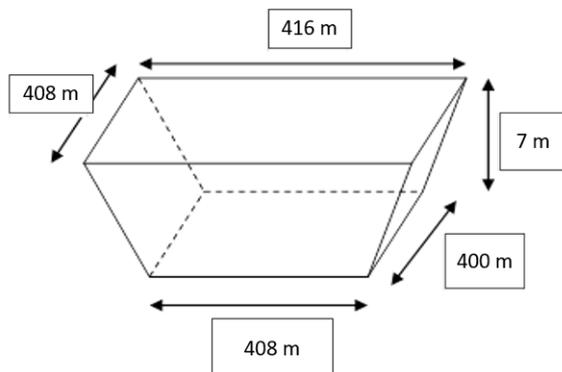
4.7 Sump

Sump yang terdapat di *pit 2* penambangan PT. Benal Aiti Bara Perkasa dibuat dengan bentuk trapezium karena memiliki dinding *sump* yang miring sehingga dapat menahan tekanan air dan dapat menampung air lebih banyak. Dimensi *sump* yang dibuat dengan kemiringan 60° dan kedalaman 7 meter. Untuk menentukan dimensi *sump* bergantung pada debit air limpasan, kapasitas pompa, volume, dan waktu pemompaan. Berdasarkan perhitungan dimensi *sump*, maka didapatkan luas atas dan luas bawah penampang trapezium. Untuk *sump* berbentuk trapesium kemiringan dinding *sump* adalah 60° dan kedalaman kolam (Z) yang direncanakan adalah 7 meter.

Maka untuk menampung volume air yang masuk sebesar 1.104.939,828 m³, perlu membuat dimensi *sump* sebagai berikut:

- a. Panjang permukaan atas *sump* = 416 m
- b. Lebar permukaan atas *sump* = 408 m
- c. Panjang dasar *sump* = 408 m
- d. Lebar dasar *sump* = 400 m
- e. Kedalaman = 7 m

Dan volume maksimal yang dapat ditampung oleh *sump* V = 1.165.248 m³. Desain dimensi *sump* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2 . Desain Dimensi *Sump*

4.8 Rancangan Saluran Terbuka

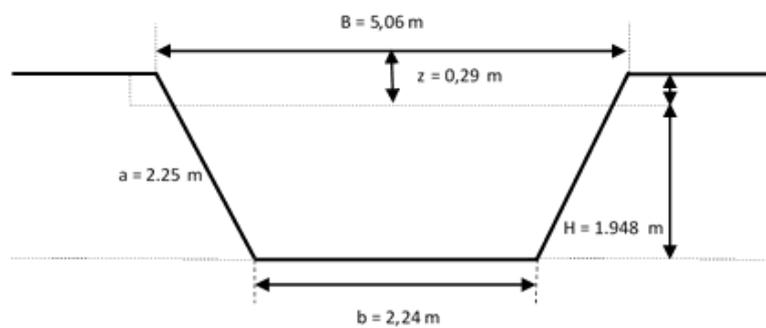
Dalam menentukan dimensi saluran bentuk trapesium dengan luas penampang hidrolis maksimum, maka luas penampang basah saluran (A), jari-jari hidrolis (R), kedalaman saluran (h), lebar dasar saluran (b), lebar permukaan saluran (B), panjang sisi saluran dari dasar ke permukaan (a), dan kemiringan dinding saluran (m) mempunyai hubungan yang dapat dinyatakan sebagai berikut : $m = 0,58$, $b = 1,73h$, $a = 2,25$ meter, $z = 0,29$ meter.

Dari persamaan-persamaan diatas maka dapat dicari perhitungan saluran terbuka dan di dapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Perhitungan Kedalaman Aliran (h)
h = 1,948 meter
- b. Lebar permukaan saluran (B)
B = 5,06 meter
- c. Lebar Dasar Saluran (b)
b = 2,24 meter
- d. panjang sisi luar saluran (a)
a = 2,25 m

Maka hasil dimensi Saluran yang di dapatkan :

- Kemiringan dinding saluran (α) = 60°
- Kedalaman saluran (h) = 1,948 meter
- Lebar dasar saluran (b) = 2,24 m
- Lebar permukaan (B) = 5,06 m
- Panjang sisi luar saluran (a) = 2,25 m
- Penambahan tinggi jagaan air (z) = 0,29 m



Gambar 3. Rencana Saluran Terbuka

7. Dimensi Saluran Terbuka/Open Channel Tahun 2020 terdapat 2 saluran terbuka berbentuk trapesium yaitu saluran terbuka I, dan II. Dimensi saluran terbuka I dan II sama karena berada dalam *Catchment area* yang sama dengan kemiringan dasar saluran (S) = 0,25 %, lebar dasar saluran (b) = 2,24 m, lebar permukaan (B) = 5,06 m, kedalaman saluran (d) = 1,948 m, kedalaman aliran (z) = 0,29 m, panjang sisi luar saluran (a) = 2,25 m, dengan debit yang dialirkan sebesar 12,93 m³/detik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. *Catchment area* di Pit 2 PT. Benal Aiti Bara Perkasa yang masuk ke dalam bukaan tambang memiliki luas sebesar 74,85 Hektar.
2. Curah hujan rencana yang dihasilkan pada PT. Benal Aiti Bara Perkasa, sebesar 148,701mm/hari dengan periode ulang hujan 25 Tahun dan Intensitas curah hujan yang dihasilkan sebesar 65,867 mm/jam berdasarkan data curah hujan dari tahun 2010 hingga 2019.
3. Hasil perhitungan volume air limpasan yang ada di dalam *sump* bintang *pit 2* penambangan PT. Benal Aiti Bara Perkasa, yaitu sebesar 12,929 m³/detik. Sementara itu jumlah volume air tanah yang ada di dalam *sump* bintang *pit 2* penambangan PT. Benal Aiti Bara Perkasa yaitu sebesar 0,00245 m³/detik. Sehingga volume total air yang masuk kedalam *sump* bintang adalah sebesar 46.551,51 m³/jam.
4. Head total pompa saat ini adalah sebesar 133,755 meter dengan daya pompa yang dibutuhkan sebesar 14.319,65 watt. Jumlah pompa yang dibutuhkan oleh PT. Benal Aiti Bara Perkasa untuk mengeluarkan air yang masuk ke *pit 2* pada tahun 2020 adalah sebanyak 16 pompa. Namun, jumlah pompa sebanyak 16 buah tidak rasional Karena jumlah kebutuhan pompa yang terlalu banyak dapat mengeluarkan biaya yang besar, maka disarankan perusahaan hanya menambah beberapa buah pompa saja dengan jam kerja tetap konstan selama 20 jam/hari agar air tidak meluap ke badan jalan hauling sehingga tidak mengganggu aktivitas penambangan.
5. Dimensi Sump yang direncanakan pada Tahun 2020 yaitu dengan luas permukaan 416 m x 408 m, luas dasar 408 m x 400 m, kedalaman 7 m serta kapasitas tampung sebesar 1.165.248 m³.
6. Kolam Pengendapan/Settling Pond untuk tahun 2020 direncanakan 3 kompartemen dengan kapasitas masing-masing 1.348,43 m³. Berikut dimensi kolam pengendapan/settling pond :
Panjang kolam pengendapan = 19 meter
Lebar kolam pengendapan = 18 meter
Kedalaman kolam pengendapan = 4 meter
Kedalaman aliran = 3,5 meter
Panjang penyekat = 15 meter
Lebar penyekat = 3.5 meter
Banyak kompartemen = 3

5.2 Saran

1. Untuk kemajuan tambang di perusahaan diperlukan sistem penyaliran tambang yang baik.
2. Setiap bagian dalam sistem penyaliran tambang nantinya sebaiknya dilakukan *maintenance* sehingga hasil yang lebih baik.
3. Perlu didirikan stasiun penakar hujan di pit 2 untuk mendapatkan analisis yang lebih baik.
4. *Maintanace* saluran terbuka dan *settling ponds* secara berkala sesuai dengan perencanaan penulis, agar saluran terbuka dan kolam pengendap lumpur di PT. Benal Aiti Bara Perkasa
5. Diperlukan analisa stabilita lereng sebelum adanya bukaan tambang.

Daftar Pustaka

- [1] Asdak, C. 2010. Hidrologidan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. *Yogyakarta Gadjah Mada University Press*.
- [2] Budiarto & Putranto. 2015. Perencanaan Tambang. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [3] Endriantho, M. & Ramli, M., 2013. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara pada Pit Seam 11 Selatan PT. Kitadin Tandung Mayang. *Geosains*, 09(01), pp. 29-39.
- [4] Gultom, R., Yusuf, M. & Abro, M. A., 2018. Evaluasi Kapasitas Pemompaan dalam Sistem Penyaliran pada Pit 1 Timur Penambangan Banko Barat PT. Bukit Asam (persero), Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *JP*, 2(1), pp. 1-8.
- [5] Gautama R. Sayoga 1999. Diktat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [6] Haeruddin, Anshariah, Nurwaskito, A. & Munir, A. S., 2019. Kajian Sistem Penyaliran Tambang Batubara Bengalon Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Geomine*, 7(1), pp. 1-7.
- [7] Hermawan, Andhika Budi. 2011. *Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Batubara Di Sub Blok 4I Dan 4III PT. Antang Gunung Meratus Provinsi Kalimantan Selatan*. Laporan Penelitian: ITB
- [8] Huissman., L. 1977. *Sedimentation and Flotation Mechanical Filtration*. Delft: Delft University of Technology.
- [9] Husen, S., Yusuf, M. & HAK, A., 2018. Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Pit 3 Timur Banko Barat PT. Bukit Asam (persero), Tbk.

- Unit Penambangan Tanjung Enim, Sumatra Selatan. *JP*, 2(2), pp. 63-69.
- [10] Khusairi, A. R., Kasim, T. & Yunasril, 2016. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Tambang Terbuka Batubara di PT. Nusa Alam Lestari, Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Bina Tambang*, 3(3), pp. 1202-1212.
- [11] Krussman., G. P & Ridder., N. A. 1970. *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*. Weyeningen: International Institut for Land Reclamation and Publishing Company].
- [12]Loebis., J. 1987. Banjir Rencana Untuk Bangunan Air. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [13]Manning, J. C. 1987. *Applied Principles of Hydrology*. New York: Merill Pubhlishing Company
- [14]Mayor, D. S. N. C., Asof, H. M. & Mukiat, 2018. Perencanaan Penyaliran Tambang Batubara di Pit Sereho Utara PT. Bumi Merapi Energi Kabupaten Lahat. *JP*, 2(4), pp. 34-43.
- [15] Nurhakim. 2004. Bahan Kuliah Teknik Pertambangan. Kotabaru: Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat.
- [16]Prabowo, H., 2020. Menghitung Debit Air Limpasan di Pit Bukit Everest PT. Antam Tbk UBPN Sulawesi Tenggara. *Bina Tambang*, 5(3), 71-77.