

EVALUASI MINE SUMP PADA PT. BERKAT ANUGERAH SEJAHTERA SITE PT. ANTANG GUNUNG MERATUS KALIMANTAN SELATAN

Ardhan Ismail ^{1*)}, Rety Winonazada ¹⁾, Albertus Juvensius Pontus ¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung, Sempaja Sel., Kec. Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur
Telp./Fax. (0541) 736834
Penulis korespondensi: ardhanismail@ft.unmul.ac.id

Abstract

PT. Berkat Anugerah Sejahtera (PT. BAS) is one of the mining contractors operating at PT. Antang Gunung Meratus in South Kalimantan. In its operations, one of the main challenges is the entry of water into the mining pit and managing surface runoff that flows into the mining front. The water entering the pit needs to be properly managed so it can be controlled and concentrated at a single point, referred to as the lowest point. This water management is carried out by constructing a sump or a collection point at the lowest location. The purpose of this study is to understand the dewatering process and measure the runoff volume entering the mine, assess the actual sump capacity, and evaluate the efficiency of the pumping system. Data collection was conducted to compare the planned sump capacity with the actual sump capacity in the field. Rainfall data from the past 10 years were analyzed to determine rainfall intensity and calculate the catchment area of PT. BAS, which spans 121.18 hectares. From this, the runoff volume was calculated to be 25,230.53 m³/day. The study found that the actual sump capacity is 32,215 m³. However, this capacity is likely insufficient to accommodate the total runoff volume entering the mine, suggesting the need for further evaluation of the current sump capacity to improve water management efficiency at the mining site.

Keywords: Mining, Sump, Catchment Area, Runoff

Abstrak

PT. Berkat Anugerah Sejahtera adalah salah kontraktor penambangan yang melakukan aktifitas penambangan pada PT. Antang Gunung Meratus Kalimantan Selatan. Aktifitas penambangan memiliki beberapa kendala yang biasanya menjadi hambatan, salah satunya yakni air yang masuk ke dalam *pit* tambang dan juga pengaturan air limpasan yang masuk ke dalam *front* penambangan. Air yang masuk harus dilakukan penanganan sehingga air dapat dikontrol dan terkonsentrasi ke suatu titik atau lowest point. Penanganan yang dilakukan dengan membuat *sump* atau titik terendah. Penelitian ini bertujuan untuk memahami proses *dewatering* dan mengukur debit limpasan yang masuk ke tambang, kapasitas *sump* aktual, dan optimal atau tidaknya pemompaan. Pengumpulan data dilakukan untuk mengidentifikasi kapasitas *sump* rencana dan kapasitas *sump* aktual. Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis data curah hujan 10 tahun terakhir untuk mendapatkan data intensitas hujan, *catchment area* PT. BAS seluas 121,18 Hektar, sehingga diperoleh debit limpasan sebesar 25.230,53 m³/hari. Sedangkan kondisi aktual *sump* dengan kapasitas aktual *sump* sebesar 32,215 m³. Namun, kapasitas aktual *sump* yang ada saat ini kemungkinan belum mampu menampung debit air limpasan yang masuk, sehingga diperlukan evaluasi kapasitas aktual *sump* untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan air di tambang.

Kata kunci: Penambangan, Sump, Catchment area, Debit Air Limpasan

PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber daya alam terbesar yang tidak dapat diperbaharui yang berada Indonesia. Banyaknya sumber daya batubara di Indonesia memberikan kesempatan bagi perusahaan pertambangan untuk melakukan kegiatan penambangan batubara. Salah satu perusahaan tersebut adalah PT. Berkat Anugerah Sejahtera (BAS). PT. BAS merupakan Perusahaan

Kontraktor Pertambangan yang melakukan penambangan pada ijin usaha milik PT. Antang Gunung Meratus (PT. AGM). Usaha pertambangan yang dimiliki oleh PT. Antang Gunung Meratus berada di wilayah padang sari, Suato Tatakan, Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan.

PT. BAS telah menjadi kontraktor penambangan di *site* PT. AGM dimulai tahun 2022, Metode penambangan yang diterapkan adalah

metode *Open Pit*. Rencana penambangan yang dilakukan disesuaikan dengan sekuen penambangan tahunan yang sudah disepakati dalam dokumen *Joint Sign Off* (JSO). Dokumen JSO mencakup target volume *Overburden*, Volume Batubara, Stripping Ratio, Kapasitas Alat dan produksi, *Design Pit* dan Disposals, skema pemompaan dan reklamasi. Aktivitas penambangan yang baik dibutuhkan suatu sistem penyaliran tambang yang efektif dan efisien, ditandai dengan tidak adanya air di *front* penambangan. Kendala yang biasanya dihadapi yakni pengaturan air yang masuk ke dalam *pit*. Air yang masuk akan tertampung di dalam *sump* sehingga kapasitas *sump* harus dapat menampung besarnya air limpasan.

Dalam dokumen JSO tahun 2024 disepakati untuk elevasi *bottom pit* yang juga merupakan elevasi *bottom* dari *sump* berada pada RL -60 dengan pembuatan *sump* baru dari *sump* eksisting tahun 2023. *Sump* direncanakan akan di buat pada bulan April-mei 2024 paralel dengan penurunan sekuen penambangan. Namun pada proses pembuatan nya terdapat beberapa kondisi yang mengakibatkan pembuatan *sump* tidak dapat berjalan sesuai dengan dimensi *sump* yang diinginkan diantaranya sebagai berikut rencana *sump* bagian Selatan merupakan rencana ekspose mayor seam dan proses rilis air bersama lumpur dari eks *sump* ke *sump* yang direncanakan sehingga berkurangnya kapasitas nya dari kondisi yang diharapkan. Data yang dikumpulkan kemudian dilakukan pengolahan distribusi untuk menentukan distribusi yang tepat dalam pengolahan data curah hujan yang akan digunakan sebagai rujukan untuk distribusi yang sesuai dengan data yang digunakan. Kemudian dilakukan analisis selanjutnya untuk mendapatkan rekomendasi sesuai dengan kondisi permasalahan yang ada dilokasi penelitian.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini ialah metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data yang diperlukan dalam penelitian ini, mencakup data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengambilan data dilapangan adapun data primer pada penelitian ini ialah data koordinat lokasi, data curah hujan, dimensi *sump* aktual, debit pompa aktual. Sedangkan data sekunder ialah peta topografi, rencana *sump* dan pustaka-pustaka terkait penelitian. Dari data primer dan sekunder yang diperoleh akan dilakukan perhitungan *catchment area*, intensitas hujan, dan penentuan besarnya koefisien limpasan sehingga diperoleh besarnya debit total limpasan yang akan menjadi acuan untuk evaluasi kapasitas *sump* eksisting.

DASAR TEORI

Koefisien Limpasan

Rujukan dari Kamiana (2011) nilai Koefisien limpasan (C), yakni sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan.

Perkiraan atau pemilihan nilai C secara tepat sulit dilakukan, karena koefisien ini antara lain bergantung dari:

1. Kehilangan air akibat infiltrasi, penguapan, tampungan permukaan.
2. Lama waktu hujan
3. Intensitas hujan.

Nilai koefisien limpasan dapat di lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Koefisien Limpasan (Gautama, 2022)

Kemiringan	Lokasi	C
<3%	Sawah, rawa	0,2
<3%	Hutan Perkebunan	0,3
<3%	Perumahan dengan kebun	0,4
3% - 15%	Hutan Perkebunan	0,4
3% - 15%	Perumahan	0,5
3% - 15%	Tumbuhan yang jarang	0,6
3% - 15%	Tanpa tumbuhan, daerah penimbunan	0,7
>15%	Hutan	0,6
>15%	Perumahan, Kebun	0,7
>15%	Tumbuhan yang jarang	0,8
>15%	tanpa tumbuhan, daerah tambang	0,9

Catchment Area

Merujuk pada Suwandi (2004) *catchment area* adalah area atau daerah tangkapan hujan dimana batas wilayah tangkapannya area atau batas cakupan dengan elevasi tertinggi yang merupakan suatu poligon tertutup yang mana bentuknya disesuaikan dengan kondisi topografi, dengan mengikuti arah gerak air pada area yang menjadi tangkapannya. Setelah diperoleh besarnya *catchment area* dapat diestimasi setiap debit hujan yang tertangkap akan terakumulasi pada elevasi atau titik terendah pada *catchment* tersebut.

Curah Hujan Rencana

Merujuk pada Gautama (1999), sarana penyaliran tambang, salah satu kriteria rancangan adalah hujan rencana, yakni curah hujan dengan periode ulang tertentu atau curah hujan yang memiliki kemungkinan akan terjadi sekali dalam jangka waktu tertentu. Merujuk pada Kamiana (2011), hujan rencana (X) adalah hujan dengan periode ulang tertentu (T) yang diprediksi pada suatu daerah pengaliran. Dalam menganalisis frekuensi data hujan atau data debit rencana, untuk memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa probabilitas kontinu yang sering digunakan, diantaranya: metode distribusi ekstrim atau distribusi *Gumbel*, Distribusi Normal, *Log Normal*, *Person Type III*. Periode ulang dinotasikan dengan T, jumlah data hujan dinotasikan n. Rangkaian data dari yang terbesar ke yang terkecil dinotasikan dengan m. Oleh karena itu, maka untuk menghitung curah hujan rata-rata:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$\bar{X}$ adalah Curah hujan rata-rata, X_i adalah data hujan atau debit ke I dan N adalah jumlah data. Kemudian untuk menghitung Standar Deviasi (S) digunakan persamaan:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Standar Deviasi dinotasikan dengan S, curah hujan rata-rata dinotasikan dengan $\bar{X}$, data hujan atau debit ke-I dinotasikan dengan X_i dan jumlah data dinotasikan dengan n.

Distribusi Gumbel

Perhitungan distribusi gumbel menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$XT = \bar{X} + S \times K \quad (3)$$

XT adalah hujan rencana atau debit dengan periode ulang T. $\bar{X}$ adalah nilai rata-rata dari data curah hujan, S adalah standar deviasi dari data curah hujan, dan K adalah Faktor frekuensi Gumbel.

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (4)$$

Y_t adalah *Reduce Variate*, S_n adalah *reduce Standart Deviation* dan Y_n adalah *Reduce mean*

Distribusi Normal

Dapat dilakukan perhitungan distribusi normal dengan menggunakan persamaan berikut :

$$XT = \bar{X} + S + K \quad (5)$$

Distribusi Lognormal

Dapat dilakukan perhitungan distribusi *lognormal* dengan menggunakan persamaan

$$\log XT = \log \bar{X} + (S \log X \times KT) \quad (6)$$

$\log XT$ adalah Nilai Logaritmik hujan rencana dengan periode ulang T, $\log \bar{X}$ adalah nilai rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (7)$$

$S \log X$ = Deviasi standar dari $\log X$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} \quad (8)$$

KT adalah Nilai Frekuensi, nilainya tergantung dari T.

Distribusi Person Type III

Dapat dilakukan perhitungan distribusi *Person Type III* dengan menggunakan persamaan

$$\log XT = \log \bar{X} + (S \log X \times KT) \quad (9)$$

$\log XT$ Nilai Logarimis hujan rencana dengan periode ulang T, $\log \bar{X}$ adalah Nilai Rata-rata $\log \bar{X}$ dan $S \log X$ adalah Deviasi standar dari $\log X$ dan KT adalah Variabel Standar, besarnya tergantung koefisien kepengangan.

Intensitas Curah Hujan

Merujuk pada Kamiana (2011) Intensitas hujan atau intensitas hujan rencana dapat dikatakan sebagai ketinggian atau kederasan hujan per satuan waktu, biasanya dalam satuan (mm/jam) atau (cm/jam).

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \quad (10)$$

I adalah intensitas hujan yang diukur dalam satuan milimeter per jam (mm/jam), menunjukkan seberapa cepat hujan turun dalam periode waktu tertentu. R24 merujuk pada curah hujan maksimum harian, yaitu jumlah maksimum hujan yang tercatat dalam satu hari. t_c adalah lamanya hujan yang diukur dalam jam, menggambarkan durasi waktu hujan berlangsung dan berpengaruh pada total curah hujan yang diterima suatu area.

Debit Air Limpasan

Menurut U.S Soil Conservation Service (1973) dalam Jurnal IPTEK (Putri, 2020: 61) Debit air limpasan (*peak run off*) dengan simbol Q_p dapat dihitung dengan menggunakan metode rasional:

$$QP = 0,00278 \times C \times I \times A \quad (11)$$

Sump

Daerah yang menjadi *lowest point* atau titik penampungan air pada kegiatan penambangan yakni atau dinamakan *sump* yang berfungsi sebagai tempat penampungan air sebelum dilakukan pemompaan. Untuk perhitungan. Merujuk pada Badhrahman, 2017, Volume *sump* dapat di kategorikan sama dengan volume *Inverted Frustum of Cone*, sehingga dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan):

$$V = \frac{(A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2})}{3 \times h} \quad (12)$$

Volume *Inverted Frustum of Cone* (m^3) dinotasikan dengan V, Luas Alas (m) dinotasikan dengan A_1 , Luas tutup (m) dinotasikan dengan A_2 , tinggi (m) dinotasikan dengan H.

Julang Pompa

Julang Pompa (*Head*) diartikan sebagai besarnya energi fluida yang berada pada sistem pemompaan air pada proses penambangan yang perlu dipertimbangkan dalam perhitungan besarnya debit pemompaan. Nilai head akan semakin besar ketika semakin besarnya debit air yang di pompa. Parameter yang perlu diperhatikan yakni *Head total* 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:

$$H = H_{sp} + H_v + H_{f1} + H_{f2} \quad (13)$$

head total pompa (m) dinotasikan dengan H, *head statis* pompa (m) dinotasikan dengan H_{sp} , *head kecepatan* (m) dinotasikan dengan H_v , *head gesekan*

(m) dinotasikan dengan Hf_1 , *head* belokan (m) dinotasikan dengan Hf_2 .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Pit

PT. Berkas Anugerah Sejahtera *job site* PT. Antang Gunung Meratus melakukan kegiatan penambangan yaitu pada *pit* Warutas. Kegiatan penambangan dilakukan yaitu penambangan tambang terbuka. Arah penambangan pada *pit* dari arah selatan ke utara searah *down dip* batubara. Kegiatan penambangan telah mencapai elevasi -50 sebagai *bottom pit* dari elevasi tertinggi +40. Rencana *bottom pit* direncanakan pada elevasi -60 sebagai elevasi *bottom sump*.

Berdasarkan dokumen JSO yang telah disepakati antara PT. Antang Gunung Meratus dan PT. Berkas Anugerah Sejahtera peralihan atau rencana *sump* tahun 2024 dapat dikerjakan pada bulan april-mei sesuai dengan penurunan sekuen penambangan. Sekuen penambangan mengikuti sekuen 3 bulan yang *review* mengikuti kondisi aktual penambangan.



Gambar 1. Kondisi area Sump

Pengolahan data curah hujan 10 tahun terakhir dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2023 dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini. Data curah hujan merupakan gabungan data BMKG Tapin dari tahun 2014 sampai tahun 2021 dan data aktual selama penambangan dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2023.



Gambar 1. Desain Pit dan Rencana Sump

Kondisi Aktual Sump Pit

Pada daerah penelitian *sump* yang telah dibuat besarnya dimensi *sump* aktual belum sesuai dengan dimensi yang direncanakan, kondisi lain aktual *sump* yakni perawatan secara berkala tidak dilakukan sehingga terjadi penumpukan lumpur yang mengakibatkan *sump* jadi penuh, lumpur yang tidak dikelola terendap pada area sekitar dan dalam *sump* itu sendiri. Kapasitas *sump* aktual dihitung menggunakan persamaan 12, maka diperoleh kapasitas *sump* aktual sebesar 32,215 m³. Data dimensi *sump* aktual dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Sump Aktual

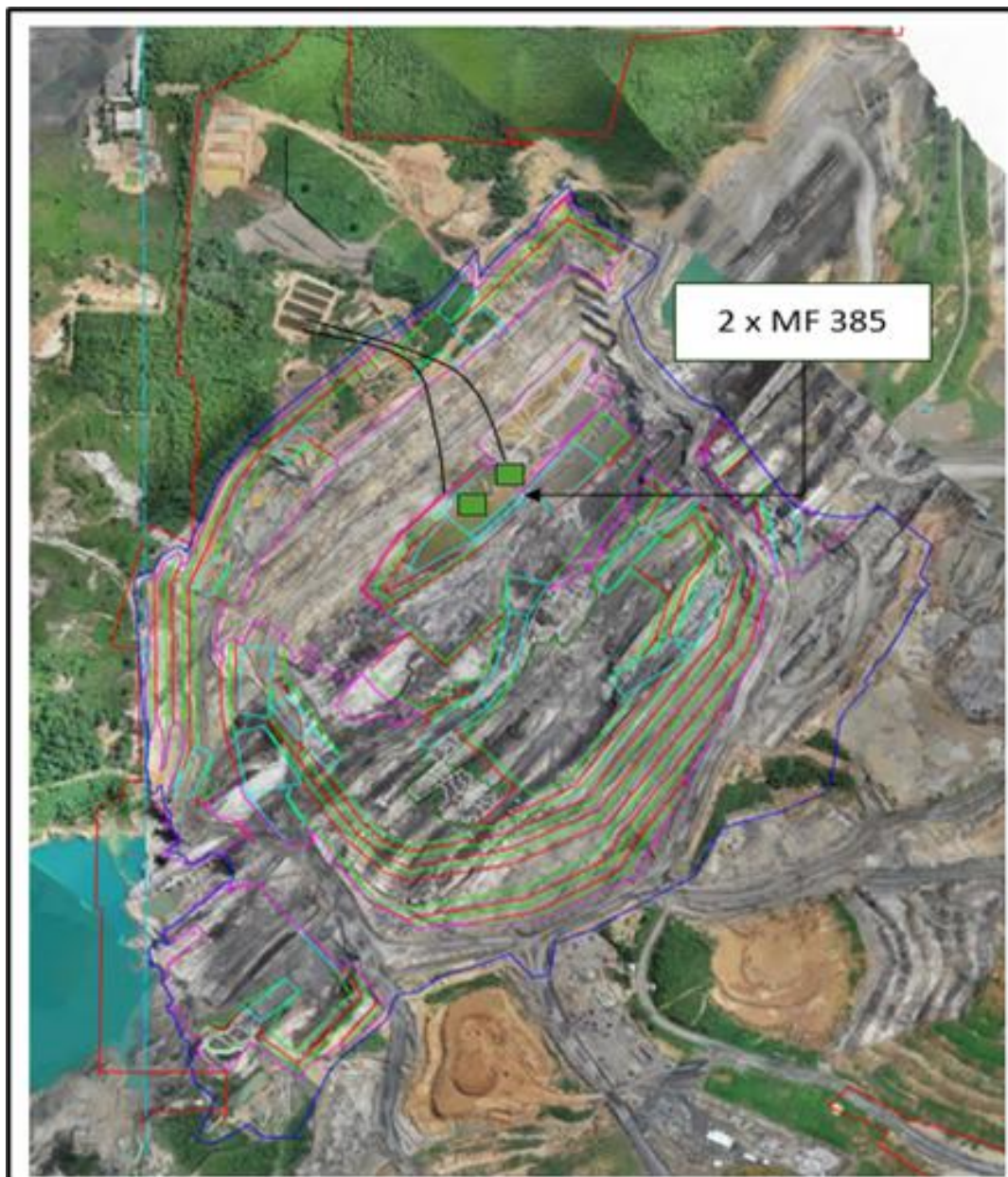
Item	Dimensi sump	Satuan
Luas Atas	20.046	m ²
Luas Bawah	11.149	m ²

Item	Dimensi sump	Satuan
Tinggi kedalaman <i>Sump</i>	10	m
elevasi <i>Bottom Sump</i>	60	m
Volume <i>Sump</i> Aktual	32.215	m ³

Sistem Pemompaan Aktual Pit

Jenis Pompa yang digunakan pada daerah penelitian yakni *Multiflow* 385 dengan menggunakan pipa HDPE (*High Density Poly Ethilen*). Debit aktual pompa yang dihitung berdasarkan pengambilan data aktual yakni sebesar 504 m³/jam, dan *head* pompa aktual adalah sebesar 68 m.

Terdapat beberapa kendala ketika proses pemompaan diantaranya sebagai berikut kurangnya perawatan berkala dari *sediment pond* sehingga sering pompa dimatikan karena kondisi *pond*.



Gambar 3. Rencana Pumping MF-385



Gambar 4. Pengukuran Debit Aktual

Debit aktual pemompaan *pit* diperoleh secara langsung di lapangan yaitu dengan menggunakan alat *flowbar* yang tersedia di perusahaan. Cara mencarinya yaitu ketika air pada pipa HDPE, Letakkan lalu tempelkan sisi horizontal (X) *Flowbar* pada bagian atas pipa HDPE, kemudian sisi vertikal (Y) dari pipa HDPE yang panjangnya 30 cm di tentukan ujungnya hingga menyentuh ujung pancuran air yang keluar dari pipa HDPE. Kemudian di catat nilai X pada alat *Flowbar* yang akan digunakan dalam perhitungan Debit Aktual Pompa.



Gambar 5. Pompa MF-385

Catchment Area

Penentuan nilai *catchment area* mengikuti besarnya *catchment area* yang telah dianalisa pada JSO 2024 menggunakan perhitungan *software* dengan nilai *Catchment area* pada semester 1 penambangan yakni di 110 Ha, kemudian ada pengembangan sekuen *pit* ke arah utara menjadi 149,73 Ha sehingga diperoleh nilai rata-rata *catchment area* adalah sebesar 121,18 Ha. Setelah diperoleh data *catchment area* dilakukan perhitungan untuk pengolahan data curah hujan.

Tabel 3. Data Curah Hujan 10 tahun 2014-2023

Tahun	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
Bulan	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)
Jan	113,85	44,00	118,00	56,00	54,00	28,50	41,00	34,00	72,67	76,00
Feb	135,08	93,00	94,00	68,00	55,00	66,00	18,50	83,00	85,00	72,33
Mar	114,33	87,00	115,00	82,00	73,00	120,00	58,00	52,00	94,67	90,00
Apr	71,25	68,00	80,00	68,00	45,00	80,00	110,00	66,00	72,00	64,33
May	23,67	51,00	43,00	46,00	56,00	55,00	27,00	60,25	46,67	48,33
Jun	49,22	93,00	42,00	31,00	25,00	15,00		39,00	55,33	32,67
Jul	34,58	44,00	24,00	27,00	9,00	23,00	21,70	26,80	31,67	20,00
Aug	0,00	38,00	60,00	59,00	8,50	102,00	34,00	24,50	52,33	42,50
Sep	6,50	45,00	96,00	98,00		29,00	37,50	77,00	79,67	97,00
Oct	17,00	52,00	109,00	108,00	27,00	33,50	21,00	44,00	89,67	81,33
Nov	0,00	88,00	81,00	64,50	33,00	34,00	51,00	92,00	77,83	59,50
Dec	0,00	41,00	94,00	64,00	62,00	47,50	64,00	43,47	66,33	73,33
Rata-rata	47,12	62,00	79,67	64,29	40,68	52,79	43,97	53,50	68,65	63,11
Jumlah	565,48	744,00	956,00	771,50	447,50	633,50	483,70	642,02	823,83	757,33

Pengolahan Data Curah hujan

Pengolahan data curah hujan dilakukan dengan Analisa statistic berupa beberapa metode probabilitas yaitu, Metode *Gumbel* dan distribusi Normal, Metode *Log Normal* dan Metode *Log Person Type III*.

Dari data curah hujan yang diperoleh dapat

dilihat bahwa rata-rata hujan ekstrim mulai dari bulan September-Maret. Hal ini juga paralel dengan rencana pembuatan *sump* yang dilakukan pada bulan April-Juli mengikuti penurunan sekuen penambangan. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2024 dengan mengevaluasi *sump* aktual yang telah dibuat pada bulan April-Mei 2024

Tabel 4. Perhitungan *Gumbel* dan Distribusi Normal

No	Tahun	Xi (CHMaks)	Xi-X	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2014	97	-7,08	50,06	-354,14	2.505,57

No	Tahun	Xi (CHMaks)	Xi-X	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
2	2015	94,67	-9,41	88,52	-832,79	7.835,21
3	2016	92	-12,08	145,81	-1760,6	21.259,28
4	2017	110	5,93	35,11	208	1.232,40
5	2018	120	15,93	253,61	4038,67	64.315,81
6	2019	73	-31,08	965,66	-30007,75	932.490,79
7	2020	108	3,93	15,41	60,47	237,33
8	2021	118	13,93	193,91	2700,14	37.599,39
9	2022	93	-11,08	122,66	-1358,41	15.044,40
10	2023	135,08	31,01	961,52	29815,03	124.514,43
Total		1040,75		2.832,23	2508,6	2.007.034,62
Rata-rata (X)		104,08		283,22		200.703,46
St. dev		17,74	Koefisien Sweekness (Cs)			0,06
Jumlah Data		10	Koefisien Ketajaman (Ck)			4,02
Koefisien Variasi (Cv)		0,17				

Dari tabel perhitungan distribusi *Gumbel* menggunakan data 10 tahun dari 2014-2023 diperoleh nilai standar deviasi 17,74. Nilai koefisien

variasi (Cv) 0,17, nilai koefisien Sweekness (Cs) 0,06, nilai koefisien ketajaman (Ck) 4,02.

Tabel 5. Perhitungan *Log Pearson III*

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi-X	(Log Xi - X) ²	(Log Xi - X) ³
1	2014	97	1,99	-0,02473	0,000612	-0,000015
2	2015	95	1,98	-0,03531	0,001247	-0,000044
3	2016	92	1,96	-0,04772	0,002277	-0,000109
4	2017	110	2,04	0,02989	0,000893	0,000027
5	2018	120	2,08	0,06768	0,00458	0,00031
6	2019	73	1,86	-0,14818	0,021958	-0,003254
7	2020	108	2,03	0,02192	0,00048	0,000011
8	2021	118	2,07	0,06038	0,003645	0,00022
9	2022	93	1,97	-0,04302	0,001851	-0,00008
10	2023	135,08	2,13	0,1191	0,014184	0,001689
Total		1040,75	20,12	-0,1191	0,051727	-0,001245
Rata-rata (X)		104,08	2,01	Koefisien Sweekness (Cs)		-0,3967
Jumlah Data		10	Koefisien Ketajaman (Ck)		4,38	
Standar Deviasi		0,0758	Koefisien Variasi (Cv)		0,0377	

Dari tabel perhitungan distribusi *Log Pearson* menggunakan data 10 tahun dari 2014-2023 diperoleh nilai standar deviasi 0,0758. Nilai

koefisien variasi (Cv) 0,0377, nilai koefisien Sweekness (Cs) -0,3967, nilai koefisien ketajaman (Ck) 4,38.

Tabel 6. Perhitungan *Log Normal*

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi-X	(Log Xi - X) ²	(Log Xi - X) ³	(Log Xi - X) ⁴
1	2014	97,00	1,99	-0,02	0,000612	-0,000015	0,000000
2	2015	94,67	1,98	-0,04	0,001247	-0,000044	0,000002
3	2016	92,00	1,96	-0,05	0,002277	-0,000109	0,000005
4	2017	110,00	2,04	0,03	0,000893	0,000027	0,000001
5	2018	120,00	2,08	0,07	0,004580	0,000310	0,000021
6	2019	73,00	1,86	-0,15	0,021958	-0,003254	0,000482
7	2020	108,00	2,03	0,02	0,000480	0,000011	0,000000

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi-X	(Log Xi - X) ²	(Log Xi - X) ³	(Log Xi - X) ⁴
8	2021	118,00	2,07	0,06	0,003645	0,000220	0,000013
9	2022	93,00	1,97	-0,04	0,001851	-0,000080	0,000003
10	2023	135,08	2,13	0,12	0,014184	0,001689	0,000201
Total		1040,75	20,115	-0,12	0,051727	-0,001245	0,000729
Rata-rata (X)			104,08		Koefisien Svekness (Cs)		-0,397
Jumlah Data			10		Koefisien Ketajaman (Ck)		4,380
Standar Deviasi			0,08		Koefisien Variasi (Cv)		0,038

Dari tabel perhitungan *log normal* menggunakan data 10 tahun dari 2014-2023 diperoleh nilai standar deviasi 0,08. Nilai koefisien variasi (Cv) 0,038, nilai koefisien Svekness (Cs) -0,397, nilai koefisien ketajaman (Ck) 4,380.

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan distribusi gumbel, log pearson III dan perhitungan Log normal, dilakukan analisa distribusi sesuai dengan karakteristik sehingga diperoleh analisis yang memenuhi persyaratan untuk digunakan. Analisis distribusi curah hujan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Analisis distribusi Curah Hujan

Bulan	Xt (mm)	St dev	I (mm/jam)
Jan	121,84	31,40	15,87
Feb	135,03	30,09	17,59
Mar	146,63	23,45	19,11
Apr	130,49	16,42	17,00
Mei	103,73	11,94	13,52
Jun	96,26	25,14	19,11

Bulan	Xt (mm)	St dev	I (mm/jam)
Jul	84,21	9,35	10,97
Ags	100,12	29,04	13,05
Sep	114,60	37,74	14,93
Okt	114,18	32,92	14,88
Nov	116,12	29,13	15,13
Des	111,01	24,24	14,46

Dari analisa curah hujan akan digunakan perhitungan menggunakan metode *gumbel* sebagai analisa untuk memperoleh nilai curah hujan rencana. Perhitungan *Gumbel* dihitung untuk periode ulang hujan 10 tahun dan dihitung untuk masing-masing mulai dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember. Kemudian dengan menggunakan rumusan mononobe diperoleh nilai intensitas curah hujan masing-masing bulan dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember. Nilai Curah hujan rencana *Gumbel* dan intensitas Curah hujan Mononobe dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana *Gumbel* dan Intensitas Curah Hujan *Mononobe*

Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Gumbel	Cs < 1.139	Cs -0,21	Memenuhi
	Ck < 5.402	Ck 3,9	Memenuhi
Distribusi normal	Cs ≈ 0	Cs -0,21	Memenuhi
	Ck = 3	Ck 3,9	Tidak Memenuhi
Log pearson III	Cs ≠ 0	Cs -0,592	Memenuhi
	Ck ≈ 1,5Cs ² + 3	Ck 4,59	Tidak Memenuhi
Log normal	Cs = Cv ³ + 3Cv	Cs -0,592	Tidak Memenuhi
	ck =	Ck 4,59	Tidak Memenuhi

Debit Air Limpasan

Setelah diperoleh nilai *catchment area* yakni 121,18 Ha, nilai koefisien limpasan yakni untuk kondisi tanpa tumbuhan, daerah tambang sebesar 0,9 dan nilai intensitas hujan rata-rata sebesar 15,47 m³/jam, rata-rata jam hujan perhari 1,5 jam selanjutnya akan dihitung nilai debit air limpasan yang akan digunakan untuk menghitung kapasitas *sump* rencana untuk melakukan *re-design sump* sehingga dapat dilakukan efisiensi *sump*.

Dengan menggunakan persamaan 11, maka diperoleh nilai debit air limpasan rata-rata sebesar 25.230,53 m³/hari dan 409.717,38 m³/bulan.

Rekomendasi rancangan Sump Pit

Berdasarkan perhitungan dan analisa yang telah dilakukan besarnya kapasitas *sump* yang direkomendasikan dapat mengakomodir besar nya volume air sebulan yang akan masuk ke dalam *pit*. Rancangan *sump* yang direkomendasikan memiliki kedalaman 10 m. *Sump* yang telah dibuat nantinya diharapkan dapat dijaga kondisi dengan pengelolaan sehingga kapasitas dan dimensi *sump* tetap dapat digunakan sesuai dengan kondisi yang efisien dan optimal. Optimal tidaknya pengelolaan *sump* bergantung juga pada penanganan lumpur baik yang berada diluar *sump* maupun lumpur yang berada dalam *sump*. *Design sump* yang diusulkan yakni sebagai berikut :

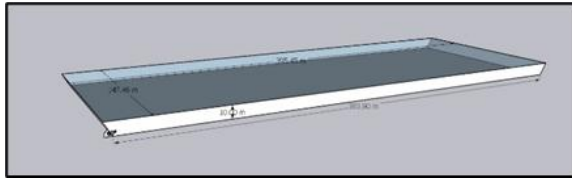
Luas *top sump* = 58.312 m²

Luas alas *bottom sump* = 32.980 m²

Kedalaman *sump* = 10 m

Kemiringan saluran = 60°

Berikut Gambaran rekomendasi *sump* secara geometri yakni sebagai berikut



Gambar 6. Geometri Rekomendasi Rancangan Sump

KESIMPULAN

1. Pada daerah penelitian *sump* yang telah dibuat besarnya dimensi *sump* aktual belum sesuai dengan dimensi yang direncanakan, kondisi lain aktual *sump* yakni perawatan secara berkala tidak dilakukan sehingga terjadi penumpukan lumpur yang mengakibatkan *sump* jadi penuh, lumpur yang tidak dikelola terendap pada *area sump*. Pemompaan pada daerah penelitian menggunakan dua unit pompa dengan jenis pompa MF-385, dengan besarnya debit yang dihasilkan sebesar 504 m³/jam.
2. Berdasarkan rencana kemajuan tambang PT. Berkat Anugerah Sejahtera, *pit* akan melakukan kegiatan kemajuan tambang pada pertengahan tahun 2024 ke arah Utara. Dengan perhitungan yang telah dilakukan untuk debit air limpasan yang akan masuk kedalam rancangan *sump*, maka didapatkan volume air limpasan yang akan masuk kedalam rancangan *sump* selama satu bulan sebesar 450.485 m³. Dari data volume air limpasan dapat di tentukan dimensi rancangan *sump pit* sebagai berikut:
 Luas *top sump* = 58.312 m²
 Luas alas *bottom sump* = 32.980 m²
 Kedalaman *sump* = 10 m
 Kemiringan saluran = 60°

DAFTAR PUSTAKA

- Ameto Wilson w.g, Valderama Aldi Fariz (2024) Perhitungan Debit Limpasan pada CV. Klasigi Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat Jurnal Penelitian Tambang Volume 7, nomor 1, 2024, PP 29-34.
- Badhurahman, abie. 2017. *Materi Praktikum Sistem Dewatering Tambang Terbuka (Pemompaan dan Sumuran)*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Gautama Sayoga Rudy, 1999. Diklat Kuliah Penirisan Tambang TA-352 Sistem Penyaliran Tambang. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung
- Gautama, Rudy Sayoga. 2022. Sistem Penyaliran Tambang, ITB Press. Bandung. ISBN: 978-623-7165-75-0.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*: Graha Ilmu, Yogyakarta. ISBN: 978-979-756-714-9
- Suwandi 2004, *U.S Soil Conservation Service* (1973) dalam Jurnal IPTEK (Putri, 2020: 61)
- Zahar W, Pirmani S. Haq,dan Prabawa Aditya Denny Rancangan Sistem Penyaliran Tambang pada Tambang Batubara di *Pit 2 PT. Seluma Prima Coal* Kecamatan Mandiangan Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. Jurnal Teknik Kebumian, Volume 06, Nomor 02: April 2021