

Perencanaan Teknis *Mine Dewatering* Pada *Sump Pit* Tempudo 4 PT Kalimantan Prima Persada Di PT Indexim Coalindo Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur

(*Technical Planning Of Mine Dewatering At Sump Pit Tempudo 4
PT Kalimantan Prima Persada At PT Indexim Coalindo,
East Kutai Regency, East Kalimantan Province*)

Devenda Christin Anapah¹, Noni Banunaek², Matilda Metboki³, Aisyah Ahmad⁴
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Kupang^{1,2,3,4}
E-mail: dvndach19@gmail.com

Abstrak

Lokasi penelitian yang akan dilakukan tahap *backfilling* dan di bawah *sump* terdapat lapisan batubara (*seam 27*) yang secara ekonomis layak untuk ditambang, maka perlu dilakukan perencanaan teknis *mine dewatering* untuk mendeliniasi *sump* tersebut agar dapat memaksimalkan kegiatan produksi pada akhir tahun 2024. Dalam penelitian ini, perencanaan *dewatering* pada *sump* lokasi penelitian akan mempertimbangkan faktor iklim, terutama curah hujan sebagai air yang masuk pada *sump* yang juga mempengaruhi laju erosi dan stabilitas tanah di area tambang. Dari hasil perhitungan data curah hujan 10 tahun terakhir menggunakan metode Distribusi Gumbel, pada lokasi penelitian memiliki daerah tangkapan hujan seluas 1,54 km² (DTH I) dan 0,83 km² (DTH II), koefisien limpasan sebesar 0,8 (area tambang) dan 0,28 (area hutan atau area yang belum ditambang). Perencanaan pengurusan air pada *sump* dilakukan dengan perhitungan air yang masuk ke dalam *sump* maupun sedimentasi yang terendapkan di dalam *sump* dengan menggunakan Metode USLE (*Universal Loss Equation Soil*) dan Metode SDR (*Sediment Delivery Ratio*), lalu dilakukan perencanaan pemompaan dan sistem perpipaan yang cocok yaitu menggunakan jenis Pompa Multiflo 420 EX dan Pipa HDPE. Hasil perhitungan *Water Balance*, dengan kapasitas 2 pompa dan dengan debit 800 m³/jam serta jam kerja untuk *Sump A* adalah 16 jam kerja/hari dan *Sump B* adalah 14 jam kerja/hari, maka pada *Sump A* untuk waktu pengurusan air pada *Sump* dapat dilakukan selama 28 hari dihitung dari tanggal 1 Oktober 2024 dengan volume terakhir yaitu 6.282,48 m³ sedangkan untuk *Sump B* terhitung dari tanggal 1 Oktober 2024 pengurusan air dapat dilakukan selama 13 hari dengan volume terakhir pada *Sump* adalah 5.143,98 m³.

Kata Kunci : *Sump*, Erosi dan Sedimentasi, Pompa, Pipa.

Abstract

Based on the research location that will be carried out the *backfilling* stage and under the *sump* there is a coal layer (*seam 27*) that is economically feasible to mine, it is necessary to carry out technical planning for *mine dewatering* to delineate the *sump* in order to maximize production activities by the end of 2024. In this study, *dewatering* planning at the research location *sump* will consider climate factors, especially rainfall as water entering the *sump* which also affects the rate of erosivity and soil stability in the mining area. From the results of the calculation of rainfall data for the last 10 years using the Gumbel Distribution method, the research location has a rain catchment area of 1.54 km² (DTH I) and 0.83 km² (DTH II), a runoff coefficient of 0.8 (mining area) and 0.28 (forest area or unmined area). The planning of water drainage in the *sump* is carried out by calculating the water entering the *sump* and the sedimentation deposited in the *sump* using the USLE (*Universal Loss Equation Soil*) Method and the SDR (*Sediment Delivery Ratio*) Method, then planning the appropriate pumping and piping system is carried out using the Multiflo 420 EX Pump type and HDPE Pipe. The results of the *Water Balance* calculation, with a capacity of 2 pumps and a discharge of 800 m³/hour and working hours for *Sump A* are 16 working hours/day and *Sump B* is 14 working hours/day, then in *Sump A* for the water drainage time in the *Sump* can be carried out for 28 days calculated from October 1, 2024 with a final volume of 6,282.48 m³ while for *Sump B* calculated from October 1, 2024 water drainage can be carried out for 13 days with the final volume in the *Sump* is 5,143.98 m³.

Keywords : *Sump*, Erosion and Sedimentation, Pump, Pipe.

PENDAHULUAN

PT Indexim Coalindo menerapkan penambangan terbuka (*open pit mining*) yang berpotensi menimbulkan masalah genangan air. Curah hujan yang tinggi di daerah tropis dan adanya fenomena La Nina menjadi perhatian khusus. Bentuk tambang terbuka ini membuat setiap air yang masuk ke dalam pit akan ditampung dalam kolam penampungan (*sump*). Tidak hanya air namun setiap material yang tererosi akan terbawa dan terendapkan pada *sump* tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan pengeringan *sump* di Pit Tempudo 4 agar lapisan batubara di bawahnya dapat ditambang sebelum tahap *backfilling* yang dilakukan pada Quater IV tahun 2024. Rencana *dewatering* pada *sump* tersebut dilakukan untuk melancarkan kegiatan produksi akhir tahun dengan memperhatikan volume air yang tergenang pada bulan sebelum perencanaan pengeringan, volume air dan sedimentasi yang terendapkan selama satu bulan kemudian dan perencanaan sistem *dewatering* yang tepat untuk mengendalikan air yang ada pada *sump* tersebut. Perencanaan sistem *dewatering* dilakukan dengan mengevaluasi terlebih dahulu bagaimana kondisi *sump* secara aktual pada Pit Tempudo 4 kemudian sistem pemompaan dan perpipaan yang ada lalu merencanakan pengeringan *sump* dengan menghitung *water balance* pada periode bulan Oktober dan juga mengacu pada arah dan bentuk *sequence* penambangan hingga akhir tahun di elevasi *critical* 115 mdpl.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut.

a. Tahap Perencanaan

Perumusan Masalah

Perumusan masalah dan latar belakang masalah sistem *dewatering* tambang yang ada pada Pit Tempudo 4 KPP di PT Indexim Coalindo.

Studi Literatur

Literatur yang digunakan sebagai acuan berupa *textbook*, artikel, tulisan ilmiah maupun informasi dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai penunjang dalam melakukan penelitian ini.

Pemilihan Metode Penelitian

Penentuan metode yang akan dipakai dalam penelitian meliputi penentuan instrumen analisis, variabel yang akan diteliti dan inventarisasi data serta sumber dari data yang dibutuhkan.

b. Tahap Pelaksanaan

Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang secara langsung didapatkan di lapangan dengan pengamatan secara langsung, antara lain:

- a) Debit Aktual Pompa
Debit aktual pompa didapatkan di lapangan dengan cara melakukan pengukuran di outlet pompa.
- b) Dimensi *Sump*
Dimensi *sump* diketahui dengan melihat kondisi aktual *sump* di lapangan dan mengukur hasil foto *sump* di lapangan menggunakan *software ArcGIS*.
- c) Luas *Catchment Area*
- d) Untuk mengetahui luas *catchment area* dilakukan dengan mengamati topografi lokasi penelitian secara langsung di lapangan.
- e) Ketersediaan Pompa
Ketersediaan pompa merupakan jumlah pompa yang tersedia di lapangan dan digunakan pada *sump* tersebut.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari data yang sudah ada sebelumnya dari perusahaan, antara lain:

- a) Peta Situasi/Orthofoto
Peta situasi/orthofoto didapatkan dari hasil foto udara drone untuk mengetahui kondisi terbaru di lapangan pada lokasi penelitian.
- b) Topografi Daerah Penelitian

Peta topografi daerah penelitian digunakan untuk mengetahui bentuk topografi lokasi penelitian dan mengidentifikasi dan menentukan *catchment area*, panjang lintasan air dan kemiringan rata-rata lintasan air.

- c) Kondisi Hidrologi dan Geologi Lokasi Penelitian
Hidrologi dan Geologi daerah penelitian diketahui dengan data Peta
- d) Data Curah Hujan (10 tahun terakhir)
Data curah hujan yang diperoleh dari pihak perusahaan merupakan data aktual curah hujan yang terjadi dari tahun 2014-2023 untuk menghitung curah hujan rencana dan intensitas curah hujan.
- e) Data *Material Properties* Pit Tempudo 4
Data ini didapatkan dari Departemen *Geotechnical and Hidrolgy Pit Development* yaitu hasil data lab material pada Pit lokasi penelitian.
- f) Spesifikasi Pompa dan Pipa
Spesifikasi pompa dan pipa yang ada pada lokasi penelitian disesuaikan dengan jenis pompa dan pipa yang digunakan yaitu pada data report pemompaan Pit *Service* PT KPP.
- g) Data Elevasi *Sump* dari *Report* Pemompaan
Data ini digunakan untuk mengetahui volume air pada *sump* dan evaluasi sistem *dewatering* yang ada di lokasi penelitian.

Teknik Pengolahan Data

1. Data Curah Hujan
Data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan 10 tahun terakhir yaitu tahun 2014-2023 dan merupakan data curah hujan harian aktual dari perusahaan. Pengolahan data curah hujan menggunakan jenis metode Distribusi Gumbel.
 - a) Perhitungan Curah Hujan Rencana menggunakan metode Distribusi Gumbel
$$X_t = X + \frac{S}{S_n} (Y_t - Y_n)$$
Keterangan:
X_t : Perkiraan nilai curah hujan rencana (mm)
X : Curah hujan rata-rata (mm)
S : Simpangan Baku (*Standard deviation*)
S_n : Standar deviasi dari reduksi variate, nilainya tergantung jumlah data
Y_t : nilai reduksi variate dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu
Y_n : Koreksi rata-rata (*reduced mean*)
 - b) Perhitungan Intensitas Curah Hujan menggunakan persamaan Mononobe
$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$
Keterangan :
I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
t_c = Lama waktu konsentrasi hujan atau waktu konstan (jam)
R₂₄ = Curah hujan maksimum (mm/hari)
2. Luas *Cathment Area*
Untuk mengetahui luas *catchment area* atau Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat menggunakan acuan dari peta topografi maupun mengamati secara langsung kondisi di lapangan serta keadaan situasi tambang (kemajuan tambang) dengan menggunakan *software Minescape 5.7* dan *Global Mapper*.
3. Penentuan Koefisien Limpasan
Penentuan nilai koefisien limpasan berdasarkan kerapatan vegetasi, tata guna lahan dan kemiringan lereng tiap daerah tangkapan hujan.
4. Pengukuran Debit Limpasan
Debit air limpasan diperoleh dari hasil perhitungan intensitas curah hujan dan luasan *catchment area* serta nilai koefisien limpasan yang kemudian dihitung menggunakan rumus rasional yaitu :
$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$
Keterangan :
Q : Debit Limpasan (m³/detik)
0,278 : Faktor Konversi
C = Koefisien Limpasan
I = Intensitas Curah Hujan
A = Luas DAS
5. Perhitungan Laju erosi dan Sedimentasi
Laju erosi dan sedimentasi dihitung menggunakan Persamaan USLE (*Universal Soil Loss Equation*) dengan menghitung beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu :

- Erosivitas Hujan (R)
 $R = 2,21 Pm^{1,36}$
 Keterangan:
 R = Indeks Erosivitas
 Pm = Curah Hujan bulanan (cm)
- Erodibilitas Tanah (K)
 Untuk mengetahui nilai erodibilitas tanah dapat menggunakan persamaan berikut ini.
 $100K = 2,1 \times M \times 1,14(10^{-4}) (12 - a) + 3,25 (b - 2) + 2,5 (c - 3)$
 Keterangan :
 K = Erodibilitas Tanah
 M = Ukuran partikel (% debu + % pasir halus) (100% - % liat)
 a = Kandungan bahan organik (% C x 1,724)
 b = Kode struktur tanah yang dipergunakan dalam klasifikasi tanah
 c = Kelas permeabilitas tanah
 Dan untuk jenis tanah yang belum ditambang dapat ditentukan berdasarkan Klasifikasi Tanah Nasional.
- Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)
 Penentuan nilai panjang dan kemiringan lereng dapat diketahui melalui pengolahan data STRM dan DEMNAS yang kemudian dapat ditentukan nilai kemiringan lereng dan nilai LS berdasarkan Tabel berikut ini.

Tabel 1. Kelas Lereng

Kelas lereng	Kemiringan Lereng (%)	Indeks LS
I	0 – 8	0,4
II	8 – 15	1,4
III	15 – 25	3,1
IV	25 – 45	6,8
V	>45	9,5

- Penggunaan Lahan dan Tindakan Konservasi Tanah (CP)
 Penentuan nilai CP ini biasanya dilakukan dengan penentuan kondisi aktual dilapangan bagaimana tutupan lahan nya dan tindakan konservasi tanah pada lahan tersebut.
 - Sedangkan untuk mengetahui erosivitas yang terbawa saat hujan dan sedimentasi yang tertampung pada *Sump* lokasi penelitian digunakan Metode SDR (*Sediment Delivery Ratio*) yaitu :
 $SY = SDR \times EA$
 Keterangan :
 SY = Produksi sedimen tiap tahun (ton/th)
 SDR = *Sediment Delivery Ratio*
 EA = Besar erosi tiap satuan tahunan (ton/ha/tahun)
6. Evaluasi Dimensi *Sump*
 Evaluasi dimensi *sump* dapat dilihat berdasarkan model bentuk *sump* aktual di lapangan yang kemudian di modelkan pada *Software Minescape 5.7* dan dapat dihitung luas dari *Sump*, bagaimana debit air yang akan ditampung *sump*, *plan area lowest point* dan elevasi batas *sequence* penambangan.
7. Pengukuran *Head* Total Pompa
 Untuk mengetahui *head* total pompa dapat menggunakan persamaan Hazen-Williams dengan menerapkan prinsip bernouli yaitu tekanan atmosfer dititik awal sama dengan dititik lain pada suatu penampang yang sama dan kecepatan air awal nol serta persamaan hukum darcy yang menghitung energi untuk mengatasi kerugian-kerugian yang timbul akibat aliran fluida. *Head* merupakan energi yang harus disediakan untuk dapat mengalirkan sejumlah air sehingga dalam persamaan bernouli dinyatakan seperti rumus berikut :
- $$H_f = HL + \frac{v^2}{2g} + Z_2 - Z_1$$
- Keterangan :
 H_f = *Head Loss* (m)
 HL = *Head Gesek* (m)
 v = Kecepatan aliran rata-rata fluida dalam pipa (m/s)
 g = Kecepatan gravitasi (m/s²)
 Z₁ = elevasi pipa keluar (m)

Z_2 = elevasi pipa hisap (m)

Untuk mencari nilai HL digunakanlah persamaan Hazen-Williams yaitu :

$$HL = \frac{10,666 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,85}}$$

Keterangan :

HL= Head Loss (m)

Q = laju aliran dalam pipa (m³/detik)

L = Panjang Pipa (m)

C = Koefisien kekasaran pipa Hazen - Williams

d = Diameter dalam pipa (m)

Dari semua perhitungan *head* yang ada, untuk mendapatkan *head* total pompa dapat menggunakan persamaan berikut, yaitu :

$$H = H_s + \Delta H_p + H_f + H_b + H_v$$

Keterangan:

H = Head total pompa (meter)

H_s = Head statis (meter)

ΔH_p = perbedaan julang tekan pada kedua permukaan air

H_f = kerugian karena gesekan (meter)

H_b = kerugian pada belokan dan sambungan pipa (meter)

H_v = julang kecepatan (meter)

8. Penentuan Efisiensi Pompa

Dengan menganalisis pompa menggunakan data head total pompa dengan debit outlet pipa maka akan mendapatkan perpotongan garis dari dua parameter tersebut. Dari perpotongan garis didapatkan efisiensi dan rpm. Perhitungan debit pompa menggunakan grafik acuan dari *handbook* pompa yaitu Multiflo 420 EX.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan Rencana

Untuk menentukan curah hujan rencana pada periode ulang dalam rancangan maka perlu ditentukan terlebih dahulu distribusi frekuensi yang lebih cocok digunakan dari data curah hujan tahunan maksimum. Hasil perhitungan yaitu berupa nilai Standar Deviasi (Sd), Koefisien Kemencengan (Cs), Koefisien Variasi (Cv), dan Koefisien Ketajaman (Ck) yang dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Parameter Statistik dan Penentuan Distribusi

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
1	Gumbel	$C_s \leq 1.14$	-0.0403	Memenuhi
		$C_k \leq 5.4$	4.8483	Memenuhi
2	Log Normal	$C_s = 0.1482$	-0.0403	Tidak memenuhi
		$C_k = 0.06$	2.9075	Tidak memenuhi
3	Normal	$C_s = 0$	-0.0403	Tidak memenuhi
		$C_k = 3$	2.9075	Tidak memenuhi
4	Log Person Tipe III	Selain dari nilai diatas/flexibel		Memenuhi
				Memenuhi

Setelah menentukan jenis distribusi yang dipakai yaitu Distribusi Gumbel sehingga, berdasarkan data curah hujan 10 tahun terakhir yaitu pada tahun 2014 hingga tahun 2023 dan dari perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode gumbel, maka didapatkan Curah Hujan Rencana Periode bulan Oktober sebesar 306,30 mm, November sebesar 303,34 mm dan Desember sebesar 425,37 mm seperti pada perhitungan dibawah ini.

Bulan Oktober

$$X_t = X + \frac{s}{s_n} (Y_t - Y_n)$$

$$X_t = 197,50 + 58,88/0,95 (2,25 - 0,495)$$

$X_t = 306,30 \text{ mm}$

Intensitas Curah Hujan

Berdasarkan nilai curah hujan rencana maka selanjutnya dihitung nilai intensitas curah hujan pada Quater IV perencanaan dewatering yaitu :

Intensitas Curah Hujan Bulan Oktober ($T = 10$)

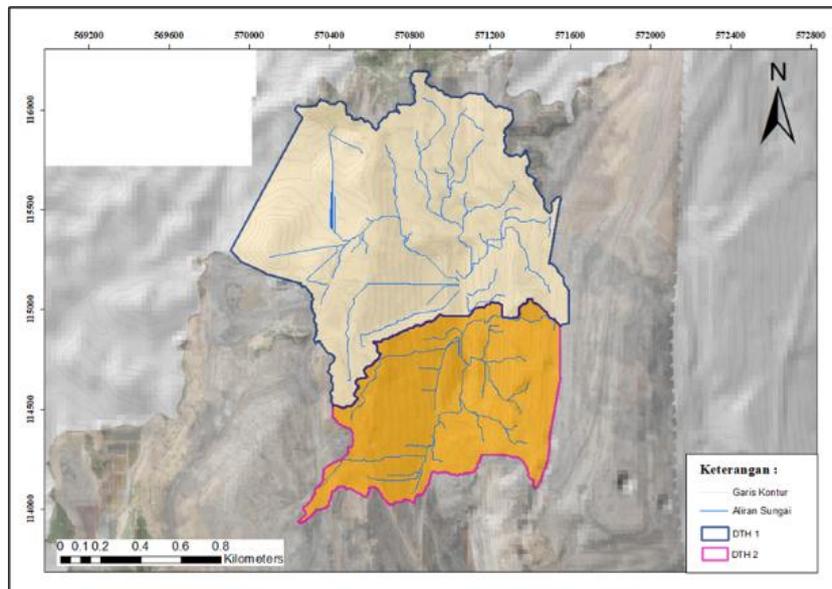
$$I = \frac{9,88 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$I = 3,43 \text{ mm/jam}$

Dengan menggunakan rumus yang sama, maka pada bulan November memiliki Intensitas Curah Hujan sebesar 3,39 mm/jam, dan bulan Desember sebesar 4,75 mm/jam.

Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Dari hasil pengamatan lokasi penelitian dan perhitungan catchment area melalui *software* tambang yaitu *compare* antara *software Global Mapper* dan juga *ArcGIS 10.8* di area *sump* tersebut yang dibagi menjadi 2 *catchment area* dengan luas untuk *catchment area* 1 sebesar 153,59 ha atau 1,53 km² dan *catchment area* 2 sebesar 82,57 ha atau 0,82 km².



Gambar 1. Peta *Catchment Area* Pit Tempudo 4 KPP

Debit Air Limpasan

Perhitungan koefisien limpasan menggunakan Metode Hasing dengan menggunakan teknik skoring terhadap parameter pada daerah tambang seperti topografi, namun dipengaruhi juga oleh jenis litologi dan vegetasi pada daerah tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 3. Penentuan nilai koefisien limpasan pada daerah pit

Topografi (Ct)		Soil (Cs)		Vegetation (Cv)	
Jenis	Nilai	Jenis	Nilai	Jenis	Nilai
Datar <1%	0,03	Pasir dan kerikil	0,04	Hutan	0,04
Bergelombang 1-10 %	0,08	Tanah liat dan berpasir	0,08	Pertanian	0,11
Perbukitan 10-20 %	0,16	Tanah liat dan lumpur	0,16	Padang rumput	0,21
Gunung >20 %	0,26	Lapisan batu	0,26	Tanpa tanaman	0,28
Indeks Koefisien Limpasan (Ct + Cs + Cv)				In Pit : 0,8	
				Out Pit : 0,28	

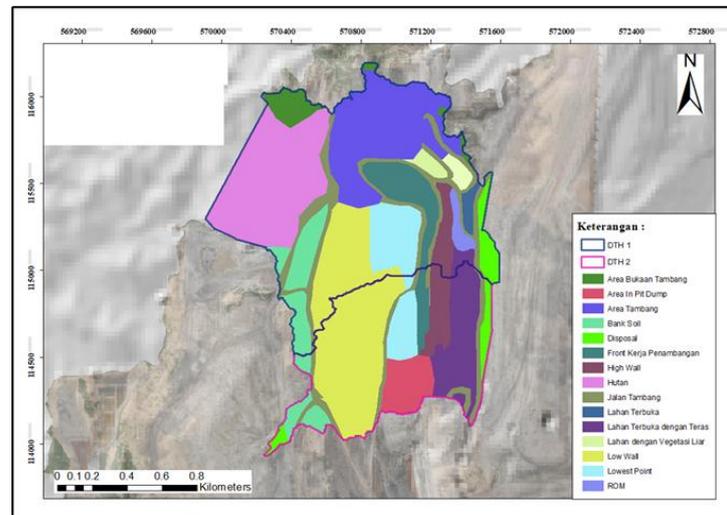
Dari nilai koefisien limpasan tersebut dapat ditentukan besarnya debit air limpasan yang berasal dari dua satuan lahan yang masuk dalam satu catchment area sump tersebut. Dan dengan perhitungan intensitas curah hujan setiap bulannya maka total debit limpasan yang masuk ke daerah penelitian dalam periode bulan Oktober, November dan Desember adalah sebagai berikut.

Table 1. Penentuan nilai debit limpasan pada setiap DAS

Catchment Area	Faktor Konversi	C	A (km ²)	I (mm/jam)			Nilai Debit Limpasan (m ³ /jam)		
				Oct	Nov	Dec	Oct	Nov	Dec
DTH 1	0,278	0,8	1,54	3,43	3,39	4,75	4.212,26	4.179,82	5.856,68
		0,28					1.474,29	1.462,93	2.049,83
DTH 2	0,278	0,8	0,83	3,43	3,39	4,75	2.279,34	2.252,76	3.156,52

Erosi dan Sedimentasi

Dari hasil perhitungan setiap faktor yang mempengaruhi erosi yaitu nilai erosivitas hujan, nilai erodibilitas tanah, nilai panjang dan kemiringan lereng, nilai tata guna lahan dan pengelolaan serta nilai tindakan konservasi tanah maka dapat di tentukanlah nilai laju erosi yang terjadi di lokasi penelitian. Nilai erosi ini juga merupakan hasil dari pemanfaatan SIG dengan melakukan *overlay* data spasial curah hujan, jenis tanah, kelerengan dan penutupan lahan melalui menu identity pada *software ArcGIS*. Berdasarkan hasil overlay setiap faktor yang mempengaruhi laju erosi tersebut terdapat **570** data pembagian satuan lahan dengan lahan yang belum ditambang terdapat **36** satuan lahan dan pada area tambang terdapat **534** satuan lahan yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Peta Pembagian Satuan Lahan lokasi Penelitian

Berdasarkan Persamaan USLE yaitu :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Keterangan :

A = Laju erosi rata-rata tahunan (ton/ha/tahun)

R = Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan), satuan KJ/ha

K = Indeks kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah), satuan ton/KJ

LS = Faktor Panjang (L) & curamnya (S) lereng

C = Faktor tanaman (vegetasi)

P = Faktor usaha-usaha pencegahan erosi

Sehingga hasil perhitungan Laju Erosi pada Bulan Oktober sebagai berikut.

Table 2. Perhitungan Laju Erosi Bulan Oktober Pada Lokasi Penelitian

Kode SL	Nilai_R	Nilai_K	Nilai_LS	Nilai_C	Nilai_P	Nilai_CP	Jumlah Satuan Lahan	NilaiA (ton/ha/bln)
BS	5.621	7,12	130,9	44	6,6	6,6	44	406,09
BT	2.171,75	2,89	41,5	17	12,1	12,1	17	717,54

H	4599	5,76	137,3	0,036	36	0,036	36	2,81
FP	4.471,25	5,95	152	35	35	35	35	3.301,06
HR	17.118,5	22,78	443	134	134	134	134	9.620,85
HW	4.854,5	6,46	226,4	38	1,52	1,52	38	196,67
IPD	2.810,5	5,28	99,5	22	0,88	0,88	22	122,02
LP	4.854,5	6,46	179,2	38	38	38	38	3.891,77
LT	1.916,25	2,55	58,4	15	9,15	9,15	15	657,06
LTRS	3.193,75	4,25	104,9	25	8,75	8,75	25	797,35
LW	9.325,75	12,41	323,3	73	73	73	73	7.021,26
ROM	1.277,5	1,7	45,7	10	10	10	10	992,489
SV	1.660,75	2,21	39,5	0,013	13	0,013	13	0,85
T	7.154	9,52	140,7	56	56	56	56	3.055,65
WD	1.788,5	3,36	44,6	14	2,1	2,1	14	205,11
Total	72.817,5	98,7	2.166,9	521,049	436,1	387,149	570	30.988,63

Keterangan :

H = Hutan, BS = *Bank Soil*, LW = *Low Wall*, HW = *High Wall*, T = Area Tambang, BT = Area Bukan Tambang, LP = *Lowest Point*, LTRS = Lahan terbuka dengan teras, LT = Lahan Terbuka, SV = Lahan dengan vegetasi liar, WD = *Waste Dump*, HR = *Hauling Road*, IPD = *In Pit Dump*, ROM, FP = Front Kerja Penambangan.

Berdasarkan hasil perhitungan laju erosi yang berlangsung pada DAS di daerah penelitian, maka untuk menentukan nilai produksi sedimentasi dapat menggunakan persamaan (SDR) yaitu:

$$\text{SDR 1} = 0,41 \times 153,59^{-0,3}$$

$$= 0,09 \text{ (9\%)}$$

$$\text{SDR 2} = 0,41 \times 82,57^{-0,3}$$

$$= 0,11 \text{ (11\%)}$$

Dari perhitungan nilai SDR tersebut kemudian dihitunglah besarnya pengangkutan sedimen yang terendapkan yang hasilnya adalah nilai rata-rata laju sedimentasi dalam bulan perencanaan pengeringan *sump* yaitu sebesar **5,24**. Dari hasil perhitungan produksi sedimentasi dari nilai SDR tersebut akan di dapatkan prakiraan besarnya sedimentasi dalam 1 bulan yaitu **28.001,70** dengan volume sedimentasi sebesar **11.200,68 m³**.

Table 3. Perhitungan nilai produksi sedimentasi pada lokasi penelitian

Penggunaan Lahan	Jumlah Satuan Lahan	A	SDR	Luas DAS	(SY)
		(ton/ha/bln)			
Area Tambang	534	30.988,64	0,09 & 0,11	153,59 – 82,57	2.986,62
Area Bukan Tambang (Hutan)	36	2,8	0,09 & 0,11	153,59 – 82,57	0,25

Berdasarkan Tabel 3 diatas mempresentasikan nilai pengangkutan sedimen yang besar di daerah tambang sedangkan untuk daerah yang bukan tambang memiliki nilai yang kecil akibat adanya vegetasi dan bentuk topografi daerah yang menghambat besarnya erosi yang terjadi serta sedimentasi yang terbawa.

Sump (Sumuran)

Pada daerah penelitian terdapat dua sump yang menjadi variabel penelitian yaitu *Sump Lowest Point A* dan *Sump Lowest Point B* dengan total volume terakhir per tanggal 15 September 2024 yang dihitung menggunakan *software* tambang (*MineScape 5.7*), sebesar pada elevasi 122 mdpl untuk *Sump A* memiliki volume sebesar 250.240,00 m³ dan volume *Sump B* pada elevasi 113 mdpl memiliki volume sebesar 76.810,00 m³.



Gambar 3. Keadaan Sump aktual di Pit Tempudo 4

Perencanaan Pemompaan dan Perpipaan

Dalam perencanaan pengeringan sump di lokasi penelitian maka diperlukan perencanaan terhadap pompa dan pipa yang akan digunakan dan sesuai dengan rencana tahap pemompaan. Di perusahaan sendiri memiliki standar dalam pemilihan jenis pipa yang tepat yaitu jenis Pipa non-metal yaitu Pipa HDPE (*High Density Polyethylene*). Sedangkan untuk pompa yang digunakan pada pit lokasi penelitian merupakan jenis pompa jenis sentrifugal yaitu Multiflo 420 EX. Untuk mendeliniasi air yang ada pada *Sump A* dan *Sump B* maka perencanaan pemompaan dan perpipaan akan menyesuaikan dengan kondisi *sump* dan juga volume air maupun material yang terendapkan pada *Sump A* dan juga pada *Sump B*.

Table 4. Data Pompa Rencana pada Pit Tempudo 4 KPP

Jenis Pompa	Multiflo 420 Ex	
RPM Pompa Max	1700	RPM
Plan Jam Pemompaan	18	Jam
Jam Pompa Aktual	14 – 16	Jam
Kapasitas Pompa rencana (Q)		
<i>Max flow</i>	370	Liter/detik
Debit Pompa (Q)		
<i>Plan</i>	800	m ³ /jam
Elevasi <i>Inlet</i>	109 (<i>Sump A</i>), 120 (<i>Sump B</i>),	mdpl

Dari data pompa tersebut kemudian dilakukan perhitungan *head* total pompa yaitu *head* statis dan juga *head loss* yang terjadi saat pemompaan. Sehingga untuk mengetahui *head loss* menggunakan persamaan Hazen-Williams perlu diketahui terlebih dahulu data pipa sebagai berikut.

Table 5. Data Rencana Penggunaan Pipa

Uraian	Keterangan
Pipa HDPE	Diameter Pipa: 14 inch
	Panjang Pipa: 2500 m
	Koefisien kekasaran pipa (Hazen - Williams): 140
Debit Pemompaan	220 liter/s

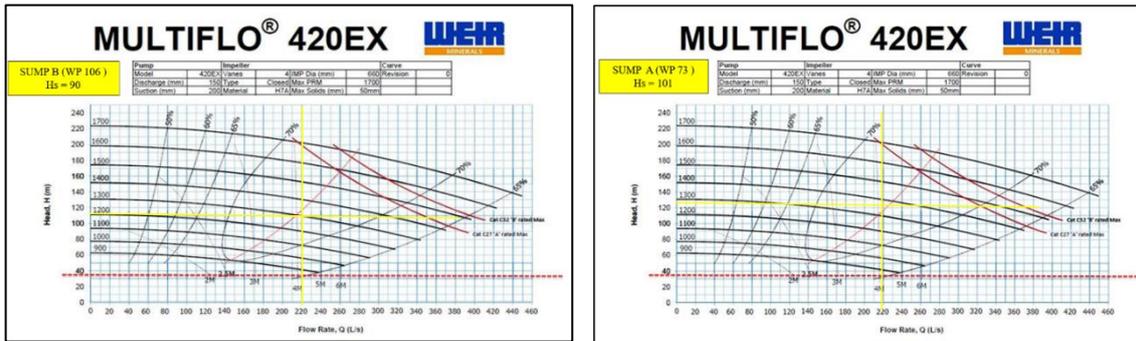
Berdasarkan data pipa diatas maka dapat diketahui nilai *head loss* yang terjadi jika dilakukan pemompaan yang mana perhitungan *head losses* pipa berdasarkan persamaan Hazen-William sudah mewakili perhitungan *head* pompa lainnya seperti *head* gesekan dan lain-lain.

Table 6. Perhitungan Head Loss Pipa

$10,67 \times Q^{1,85}$	$(10,67 \times (\frac{220}{1.000})^{1,85})$	0,6479 m ³ /detik
-------------------------	---	------------------------------

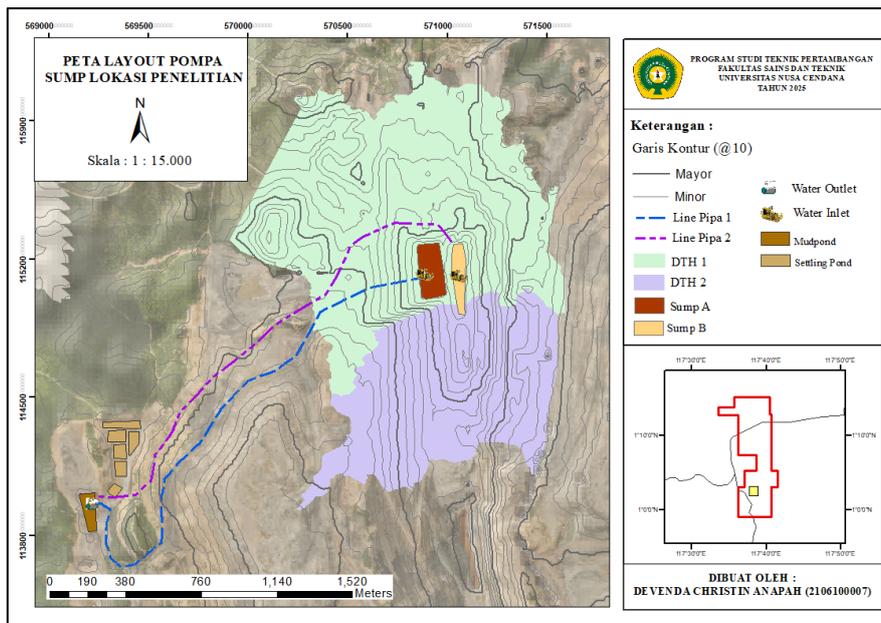
C ^{1,85}	140 ^{1,85}	9.339,78
D ^{4,85}	(14 inch x 0,0254) ^{4,85}	0,0066 m
L	2.500 m	

Pada perhitungan nilai head total pompa yang merupakan penjumlahan dari perhitungan *head* statis dan *head loss* maka didapatkan nilai untuk pompa yang akan digunakan pada *Sump A* memiliki *head* sebesar 127 m dan pada *Sump B* adalah 116 m. Dengan diketahuinya *head* pompa dan juga rencana debit pemompaan maka dapat dimasukkan ke dalam grafik pemompaan yaitu grafik pompa Multiflo 420 EX sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Pemompaan

Pada gambar 4 diatas, telah menunjukan adanya perencanaan pemompaan yang efektif dengan nilai efisiensi yang bagus yaitu 70%. Sama seperti pada Pompa *Sump A* dengan *head* yang dihasilkan yaitu 116 m berarti jika *head* pompa semakin besar maka energi yang dibutuhkan untuk mengalirkan *fluida* pun semakin besar seperti yang terlihat pada grafik tersebut bahwa dengan rencana pemompaan pada debit 220 liter/detik akan memiliki efisiensi di sekitar 70%. RPM nya pun akan dipengaruhi oleh kedua faktor pemompaan yaitu debit pompa dan *head* pompa.



Gambar 5. Peta Tata Letak Pompa

Perhitungan *Water Balance*

Perhitungan *water balance* dilakukan untuk mengetahui total volume air yang masuk ke dalam pit tambang, yang kemudian menjadi dasar penentuan kapasitas pompa. Berdasarkan acuan volume air yang tertampung di *Sump A* dan *Sump B* pada bulan September, maka dengan perhitungan volume air yang masuk ke *sump*

pada bulan Oktober berupa air limpasan, dan juga perhitungan laju erosivitas serta produksi sedimentasi didapatkan volume sedimentasi yang tertampung pada *Sump A* dan *Sump B* tersebut. Debit limpasan yang masuk ke dalam *sump* merupakan hasil air limpasan yang mengalir ke dalam *Catchment Area Sump A* dan *Sump B*. Sehingga Hasil perhitungan *water balance* untuk prakiraan curah hujan pada bulan Oktober maka pada *Sump A* dibutuhkan sebanyak 2 pompa untuk memaksimalkan proses pengurusan air selama ± 1 bulan dengan debit $800 \text{ m}^3/\text{jam}$ pada RPM 1350, sedangkan *Sump B* dibutuhkan pompa sebanyak 2 unit pada bulan oktober dengan debit maksimal pada *plan* yaitu pada angka $800 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan 1300 RPM agar mampu mengatasi banyaknya volume air yang masuk pada *sump* sesuai dengan perkiraan hujan dan pengaruh *catchment area*.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan menggunakan *software Minescape 5.7* volume air pada *Sump A* di bulan September adalah sebesar **250.240,00 m³** dan *Sump B* sebesar **76.810,00 m³**.
2. Berdasarkan perhitungan debit air limpasan, laju erosi, dan laju sedimentasi untuk volume air dan sedimentasi yang tertampung pada *Sump A* pada bulan perencanaan pengeringan *sump* adalah sebesar **267.127,30 m³** sedangkan pada *Sump B* sebesar **93.697,23 m³**.
3. Dari perhitungan *Water Balance*, pada *Sump A* dapat dilakukan waktu pengurusan air pada *Sump* selama 28 hari dihitung dari tanggal 1 Oktober 2024 dengan volume terakhir yaitu **6.282,48 m³** sedangkan untuk *Sump B* dihitung dari tanggal 1 Oktober 2024 pengurusan air dapat dilakukan selama 13 hari dengan volume terakhir pada *Sump* adalah **5.143,98 m³**.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananti, D. 2023. *Laporan Praktikum Aplikasi Komputer Pertambangan "Pengoperasian Software Minescape 5.7"*. Teknologi Pertambangan Politeknik Energi Dan Pertambangan Bandung.
- Arsyad, S. 2000. *Konversi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press
- Arsyad, S. 2012. *Konservasi tanah dan Air*: Edisi kedua. Institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Jakarta : Gadjah Mada University Press.
- Asdak C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta.
- Aziz S., Kasim Tamrin. 2018. *Evaluasi Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pada Pit Block B Di PT Minemex Indonesia Kabupaten Sarolangun, Jambi*. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 4, No. 1.
- Badhurahman, A. (2017). *Drainage vs Dewatering System*. Bandung: ITB Bandung.
- Cassidy, S., 1973, *Elements of Practical Coal Mining*, Society of Mining Engineers, New York, p. 174-176.
- Fortuna Mirtha H., Aryanto Reza., Purwiyono Tri. T. 2018. *Optimasi Pompa Air Multiflo Terhadap Design Sump Pit Boston Timur*. *Jurnal Ilmu Teknik*, Vol. 1, No. 4 Juli 2024, Hal. 225-233.
- Gautama, R, S. 1999. *Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung. ITB.
- John M. Evans .2013. *USGS Georgia Water Science Center Illustration*, Howard Perlman, *USGS Indonesian translation by Laksmi Wijayanti*, Bidang Penyajian Informasi, Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta. (Ministry of Environment of Republic Indonesia).
- Klik, Andreas. dkk. 2006. *Estimating Spatial Sediment Delivery Ratio on a Large Rural Catchment*. *Journal of Spatial Hydrology* Vol.6, No.1 Spring 2006
- Kuchment, L.S. (2004) *The Hydrological Cycle and Human Impact on It*. In: *Hoekstra, A.Y. and Savenije, H.H.G., Eds., Water Resources Management Encyclopaedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford*.
- LaRocque, A. 2013. *Encyclopedia of Natural Hazards Peter T. Bobrowsky (ed.) Springer*.
- Nurmansyah S, Ambar K dan Kaharudin 2007. *Dampak Kepariwisata Terhadap Erosi Di Kawasan Wisata Kaliurang*. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 1 (1) : 40-46.
- Paul L. Younger, Steven A. Banwart, Robert S. Hedin. 2002. *Environmental Pollution Volume 5 Mine Water Hydrology, Pollution, Remediation*. London.
- Phihewunnue, Harry. 2017. *Analisis Mine Dewatering Pada Tambang Batubara di PT. Rimau Energy Mining Desa Jaweten Kecamatan Dusun Timur Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah*. Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.

- Punch, Keith F., 1988. *Introduction to Social Research – Quantitative & Qualitative Approaches*.
- Renard, K.G. and Freimund, J.R. (1994). *Using Monthly Precipitation Data to Estimate the R Factor in the Revised USLE*. *Journal of Hydrology*, 157, 287-306.
- Salsabila, A., & Nugraheni, I. L. (2020). *Pengantar Hidrologi. Anugrahs Utama Raharja*.
- Smith, H. J. 1999. *Application of empirical soil loss models in southern Africa: A review*. *South African Journal of Plant and Soil*, 16(3), 158-163.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung.
- Sosrodarsono S. & Takeda K., 1993. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta. P. T. Pradnya Paramita, Hal 8.
- Sosrodarsono, Suyono, dan Takeda K., 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sasongko, Djoko. 1985. "Teknik Sumber Daya Air". Yogyakarta : Andi Offset.
- Sudjana. 1989. *Metoda Statistika, Edisi Kelima*. Bandung. TARSITO, Hal 187.
- Sularso, H. T. (1987). *Pompa dan Kompresor*. Jakarta. P. T. Pradnya Paramita, Hal 27.
- Suripin (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta : Andi
- Suwandhi, A., 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*, Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Unisba, 12-22 Juli, Hal 9,10.
- Tarigan, D.R., dan D. Mardianto. 2012. *Pengaruh Erosivitas dan Topografi Terhadap Kehilangan Tanah Pada Erosi Alur di Daerah Aliran Sungai Secang Desa Hargotirto Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo*. Yogyakarta: Jurnal Bumi Indonesia.
- Utomo, W. H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Malang: Penerbit IKIP Malang.
- Widianto, A dan Damen, M. 2014. *Determination of Coastal Belt in the Disaster Prone Area: A Case Study in the Coastal Area of Bantul Regency, Yogyakarta, Indonesia*. *Indonesian Journal of Geography*. 46 (2):125-137.