

## ***Mine Dewatering Model Dalam Inovasi Sistem Penyaliran Tambang Dengan Pendekatan Matematis Untuk Mencegah Flooding Akibat Bukaannya Tambang***

### ***Mine Dewatering Model In The Innovation Of Mine Drainage Systems With A Mathematical Approach To Prevent Flooding Due To Mine Openings***

**Nur Amrina Rosada<sup>1</sup>, Fadly Dermawan Saputra Rusli<sup>1</sup>, Andi Ardiyansyah<sup>1</sup> dan Muh. Karnoha Amir<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Universitas Sulawesi Tenggara, Korespondensi e-mail: karnohaamir020594@gmail.com:

#### **ABSTRAK**

Air yang masuk di area pertambangan akan tergenang (*flooding*) dan apabila tidak dilakukan tindakan pencegahan dan penanganan, maka air tersebut dapat mengganggu kegiatan penambangan. Untuk mengurangi risiko dampak lingkungan karena genangan air (*flooding*) pada bukaan tambang, metode yang dapat digunakan adalah metode *mine dewatering*. Berdasarkan hal tersebut, tujuan riset ini adalah mencegah *flooding* akibat bukaan tambang melalui inovasi *mine dewatering model*. Metode riset yang digunakan adalah metode kuantitatif yang dilakukan langsung di lapangan. Berdasarkan hasil riset yang dilakukan, diperoleh inovasi rancangan *open channel (drainase)* yang memiliki lebar dasar 1.6 m, lebar permukaan 3.4 m dan kedalaman 1.8 m, dengan tambahan *freeboard* sepanjang 0.3 m yang berfungsi sebagai penampung sementara air limpasan yang kemudian akan dialirkan menuju *sump*. Kemudian rancangan *sump* memiliki lebar dasar atas 48 m, lebar permukaan bawah 45 m dan kedalaman 3 m yang bertujuan untuk menampung air sementara yang masuk ke dalam *front* penambangan yang kemudian dialirkan ke *settling pond*. Selain itu, terdapat rancangan *settling pond* yang memiliki kedalaman 3.7 m dengan jarak 0.3 m setiap arah *settling pond* yang berfungsi sebagai kolam pengendapan semua air dari area tambang dan untuk menjernihkan air yang keluar ke perairan umum. Agar *mine dewatering* dapat berjalan dengan optimal, maka tipe pompa yang direkomendasikan sebanyak 3 unit yaitu tipe MF-290 atau 2 unit tipe MF-360.

**Kata kunci:** Tambang, *Flooding*, *Dewatering*, Inovasi, Lingkungan.

#### **ABSTRACT**

*Water that enters the mining area will be flooded and if preventive and handling measures are not taken, this water can disrupt mining activities. The mine dewatering method can be used to reduce the risk of environmental impacts due to flooding in mine openings. Based on this, this research aims to prevent flooding due to mine openings through innovative mine dewatering models. The research method used is quantitative and carried out directly in the field. Based on the results of the research carried out, an innovative open channel (drainage) design was obtained which has a base width of 1.6 m, a surface width of 3.4 m and a depth of 1.8 m, with an additional 0.3 m long freeboard which functions as a temporary reservoir for runoff water which will then be channeled to the sump. Then the sump design has a top base width of 48 m, a bottom surface width of 45 m, and a depth of 3 m which aims to accommodate temporary water entering the mining front and subsequently channeled to the settling pond. Apart from that, there is a settling pond design which has a depth of 3.7 m with a distance of 0.3 m in each*

#### **How to Cite:**

Rosada, N.A., Rusli, F.D.S., Ardiyansyah, A., Amir, M.K. 2024. Mine Dewatering Model Dalam Inovasi Sistem Penyaliran Tambang Dengan Pendekatan Matematis Untuk Mencegah Flooding Akibat Bukaannya Tambang. Mining Science and Technology Journal, 3 (2): 127-139.

---

#### **Published By:**

Program Studi Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

#### **Address:**

Jl. Kapt. Piere Tendean, No. 109, Baruga, Kota  
Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara

---

#### **Article History:**

Submited 28 Agustus 2024  
Received in from 29 Agustus 2024  
Accepted 29 Agustus 2024

direction, set a pond which functions as a settling pond for all water from the mining area and to purify water that comes out into public waters. So that mine dewatering can run optimally, 3 pump types are recommended, namely the MF-290 type or 2 MF-360 type units.

**Keywords :** Mining, Flooding, Dewatering, Innovation, Environment.

## PENDAHULUAN

Pertambangan merupakan sektor yang sangat berpotensi untuk menghasilkan keuntungan sekaligus menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitarnya (Listiyani, N., 2017). Dampak lingkungan yang sering muncul pada penambangan *open pit* adalah keberadaan air permukaan dan menggenangi lantai penambangan karena aktivitas hidrologi.

Untuk mengurangi risiko dampak lingkungan karena genangan air (*flooding*) di cekungan bukaan tambang, salah satu kontrol yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan metode *mine dewatering*. *Mine dewatering* adalah suatu usaha atau kegiatan yang dilakukan untuk mencegah masuknya air atau mengeluarkan air yang telah masuk ke *front* tambang (Cahyadi et al., 2018).

Tujuan dari riset ini yaitu mengkarakterisasi variabel-variabel *water flooding* dan potensinya terhadap dampak lingkungan. Kemudian merancang inovasi model *mine dewatering* yang optimal dalam upaya pengelolaan lingkungan pertambangan.

Dengan demikian, *mine dewatering model* adalah salah satu solusi yang dapat diterapkan dalam metode penanganan dan kontrol terhadap air yang masuk karena pertambangan sebagai upaya dalam penanggulangan dampak buruk lingkungan akibat kegiatan pertambangan.

## METODE PENELITIAN

Dalam upaya pencapaian target luaran, metode riset yang digunakan terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

a. Tahap Pertama

Tahapan diawali dengan klasifikasi sampel sesuai dengan kebutuhan data yang diperlukan selama riset. Pada kegiatan ini dilakukan pemantauan terhadap karakteristik limpasan, data curah hujan, dan *catchment area*.

b. Tahap Kedua

1. Analisis curah hujan rencana yaitu analisis untuk mengetahui volume air limpasan yang masuk ke dalam area penambangan. Metode yang digunakan yaitu metode distribusi Gumbel dan metode Monobe (Jarwindah et al., 2021).

**Tabel 1** Tahapan Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel.

No	Tahapan	Formula
1	Rata-rata	-
2	Standar Deviasi	$Sx = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^2}{n - 1}}$
3	Perhitungan <i>Reduce Mean</i> (Ym)	$y_m = -\ln\left(-\ln\left(\frac{n+1-m}{n+1}\right)\right)$
4	Perhitungan <i>Reduced Variate</i> (Yt)	$Y_t = -\ln\left(-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right)$
5	Perhitungan Curah Hujan dengan periode ulang (T)	$x_r = \bar{x} + \left(\frac{Y_t - Y_m}{S_m}\right)S$

2. Analisis *run off* yaitu analisis untuk memperkirakan arah aliran dan debit aliran air permukaan. Metode yang digunakan adalah metode rasional matematis.

**Tabel 2** Analisis Debit Limpasan

No	Keterangan	Formula
1	Q = Debit <i>Run Off</i> (meter kubik per detik)	<b><math>Q_p = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A</math></b>
2	C = Koefisien <i>Run Off</i> Air Permukaan	
3	I = Intensitas Hujan (milimeter per jam)	
4	A = Luas DAS (kilometer persegi)	

3. Analisis *flooding*, adalah analisis untuk menentukan prediksi persentase peningkatan volume air yang masuk ke bukaan tambang ketika curah hujan ekstrem terjadi. Metode yang digunakan adalah metode rasional matematis dalam bentuk tabel dan grafik (Utami, 2016).

**Tabel 3** Analisis Debit Banjir Rencana Metode Rasional

No	Keterangan	Formula
1	$Q_p$ = Debit Puncak (meter kubik per detik)	<b><math>Q_p = 0,00278 \cdot C \cdot T_c \cdot A</math></b>
2	C = Koefisien Limpasan	
3	$T_c$ = Intensitas Hujan terhadap waktu konsentrasi tertentu (Jam)	
4	A = Luas DAS/CA (kilometer persegi)	

c. Tahap Ketiga

Pada tahap ini dilakukan perancangan *mine dewatering model* yaitu:

- Rancangan *Open Channel (drainase)*, sarana yang digunakan untuk menampung dan mengalirkan air *run off* yang masuk ke dalam bukaan tambang ke tempat tertentu. Parameter perancangannya dapat dilihat pada tabel di bawah:

**Tabel 4** Parameter Geometri *Open Channel* (Rafif *et al.*, 2021)

No.	Parameter Geometri	Bentuk penampang saluran
		Trapesium ( $Z=1/\tan\theta$ )
1	Luas Area Terbasahi ( $A'$ )	$(B + ZY)Y$
2	Keliling Basah (P)	$B + 2Y\sqrt{1 + z^2}$
3	Jari-Jari Hidrolik (R)	$\frac{(B + ZY)Y}{B + 2Y\sqrt{1 + z^2}}$
4	Tinggi Muka Air (d)	$d = (1/3 \times A \times S^{1/2} \times R^{2/3}) / Q$
5	Luas Penampang Basah final (A)	$A = d \times A'$
6	Lebar Dasar (b)	$b = b' \times d$
7	Kedalaman Saluran (h)	$h = d + x$
8	Lebar Permukaan (B)	$B = b + ((2 \times m) \times h)$
9	Lebar Penampang dari sisi saluran (a)	$a = h / 0,86$
10	Luas <i>Drainase</i> (A)	$A = 0,5 \times (B + b) \times (h + F)$

- Rancangan *Sump*, rancangan *sump* sebagai tempat penampungan air sementara sebelum dimasukkan ke *settling pond* dan dialirkan ke badan air utama. Pendekatan analisis menggunakan rumus di bawah:

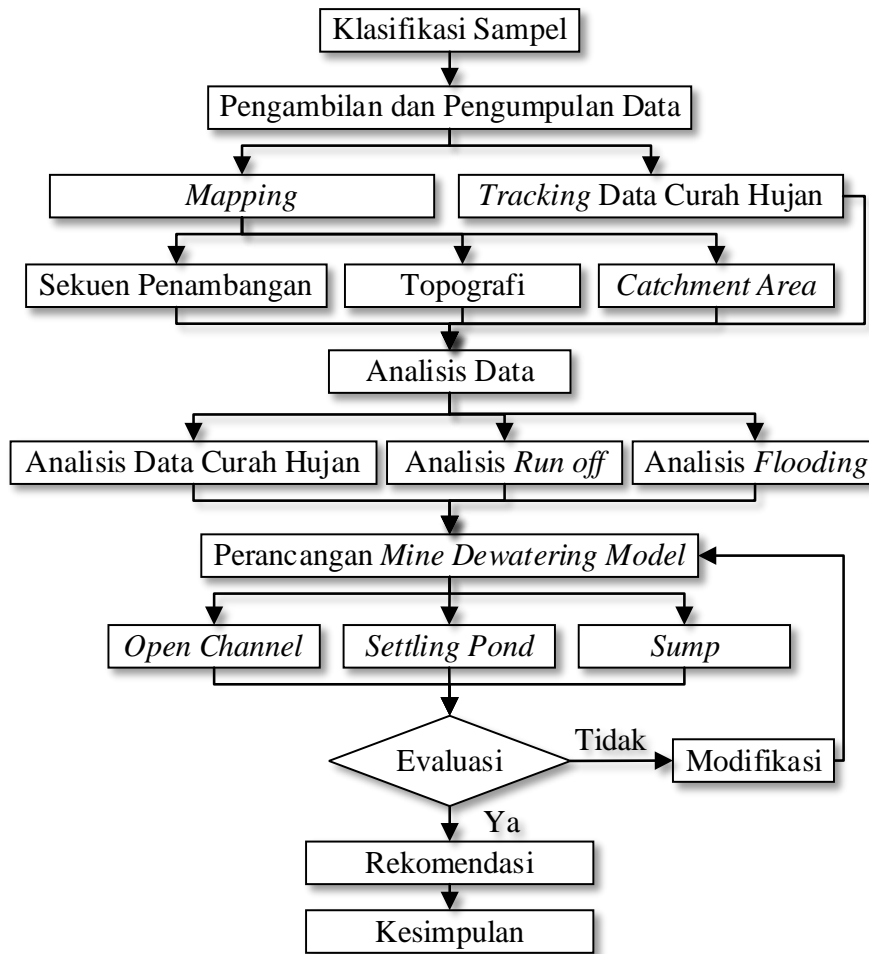
**Tabel 5** Formula Penentuan Dimensi *Sump*

No	Keterangan	Formula
1	$V_s$ = Volume Sump (m <sup>3</sup> )	
2	p = Panjang (meter)	
3	b = Lebar (meter)	
4	h = Tinggi (meter)	$V_s = p \cdot b \cdot h$

3. Rancangan *Settling Pond*, dirancang untuk menurunkan sedimentasi air sebelum dialirkan ke badan air utama. Perancangan dilakukan dengan pendekatan rumus di bawah :

**Tabel 6** Formula Penentuan Dimensi *Settling Pond*

No	Keterangan	Formula
<b>Dimensi Saluran (Pendekatan Manning)</b>		
1	$V_c$ : Kecepatan pengendapan kritis (m/s)	$V_c = \frac{Q}{A}$
2	Q : Debit aliran (m <sup>3</sup> /s)	
3	A : Luas permukaan <i>settling pond</i> (m <sup>2</sup> )	
<b>Nilai Kecepatan Pengendapan</b>		
1	d : Diameter kritis partikel (m)	$V_c = n \frac{1}{18} \left[ \frac{d^2 g}{\nu} (SG - 1) \right]$
2	$\nu$ : Viskositas kinematik air (m <sup>2</sup> /s)	
3	g : Percepatan gravitasi (m/s <sup>2</sup> )	
4	SG : <i>Specific gravity</i> partikel	
<b>Dimensi Baffle</b>		
1	U : Kecepatan aliran air di <i>settling pond</i> (m/s)	$U = \frac{S}{Tr} => \dots$
2	S : Jarak rata-rata antara <i>inlet</i> dan <i>outlet</i>	
3	Tr : Waktu retensi (detik)	$Tr = \frac{D_{outlet}}{V_c} => \dots$
4	Q : Debit aliran dalam <i>settling pond</i> (m <sup>3</sup> /s)	$As = \frac{Q}{U} => \dots$
5	As : Luas penampang aliran (m <sup>2</sup> )	
6	Ws : Lebar penampang aliran (meter)	$W = \frac{As}{D_{total}}$
7	Dtotal : Kedalaman total <i>settling pond</i>	



**Gambar 1** Gambaran Umum Tahapan Riset

## DASAR TEORI

### **Water Flooding**

*Water Flooding* adalah genangan air yang muncul di lantai (*front*) penambangan. Genangan air terbentuk karena adanya kejadian hidrologi alami di area penambangan. Selain kejadian hidrologi, faktor lain yang menyebabkan terjadinya *water flooding* adalah bukaan tambang yang terbentuk sepanjang umur tambang yang semakin luas. Bukaan tambang tanpa disadari menjadi *subcatchment area* yang menjadi area tangkapan air di dalam area penambangan yang berpotensi menyimpan air dalam kapasitas yang cukup besar dan dapat berpotensi buruk bagi area sekitar penambangan jika tidak ada penanganan khusus.

Beberapa indikasi kejadian buruk *water flooding* adalah mengganggu aktivitas penambangan, memperbesar porositas tanah sebagai sumber erosi longsor, dan bahkan *water overload*nya masuk ke perumahan warga sekitar pertambangan.

### **Hydrological Activity**

*Hydrological Activity* tidak dapat dipisahkan dari pertambangan. Penambangan terbuka adalah metode penambangan yang sangat umum digunakan dalam penambangan. Metode ini menyebabkan terbentuknya reservoir baik dari air permukaan maupun air bawah tanah. Dalam kondisi cuaca ekstrem, seperti hujan ekstrem, limpasan dapat menyebabkan *water flooding* dan mengganggu operasi ekstrem, limpasan dapat menyebabkan *water flooding* dan mengganggu operasi penambangan. Beberapa parameter yang dalam mengetahui kejadian hidrologi dalam perancangan *mine dewatering model* adalah (Gautama, 2019).

- Curah Hujan, adalah parameter penting dalam penentuan nilai intensitas air yang mengalir di permukaan dalam bentuk limpasan dan lama kelamaan membentuk besaran volume air tertentu.
- Run Off*, merupakan kemampuan air permukaan yang mengalir di atas permukaan menuju sungai, danau, laut, atau *catchment area* yang dapat disebabkan akibat curah hujan yang melebihi kapasitas infiltrasi. Dalam pertambangan, limpasan akan langsung mengalir ke sungai atau ke *front* penambangan.
- Catchment Area*, ialah suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air yang berasal dari air hujan yang jatuh, terkumpul dalam kawasan tersebut. Guna dari *catchment area* adalah menerima, menyimpan dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya. Dalam pertambangan, *catchment area* terdapat dalam bentuk bukaan-bukaan tambang selama kegiatan berlangsung.
- d.

### **Mine Dewatering Model**

*Mine dewatering model* adalah sistem yang terintegrasi sebagai upaya untuk mencegah, mengalihkan atau menyalurkan air agar tidak masuk ke dalam bukaan tambang (Syarifuddin *et al.*, 2017). Beberapa parameter pertimbangan dalam merencanakan *mine dewatering model* yaitu (Rafif *et al.*, 2021) :

- Open Channel (drainase)* adalah sarana yang digunakan untuk mengalirkan air permukaan di sekitar daerah tambang, yang berasal dari limpasan air hujan yang jatuh di sekitar daerah tambang kemudian dialirkan ke badan air terdekat.
- Settling Pond* adalah suatu sarana yang dibuat khusus untuk menampung air limpasan sebelum dibuang langsung menuju daerah pengaliran umum atau badan air.
- Sump* berfungsi tempat penampungan air dan lumpur sementara sebelum dipompa ke luar tambang. Perhatikan gambar di bawah:



**Gambar 2** Contoh: (A) *Open Channel*, (B) *Settling Pond*, & (C) *Sump*.

### **Mathematical Rational Method**

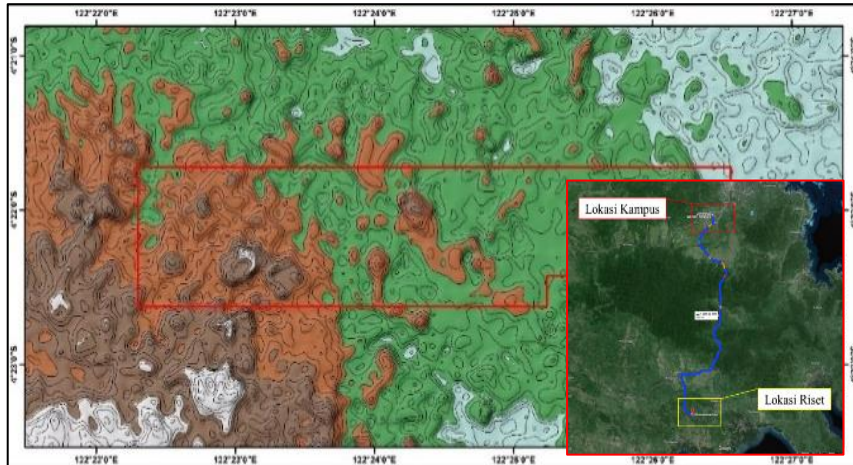
Dalam menyelesaikan masalah riset, pendekatan metode yang digunakan adalah metode matematis rasional dengan menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh di lapangan maupun data sekunder yang diperoleh dari beberapa riset sebelumnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **a. Tahap Pertama**

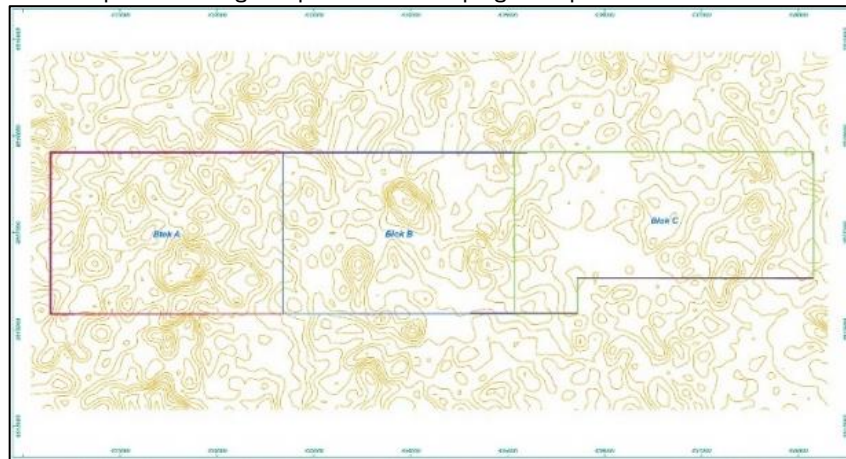
- Survei Lapangan, lokasi riset berada pada Kecamatan Palangga Selatan, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Dari Kota Kendari ke lokasi riset memerlukan waktu sekitar 2 jam dengan menggunakan mobil.



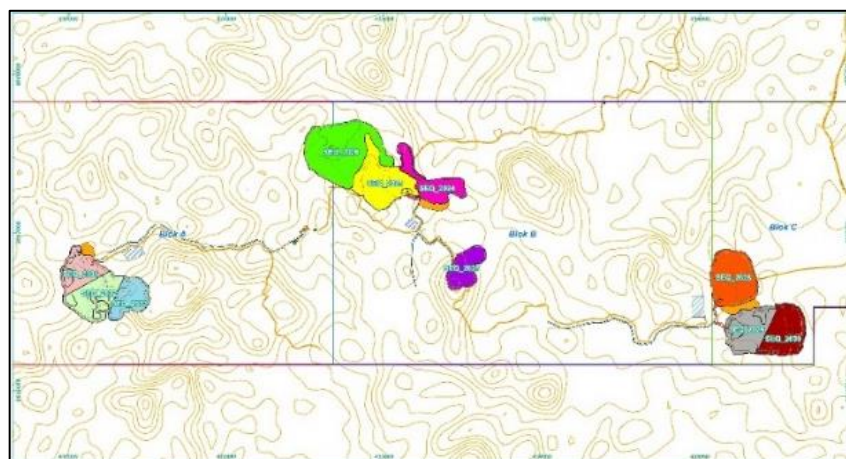


**Gambar 3** Lokasi Riset

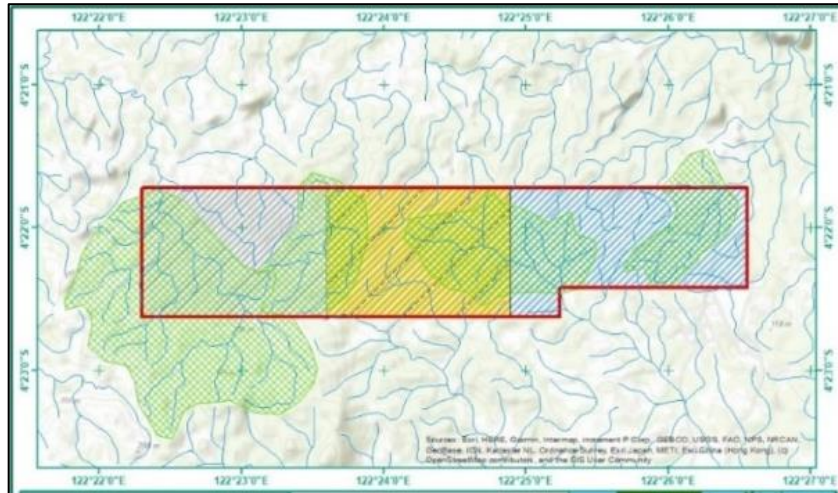
2. *Mapping*, dilakukan dengan menggunakan alat bantu GPS pada tiga *point of view* berupa pemetaan sekuen penambangan, pemetaan topografi, pemetaan *catchment area*.



**Gambar 4** Peta Topografi

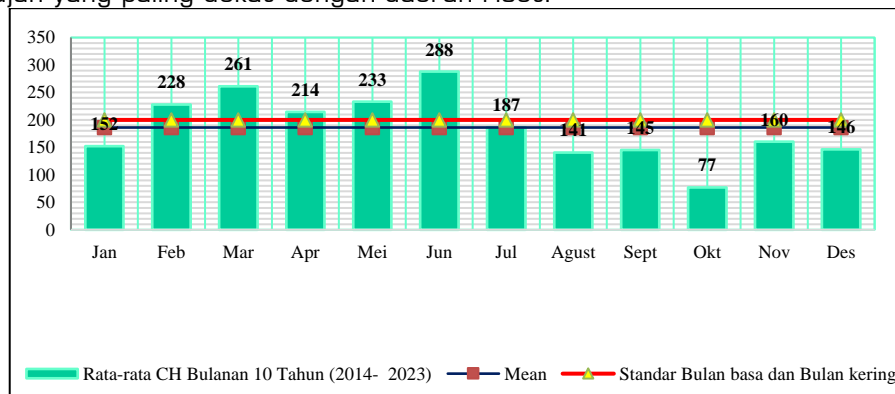


**Gambar 5** Peta Sekuen Penambangan



**Gambar 6** Peta Catchment Area

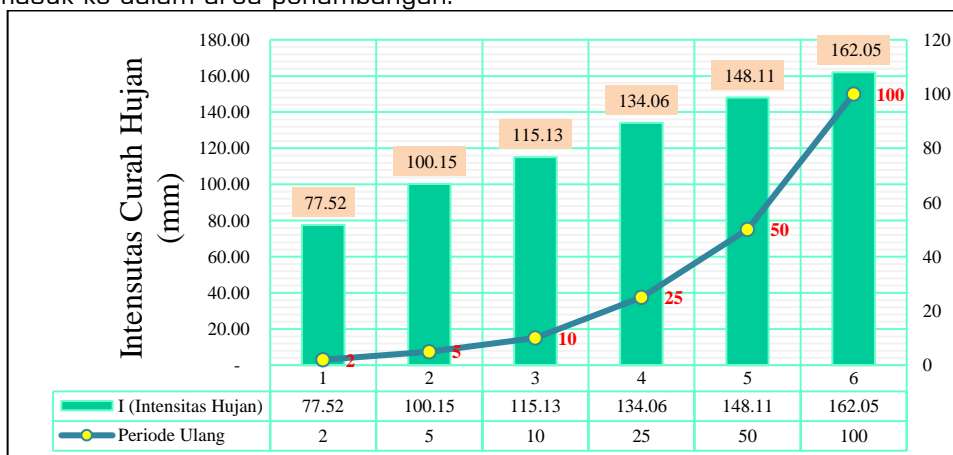
2. *Tracking* Data Curah Hujan, dilakukan dengan pengambilan data pada stasiun pengukur curah hujan yang paling dekat dengan daerah riset.



**Gambar 7** Grafik CH Rata-rata Daerah Riset (Tahun 2014 -2023)

## b. Tahap Kedua

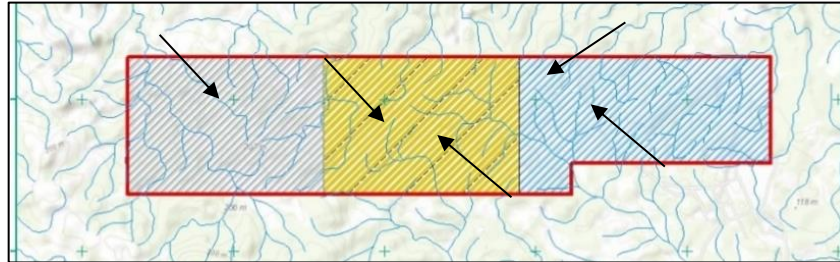
1. Analisis Data Curah Hujan, yaitu analisis dilakukan untuk mengetahui volume air limpasan yang masuk ke dalam area penambangan.



**Gambar 8** Grafik Intensitas Curah Hujan (Tahun 2014 -2023)



2. Analisis *Run Off*, merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau dan lautan.

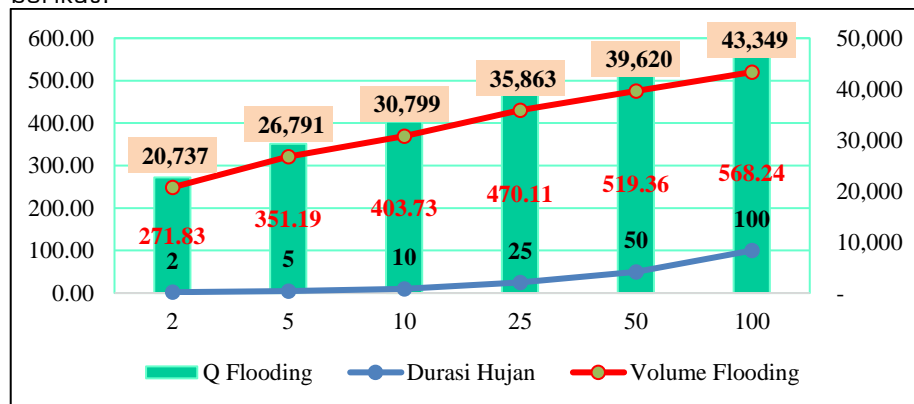


**Gambar 9** Arah *Run Off*

**Tabel 7** Nilai Debit *Run Off* pada Periode Ulang Intensitas Curah Hujan

Durasi Hujan (tahun)	I (mm)	C	A (km <sup>2</sup> )	Debit Limpasan (m <sup>3</sup> /s)
2	77.52	0.9	11.24	2.16
5	100.15			2.79
10	115.13			3.20
25	134.06			3.73
50	148.11			4.12
100	162.05			4.51

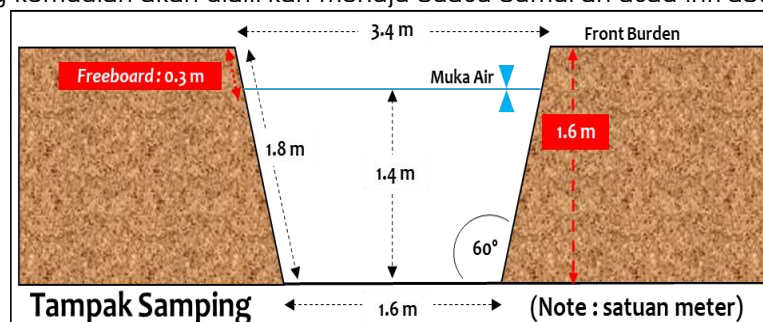
3. Analisis *Flooding*, dilakukan untuk mengetahui seberapa besar debit dan volume *flooding* terbentuk ketika terjadinya curah hujan ekstrem. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar berikut:



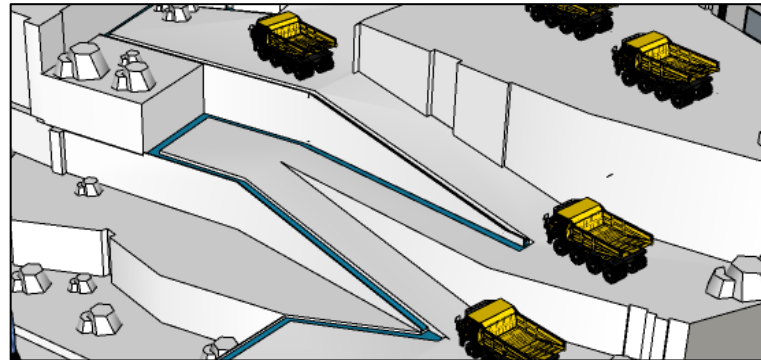
**Gambar 10** Hasil Analisis *Flooding* Daerah Riset

### c. Tahap Ketiga

1. Rancangan *Open Channel*, berfungsi sebagai infrastruktur penampung sementara air limpasan yang kemudian akan dialirkan menuju suatu sumuran atau infrastruktur lainnya.

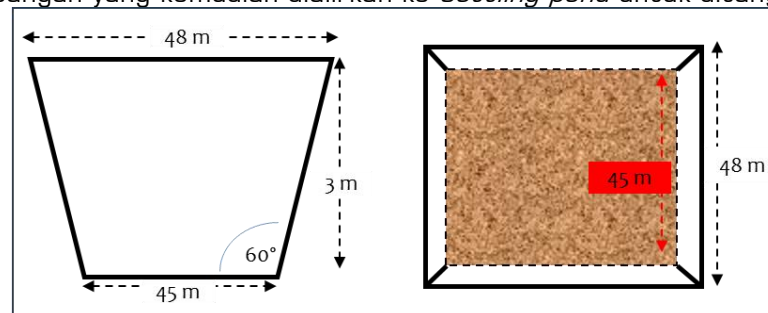


**Gambar 11** Rekomendasi Model Dimensi Rancangan Saluran Permukaan

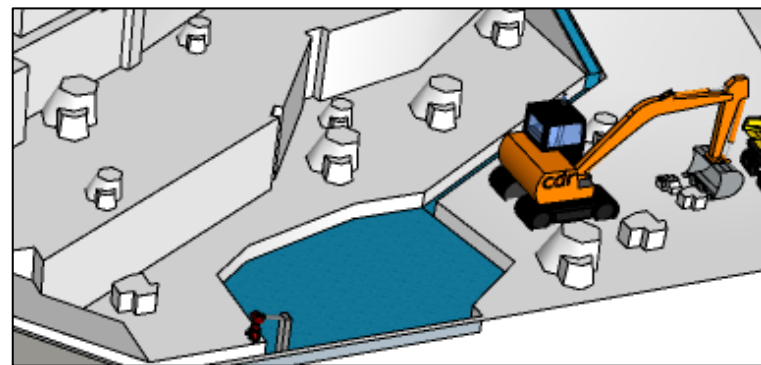


**Gambar 12** Model 3D Kenampakan *Open Channel*

- Rancangan *Sump*, dilakukan berdasarkan luas *catchment area* yang masuk area penambangan. *Sump* bertujuan untuk menampung air sementara yang masuk ke dalam *front* penambangan yang kemudian dialirkan ke *settling pond* untuk ditanggulangi.

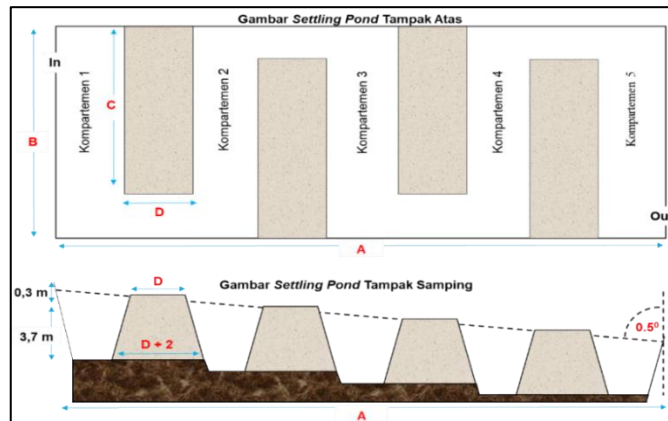


**Gambar 13** Rekomendasi Model Dimensi *Sump* Tampak Atas & Samping

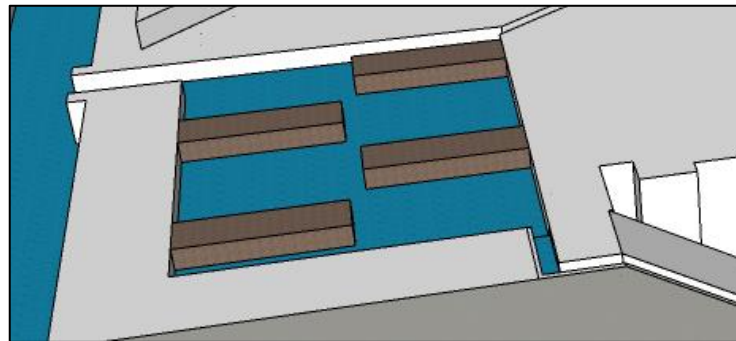


**Gambar 14** Model 3D Kenampakan *Sump*

- Rancangan *Settling Pond*, berfungsi sebagai kolam pengendapan semua air dari area tambang, baik air tanah maupun air hujan dan bertujuan untuk menjernihkan air yang keluar ke perairan umum.

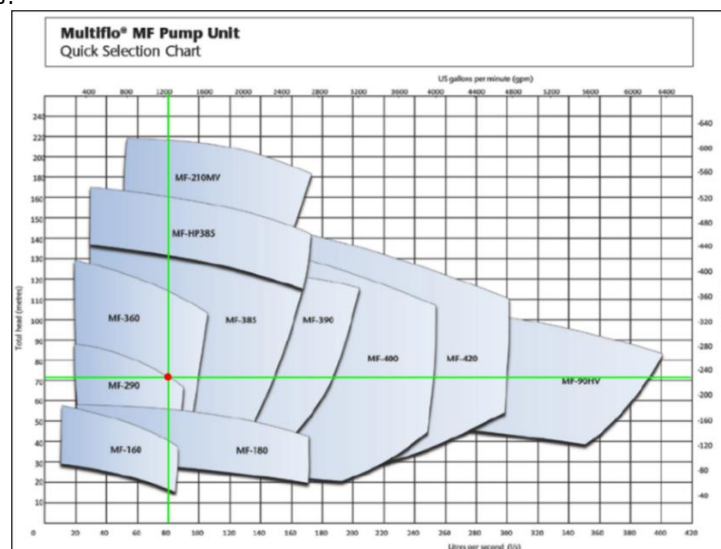


**Gambar 15** Rekomendasi Model Dimensi *Settling Pond* Tampak Atas & Samping.



**Gambar 16** Model 3D Kenampakan *Settling Pond*

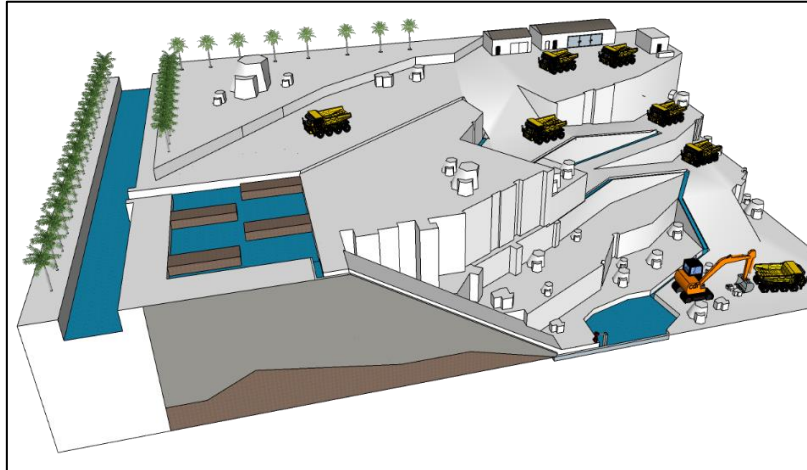
4. Rancangan Kebutuhan Pompa, rekomendasi kebutuhan pompa sebanyak 3 unit yaitu tipe pompa MF-290 atau 2 unit tipe pompa MF-360. Penentuan tipe pompa ditunjukkan pada gambar berikut:



**Gambar 17** Pemilihan Tipe Pompa Berdasarkan Debit dan Tekanan

Potensi dari riset ini adalah mengoptimalkan model sistem penyaliran tambang dengan inovasi *mine dewatering* agar pengelolaan lingkungan pertambangan dapat dilakukan dengan efektif dan efisien. Dalam penentuan inovasi model dilakukan dengan pendekatan empiris dan pertimbangan curah hujan ekstrem pada 10 tahun belakangan serta daerah *catchment area* pada daerah riset. Segala perhitungan dan analisis dilakukan secara matematis dan rasional

berdasarkan pendekatan beberapa variabel dan hasil riset sebelumnya. Hasil dari riset ini harapannya dapat menjadi rekomendasi bagi perusahaan atau masyarakat setempat dalam melakukan pengelolaan lingkungan pertambangan khususnya pengendalian air di atas permukaan akibat pertambangan.



**Gambar 18** Simulasi Alokasi Sarana *Mine Dewatering* Daerah Riset

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diperoleh inovasi rancangan *open channel* berupa rancangan *drainase* dengan lebar permukaan 3.4 m, lebar dasar 1.6 m dan kedalaman 1.8 m, dengan tambahan *freeboard* sepanjang 0.3 m.
2. Diperoleh rancangan *sump* yang memiliki kedalaman 3 m, lebar dasar atas 48 m, dan lebar permukaan bawah 45 m.
3. Diperoleh rancangan *settling pond* dengan kedalaman 3.7 m dan jarak 0.3 m setiap arah *settling pond*.
4. Dan tipe pompa terpilih adalah sebanyak 3 unit dengan tipe pompa MF-290 atau 2 unit tipe pompa MF-360.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung kegiatan riset ini terlaksana yaitu:

- a. Terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Ditjen Dikti, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Republik Indonesia dan Universitas Sulawesi Tenggara sebagai sumber dana PKM.
- b. Terima kasih kepada pihak perusahaan yang telah memberikan kesempatan dalam melakukan riset pada lokasi di perusahaan yang bersangkutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M.K., Priyana, Y.L.O., Dzakir, L.O., Shaddad, A.R., Aldiyansyah, Kadar, M.I., 2021. Analisis Kualitas pH dan TSS Air Limbah Penambangan Bijih Nikel PT Prima Utama Lestari di Desa Ussu, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur. *Jurnal Geomine*, 9 (3): 267-274.
- Cahyadi, TA., Widodo, LE., Fajar, RA., Baiqun, A., 2018. Influence of drain hole inclination on drainage effectiveness of coal open pit mine slope. *IDP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 212.
- Jarwindah., Badurahman, A., 2021. Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Distribusi Gumbel Untuk Wilayah Kabupaten Lampung Selatan. *Journal Of Science, Technology, and Virtual Culture*. Vol. 1, No. 1, Hal. 51-54.
- Listiyani, N., 2017. Dampak Pertambangan Terhadap Lingkungan Hidup Di Kalimantan Selatan dan Implikasinya Bagi Hak-hak Warga Negara. *Al-Adl: Jurnal Hukum*. Vol. 9, No. 1, Hal. 67-85.



- Rafif, M.K., *et al.* 2021. *Kajian Dan Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Dengan Studi Kasus Extreme Rainfall*. Jurusan Teknik Pertambangan, UPN veteran Yogyakarta; Yogyakarta.
- Utami S. T., 2016. *Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio)*. Prodi Teknik Sipil ULM: Banjarmasin.
- Gautama, R.S., 2019. *Sistem Penyaliran Tambang*. Penerbit ITB: Bandung.
- Syarifuddin, *et al.* 2017. *Kajian Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan*. Teknik Pertambangan, UMI: Makassar.