

ANALISIS CURAH HUJAN DALAM MERANCANG SALURAN TERBUKA DI SULAWESI UTARA

Intan Meliane^{*1}, A.A. Inung Arie Adnyano², Erry Sumarjono³, Agathon Chandra⁴

^{1,2}Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta.
Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, ITNY

e-mail: *1intanmeliane@gmail.com, 2inungarie@itny.ac.id, 3erry.sumarjono@itny.ac.id

Abstrak

PT. J Resources Bolaang Mongondow merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang penambangan bijih emas dengan metode tambang terbuka (open pit) sehingga aktivitas penambangannya berhubungan langsung dengan udara luar. Permasalahan penelitian yaitu kondisi saluran terbuka tidak mampu mengalirkan air limpasan sehingga menyebabkan meluapnya air limpasan. Kata kunci: dan menggenangi area tambang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dengan Air, dimensi, data, cara pengambilan data secara langsung dilapangan. Tujuan penelitian untuk merancang dimensi hujan, metode saluran terbuka yang mampu mengalirkan air limpasan yang direncanakan. Perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode Gumbell dan Normal. Hasil penelitian analisis data curah hujan dari tahun 2006 hingga tahun 2019, diperoleh curah hujan rencana menggunakan metode Gumbell sebesar 195,59 mm/hari dan menggunakan metode Normal sebesar 187,554 mm/hari. Sehingga pada metode Gumbell periode ulang hujan yang di gunakan 25 tahun dan untuk metode Normal periode ulang yang di gunakan 10 tahun. Diharapkan dengan hasil analisis ini saluran terbuka yang di rancang dapat menampung dan mengalirkan air sehingga air tidak meluap dan menggenangi area tambang.

Kata Kunci: Air, Dimensi, Data, Hujan, Metode.

Abstract

PT. J Resources Bolaang Mongondow is one of the companies engaged in gold ore mining with open pit method so that its mining activities are directly related to the outside air. The research problem is Keywords: that the condition of the open channel is not able to drain runoff water causing overflowing runoff water Water, dimension, and flooding the mine area. The research method used is qualitative method by taking data directly in data, rain, , method the field. The purpose of the study was to design the dimensions of open channels capable of draining planned runoff water. Calculation of rainfall plans using gumbell and normal methods. The results of the study analyzed rainfall data from 2006 to 2019, obtained rainfall plans using gumbell method of 195.59 mm / day and using normal method of 187.554 mm / day. So in gumbell method the rainy reset period is used 25 years and for normal method the reset period is used 10 years. It is expected that with this analysis hasl open channels designed can accommodate and drain water so that the water does not overflow and flood the mine area.

Keywords: Water, Dimension, Data, Rain, Method.

1. PENDAHULUAN

PT. J Resources Bolaang Mongondow merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang penambangan bijih emas dengan metode tambang terbuka (*open pit*), dimana seluruh aktivitas penambangannya berada dekat dengan permukaan bumi sehingga sangat terpengaruh dengan cuaca luar seperti hujan dan panas.

Curah hujan yang tinggi pada saat musim hujan akan menghasilkan air limpasan dengan jumlah yang besar. Apabila tidak ditangani dengan benar, maka air limpasan tersebut akan menimbulkan masalah seperti kondisi tempat penggalian yang tergenang, jalan tambang yang becek dan licin, efisiensi kerja menurun dan terancamnya keselamatan para pekerja tambang.

Penting dalam perencanaan sistem drainase, karena besar kecilnya curah hujan pada suatu daerah tambang akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus ditanggulangi. Angka-angka curah hujan yang diperoleh merupakan data yang tidak dapat digunakan secara langsung untuk perancangan saluran terbuka, tetapi terlebih dahulu harus diolah untuk mendapatkan nilai curah hujan yang lebih akurat dan dapat dipakai untuk menganalisis. Curah hujan merupakan data utama dalam perencanaan kegiatan penyaliran tambang terbuka (Suwandi, 2014). Hujan maksimum yang diharapkan terjadi pada setiap n tahun disebut periode ulang hujan. Perhitungan periode ulang dapat dilakukan dengan beberapa metode, tetapi metode yang paling banyak dipakai di Indonesia adalah Metode Gumbell (Soewarno, 1995).

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan sebuah sistem penyaliran tambang yang baik dengan tujuan untuk mengontrol air limpasan yang ada dalam area penambangan terutama pada saat musim hujan agar kondisi tempat kerja selalu kering.

Permasalahan yang ditemukan pada saat melakukan penelitian adalah kondisi saluran terbuka berupa paritan yang kurang optimal pada lokasi penelitian. Paritan yang sering dilalui air untuk waktu yang lama akan membuat dinding paritan tersebut mengalami erosi. Jika tidak ada perawatan yang baik, tanah dari hasil erosi dinding paritan akan mengendap pada dasar paritan sehingga membuat paritan tersebut menjadi dangkal. Pendangkalan paritan ini mengubah dimensi paritan menjadi lebih kecil dari ukuran yang seharusnya sehingga pada saat terjadi hujan paritan tidak mampu menampung dan mengalirkan air limpasan dengan baik. hal ini mengakibatkan meluapnya air limpasan dan menggenangi area kerja dan jalan tambang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mencari berbagai referensi terkait judul penelitian, lalu dilanjutkan dengan observasi lapangan guna mendapatkan data primer, kemudian mengambil data sekunder dari perusahaan untuk dilakukan analisis dan pengolahan dari data yang sudah ada. Data yang telah terkumpul diolah dan dianalisis secara sistematis, lalu akan didapat korelasi antara hasil pengolahan data dengan latar belakang permasalahan yang diteliti.

1. Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya metode *Gumbell* dan metode Normal. Analisis ini dilakukan untuk menentukan curah hujan rencana berdasarkan data curah hujan yang tersedia. Jika waktu pengukuran data curah hujan yang dimiliki banyak, maka hasil analisis semakin baik.

a. Distribusi *Gumbell*

Distribusi *Gumbell* adalah suatu metode yang didasarkan atas distribus normal (distribusi harga ekstrim). *Gumbell* beranggapan bahwa distribusi variabel-variabel hidrologis tidak terbatas, sehingga harus digunakan distribusi dari harga-harga yang terbesar (harga maksimal). Distribusi *Gumbell* dianggap paling tepat karena dilengkapi dengan curah hujan maksimum setiap hari untuk berbagai periode dan periode hujan yang berulang. Perhitungan distribusi *Gumbell* menggunakan pers (1) (2) dan (3).

$$X_{TR} = \bar{X} + \left(\frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}\right) S_x \cdot 1 \tag{1}$$

$$Y_{TR} = -\ln(-\ln\left(\frac{TR-1}{TR}\right)) \tag{2}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{3}$$

Keterangan:

- X_{TR} = Curah Hujan dengan periode ulang TR (mm)
- \bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)
- TR = Periode Ulang Hujan
- Y_n dan S_n = Konstanta berdasarkan jumlah data yang digunakan
- S_x = Standar deviasi dari data curah hujan yang digunakan

b. Metode Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, persamaan yang digunakan adalah pers (4).(5) dan (6).

$$X_{TR} = \bar{x} + (K_{TR} \cdot S_x) \tag{4}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \tag{5}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{6}$$

Keterangan:

- X_{TR} = Curah hujan dengan periode ulang TR (mm)
- \bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)
- TR = Periode Ulang Hujan
- K_{TR} = Faktor frekuensi berdasarkan periode ulang TR (tabel Variabel Reduksi Gauss)
- n = Jumlah data
- S_x = Standar deviasi dari data curah hujan yang digunakan

2. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah besaran curah hujan dalam satuan waktu dan perhitungan intensitas curah hujan menggunakan persamaan (7).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot t^{2/3} \tag{7}$$

Keterangan :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
 - t = Lama waktu hujan (jam)
 - R_{24} = Curah hujan maksimum (mm).
- $$R_{24} = R_x + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \tag{8}$$

Keterangan :

- R_x = Hujan rata-rata maksimum
- S_x = Standar deviasi
- S_n = Standar deviasi reduksi
- Y_n = *Reduced mean*
- Y_t = Nilai reduksi varian

Debit Air Limpasan

Debit air pada daerah penelitian yang akan dihitung adalah debit air limpasan yang didapatkan dari persamaan

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A \tag{9}$$

Keterangan :

- Q = Debit air limpasan maksimum (m³/detik)
- C = Koefisien limpasan
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan(km²)

3. Saluran Terbuka

Saluran terbuka berfungsi sebagai wadah untuk mengalirkan *fluida* atau air limpasan yang jatuh ke permukaan tanah menuju ke suatu tempat tertentu. Berdasarkan pengamatan dilapangan bentuk saluran terbuka tidak beraturan sehingga sulit dalam pengambilan data dilapangan dan otomatis untuk menghitung debit aktualnya sulit dikarenakan geometrinya tidak beraturan. Saluran terbuka menggunakan penampang berbentuk trapesium dengan tipe dinding saluran dari tanah. Penentuan dimensi saluran penyaliran dapat dihitung berdasarkan rumus *manning*, pada pers (10).

$$Q = A \cdot 1/n \cdot S^{1/2} \cdot R^{2/3} \tag{10}$$

Keterangan:

Q= Debit air saluran (m³/detik) n = Koefisien kekasaran *manning*

R= Jari-jari hidrolis (m)

S= Kemiringan memanjang saluran (%)

A = Luas penampang saluran (m²)



Gambar 1. Luaran Pit north

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data Curah Hujan

Pengolahan data curah hujan dilakukan untuk mendapatkan besarnya nilai curah hujan rencana dan intensitas curah hujan yang digunakan untuk mendapatkan debit air limpasan, dari pengolahan data curah hujan yang dimiliki yaitu tahun 2006 hingga 2019 maka dapat ditentukan besaran dari curah hujan rencana dan intensitas curah hujan adalah sebagai berikut:

1. Curah Hujan Maksimum

Data curah hujan maksimum yang digunakan yaitu selama 14 tahun dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Tahun 2006-2019

Thn	Bulan												Maks
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	
2006	68.00	52.7	46.6	63.0	27.8	38.9	8.1	26.0	17.4	1.2	35.8	57.4	68.00
2007	58.7	46.4	55.4	64.2	34.5	99.7	66.0	25.6	23.9	58.8	76.4	42.7	99.7
2008	35.0	53.6	41.5	57.0	49.4	59.9	48.6	71.6	47.9	24.2	49.2	107.9	107.9
2009	37.8	52.7	59.8	63.4	58.6	24.8	41.8	1.6	0.0	42.6	71.9	54.2	71.9
2010	87.2	37.8	45.5	89.7	50.3	29.7	47.3	47.3	60.4	79.1	81.6	43.4	89.70
2011	75.4	59.4	54.8	65.9	77.4	49.6	29.2	9.5	146.9	14.3	57.4	89.0	146.9
2012	81.6	36.4	80.8	127.9	70.2	65.1	52.7	15.2	45.6	23.7	88.4	60.6	127.9
2013	29.5	33.0	30.0	47.0	46.0	48.5	36.5	159.5	39.5	18.5	47.0	52.5	159.5
2014	16.3	45.8	46.4	53.1	67.6	49.7	45.9	87.2	21.6	41.3	62.3	67.1	87.2
2015	50.5	47.0	31.0	65.5	48.0	43.0	26.5	5.0	0.0	3.0	30.5	73.5	73.5
2016	21.5	160.0	45.0	40.0	24.0	67.5	115.5	32.0	155.0	80.0	36.0	50.0	160.0
2017	38.5	60.0	43.0	70.0	67.5	53.5	50.5	150.5	138.5	41.0	45.0	37.0	150.5
2018	43.0	60.0	49.5	78.5	65.0	75.5	45.0	34.5	18.0	39.5	24.5	61.0	78.5
2019	96.0	75.0	46.0	25.0	33.0	40.5	58.5	24.5	60.0	62.0	27.5	50.0	96.0

2. Curah Hujan Rencana

Hasil perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode distribusi *gumbell* dan distribusi normal dapat dilihat pada tabel 2 dan 3 di bawah ini.

Tabel 2. Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Metode *Gumbell*

Analisis Data Curah Hujan					
Periode ulang	5	10	15	20	25
Reduce Variant (Y_{TR})	1.500	2.250	2.674	2.970	3.199
Yn rata-rata	0.510	0.510	0.510	0.510	0.510
Reduce Standar Deviasi(S_n)	1.048	1.048	1.048	1.048	1.048
Reduce Variant Factor (k)	0.945	1.661	2.065	2.348	2.566
Standar Deviasi (S)	34	34	34	34	34
CH Maks rata-rata (\bar{X})	108.37	108.37	108.37	108.37	108.37
CH Rencana (X_{TR})	140.48	164.83	178.56	188.18	195.59

Tabel 3. Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Metode Normal

Analisis Data Curah Hujan					
Periode ulang	2	4	6	8	10
CH Maks rata-rata (\bar{X})	108.37	108.37	108.37	108.37	108.37
Faktor Frekuensi (K_{TR})	-0.84	0.25	0.84	1.64	2.33
Standar Deviasi (S)	33.984	33.984	33.984	33.984	33.984

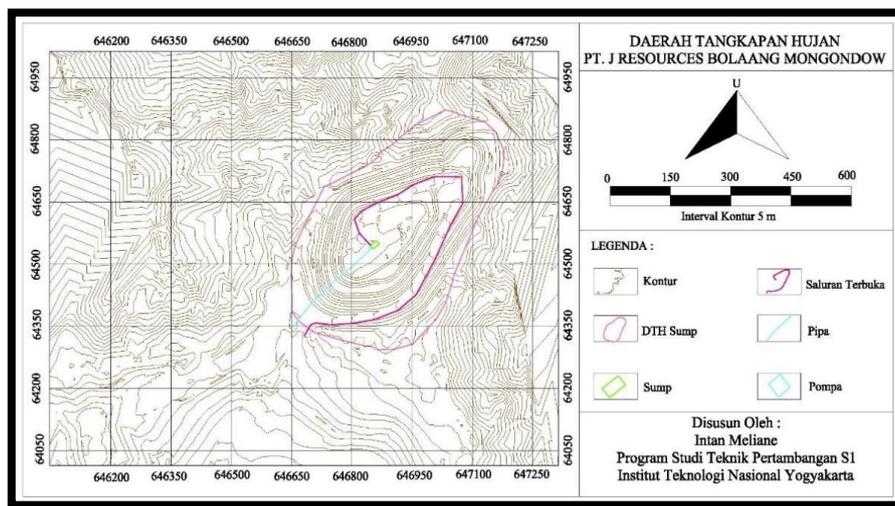
CH Rencana (X_{TR})	79.825	116.867	136.918	164.105	187.554
-------------------------	--------	---------	---------	---------	---------

1) Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan dengan persamaan 7, dari hasil perhitungan didapatkan nilai intensitas curah hujan untuk metode *Gumbell* sebesar 43,19 mm/jam dan untuk metode Normal sebesar 41,41 mm/jam.

2) Daerah Tangkapan Hujan

Penentuan luas daerah tangkapan hujan dilakukan dengan mengamati arah aliran air secara langsung di lapangan dan melihat peta topografi lokasi penelitian. Daerah tangkapan hujan ini dibatasi oleh bukit-bukit dan jenang-jenang yang diperkirakan akan mengumpulkan air hujan. Untuk luasan daerah tangkapan hujan dihitung menggunakan program *software Autocad 2007*. Luas daerah tangkapan hujan di pit *North Osela* adalah sebesar 19,74 Ha.



Gambar 2 Daerah Tangkapan Hujan PT.

3) Debit Air Tambang

Debit air limpasan pada daerah penelitian dengan luas daerah tangkapan hujan 19,74 Ha dan koefisien limpasan 0,9 dikarenakan daerah penelitian merupakan daerah penggalian dan penimbunan tambang dengan kemiringan termasuk dalam keadaan yang curam (>15%) maka debit air limpasan yang didapatkan menggunakan persamaan 9 sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Debit Air Limpasan

Debit Air Limpasan				
Metode	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /detik)
<i>Gumbell</i>	0,9	43,19	0,1974	2,1331
Normal	0,9	41,41	0,1974	2,0452

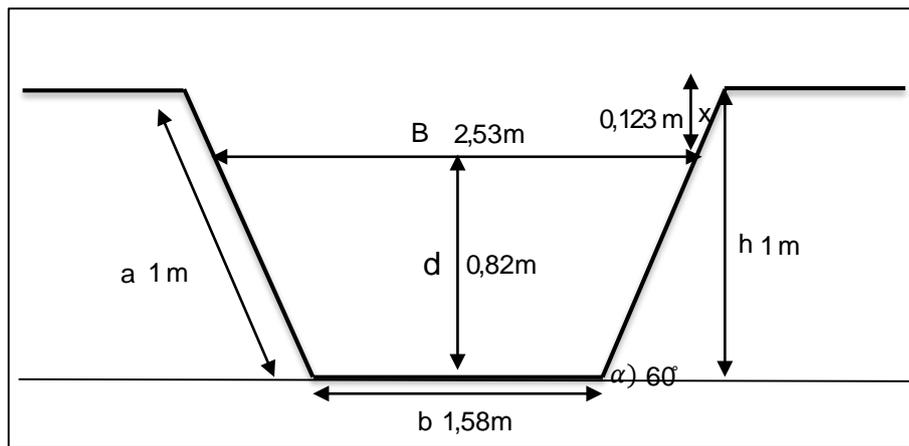
4) Saluran Terbuka

Berdasarkan pengamatan dilapangan bentuk saluran terbuka tidak beraturan sehingga sulit dalam pengambilan data dilapangan dan otomatis untuk menghitung debit aktualnya sulit dikarenakan geometrinya tidak beraturan. Adapun bentuk dan dimensinya dengan kemiringan saluran 60° dan tinggi jagaan 25% dari kedalaman aliran air. Hasil perhitungan dengan menggunakan rumus *manning* persamaan 10 adalah sebagai berikut:

- a. Rancangan Dimensi Saluran Terbuka Metode *Gumbell*

Hasil perhitungan dengan menggunakan rumus *manning* dan dengan debit limpasan sebesar 2,133 m³/detik, dimensi saluran yang dapat menampung air limpasan adalah sebagai berikut:

Kemiringan dinding saluran (α)	= 60 ⁰
Panjang sisi luar saluran (a)	= 1 m
Tinggi jagaan (x)	= 0,123 m
	m
Lebar dasar saluran (b)	= 1,58 m
	m
Lebar permukaan (B)	= 2,53 m
	m
Kedalaman saluran (h)	= 1 m
Kedalaman aliran (d)	= 0,82 m
	m



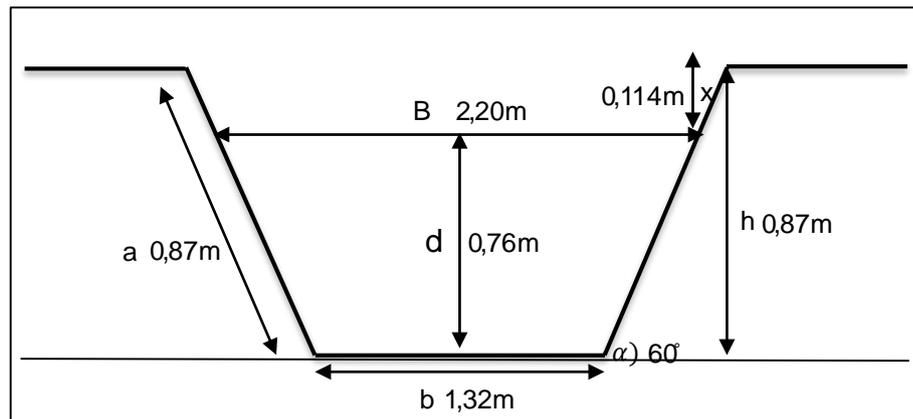
Gambar 3. Dimensi Saluran Terbuka (Metode *Gumbell*)

b. Rancangan Dimensi Saluran Terbuka Metode Normal

Hasil perhitungan dengan menggunakan rumus *manning* dan dengan debit limpasan sebesar 2,045 m³/detik, dimensi saluran yang dapat menampung air limpasan adalah sebagai berikut:

Kemiringan dinding saluran (α)	= 60 ⁰
Panjang sisi luar saluran (a)	= 0,87 m
Tinggi jagaan (x)	= 0,114 m
Lebar dasar saluran (b)	= 1,32 m
Lebar permukaan (B)	= 2,20 m
Kedalaman saluran (h)	= 0,87 m

Kedalaman aliran (d) = 0,76m



Gambar 4. Dimensi Saluran Terbuka Metode Normal

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan untuk kebutuhan sarana penyaliran terbuka pada area penambangan diketahui bahwa dengan priode ulang yang disarankan dalam perencanaan bangunan saluran keliling tambang yakni 25 tahun untuk metode *Gumbell* dan 10 tahun untuk metode Normal. Maka asumsi umur sarana tambang berkisar 5-10 tahun dan resiko hidrologi yang dihadapi pada metode *Gumbell* 18,46 % dan metode Normal 40,59%. Total debit air tambang yang masuk kedalam sumuran (*sump*) menggunakan analisis distribusi *Gumbell* adalah sebesar 2,133 m³/detik (7,679 m³/jam) dan untuk analisis distribusi Normal adalah sebesar 2,045 m³/detik (7,363 m³/jam). Sehingga rancangan dimensi saluran terbuka menggunakan metode *Gumbell* yaitu: a=1 m, x=0,123 m, B=2,53 m, b=1,58 m, h=1 m, d=0,82 m sedangkan dimensi saluran terbuka menggunakan metode Normal yaitu: a=0,87 m, x=0,114 m, B=2,20 m, b=1,32 m, h=0,87 m, d= 0,76 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu dan membimbing baik pembimbing di kampus Institut Teknologi Nasional Yogyakarta maupun segenap pimpinan dan karyawan PT. J Resources Bolaang Mongondow.

DAFTAR PUSTAKA

- Suwandhi, A, (2004). *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung : Universitas Islam Bandung.
 Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid I*. Bandung : Penerbit Nova.