

Kajian Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Granit Pit Barat, PT. XYZ, Kabupaten Karimun, Kepulauan Riau¹

Study of the Drainage System in the Granite Open Mine of PT. XYZ, Karimun Regency, Kepulauan Riau

Fanteri Aji Dharma Suparno ^{a,2}, Zahrah Febianti^b

^aProgram Studi S1 Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

^bFakultas Kedokteran, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

ABSTRAK

Salah satu kegiatan penting yang dilakukan pada usaha pertambangan adalah sistem penyaliran tambang. Tujuan penelitian adalah untuk mengendalikan air limpasan yang masuk ke bukaan tambang agar proses penambangan tidak terganggu. Adapun metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata dan volume air limpasan yang masuk ke sumuran serta luas kolam pengendapan yang dibutuhkan, yaitu dengan menggunakan metode distribusi Gumbel, metode monobe, dan untuk perhitungan debit limpasan menggunakan metode empiris dan rasional. Dari hasil penelitian curah hujan rata-rata maksimum pada lokasi penelitian yaitu 142.27mm, curah hujan rencana diambil periode ulang 15 tahun sebesar 82.94 mm/jam serta debit limpasan maksimum yang masuk diestimasikan sebesar 6.92 m³/s yang akan masuk ke sump. Jumlah pompa yang digunakan dua unit (2) dengan kapasitas 1000 m³/hari. Jadi untuk mengendalikan air limpasan yang masuk ke bukaan tambang dibutuhkan kapasitas kolam sebagai tempat pengendapan sebesar 120.52 m³.

Kata Kunci: curah hujan, *dewatering*, *sump*, pompa, kolam pengendapan

ABSTRACT

One of important activities acted in mining business is a mine trench system. The aim of this research was to control water seepage flowing into the mine pit in order that the mining process is not disruptive. The method used to calculate the average rainfall and the volume of water seepage flowing into pit and settling pond required was the methods of Gumbel distribution, Monobe, and the seepage discharge calculation used the empirical and rational methods. From the research results, the average maximum rainfall at the site was 142.27 mm, the rainfall was planned to take over a fifteen-year period amounted to 82.94 mm/s and the maximum seepage discharge flowing was estimated of 6.92 m³/s which will flow to the sump. Two pumps used with a capacity of 1000 m³/day. Thus, to control the water flowing to the mine pit is required the pond capacity as a sedimentation site of 120.52 m³.

Keywords: Rainfall, Dewatering, sump, pump, settling pond

PENDAHULUAN

Sistem penyaliran tambang adalah suatu upaya yang diterapkan pada kegiatan penambangan untuk mencegah, mengeringkan, atau mengalirkan air yang masuk ke bukaan tambang. Upaya ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan, terutama pada musim hujan. Salah satu sumber air tambang antara lain air hujan, air limpasan, dan air tanah. Sumber air tambang tersebut

¹ Info Artikel: Received: 15 November 2021, Accepted: 19 Desember 2021

² E-mail: fanteri@unej.ac.id

harus diketahui volume per jamnya serta penentuan debit limpasan yang masuk ke area penambangan dalam perdetiknya dan penentuan dimensi luasan sumuran atau Sump serta penentuan kapasitas pompa yang di gunakan agar proses penambangan dapat berjalan dengan baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rata-rata curah hujan maksimum tahun 2008-2018 serta mengetahui volume sumuran dan kolam pengendapan yang ideal, serta waktu pengerukan kolam pengendapan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan observasi lapangan untuk mendapatkan data primer, kemudian dilanjutkan dengan mencari data sekunder dan studi pustaka untuk dilakukan analisis dari data dan teori yang ada. Data yang telah terkumpul diolah dengan cara matematis. Setelah, itu akan didapat korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti.

- a) menghitung curah hujan dengan menggunakan metode Gumbel dengan 30 data curah hujan tertinggi (*partial duration series*);

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

- b) menghitung luas daerah tangkapan hujan dan debit limpasan dengan metode empiris dan rasional;

$$Q = 0,278. C. I. A$$

- c) menghitung sistem pemompaan dan dimensi sump; dan
d) menghitung kolam pengendapan.

Data yang didapatkan dari hasil pengolahan berupa curah hujan rata-rata dan mengetahui volume air limpasan yang masuk ke sumuran yang dibutuhkan, dari hasil metode yang digunakan yaitu metode distribusi Gumbel, metode Monobe, dan untuk perhitungan debit limpasan menggunakan metode empiris dan rasional kemudian dilakukan perhitungan data dalam bentuk table dan grafik sehingga dapat diketahui nilai rata-rata curah hujan maksimum Tahun 2008-2018 serta debit limpasan yang masuk ke area penambangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan

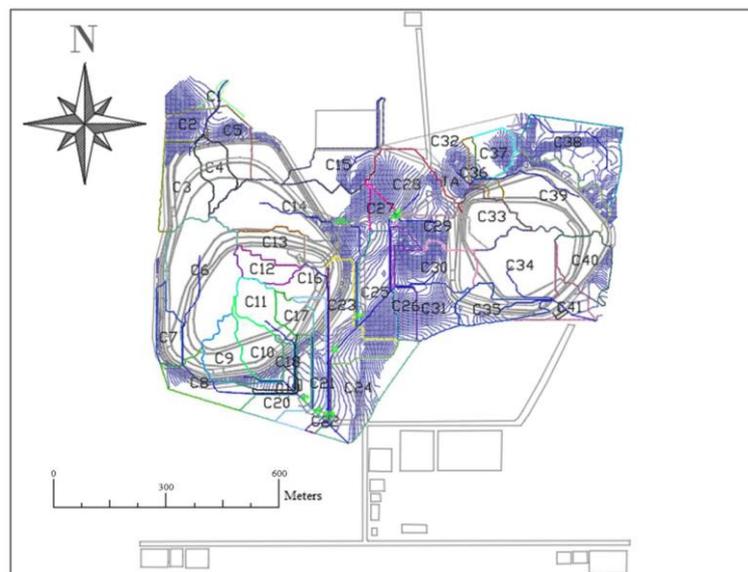
Sumber utama air yang masuk ke lokasi penambangan adalah air hujan, sehingga besar kecilnya curah hujan yang terjadi di sekitar lokasi penambangan akan mempengaruhi banyak sedikitnya air tambang yang harus dikendalikan. Sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha yang diterapkan pada daerah penambangan untuk mencegah, mengeringkan, atau mengeluarkan air yang masuk ke daerah penambangan. Data hujan diperoleh dari alat pengukur hujan yang dipasang di sekitar pit. Dalam penelitian ini pengolahan data curah hujan dilakukan untuk mendapatkan besarnya nilai curah hujan dan intensitas curah hujan. Hujan rencana ini ditentukan dari 30 data curah hujan tertinggi dalam periode 2008-2018 (*partial duration series*). Berdasarkan data curah hujan, diperoleh data curah hujan 142.27 mm/tahun dengan menggunakan metode distribusi Gumbel, sehingga didapatkan curah hujan maksimum tahunan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Partial Duration Series (mm)

Rank	Curah Hujan	Rank	Curah Hujan
1	235.00	16	138.00
2	207.00	17	132.00
3	184.00	18	119.00
4	183.00	19	118.00
5	182.00	20	117.00
6	177.00	21	116.30
7	176.40	22	114.50
8	156.00	23	114.00
9	155.00	24	113.20
10	150.00	25	112.20
11	149.00	26	112.00
12	148.20	27	111.00
13	141.00	28	110.20
14	140.00	29	110.00
15	139.00	30	108.10

Daerah Tangkapan Hujan dan Debit Limpasan

Catchment area topografi dibuat dengan menggunakan aplikasi *Global Mapper*, dan dilakukan *trace* pada catchment yang tidak memiliki aliran air, sehingga setiap catchment memiliki aliran air, hal ini dilakukan dalam rangka menutupi kekurangan aplikasi tersebut, sehingga didapatkan data aliran air pada tiap catchmentnya, sehingga didapatkan catchment area dan aliran air pada tiap catchmentnya pada Gambar 1.

**Gambar 1.** Keseluruhan Catchment Area pada Topografi

Catchment area yang mempengaruhi pit merupakan catchment yang memiliki arah aliran masuk ke dalam pit, karena elevasi pit lebih rendah daripada elevasi topografi yang berada dalam catchment tersebut, sehingga air akan mengalir ke dalam pit. Pada penelitian ini akan

berfokus pada Pit Barat. Berdasarkan arah aliran, catchment area Pit Barat dipengaruhi oleh 3 catchment, yaitu catchment 2, catchment 3, dan catchment 7 (C2, C3, dan C7). Dapat dilihat catchment area, aliran air, dan pit yang akan dibentuk seperti pada Tabel 2. Karakteristik catchment area dan debit limpasan dihitung pada setiap catchment area, terdiri dari panjang lintasan dari titik tertinggi ke terendah (L), luas catchment, slope, waktu konsentrasi (Tc), dan debit limpasan (Q).

$$\text{Slope (S)} = \frac{t_{max} - t_{min}}{\text{jarak antar } t_{max} - t_{min}} \left(\frac{m}{m}\right)$$

Tc dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Kirpich.

$$Tc = \frac{0.06628L^{0.77}}{S^{0.385}} \text{ (jam)}$$

Dengan asumsi nilai C=0.9 untuk mengantisipasi kemungkinan debit limpasan pada area tambang yang tidak memiliki vegetasi di atasnya dan intensitas hujan yang digunakan adalah *partial duration series* dengan periode ulang 30 tahun (usia tambang = 15 tahun) adalah 82.94 mm/jam sehingga didapatkan data pada Tabel 2.

Tabel 2. Cathment Area, Slope, dan Debit Limpasan

Catchment	Luas Area (m ²)	Slope (m/m)	Tc (jam)	Q limpasan
C2	10779.68	0.29	0.38	0.22
C3	30538.94	0.35	0.35	0.63
C7	13194.75	0.21	0.93	0.27

Sistem Pemompaan dan Dimensi Sumuran (*Sump*)

Pada sistem pemompaan di Pit Barat digunakan asumsi head total awal adalah 1.5x head statik, dengan h_s adalah $Z_{outlet} - Z_{inlet}$, dan Z_{outlet} adalah ketinggian dimana kolam pengendapan (*sediment pond*) nantinya berada, dan Z_{inlet} adalah ketinggian floor dikurangi dengan 2 m (karena pompa akan dipasang 2 m dibawah floor). Julang yang akan dihitung dalam penelitian ini adalah julang akibat gesekan (H_f), belokan (H_s), dan akibat katup isap (H_{suct}). Total julang (H_{total}) = 94.19 + 1.7 + 0.21 = 96.09 m.

$$H_{total} = h_f + h_s + h_{suct}$$

$$h_f = \frac{f \cdot L}{D} \cdot x \cdot \frac{v^2}{2}$$

$$h_s = n f 2x \frac{v^2}{2g}, \text{ dengan } f 2 = 0.946 \sin^2 \left(\frac{\theta}{2}\right) + 2.047 \sin^4 \left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$h_{suct} = f 3x \frac{v^2}{2g}$$

Tabel 3. Perhitungan Head Static dan Spesifikasi Pompa di Pit Barat

Pumping System Pit Barat	
Z Outlet	4 m
Z Inlet	-58 m
Static Head	62 m
1.5 Static Head	93 m
Jenis Pompa	Shijiahuang Shiyi Pump 250ZJ
Diameter Pompa	0.2 m
v	1.5 m/s

Tabel 4. Julang Gesekan (Hf) di Pit Barat

L	261.72 m
f	0.07
v	1.5 m/s
hf	94.19 m

Tabel 5. Julang Akibat Belokan

nf2	14.81
g	9.81 m/s ²
v	1.5 m/s
hs	1.7 m

Julang Akibat Katup Isap

f3	1.84
g	9.81 m/s ²
v	1.5 m/s
hsuct	0.21 m

Pada sump Q yang masuk meliputi Q limpasan, Q air hujan, dan Q air tanah (dianggap kecil sehingga bisa ditiadakan), sehingga didapat nilai Q pada setiap catchment seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Q In di Setiap Catchment Area

Catchment	C	Intensitas (mm/jam)	Slope (m/m)	Q (m ³ /s)
C2	0.9	82.94	0.29	0.22
C3	0.9	82.94	0.35	0.63
C7	0.9	82.94	0.21	0.27
Rainfall	0.9	82.94	-	6.56
			0.28	6.92

Kebutuhan pompa dapat dihitung dengan bantuan grafik unjuk kerja pompa yang dipilih dengan memperhatikan total julang yang sudah dihitung. Didapatkan nilai Q adalah 1000 m³/jam. Total kebutuhan pompa dapat dilihat di Tabel 7.

Tabel 7. Kebutuhan Pompa di Pit Barat

Head Total	96.09	m
Q	1000	m ³ /s
Waktu Pompa	16	jam
Volume Out	16000	m ³ /hari
Jumlah Pompa	2	buah

Pada sump, dilakukan perhitungan mengenai Q In untuk debit masuk dan Q Out untuk debit keluar dari pompa 1 hingga 24 jam dengan Q In yang terdiri dari Q limpasan dan Q rainfall (berubah bergantung pada intensitas hujan). V In adalah Q total dikali dengan t (durasi hujan), sedangkan V Out adalah Q pompa dikali dengan jumlah pompa dikali dengan durasi hujan (t), sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 8-10.

Tabel 8. Perhitungan Q In di Pit Barat

Q In	6.92	m ³ /s
Durasi Hujan	1	jam/hari
Volume In	24.918,74	m ³ /hari

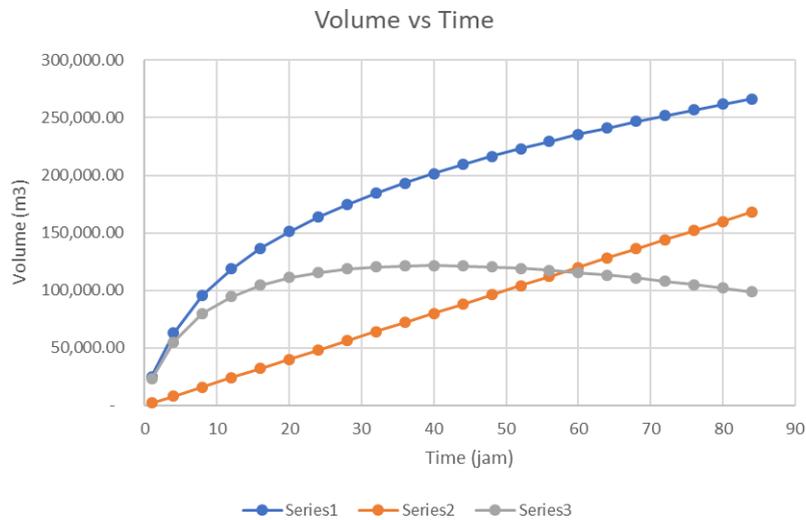
Tabel 9. Perhitungan Q Out dan Jumlah Pompa Pit Barat

Head Total	96.09	m
Q	1000	m ³ /s
Waktu Pompa	16	jam
Volume Out	16000	m ³ /hari
Jumlah Pompa	2	buah
Q Out	2000	m ³ /s

Merujuk Kepmen 1827 tahun 2018, perbandingan antara fasilitas penampungan air tambang mineral dan batubara adalah 1.25x volume air tambang dengan curah hujan tertinggi selama 84 jam, sehingga t dibuat sampai 84 jam. Perhitungan volume dan durasi yang optimal menghasilkan volume sump yang aman untuk kegiatan operasional pertambangan. Hasil perhitungan ini dapat dilihat di Gambar 2. Didapatkan nilai S (*storage*) = 121,522.85 m³. Merujuk pada peraturan Kepmen 1827 tahun 2018, maka didapatkan dimensi sump seperti pada Tabel 11. Perbandingan volume sump dengan S adalah 1.321.

Tabel 10. Perhitungan Intensitas Hujan per Jam di Pit Barat

t (jam)	Intensitas (mm/jam)	Q In (m ³ /s)	V In (m ³ /hari)	V Out (m ³ /hari)	Storage (m ³)
1	82.94	6.92	24,918.74	2000	22,918.74
4	52.25	4.36	62,791.29	8000	54,791.29
8	39.87	3.33	95,837.45	16000	79,837.45
12	32.91	2.75	118,668.11	24000	94,668.11
16	28.36	2.37	136,353.43	32000	104,353.43
20	25.12	2.1	150,934.52	40000	110,934.52
24	22.66	1.89	163,432.58	48000	115,432.58
28	20.73	1.73	174,431.18	56000	118,431.18
32	19.17	1.6	184,295.36	64000	120,295.36
36	17.87	1.49	193,268.88	72000	121,268.88
40	16.77	1.4	201,522.85	80000	121,522.85
44	15.82	1.32	209,182.14	88000	121,182.14
48	15	1.25	216,340.80	96000	120,340.80
52	14.28	1.19	223,071.49	104000	119,071.49
56	13.64	1.14	229,431.62	112000	117,431.62
60	13.06	1.09	235,467.34	120000	115,467.34
64	12.54	1.05	241,216.37	128000	113,216.37
68	12.08	1.01	246,709.95	136000	110,709.95
72	11.65	0.97	251,974.26	144000	107,974.26
76	11.26	0.94	257,031.50	152000	105,031.50
80	10.9	0.91	261,900.63	160000	101,900.63
84	10.56	0.88	266,598.02	168000	98,598.02



Gambar 2. Grafik Perhitungan Volume Optimum Sump berbanding Waktu di Pit Barat

Tabel 11. Dimesi Sump Optimum

A floor	75231.37	m ²
A sump	25077.12	m ²
Panjang	274.28	m
Lebar	91.43	m
Sudut kemiringan	45	degree
Kedalaman Sump	3	m
A1 (besar)	135175.1	m ²
Diagonal	3	m
Panjang	278.53	m
Lebar	485.32	m
A2 (kecil)	25077.12	m ²
Volume Sump	160652.54	m ³

Kolam Pengendapan

Pemilihan lokasi detention pond dan sedimentation pond didasarkan pada ketentuan sebagai berikut; dekat dengan sungai dan merupakan tempat yang rata (tidak berada di lereng). Kolam pengendapan dibuat untuk penampungan air sehingga air di dalam pit (setelah dipompa) dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada daerah pertambangan. Q yang masuk ke Pond merupakan Q dari aliran yang masuk ke dalam pond yang akan dibuat (sesuai luas catchment area yang mempengaruhinya), dan Q pump yang berasal dari pompa. Perhitungan nilai Q In, dimensi gorong-gorong, dan volume kolam pengendapan dapat dilihat di Tabel 12-14.

Gorong-gorong dipakai untuk menghubungkan kolam pengendapan dengan sungai terdekat dengan melihat peta topografi. Perhitungan gorong-gorong mengikuti rumus berikut:

$$Q = A \cdot \sqrt{\frac{2g(Hw - Tw + So \cdot L)}{1 + Ke + f \frac{L}{4R}}}$$

Dimana:

- Hw-Tw-SoL = Julang Efektif
- Q = Debit maksimum gorong-gorong
- Hw = Julang air masuk
- Tw = Tulang tailwater
- So = Kemiringan gorong-gorong
- L = Panjang gorong-gorong
- Ke = Koefisien kehilangan julang
- R = Diameter gorong-gorong
- f = Faktor gesekan

Tabel 12. Perhitungan Q In

Q Pump	0.56	m ³ /s
Catchment Area	17656.75	m ²
Intensitas Hujan	82.94	mm/jam
Q Limpasan	0.37	m ³ /s
Q In	0.92	m ³ /s

Tabel 13. Perhitungan Dimensi Gorong-gorong

g	9.81	m ² /s
Hw	0.5	m
Tw	0.01	m
So	0.03	%
L	13.2	m
Ke	0.9	
R	0.5	m
f	0.09	
Qout	0.89	m ³ /s

Tabel 14. Volume dan Dimensi Kolam Pengendapan

t	3600	s/day
V In	3317.97	m ³ /day
V Out	3221.55	m ³ /day
Storage	98.41	m ³
Volume Kolam	120.52	m ³
Kedalaman Kolam	2	m
Panjang Kolam	4	m
Lebar Kolam	13	m

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan analisis curah hujan 2008-2018 didapatkan curah hujan rencana 142.97 mm/hari dengan intensitas curah hujan 82,94 mm/jam dengan luas daerah tangkapan hujan sebesar 54,533.37 m² maka didapat volume debit limpasan yang masuk kesumuran sebesar 6.92 m³/s dan waktu konsentrasi 0.93 jam sehingga dapat dirancang sumuran yang dapat menampung air limpasan yang memiliki volume maksimal penampungan 160,652,54 m³ yang bertujuan agar tidak meluap. dan hasil perhitungan debit limpasan yang masuk ke kolam pengendapan (*settling pond*) adalah 6.92 m³/s maka dirancang kolam pengendapan dengan kapasitas maksimal 120.52 m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Basri, 2009. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Batubara. Makassar. Universitas Hasanuddin,
- Endriantho, M. 2013. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara, Geosains. Makassar. Universitas Hasanuddin.
- Gautama, R, S. 1999. Sistem Penyaliran Tambang. Bandung. ITB.
- Hartono, 2008. Buku Panduan Praktek Tambang Terbuka, Kapuks Production. Yogyakarta. UPN.
- Hendro, W. 2008. Estimasi Nilai Koefisien Aliran Das Citarum Hulu Menggunakan Tranformasi NDVI Citra Lansat. Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV 2008.
- Homer, R. 1994. Fundamental of Urban Run Off Managemen, Technical and Instutional Issues. Institute, Washington, DC, in cooperation with the U.S. Environmental Protection Agency.

- Kartosudjono, W. 1994. Lingkungan pertambangan dan reklamasi, Direktorat Pertambangan Umum. Jakarta, Departemen Pertambangan dan Energi Republik Indonesia.
- Prodjosumatro, P. 1989. Tambang Terbuka, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral. Bandung. ITB.
- Rusli. 2008. Desain Sumur Resapan. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Suwandhi, A. 2004. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang. Bandung. ITB.
- Suyono, S. 1993. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta. Pradnya Paramita.
- Varshney. Engineering Hydrology, Nem Chand & Bros Roorkee 1977 hal 493.
- Winardjo, K, S. 1994. Penirisan Tambang, Kursus Perencanaan Tambang, Dirjen Pertambangan Umum. Bandung. Pusat Pengembangan Usaha Pertambangan.