

Pengaruh DBR (Debit Banjir Rencana) Terhadap Perancangan Model Saluran untuk Kebutuhan Sistem Penyaliran Tambang PT. Smart Rizqullah Berkah

Muhamad Karnoha Amir^{1}, La Ode Dzakir², Hariono³, Aqsal Ramadhan Shaddad⁴*

1. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

2. Program Teknik Studi Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Sembilanbelas November Kolaka

3. Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik,
Universitas Sembilanbelas November Kolaka

4. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Kendari

*Email:karnohaamir020594@gmail.com

SARI

Drainase merupakan saluran penyaliran tambang yang wajib dilakukan untuk setiap perusahaan tambang dalam memenuhi pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik. Dalam memastikan perancangan saluran sesuai dengan kebutuhan penyaliran tambang maka perlu mempertimbangkan beberapa hal salah satunya adalah debit banjir rencana. Penelitian ini berfokus untuk melihat pengaruh debit banjir rencana terhadap rancangan saluran penyaliran. Metodologi yang digunakan yaitu metode deskriptif merupakan pengumpulan data berdasarkan kondisi karakteristik daerah. Hasil penelitian diperoleh berdasarkan beberapa analisis data yaitu resiko hidrologi, curah hujan rencana, *catchment area*, debit limpasan dan debit banjir rencana. Berdasarkan hasil analisis diperoleh dimensi saluran berdasarkan debit limpasan yaitu kedalaman saluran 2,73 meter, lebar permukaan 6,24 meter, lebar dasar 3,02 meter, lebar penampang sisi saluran 3,23 meter dan tinggi muka air 2,63 meter. Setelah dikorelasikan dengan debit banjir rencana maka terjadi peningkatan dimensi rata-rata 6,4 % menjadi kedalaman saluran 2,95 meter, lebar permukaan 6,64 meter, lebar dasar 3,22 meter, lebar penampang sisi saluran 3,43 meter dan tinggi muka air 2,80 meter. Sehingga, dalam pemilihan dimensi saluran disarankan menggunakan dimensi saluran yang telah dikorelasikan dengan debit banjir rencana terhadap debit limpasan.

Kata Kunci: Saluran; curah hujan; *catchment area*; resiko hidrologi; debit

How to Cite: Amir, M.K., Dzakir, L.O., Hariono, H., Shaddad, A.R., 2023. Pengaruh DBR (Debit Banjir Rencana) Terhadap Perancangan Model Saluran untuk Kebutuhan Sistem Penyaliran Tambang PT. Smart Rizqullah Berkah. Jurnal Geomine, 11 (1): 54-63.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

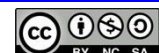
Submited 9 Juli 2022

Received in from 15 Juli 2022

Accepted 5 April 2023

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



ABSTRACT

Drainage is a mine drainage channel that every mining company must carry out in fulfilling the implementation of good mining engineering principles. In ensuring that the channel design is following the mine drainage needs, it is necessary to consider several things, one of which is the planned flood discharge. This study focuses on looking at the effect of the planned flood discharge on the design of the drainage channel. The methodology used is the descriptive method, which is data collection based on regional characteristics. The study results were obtained based on several data analyses, namely hydrological risk, planned rainfall, catchment area, runoff discharge, and planned flood discharge. Based on the results of the analysis, the dimensions of the channel based on the runoff are obtained, namely, the depth of the channel is 2.73 meters, the surface width is 6.24 meters, the bottom width is 3.02 meters, the side cross-section width of the channel is 3.23 meters and the water level is 2.63 meters. After being correlated with the planned flood discharge, there is an increase in the average dimensions of 6.4% to a channel depth of 2.95 meters, a surface width of 6.64 meters, a base width of 3.22 meters, and a channel cross-sectional width of 3.43 meters and a face height. water 2.80 meters. Thus, in selecting the channel dimensions, it is recommended to use the channel dimensions correlated with the planned flood discharge to the runoff discharge.

Keywords: Channel; rainfall; catchment area; hydrological risk; discharge

PENDAHULUAN

Keberadaan air perlu diperhatikan khususnya area kegiatan pertambangan karena berpotensi memberikan dampak pada lingkungan (Amir dkk, 2021). Dampak lingkungan pertambangan tentu dipengaruhi oleh kondisi kandungan unsur dalam endapan salah satunya seperti MgO dan SiO₂ (Dzakir dkk, 2022). Air permukaan dapat berasal dari sungai, hujan, danau, laut dan lain-lain yang meresap menjadi air tanah (Saptadji dalam Umar dkk 2022). Sumber Air tambang terbuka adalah air limpasan hujan yang jatuh langsung ke *front* penambangan dan berpengaruh pada aktifitas pertambangan (Gautama, 2014). 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 (Syarifuddin dkk, 2017). Sumber utama air yang memasuki wilayah pertambangan adalah Air permukaan dan air tanah (Sahoo dkk, 2014). Hujan yang akan masuk ke area penambangan akan berpengaruh terhadap kegiatan penambangan khususnya di *front* penambangan (Yusran dkk, 2015). Hal terbaik yang dilakukan dalam menanggulangi hal tersebut adalah mengeluarkan air yang masuk kedalam penambangan menggunakan mekanisme sistem penyaliran tambang (Cahyadi dkk 2020; Romero dkk, 2015). Saluran terbuka adalah sarana dasar dalam menampung air limpasan permukaan sebagai upaya pengendalian kualitas air di *front* penambangan (Gautama, 2019). Masalah yang terjadi pada daerah penambangan dengan sistem penambangan terbuka adalahnya kompleksnya curah hujan yang terjadi (K.M. Rafif dkk, 2021). Salah satu hal yang

diperhitungkan dalam sistem penyaliran adalah memperkiraan besarnya debit banjir yang kemungkinan terjadi pada area penambangan (fitriansyah, 2015). Dalam melihat potensi DBR (debit banjir rencana) terdapat sistem penyaliran, maka penelitian ini fokus pada pengaruh debit banjir rencana terdapat rancangan saluran penyaliran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada kawasan penambangan nikel PT. Smart Risqullah Berkah yang terletak Kecamatan Lembo, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Analisis yang dilakuan berupa luas *catchment area* dan data curah hujan untuk melihat debit air limpasan yang masuk di daerah penambangan. Selanjutnya dilakukan pengambilan data penentuan analsis DBR yaitu panjang sungai terdekat, nilai elevasi tertinggi dan terendah serta jarak antara hulu dan hilir area limpasan alami mengetahui kondisi *eksisting* yang terdapat disekitar lokasi penambangan.

Untuk menyelesaikan permasalahan penelitian, dalam pelaksanaan analisis dilakukan beberapa tahap yaitu:

- Analisis dilakukan untuk memperoleh curah hujan rata-rata dan mengetahui volume air limpasan yang masuk kedalam pit penambangan. Metode yang digunakan yaitu metode distribusi Gumbel, metode monobe (Jarwindah, 2021).

Tabel 1. Tahapan Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel.

No	Tahapan	Formula
1	Rata-rata	-
2	Standar Deviasi	$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$
3	perhitungan reduce mean (Ym)	$y_m = -\ln\left(-\ln\left(\frac{n+1-m}{n+1}\right)\right)$
4	Perhitungan Reduced Variate (Yt)	$Y_t = -\ln\left(-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right)$
5	Perhitungan Curah Hujan dengan periode ulang (T)	$x_T = \bar{x} + \left(\frac{Y_T - Y_M}{S_m}\right)S$

- Analisis Resiko hidrologi dilakukan sebagai nilai risiko dalam persen dimana infrastruktur penyaliran yang dibuat dengan umur T_r tidak dapat berfungsi normal (meluap) pada suatu hujan dengan periode ulang melebihi periode ulang rencana T_r (Todd & David, 2005).

Tabel 2. Analisis Resiko Hidrologi

No	Keterangan	Formula
1	R = Risiko Hidrologi (%)	$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{T_l}$
2	T_r = Periode Ulang Hujan Rencana (tahun)	
3	T_l = Umur Tambang/Infrastruktur penyaliran (tahun)	

- Analisis debit limpasan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode yang paling lama dipakai dan hanya untuk memperkirakan aliran permukaan (Wiley & Sons, 1990).

Tabel 3. Analisis Debit Limpasan

No	Keterangan	Formula
1	Q_p = Debit Limpasan (meter kubik per detik)	$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$
2	C = Koefisien Limpasan Air Permukaan	
3	I = Intensitas Hujan (mili meter per jam)	
4	A = Luas DAS (Kilometer persegi)	

- d. Analisis debit banjir rencana menggunakan metode empiris dan rasional kemudian dilakukan perhitungan data dalam bentuk tabel dan grafik sehingga dapat diketahui nilai rata-rata curah hujan maksimum (Utami, 2016).

Tabel 4. Analisis Debit Banjir Rencana Metode Rasional

No	Keterangan	Formula
1	Q_p = Debit Puncak (meter kubik per detik)	$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot T_c \cdot A$
2	C = Koefisien Limpasan	
3	T_c = Intensitas Hujan dengan durasi hujan terhadap waktu konsentrasi banjir	
4	A = Luas Daerah Aliran Sungai (Kilometer persegi)	

- e. Metode perhitungan saluran penyaliran dilakukan dengan pendekatan rumus *manning* yang kemudian diturunkan formulanya berdasarkan kondisi dan kebutuhan dilapangan. Dalam penelitian ini menggunakan saluran penampang model trapesiun.

Tabel 5. Analisis Debit Banjir Rencana Metode Rasional

No	Keterangan	Formula
1	Q = debit yang akan dialirkan/ rencana (meter kubik per detik)	$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot A'$
2	R = Jari-jari hidrolik = area/perimeter (meter)	
3	n = Angka Kekasaran <i>minning</i>	
4	A' = Luas Area basah (meter persegi)	

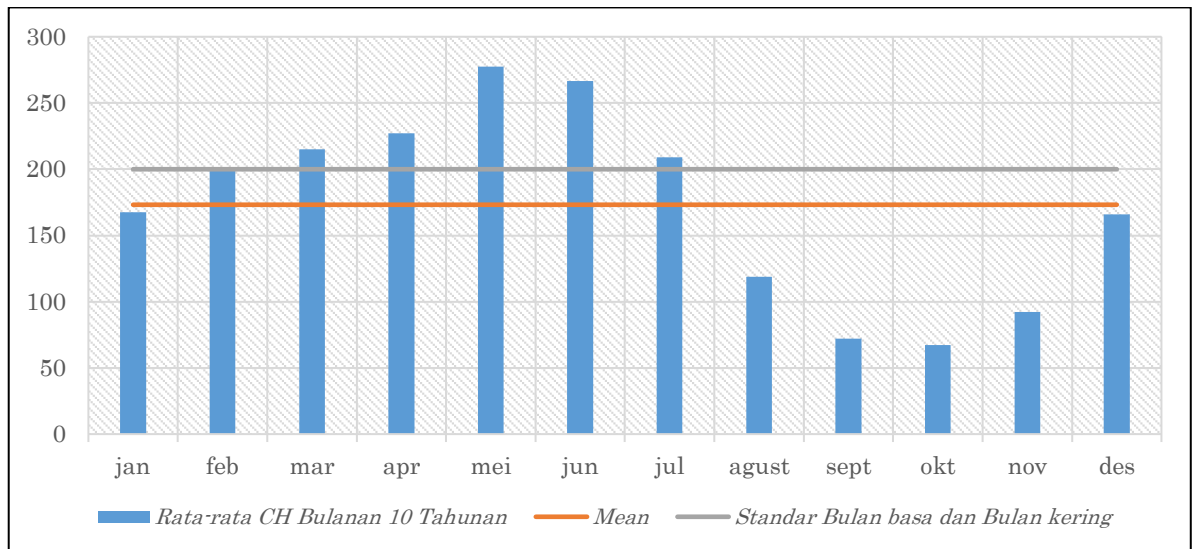
HASIL PENELITIAN

Hasil

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengambilan data yang dilakukan pada Wilayah Izin Usaha Pertambangan PT. Smart Rezquillah Berkah Kecamatan Lembo Kabupaten Konawe Utara maka diperoleh Hasil sebagai berikut:

a. Analisis Data Curah Hujan

Parameter terpenting dalam perancangan sistem penyaliran tambang adalah besarnya hujan, sehingga diharapkan rancangan yang dibuat dapat beroperasi dengan baik pada kondisi hujan yang direncanakan. Data curah hujan diperoleh dari stasiun penakaran hujan pada Daerah Kecamatan Lembo Kabupaten Konawe Utara. Data hujan berupa curah hujan harian dan durasi hujan 10 tahun terakhir (Gambar 1). Dari data tersebut, diambil data maksimum untuk dianalisis.



Gambar 1. Rata-rata CH Bulanan (2010 – 2019) PT. SRB

Selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan rencana untuk mendapatkan intensitas hujan berdasarkan periode ulang tertentu. Berdasarkan perhitungan maka diperoleh intensitas curah hujan (I) pada periode tertentu di tunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Data Curah Hujan Rencana Berdasarkan Periode Ulang (I)

Periode Ulang	I (mili meter)
2	134,32
5	168,96
10	191,88
25	220,86
50	242,35
100	263,68

b. Hasil Analisis Resiko Hidrologi

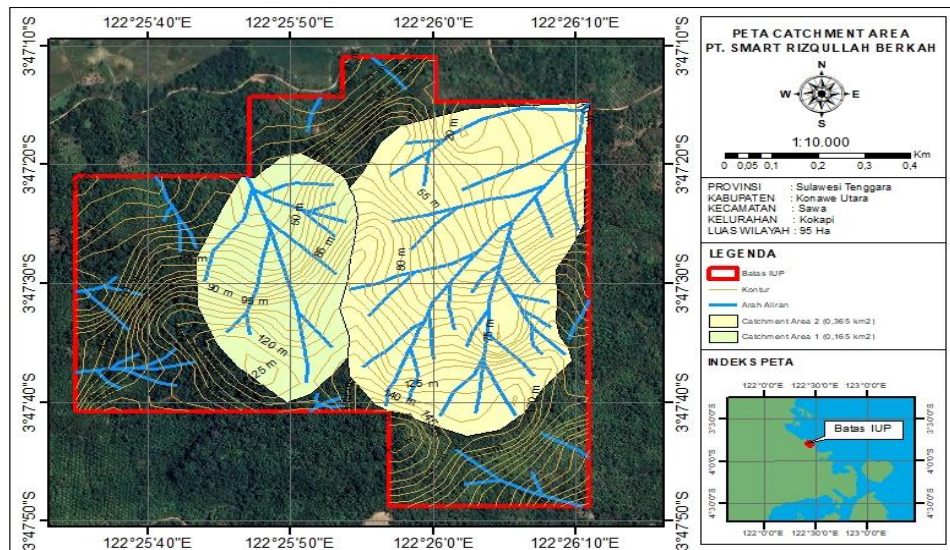
Dilihat dari hasil perhitungan resiko hidrologi maka curah hujan yang digunakan sebagai acuan perhitungan debit limpasan dan debit banjir adalah curah hujan dengan periode ulang 10 tahun terakhir pada umur tambang 5 tahun.

Tabel 7. Hasil Analisis Resiko Hidrologi Berdasarkan Periode Ulang (I)

Periode Ulang rencana, T_r (tahun)	Umur Tambang/Infrastruktur Penyaliran, T_1 (tahun)			
	1,01	2	5	10
2	50,35%	75,00%	96,88%	99,90%
5	20,18%	36,00%	67,23%	89,26%
10	10,09%	19,00%	40,95%	65,13%
25	4,04%	7,84%	18,46%	33,52%
50	2,02%	3,96%	9,61%	18,29%
100	1,01%	1,99%	4,90%	9,56%

c. Hasil Analisis Debit Limpasan

Analisis limpasan dilakukan berdasarkan kondisi luasan *catchment area* (Gambar 2) yang kemudian di sesuaikan dengan intensitas hujan untuk periode ulang 10 tahun. Dari hasil analisis sesuai dengan Tabel 3 maka diperoleh debit limpasan terukur adalah 25,02 m³/s.



Gambar 2. kondisi *Catchment area* PT. SRB

d. Hasil Analisis DBR (Debit Bajar Rencana)

Perkiraan besarnya debit banjir disebut dengan banjir rancangan. Pemilihan banjir rancangan untuk suatu bangunan air, khususnya dalam pengendalian banjir pada suatu daerah aliran sungai (Fitriansyah,2015). Tabel 8 memperlihatkan variabel imput dalam perhitungan DBR (debit banjir rencana).

Tabel 8. Variabel Perhitungan DBR (Debit Banjir Rencana)

Variabel	Simbol	Nilai	Satuan
Panjang Sub Sungai	L	2000	meter
Panjang Sungai Utama	L	7000	meter
Luas <i>Cacthment</i>	A	0,53	Kilometer persegi
Elevasi hulu	L elevasi hulu	170	meter
Elevasi hilir	L elevasi hilir	20	meter
Elevasi Titik Jerjauh	L elevasi tertinggi	6000	meter
total panjang sungai	L	9000	meter
S1 (Perbandingan Nilai Elevasi terhadap Panjang Sub Sungai)		2,9	meter
S2 (Perbandingan Nilai Elevasi terhadap Panjang Sungai utama)		0,02	meter
S rerata		1,5	meter
T _c (Durasi Hujan terhadap Banjir)		4,87	Jam
kofisien Tambang	C (tambang)	0,9	-
kofisien Hutan	C (hutan)	0,3	-

Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan kondisi sungai dan elevasi daerah yang bersangkutan untuk mengetahui seberapa besar beban air yang diperoleh terhadap

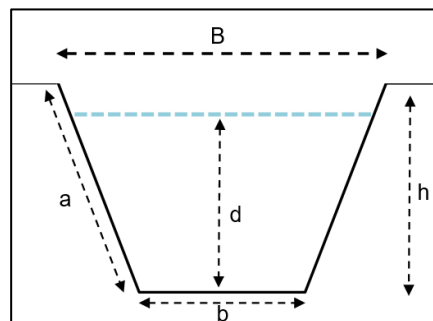
penambahan debit limpasan utama. Berdasarkan Tabel 8 dan formula pada Tabel 4 maka diperoleh debit banjir rencana ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. DBR (Debit Banjir Rencana) Berdasarkan Periode Ulang (I)

Durasi Hujan(T)	IT (tc)Banjir Rencana	Q Banjir (m ³ /s)
2	46,73	4,13
5	58,77	5,20
10	66,75	5,90
25	76,83	6,79
50	84,31	7,45
100	91,73	8,11

e. Perhitungan Dimensi Saluran Penyaliran (Q Limpasan)

Ada 3 bentuk sistem penyaliran adalah segitiga, trapesium dan setengah lingkaran. Secara teoritis, penampang setengah lingkaran memberikan performa penyaliran yang terbaik, namun penerapannya di lapangan terutama industri pertambangan tidak efisien dan membutuhkan biaya yang tinggi. Sebagai gantinya, digunakanlah saluran dengan penampang trapesium (Gambar 3).



Gambar 3. Model Dimensi Saluran Trapesium

Berdasarkan formula Tabel 5 maka dimensi saluran penyaliran model trapesium ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rancangan Saluran Permukaan terhadap Q limpasan

Variabel	Simbol	Nilai	Satuan
Kemiringan Saluran	-	25	%
Sudut Kemiringan (60°)	-	0,6	Derajat
Debit Rencana (Q limpasan)	Q	25,05	meter kubik per detik
Tinggi Muka Air	d	2,63	Meter
Lebar dasar	b	3,02	Meter
Kedalaman Saluran	h	2,78	Meter
Lebar Permukaan	B	6,24	Meter
Lebar Penampang dari sisi saluran	a	3,23	Meter
Freeboard	F	30	Centimetre

f. Perhitungan Dimensi Saluran Penyaliran (Q Limpasan + Q Banjir Rencana)

Penentuan dimensi saluran penyaliran tidak berbeda dengan penentuan dimensi saluran berdasarkan Q limpasan. Namun, ada penambahan variabel imputan yaitu Q limpasan ditambah Q banjir rencana sehingga diperoleh pada Tabel 11.

Tabel 11. Rancangan Saluran Permukaan terhadap Q limpasan

Variabel	Simbol	Nilai	satuan
Debit (Q limpasan + Q Banjir Rencana)	Q	30,91	meter kubik per detik
Tinggi Muka Air	d	2,80	Meter
Lebar dasar	b	3,22	Meter
Kedalaman Saluran	h	2,95	Meter
Lebar Permukaan	B	6,64	Meter
Lebar Penampang dari sisi saluran	a	3,43	Meter
Freeboard	F	30	Centimeter

Pembahasan

Dari hasil analisis diketahui curah hujan rata-rata adalah 173 mm, sehingga secara umum pada daerah sub tropis sampai tropis tergolong normal. Dari perhitungan curah hujan diketahui bulan basah terjadi pada bulan februari sampai juli dan bulan kering terjadi pada agustus sampai januari.

Dari hasil analisis, periode ulang rencana adalah 10 tahun dengan umur infrastruktur 5 tahun, mengingat data hujan yang digunakan merupakan data hujan parsial dengan periode pendek dengan alasan nilai curah hujan rencana menggunakan data ini lebih cocok untuk periode ulang rencana yang pendek dan nilai resiko hidrologi 40.95% masih dapat ditoleransi.

Dari hasil perancangan dimensi saluran penyaliran terhadap debit limpasan maka diperoleh kedalaman saluran adalah 2,73 meter, lebar permukaan adalah 6,24 meter, lebar dasar adalah 3,02 meter, lebar penampang sisi saluran adalah 3,23 meter dan tinggi muka air adalah 2,63 meter. Kemudian perancangan dimensi saluran penyaliran terhadap debit limpasan dan debit banjir rencana diperoleh kedalaman saluran adalah 2,95 meter, lebar permukaan adalah 6,64 meter, lebar dasar adalah 3,22 meter, lebar penampang sisi saluran adalah 3,43 meter dan tinggi muka air adalah 2,80 meter. Perbedaan dimensi saluran dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Perbedaan Dimensi Penampang berdasarkan Debit Imputan

Variabel	Simbol	Q limpasan	Q Banjir Renc.	satuan	% Penambahan
Debit	Q	25,05	30,91	m^3/s	23 %
Tinggi Muka Air	d	2,63	2,80	meter	6,6 %
Lebar dasar	b	3,02	3,22	meter	6,6 %
Kedalaman Saluran	h	2,78	2,95	meter	6,2 %
Lebar Permukaan	B	6,24	6,64	meter	6,4 %
Lebar Penampang dari sisi saluran	a	3,23	3,43	meter	6,2 %

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diketahui pengaruh DBR (debit banjir rencana) memberikan input penambahan dimensi saluran rata-rata 6,4 %. Berdasarkan hal tersebut, dalam meminimalisir kerugian yang terjadi terhadap kondisi sistem penyaliran tambang karena meluapnya air pengaruh banjir yang tak terkira, maka disarankan untuk menggunakan dimensi saluran dari hasil penambahan debit banjir terhadap debit limpasan. Dari kecilnya persen penambahan dimensi saluran diharapkan pembiayaan pembuatan saluran penyaliran tidak berpengaruh besar. Melihat kondisi curah hujan dan *catchment area*, daerah penelitian berpotensi memberikan debit volume air yang cukup besar sebagai air masukan di dalam pit penambangan. Sehingga disarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kondisi sistem penyaliran baik dari segi hidrologi maupun hidrogeologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan syukur dan terima kasih untuk seluruh tim dan pihak perusahaan PT Smart Rizqullah Berkah yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga, sehingga kegiatan penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

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 T. A., Saragih I. R., Aji D. P. W., Suyono S., Winda W., and Rachmat M., 2020, "Optimization of Sump drying with alternatives concept at coal open mine PT Bukit Asam South Sumatra", 2nd International Conference On Earth Science, Mineral, And Energy.
- Dzakir, L.O., Amir, M.K., Priyana, Y.L.O., Kadar, M.I., 2022. Analisis Perbandingan Kadar MgO Dan SiO₂ Pada Nikel Kadar Rendah Di Kabupaten Kolaka Dan Kabupaten Kolaka Utara. Jurnal Geomine, 10 (1): 43-50.
- Fitriansyah., 2015. Analisa Curah Hujan Terhadap Kapasitas Settling Pond Sp-2 Wara Pada Kawasan Tambang Batu Bara Pt. Arutmin Kabupaten Tabalong', FT, Universitas Achmad Yani:Banjarmasin.
- Gautama, R.S., 2014. Pembentukan, Pengendalian dan Pengolahan Air Asam Tambang. Penerbit ITB: Bandung.

- Gautama, R.S., 2019. Sistem Penyaliran Tambang. Penerbit ITB: Bandung.
- Jarwindah., Badurahman, A., 2021. Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Distribusi Gumbel Untuk Wilayah Kabupaten Lampung Selatan”, Prodi Teknik Pertambangan, ITERA,Lampung.
- Rafif, M.K., dkk, 2021. Kajian Dan Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Dengan Studi Kasus Extreme Rainfall. Jurusan Teknik Pertambangan, UPN veteran Yogyakarta; Yogyakarta.
- Romero, A., Millar, D., Carvalho, M., Maestre, J. M., Camacho, E. F., 2015. A comparison of the economic benefits of centralized and distributed model predictive control strategies for optimal and sub-optimal mine dewatering system designs. *Applied mal Engineering*, (90): 1172– 1183.
- Sahoo, L.K., Bandyopadhyay, S., Banerjee, R., 2014. Water and energy assessment for dewatering in opencast mines. *Journal of Cleaner Production*, (84): 736–745.
- Syarifuddin, 2017. Kajian Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. Teknik Pertambangan, UMI: Makassar.
- Todd., David., 2005. *Groundwater Hydrology*”, Jhon Wiley and Sons, New York, United State of America: 71-72.
- Utami S. T., 2016. Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio). Prodi Teknik Sipil ULM: Banjarmasin.
- Umar, E. P., Wakila, M. H., Husain, J. R., Jamaluddin, J., Syamsuddin, S., & Aulia, R. N. (2022). Analisis Hidrokimia dalam Penentuan Tipe dan Golongan Fluida Geotermal Sulili Kabupaten Pinrang Sulawesi-Selatan. *Jurnal Geosaintek*, 8(3), 270-278.
- Yusran, K., Djamaluddin, and Budiman, A.A., 2015. Sistem Penyaliran Tambang pada Pit AB Eks pada PT. Andalan Mining Jobsite Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine*, 3(1): 170-176.
- Wiley, J., Sons., 1990. *Hydrology and Water Quality Control*. New york.