

## KAJIAN EROSI TERHADAP SALURAN TERBUKA (DRAINASE) PT BIMA CAKRA PERKASA MINERALINDO, MOROWALI, SULAWESITENGAH

### *THE STUDY OF EROSION FOR OPEN CHANNELS (DRAINAGE) PT. BIMA CAKRA PERKASA MINERALINDO, MOROWALI, CENTRAL SULAWESI*

Bahta Wijaya Sitompul<sup>1\*</sup>, Reza Aryanto<sup>2</sup>, Taat Tri Purwiyono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti,  
Jalan Kyai Tapa No.1, Tomang, Grogol Petamburan, Jakarta 11440, Indonesia

\*E-mail untuk korespondensi (corresponding author): bahta.wijaya@yahoo.com

---

**Abstrak** - Sumber air limpasan yang tidak dapat dicegah adalah air hujan yang turun langsung ke dalam area pertambangan, air tersebut masuk kedalam area pertambangan akibat dari kemiringan lereng yang menghasilkan debit air limpasan yang besar yang berakibat terjadinya erosi pada saluran terbuka. Penelitian dilakukan agar meneunjukkan pengaruh erosi pada saluran terbuka, penentuan besar erosi dan perancangan saluran terbuka yang optimal. Penelitian dilakukan dengan metode USLE untuk prediksi. Pengaruh dari erosi yang terjadi pada saluran terbuka adalah curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, factor vegetasi tanah, dan faktor pengolahan tanah dengan besar erosi saluran terbuka 3 adalah sebesar 375 ton/ha/tahun, lokasi 4 sebesar 173,61 ton/ha/tahun dan lokasi 5 sebesar 110,17 ton/ha/tahun. Dari hasil erosi prediksi yang diperhitungkan, dibuat rancangan untuk mengoptimalkan kondisi saluran terbuka yang telah mengalami erosi. Rancangan saluran terbuka ditentukan berdasarkan curah hujan yang terjadi sehingga lebih optimal untuk mengalirkan air.

Kata-kata kunci: Erosi, Saluran Terbuka, Air Limpasan

**Abstract** - The source of runoff that cannot be prevented is rain water that drops directly into the mining area, the water enters the mining area due to the slope which results in a large runoff which results in erosion of the drainage. The research was conducted in order to show the effect of erosion on open channels, determining the size of erosion and designing the optimal open channel. The research was conducted using the USLE method for prediction. The effect of erosion that occurs in open channels is rainfall, slope, soil type, soil vegetation factor, and soil cultivation factor with the amount of open channel erosion 3 is 375 tons / ha / year, location 4 is 173.61 tons / ha / year and location 5 of 110.17 tons / ha / year. From the calculated predictive erosion results, a design is made to optimize the conditions of open channels that have.

Keywords: Erosion, Open Channels, Runoff Water

---

## PENDAHULUAN

PT Bima Cakra Perkasa Mineralindo melakukan sistem penyaliran dengan metode *mine drainage* yang di kolaborasikan dengan dengan metode *mine dewatering*, yaitu dengan membuat parit yang berawal dari sumber mata air atau air limpasan menuju kolam penampungan atau sungai atau diarahkan ke selokan (*riool*). Saluran terbuka ditempatkan di sekeliling batasan area penambangan sehingga air yang akan masuk ke area penambangan dapat dikurangi. Sumber utama air yang masuk ke dalam area pertambangan adalah air hujan, sehingga besar kecilnya curah hujan yang terjadi di sekitar lokasi penambangan mempengaruhi banyak sedikitnya air tambang yang harus dikendalikan.

Namun yang menjadi permasalahan untuk saat ini adalah pengaruh dari erosi terhadap sistem drainase yang dilakukan pada area penambangan tersebut. Dengan data air limpasan yang masuk ke dalam area pertambangan dan juga data kemiringan lereng penelitian ini akan mencoba membahas mengenai pengaruh dari erosi terhadap sistem drainase pada PT Bima Cakra Perkasa Mineralindo tersebut. Untuk menentukan pengaruh dari erosi terhadap sistem drainase yang tepat maka kapasitas dari saluran terbuka yang ada saat ini perlu dikaji untuk mencegah terjadinya air limpasan yang berskala besar masuk ke area penambangan. Beberapa bagian yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu besar

debit dari air limpasan yang ada pada saluran terbuka, menghitung dimensi dari saluran terbuka, mengamati banyaknya curah hujan yang terjadi di sekitar lokasi penambangan (sumber air limpasan) serta arah aliran air limpasan yang akan masuk ke area penambangan tersebut. Sehingga didapatkan metode yang tepat dan dibutuhkan perusahaan dalam mengendalikan air limpasan pada area penambangan.

## METODE

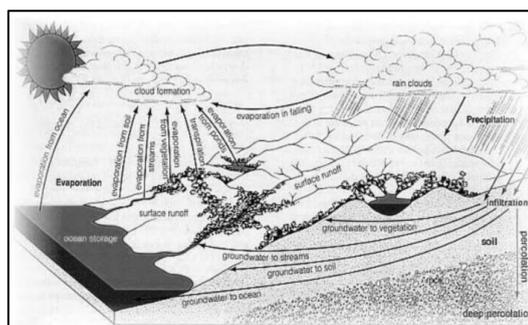
Penelitian mengenai kajian sistem penirisan tambang bijih nikel pada PT Bima Cakra Perkasa Mineralindo melakukan penelitian dengan metodologi observasi lapangan dan pendekatan kuantitatif. Dimana observasi di lapangan diperlukan untuk mengamati secara aktual saluran terbuka, catchment area, dan arah aliran air limpasan untuk yang nantinya dilakukan pendekatan kuantitatif yang dimana pendekatan ini di fokuskan pada data yang berupa angka yang nantinya akan diolah kembali menggunakan metoda statistika.

Dimulai dengan pengamatan lokasi penelitian, pengukuran dimensi saluran terbuka dapat diukur secara langsung dengan menggunakan alat meteran dan juga alat bantu yang mempunyai panjang sekitar satu meter dan mendapatkan ukuran aktual dari dimensi saluran berupa lebar mulut saluran, lebar dasar saluran ketinggian air dalam saluran dan kedalaman saluran. Selanjutnya dilakukan pengukuran erosi.

## Siklus Hidrologi

Sirkulasi dari air tidak pernah berhenti yaitu dari atmosfer ke bumi lalu kembali lagi ke atmosfer melalui presipitasi, evaporasi, kondensasi, dan transpirasi. Presipitasi merupakan kondisi dimana air yang berada di atmosfer mengalami titik jenuh kemudian jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, salju, ataupun hujan batu. Kondensasi (pengembunan) merupakan proses dimana air yang telah mengalami penguapan akan mengalami pengembunan dalam bentuk butiran-butiran air yang dimana butiran-butiran tersebut jika berkumpul dapat membentuk awan.

Evaporasi (penguapan) adalah proses dimana air dari bumi yang terkena panas matahari akan mengalami penguapan yaitu akan berubah fase menjadi gas. Ketika air dipanaskan oleh matahari, molekul-molekul air memiliki cukup energi untuk melepaskan ikatan molekul air tersebut, kemudian terlepas dan mengembang sebagai uap yang tidak terlihat di atmosfer. Menurut A.Syarifudin (2018), sekitar 95.000 mil kubik air menguap ke angkasa setiap tahunnya. Hampir 80.000 mil kubik menguap dari lautan. Hanya 15.000 berasal dari daratan, danau, sungai, lahan basah, serta (yang paling penting) dari transpirasi oleh daun tanaman yang hidup. Semuanya disebut evaporasi. Selanjutnya air akan menjadi awan setelah menguap dan kembali lagi menjadi air seperti gambar siklus hidrologi pada gambar 1.



Gambar 1. Siklus Hidrologi (Syarifudin, A : 2018)

### Debit Limpasan

Debit air limpasan adalah jumlah air yang berasal dari permukaan suatu daerah. Debit air limpasan sangat berhubungan dengan intensitas hujan, koefisien air limpasan, dan luas dari suatu area. Jika dirumuskan, makarumus untuk menghitung debit dari suatu air limpasan adalah :

$$Q = 0,278 C I A \quad (1)$$

Keterangan:

Q = Debit Air limpasan (m<sup>3</sup>/s)

C = Koefisien air limpasan

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Tangkapan Hujan (km<sup>2</sup>)

Menurut Asdak, Chay (1995), koefisien air Limpasan atau disingkat dengan C merupakan bilangan yang menunjukkan perbandingan dari besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Contoh C untuk daerah hutan adalah 0,10; yang berarti 10 persen dari total curah hujan yang ada akan menjadi air limpasan.

Tabel 1. Koefisien air limpasan

Kemiringan	Tutupan/Jenis Lahan	Koefisien Limpasan (C)
< 3% (Datar)	Sawah	0,2
	Rawa perkebunan; hutan	0,3
	Perumahan	0,4
3% - 15% (Sedang)	Hutan; perkebunan	0,4
	Perumahan	0,5
	Semak-semak (agak jarak)	0,6
	Lahan terbuka	0,7
> 15% (Curam)	Hutan	0,6
	Perumahan	0,7
	Semak-semak (agak jarak)	0,8
	Lahan terbuka daerah tambang	0,9

(Sumber : Suwandhi, A, "Perencanaan Sisyem Penyaliran Tambang ",2004)

### Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan merupakan banyaknya curah hujan yang dinyatakan dalam banyaknya hujan atau volume hujan setiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2008). Pertemuan antara intensitas hujan yang tinggi dengan durasi hujan panjang jarang terjadi, tetapi apabila hal tersebut terjadi maka sejumlah besar volume air seakan-akan ditumpahkan dari langit. (Suroso, 2006). Salah satu metode yang dipakai untuk menghitung intensitas hujan adalah metode Mononobe, yaitu:

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

Keterangan:

- I = Intensitas (mm/jam)  
 $R_{Tr}(XT)$  = Curah Hujan Rencana(mm)  
 t = Waktu Hujan (jam)

### Curah Hujan Rencana

Dalam Curah hujan rencana merupakan jumlah curah hujan terbesar dalam beberapa tahun terakhir. Perhitungan curah hujan dapat dilakukan dengan *Metode Gumbel*. Rumus untuk *metode Gumbel* (Soewarno:1995) adalah sebagai berikut :

a) Simpangan Baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n-1}} \quad (3)$$

Keterangan:

- S= Simpangan Baku  
 $X_i$ = Curah Hujan Maksimal  
 $X_r$ = Harga Rata Rata  
 n= Jumlah Data

b) Reduce Mean (Nilai Koreksi Rata Rata) ( $Y_n$ )

$$Y_n = -Ln\left\{-Ln\frac{(n+1-m)}{(n+1)}\right\} \quad (4)$$

Keterangan:

- n = Jumlah Data  
 m = Urutan Data

c) Standar Deviasi ( $S_x$ )

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (Y_n - Y_{nrata})^2}{n-1}} \quad (5)$$

d) Nilai Faktor Frekuensi (K)

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_x} \quad (6)$$

Keterangan:

- $Y_{Tr}$  = Reduce variate  $(-\ln(-\ln(T-1)/T))$   
 $Y_n$  = Reduce mean  
 $S_x$  = Reduce standard deviation  
 T = Periode Ulang (Tahun)

e) Curah Hujan Rencana

$$XT = X_i + K.S_x \quad (7)$$

Keterangan:

XT = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

X = Nilai curah hujan maksimum rata-rata (x) dapat dihitung dengan rumus :

$$x = \frac{\sum Xi}{\sum n} \quad (8)$$

Keterangan:

$X_i$  = Curah hujan maksimum tahun

n = Jumlah data

### Geometri Saluran

Saluran memiliki bentuk yang berbeda beda yang menjadikan aliran yang mengalir pada saluran tersebut jugaberbeda-beda yaitu menyerupai bentuk saluran yang dialirkan. Menurut Amat Sairin Demun (1997) saluran prismatic merupakan saluran yang memiliki bentuk penampang yang sama dan kemiringan dasar yang sama di setiap bagian di sepanjang saluran. Untuk menentukan geometri saluran, digunakan rumus *manning* sebagai berikut :

#### 1. Penampang segitiga (Sudut tengah = 90°)

$$A = h^2 \quad (9)$$

$$P = 2h \sqrt{2} \quad (10)$$

$$R = A / P = h^2 / (2h \sqrt{2}) \quad (11)$$

#### 2. Penampang segiempat

$$B = 2h \quad (12)$$

$$A = 2h^2 \quad (13)$$

$$P = 4h \quad (14)$$

$$R = \frac{1}{2} \cdot h \quad (15)$$

#### 3. Penampang Trapesium (Sudut tengah = 60°)

$$B = m = 1,155 h \quad (16)$$

$$t = 2,31 \cdot h \quad (17)$$

$$A = 1,73 \cdot h^2 \quad (18)$$

$$P = 3,465 h \quad (19)$$

$$R = 0,5 h \quad (20)$$

Keterangan:

A = luas penampang basah

P = keliling penampang basah

R = jari-jari hidrolis

h = kedalaman saluran (m)

B = lebar dasar saluran (m)

t = lebar permukaan saluran (m)

## Erosi

Menurut Arsyad, 2010 (dalam Irwan Sukri Banuwa : 2013), erosi merupakan peristiwa dimana terjadinya perpindahan atau pengangkutan tanah atau bagian bagian dari tanah dari tempat asli tanah tersebut ke tempat yang lain akibat dari media alami. Pada erosi, tanah yang mengalami perpindahan atau bagian dari tanah yang mengalami perpindahan akan diendapkan pada suatu tempat. Erosi pada penelitian ini ditentukan dengan metode *USLE* dan *Stick*. Rumus metode *USLE* adalah sebagai berikut

$$A = R . K . L . S . C . P \quad (21)$$

Keterangan:

A = Luas daerah yang tererosi (ton/Ha/tahun)

R = Indeks erosivitas curah hujan

K = Indeks erodibilitas tanah

LS = Panjang dan kemiringan lereng

C = Faktor vegetasi

P = Faktor pengolahan tanah

Tabel 2. Faktor vegetasi (Hammer, 1980)

No	Penggunaan Lahan	Nilai C
1	Tanah Terbuka Tanpa Tanaman	1
2	Sawah Irigasi	0,01
3	Sawah Tadah Hujan	0,05
4	Tanaman Tegalan	0,7
5	Pertanian Ladang Berpindah	0,4
6	Karet (Tanaman Penutup Jelek)	0,6
7	Kelapa Sawit (Tanaman Penutup Jelek)	0,5
Hutan Alam :		
8	Primer, banyak serasah	0,001
	Primer, sedikit serasah	0,005
Hutan Produksi :		
9	Tebang Habis	0,5
	Tebang Pilih	0,2
10	Belukar/Rumput	0,3

Tabel 3. Faktor pengolahan tanah (Arsyad, 1989)

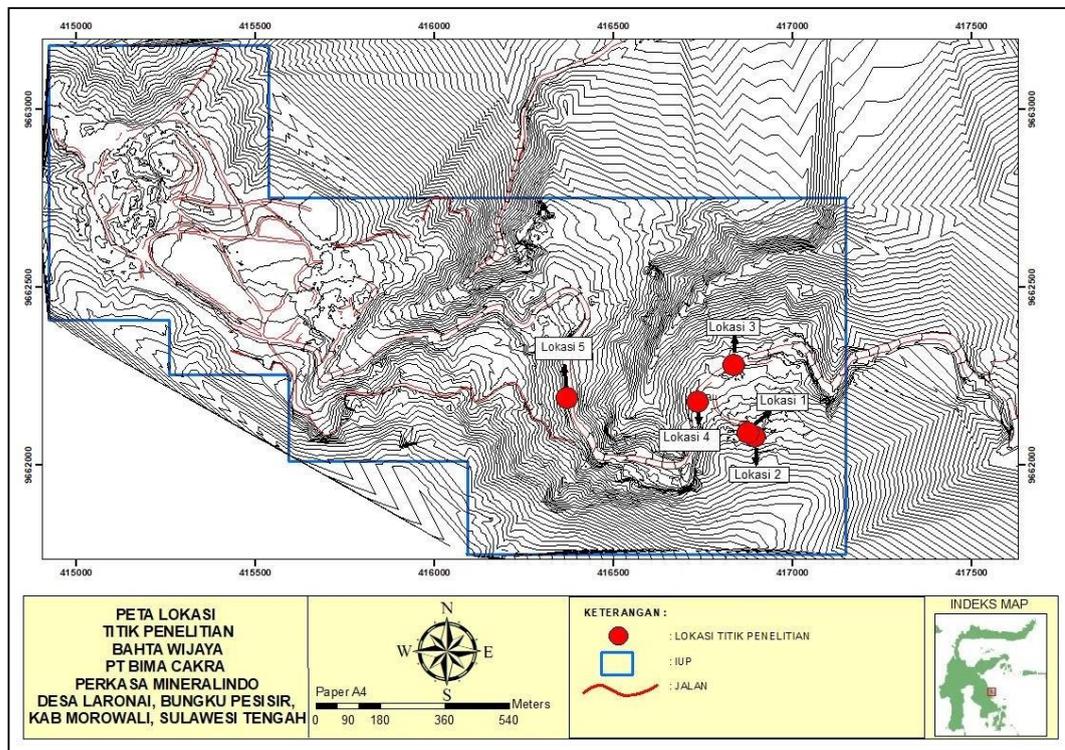
No	Tindakan Konservasi Tanah	Nilai P
1	Terras bangku konstruksi baik	-0.04
	konstruksi sedang	-0.15
	konstruksi kurang baik	-0.35
	terras tradisional	-0.40

No	Tindakan Konservasi Tanah	Nilai P
2	Strip tanaman rumput Bahia	-0.40
3	Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur:	
	- Kemiringan 0-8%	- 0.5
	- Kemiringan 9-20%	-0.75
	- Kemiringan lebih dari 20%	-0.9
4	Tanpa tindakan konservasi	1

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Lokasi Penelitian**

Lokasi yang menjadi area penelitian merupakan PIT Salwa dan drainase sekitar PIT tersebut. Secara geografis lokasi tersebut terletak di desa Laroenai, Kabupaten Morowali, dan Provinsi Sulawesi Tengah. Untuk kesampaian lokasi dari Jakarta menggunakan pesawat menuju kota Kendari, Sulawesi Tenggara dengan waktu 3 jam dan dilanjutkan dengan menggunakan mobil 8 sampai dengan 9 jam. Lokasi penelitian terletak di 3 saluran terbuka pada PIT Salwa dengan nama lokasi yaitu lokasi 3, 4, dan 5 pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi penelitian

### Curah Hujan Rencana

Dari data curah hujan yang didapat yaitu dari tahun 2009 sampai 2019 akan ditentukan curah hujan maksimalnya dan diolah dengan menggunakan distribusi *Gumbell*. Berdasarkan hasil penentuannya dengan distribusi tersebut, di dapatkan hasil dari data hujan rencana sebesar 122.34 mm/ hari.

### Intensitas Hujan

Dari data curah hujan terencana akan ditentukan intensitas dari hujan tersebut atau jumlah hujan yang jatuh ke permukaan tanah dalam satuan waktu. Namun dalam hal ini, data waktu dari curah hujan tidak ada sehingga dibuat beberapa *range* dari waktu hujan. Intensitas hujan ditentukan dengan menggunakan rumus *Mononobe* dengan hasil sebesar 14,59 mm/jam.

### Debit Limpasan

Debit air limpasan merupakan jumlah air hujan yang mengalir ke suatu area yang dimana besarnya dipengaruhi oleh intensitas hujan, area tangkapan hujan, dan koefisien air limpasan (0,9). Dengan luas catcment area lokasi 3 dan 4 yaitu 347354 m<sup>2</sup> dan lokasi 5 225478,44 m<sup>2</sup>. Maka debit yang diperoleh adalah seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Debit Limpasan

Lokasi	C	I (mm/jam)	A (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /jam)
3 dan 4	0,9	14,6	0,347	1268,37
5	0,9	14,6	0,225	823,10

### Perhitungan Laju Erosi Prediksi

Perhitungan laju erosi prediksi tahunan ditentukan berdasarkan curah hujan tahun sebelumnya yaitu tahun 2019.

Tabel 5. Indeks Erosivitas Tahunan

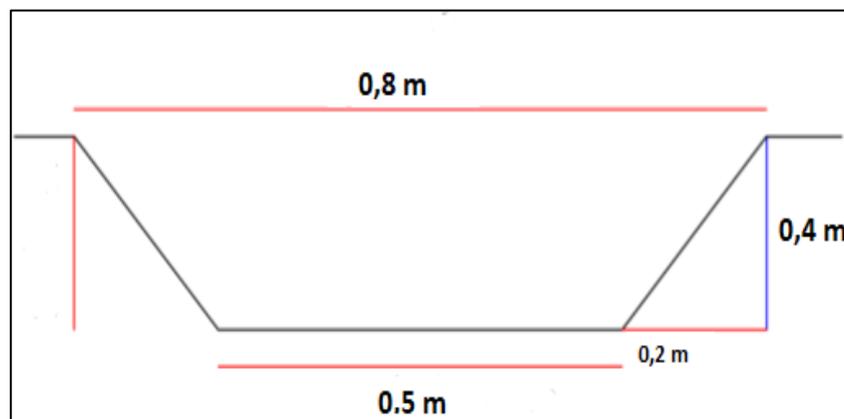
Bulan	R
Jan-19	9065.012554
Feb-19	6377.598682
Mar-19	8456.529944
Apr-19	6946.312088
May-19	1981.314464
Jun-19	9143.494778
Jul-19	8454.125261
Aug-19	3908.377239
Sep-19	144.1310101
Oct-19	12937.76655
Nov-19	1017.439728
Dec-19	1218.470029

Tabel 6. Nilai A Tiap Lokasi

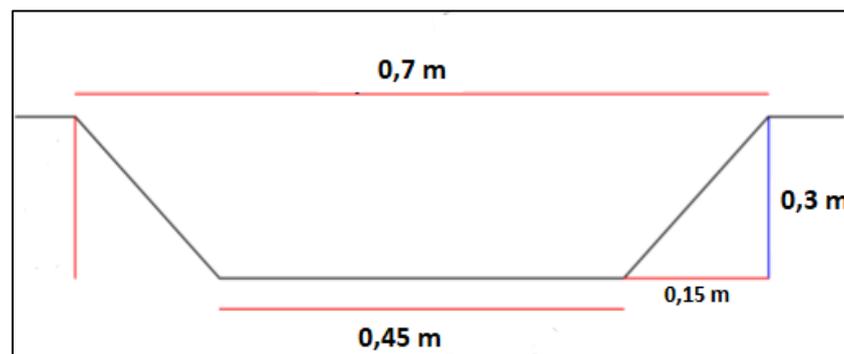
Lokasi	Nilai K	LS	C	P	A (ton/ha/tahun)
3	0.084	0,0712	1	1	375
4	0.032	0,0857	1	1	173,61
5	0.019	0,0906	1	1	110,17

### Rancangan Saluran Terbuka

Dalam hal ini, jika data debit didasarkan pada rata rata jam hujan (lama kejadian hujan), maka desain rencana kedepannya dapat ditentukan dengan rumus *Manning*, sehingga mendapatkan desain sebagai berikut:



Gambar 3. Rancangan Saluran Terbuka Lokasi 3 dan 4



Gambar 4. Rancangan Saluran Terbuka Lokasi 5

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Pengaruh dari erosi yang terjadi pada saluran terbuka adalah curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, factor vegetasi tanah, dan faktor pengolahan tanah.
2. Nilai erosi dari saluran terbuka 3 adalah sebesar 375 ton/ha/tahun, lokasi 4 sebesar 173,61 ton/ha/tahun dan lokasi 5 sebesar 110,17 ton/ha/tahun.
3. Perancangan saluran terbuka didasarkan pada curah hujan yang terjadi dan dilanjutkan dengan perhitungan dengan rumus *manning*, sehingga menghasilkan rancangan yang optimal.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kepada PT Bima Cakra Perkasa Mineralindo atas izin untuk melakukan penelitian di perusahaan dan Prodi Teknik Pertambangan Universitas Trisakti atas dukungan yang diberikan hingga penelitian ini selesai.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Asdak,Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gajah Mada UniversityPress
2. Demon, Amat Sairin.1997. *Hidraulik Saluran Terbuka dengan Penggunaan Komputer*. Malaysia: CetakRatu
3. Martati, Endah. 2009. *Perhitungan Besar Erosi Tanah Dengan Pendekatan Universal Soil Loss Equation(USLE)*. Surakarta: Universitas Sebelas
4. Suwandi, A. 2004. *“Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang”*. Bandung: Universitas Islam Bandung.
5. Syarifudin, A. 2018. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: ANDI