

**PERENCANAAN SISTEM PENYALIRAN TAMBANG, STUDI KASUS : PIT TIMUR BUKIT WRANGLER PT. ANTAM TBK. UNIT BISNIS PERTAMBANGAN NIKEL SULAWESI TENGGARA.**

Aulia Mutiara Chakti<sup>(1)</sup>, Rusli HAR<sup>(2)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

\*[auliamutiara07@gmail.com](mailto:auliamutiara07@gmail.com)

\*\* [ruslihar160363@gmail](mailto:ruslihar160363@gmail.com)

**Abstract.** *Based on the data analysis of rainfall at 2010-1019, obtained a rainfall plan is 30,105 m/day with different rain intensiti in each catchmen area with a return period of 25 years. The location of the reasearch is Pit Bukit Wrangler PT. Antam, in 2020 it has 2 catchmen areas with different areas, the area for the catchmen area in area 1 is 0.052959 km<sup>2</sup> and 0.1186071 km<sup>2</sup> in area II. Total discharge is 0.3390 m/second in catchmen area I and 0.4803 m<sup>2</sup>/second in catchmen area II, while the volume of groundwater that enters the Pit Bukit Wrangler is 0.122 m/second. The are 2 open channels which have different dimensions. The open channel I has a wet cross-sectional area of 1.411 m, a wet circumference is 3.149, a hydraulic radius is 0.448 m, and a slope of a channel is 2.228 m. While in open channel II it has a wet cross-sectional area is 1.819 m, a wet circumference is 3.58 m, the hydraulic radius is 0.508 m, and the slope of the channel is 1.039 m. At the Pit Bukit Wrangler there is only one sump and there is one Kubota NS-100 pump unit, but after calculating the current total pump head, the total head currently exceeds actual pump head total. The total head of the pump work and to avoid overflow of water that is in the sump to the floor of the mining pit, and additional 6 pump units have been made. The Pit Bukit Wrangler has one main settling pond with different capacities for each compartment. The settling pond volume at Bukit Wrangler is 2,588.116 m and the total volume deposited solids is 3,864.11 m<sup>3</sup>/day, and the time required for dredging activities is about 669.78 days or 21 month in one dredging.*

**Key Word :** *Rainfall, Catchmen Area, Pump, Sump, Sediment Pond*

**A. PENDAHULUAN**

PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA merupakan salah satu perusahaan milik negara yang bergerak dibidang

pertambangan nikel yang memproduksi bahan setengah jadi dalam pembuatan stainless steel yakni FerroNikel (FeNi). PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA

melakukan kegiatan penambangan dan pengolahan bijih nikel yang terletak di Kecamatan Pomalaa Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara.

Sistem penambangan yang diterapkan pada wilayah tersebut adalah tambang terbuka dengan metode *open pit* dan *open cast*. Dalam kegiatan penambangan banyak faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah iklim. Di dalam kegiatan penambangan permasalahan pada air tambang tidak hanya terjadi pada musim penghujan saja, pada musim kemarau air tanah juga harus diatasi pada saat melakukan kegiatan penambangan (Rusli, 2020). Karena ketika kemarau, keberadaan air tanah akan tetap ada di bawah permukaan tanah yang berada di dalam pit penambangan. Dengan penerapan metode *open pit* ini, maka dalam kegiatan penambangannya akan membentuk cekungan yang luas, sehingga sangat berpotensi untuk menjadi daerah tampungan air. Karena akibat adanya perluasan pada pit penambangan, maka hal itu akan sangat berpengaruh dengan besarnya debit air limpasan yang akan ditampung di kolam penampung (sump). Oleh karena itu dilakukan kegiatan

evaluasi dengan tujuan untuk mengetahui apakah sump yang sudah ada masih sanggup menampung air limpasan atau tidak. Jika tidak maka akan berpengaruh dengan pompa yang akan digunakan setelah itu. Apakah penggunaan jumlah pompa akan di tambah atau jenis pompa yang akan diganti.

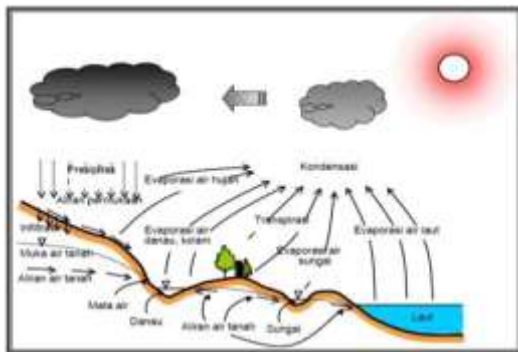
Dalam penelitian rancangan sistem penyaliran tambang ini bertujuan untuk menunjang berlangsungnya kegiatan produksi khususnya di Bukit Wrangler. Oleh karena itu pihak perusahaan harus membuat perencanaan yang matang untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian Tugas Akhir tentang “Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang, Studi Kasus : Pit Timur Bukit Wrangler PT. Antam Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Sulawesi Tenggara”.

## **B. KAJIAN TEORI**

### **1. Siklus Hidrologi**

Siklus hidrologi dimulai dari peristiwa menguapnya air laut ke atmosfer. Di atmosfer, uap air akan mengalami kondensasi dan membentuk awan. Angin kemudian akan mendorong awan yang berada di atas samudra

menuju ke daratan. Selama perjalanan awan menuju daratan, awan akan menampung banyak uap air yang menguap, dan pada akhirnya tidak mampu lagi menampung uap air yang naik, sehingga jika sudah mencapai titik jenuhnya, awan akan menjatuhkan uap air yang tertampung ke bumi.



**Gambar 43.** Siklus Hidrologi  
(Sumber : Chay Asdak, 1995)

## 2. Sistem Penyaliran Tambang

Sistem Penyaliran Tambang merupakan usaha yang dilakukan untuk mencegah, mengeringkan, dan mengatasi air yang masuk ke area penambangan yang berasal dari air hujan atau air limpasan dan air tanah.

### a. *Mine Drainage System*

*Mine Drainage System* merupakan upaya yang dilakukan untuk mencegah masuknya air ke dalam bukaan tambang. Metode yang digunakan pada mine drainage system adalah *metode siemens*, *metode deep wel system*, *metode elektro osmosis*, dan *metode small pipe vacuum*

*pump*.

### b. Sistem *Mine dewatering*

*Mine dewatering* merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Beberapa metode penyaliran *mine dewatering* adalah cara puritan, metode kolam terbuka, dan metode adit.

## 3. Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran Tambang

### a. Curah Hujan

Curah Hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas, dinyatakan dalam satuan mm.

Pengolahan data curah hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan metode Gumbel, yaitu suatu metode yang didasarkan atas distribusi normal (distribusi harga ekstrim) (Gautama, 1999). Persamaan Gumbel tersebut adalah sebagai berikut:

$$X_t = X_r + \frac{S_x}{S_n} \times (Y_r - Y_t)$$

Keterangan :

$X_r$  = Curah Hujan Rencana (mm)

$S_x$  = *Standart Deviation* (mm)

$S_n$  = *Reduce Standar Deviation* (mm)

$Y_r$  = *Reduce Mean Rata-rata* (mm)

$Y_t$  = *Reduce Variate* (mm)

### **b. Intensitas Curah Hujan**

Nilai waktu konsentrasi ( $T_c$ ) pada pit Bukit Wrangler harus didapatkan terlebih dahulu menggunakan metode Mc Dermot dapat dilihat pada Persamaan:

$$T_c = 0,76 \times A^{0,38}$$

Keterangan:

$T_c$  = Waktu Konsentrasi

Kemudian perhitungan intensitas hujan dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan:

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

Keterangan:

$I$  = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

$Xt$  = Curah Hujan Rencana (hari)

$T_c$  = Waktu Konsentrasi (jam)

### **c. Debit Air Limpasan**

Untuk menghitung debit air limpasan dapat digunakan metoda rasional menggunakan Persamaan:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan:

$Q$  = Debit Air Limpasan ( $m^3/detik$ )

$C$  = Koefisien Limpasan

$I$  = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

$A$  = Luas Tangkapan Daerah ( $km^2$ )

### **d. Debit Air Tanah**

Dalam perencanaan suatu sistem penyaliran di tambang. Jumlah air tanah yang masuk ke tambang harus diketahui.

### **e. Pompa**

Perhitungan pompa dan pipa dilakukan untuk mengetahui jumlah pompa dan pipa.

#### **1) Head Pemompaan**

Head total pompa ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut (Tiadmojo, 2008):

#### **Head Total Pompa**

$$HT = H_{st} + \sum_{i=1}^{i=n} H_{fi}$$

#### **Head Static**

$$H_s = h_1 + h_2 + \dots + h_n$$

#### **Head Friction**

$$H_f = \sum_{i=1}^{i=n} H_{f1} + H_{f2} + H_{f3} \dots + H_{fn}$$

$H_f$  pada pipa lurus:

$$H_{fi} = f L_i \frac{v^2}{2gD_i}$$

$H_f$  pada pipa belok:

$$H_{fi} = \left\{ \left[ \left( \sin \frac{\theta_5}{2} \right)^2 + 2 \left( \sin \frac{\theta_5}{2} \right)^4 \right] \frac{v^2}{2g} \right\}$$

Keterangan:

$HT$  = Head total pompa (m)

$H_s$  = Head of static (m)

$H_f$  = Head of friction (m)

$h_i$  = Beda Ketinggian (m)

## 2) Daya Pompa

$$\text{Daya pompa} = \frac{H_p \times Q \times \gamma}{\eta}$$

Keterangan:

$H_p$  = Head Total Pompa (m)

$Q$  = Debit Pemompaan ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

## 3) Jumlah Pompa Yang Dibutuhkan

$$\text{Jumlah Pompa} = \frac{\text{Jumlah Pompa dalam 1 hari}}{\text{waktu maksimum kegiatan pemompaan}}$$

## 4) Pipa

Besar kecilnya gesekan yang terjadi dipengaruhi oleh jenis zat cair yang mengalir dan jenis pipa yang digunakan

### f. Sump

Untuk menentukan dimensi sump berdasarkan kapasitas volume sump yang akan dipakai, digunakan persamaan berikut:

$$V = \frac{X^2 + Y^2}{2} \times Z$$

Keterangan:

$V$  = Volume Sump ( $\text{m}^3$ )

$X$  = Luas atas ( $\text{m}^2$ )

$Y$  = Luas bawah ( $\text{m}^2$ )

$Z$  = Kedalaman (m)

### g. Saluran Terbuka

Perhitungan kecepatan pengaliran suatu saluran air dapat dilakukan dengan rumus Manning (Gautama, 1999):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

Keterangan:

$V$  = Kecepatan aliran air yang mengalir sepanjang saluran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$R$  = Jari-jari hidrolis (A/P)

$I$  = Kemiringan Saluran Dinding

### h. Kolam Pengendapan

Kolam pengendapan berfungsi untuk mengendapkan lumpur–lumpur atau material padatan yang bercampur dengan air limpasan yang disebabkan adanya aktivitas penambangan maupun karena erosi.

## C. METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Jenis Penelitian

Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini termasuk dalam metode penelitian terapan (applied research). Penelitian terapan adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah dengan suatu tujuan praktis. Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan bersifat kuantitatif atau dapat dikuantitatifkan.

### 2. Jenis Data

Untuk memperoleh informasi, penulis menggunakan dua metode dalam pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data langsung yang berasal dari lapangan seperti data koordinat lokasi penelitian

dan data TSS. Sedangkan data sekunder yaitu data yang berasal dari literatur dan pihak perusahaan seperti data curah hujan, peta topografi, peta geologi, peta situasi tambang, peta desain tambang, spesifikasi pompa, peta *catchment area*, dan data besar debit pemompaan saat ini.

#### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Perhitungan Curah Hujan Rencana (Xt)

Dalam menghitung curah hujan harian rencana dapat menggunakan metode Gumbel didapatkan nilai curah hujan rencana sebesar 30,105 mm/hari

##### 2. Intensitas Curah Hujan

Dalam menghitung intensitas curah hujan, nilai curah hujan rencana yang digunakan adalah nilai curah hujan dalam periode 25 tahun. Sehingga nilai intensitas curah hujan didapatkan sebesar 25,590 mm/jam pada catchmen area I, dan 16,187 mm/jam pada catchmen area II.

##### 3. Debit Air Limpasan

Untuk menghitung debit air limpasan dapat digunakan metoda rasional, Hasil perhitungan debit air limpasan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Debit Air Limpasan**

Wilayah		Koefisien Limpasan	Intensitas CH	Luas Catchmen Area	debit run off (Q)	
		C (km <sup>2</sup> )	I (mm/jam)	A (Km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /detik)	(m <sup>3</sup> /jam)
DTH1	0,278	0,9	25,59	0,05296	0,33907625	1220,674488
DTH2	0,278	0,9	16,187	0,11861	0,48035726	1729,286138

#### 4. Air Tanah

Perhitungan debit air tanah dilakukan berdasarkan pada pengamatan kondisi lapangan dengan cara melihat perbedaan tinggi elevasi awal dan akhir yang terjadi pada sump pit Bukit Wrangler. Hasil perhitungan air tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Perhitungan Air Tanah**

No	Luas Sump (m <sup>2</sup> )	Perhitungan Air Tanah			Volume Total (m <sup>3</sup> )	Run Off (m <sup>3</sup> /hari)	Air Tanah (m <sup>3</sup> /hari)
		Elevasi Awal	Elevasi Akhir	Selisih Elevasi			
1	2682,616	25	25,17	0,17	456,045	156,4660	299,579
2	2682,616	25	25,2	0,2	536,523	56,307	480,217
3	2682,616	26	26,18	0,18	482,871	39,804	443,066
4	2682,616	26	26,15	0,15	402,392	31,813	370,579
5	2682,616	26	26,2	0,2	536,523	26,935	509,588
6	2682,616	26	26,18	0,18	482,871	23,589	459,282
7	2682,616	26	26,2	0,2	536,523	21,126	515,397
Rata-rata					490,535	50,8629	439,673
					0,136	0,014128583	0,122

#### 5. Debit Total

Debit total adalah penjumlahan antara debit air limpasan dengan debit air tanah. Perhitungan debit total dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Perhitungan Debit Total**

Catchment Area	Luas Ca (Ha)	Debit Air Limpasan	Debit Air Tanah	Debit Total	
		(m <sup>3</sup> /detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(m <sup>3</sup> /jam)
I	0,05296	0,339	0,122	0,461	1659,87449
II	0,11861	0,480	0,122	0,602	2168,48614

## 6. Pompa

*Head statis* yaitu perbedaan elevasi pipa hisap dengan elevasi pipa buang (m). Berdasarkan keadaan aktual dilapangan, terdapat 8 kerugian energi yang disebabkan oleh adanya gesekan pada pipa, sehingga didapatkan nilai  $H_f$  sebesar 0,124858. Sedangkan nilai dari Head Statis ( $H_s$ ) didapatkan sebesar 11,9 m. Sehingga nilai dari Head total yaitu 12,0248 m.

Dengan daya pompa sebesar 188,152 watt mampu mengeringkan air sebanyak 48 m<sup>3</sup>/jam. Sehingga jumlah pompa yang dibutuhkan di Pit Bukit Wrangler yaitu sebanyak 7 pompa.

## 7. Sump

Akibat luasan Pit yang berubah, sehingga mempengaruhi debit air yang akan masuk kedalam sump. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi kembali terhadap sump. Apakah volume sump yang ada saat ini masih mampu menampung air yang akan masuk kedalam sump atau tidak.

Kebutuhan Kapasitas Dan Kebutuhan Aktual Volume Sump Tahun 2020

**Tabel 4. Kebutuhan Kapasitas dan Kebutuhan Aktual Volume Sump Tahun 2020**

Tahun Penambahan	Jenis Sump	Debit Limpasan (m <sup>3</sup> /jam)	Debit Pemompaan (m <sup>3</sup> /jam)
2020	Sump Bukit Wrangler	1729	48

Volume Air Total ( m <sup>3</sup> /hari)	Volume Pemompaan (m <sup>3</sup> /hari)	Volume Sump Yang Dibutuhkan (m <sup>3</sup> )
52.054,87	48	51.190,87

**Tabel 5. Perencanaan Dimensi Sump**

Kedalaman (m)	Panjang Atas (m)	Lebar Atas (m)	Panjang Bawah (m)	Lebar Bawah (m)	Luas Atas (m <sup>2</sup> )	Luas Bawah (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
5	104	109	98	104	11.336	10.192	53.820

Setelah dilakukan perhitungan, maka diketahui bahwa volume maksimum yang bisa ditampung oleh sump adalah sebesar 53.820 m<sup>3</sup>

## 8. Settling Pond

Air yang akan masuk ke settling pond adalah debit air hasil pemompaan.

**Tabel 6. Dimensi Settling Pond**

Total Volume Per Detik (m <sup>3</sup> /detik)	Kecepatan Pengendapan (Vt) (m/detik)	Luas Kolam Pengendapan (m <sup>2</sup> )	Dimensi			
			Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
0,602357	0,001164	517,62	100,0	5,17	5	2.588,116

Setelah dilakukan perhitungan, maka diketahui bahwa volume kolam pengendapan adalah sebesar 2.588,116 m<sup>3</sup>

## 9. Saluran Terbuka

Untuk dimensi saluran penyaliran berbentuk trapesium dengan luas penampang optimum dan mempunyai sudut kemiringan dinding saluran sebesar 60°

**Tabel 7. Pehitungan Dimensi Saluran Terbuka**

Wilayah	Saluran Terbuka	Debit	Kof. Kekasaran Manning (n)	S	m	
					$\alpha$	$\cot \alpha$
Wrangler Timur	I	0,34	0,03	0,1109	60	0,58
	II	0,48	0,03	0,1109	60	0,58

**Table 28. Perhitungan Dimensi Saluran Terbuka**

b (m)	y (m)	A (m)	P (m)	R (m)	a	W	T	V	Q
1,3	0,3	1,4112	3,149	0,448	0,923	0,632	2,228	0,646	0,912
1,5	0,9	1,8198	3,580	0,508	1,039	0,670	2,544	0,832	1,514

## E. PENUTUP

### 1. Kesimpulan

a. Curah hujan rencana sebesar 30,105 mm/hari dengan periode ulang 25 tahun dan Intensitas hujan di tahun 2020, pada catchment area I sebesar 25,59 mm/jam dan pada catchment area sebesar II 16,187 mm/jam.

b. Jumlah volume air limpasan yang masuk kedalam pit penambangan pada masing-masing catchmen area di Bukit Warangler yaitu sebesar 0,3390 m<sup>3</sup>/detik pada catchmen area I dan 0,4803 m<sup>3</sup>/detik pada catchmen area II. Sedangkan jumlah volume air tanah yang masuk kedalam pit Bukit Wrangler yaitu sebesar 0,122 m<sup>3</sup>/detik.

c. Luas pada masing-masing catchmen area yaitu 0,0529 km<sup>2</sup> pada area I dan 0,1186071 km<sup>2</sup> pada area II. Luas catchment area ini ditentukan berdasarkan pengukuran yang dilakukan menggunakan software surpac 6.6.2.

d. Head total pompa saat ini adalah sebesar 12,0248 m. dan jumlah pompa yang dibutuhkan di sump Bukit Wrangler adalah 7 pompa.

e. Total air yang masuk kedalam sump adalah 49.462,87 m<sup>3</sup>, dan volume air maksimum yang bisa ditampung oleh sump adalah 53.075 m<sup>3</sup>.

f. Dimensi dari masing-masing saluran drainase yaitu:

Saluran drainase I

Saluran drainase I memiliki luas penampang basah (A) sebesar 1,411 m, keliling basah (P) sebesar 3,149 m, jari-jari hidrolis (R) sebesar 0,448 m, panjang kemiringan saluran (a) sebesar 0,923 m, tinggi jagaan sebesar 0,632 m, lebar bukaan saluran sebesar 2,228 m.

Setelah dilakukan analisis terhadap debit yang dapat ditampung di saluran drainase I, maka dapat diketahui bahwa saluran drainase I masih sanggup untuk menampung debit air yang berasal dari air limpasan.

Saluran drainase II memiliki luas penampang basah (A) sebesar 1,819 m, keliling basah (P) sebesar 3,58 m, jari-jari hidrolis (R) sebesar 0,508 m, panjang kemiringan saluran (a) sebesar 1,039 m, tinggi jagaan sebesar 0,67 m,



lebar bukaan saluran sebesar 2,544 m. Setelah dilakukan analisis terhadap debit yang dapat ditampung di saluran drainase II, maka dapat diketahui bahwa saluran drainase II masih sanggup untuk menampung debit air yang berasal dari air limpasan.

g. Volume kolam pengendapan di Bukit Wrangler adalah sebesar 2.588,116 m<sup>3</sup> dan volume total padatan yang diendapkan yaitu sebesar 3.864,11 m<sup>3</sup>/hari, maka dapat diketahui bahwa lamanya waktu pengerukkan yang dapat dilakukan pada settling pond yaitu selama 669,78 hari atau 21 bulan dalam sekali pengerukkan.

## 2. **Saran**

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, terdapat nilai dari head total yang melebihi head total sebelumnya. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah debit yang masuk ke dalam pit penambangan lebih besar dibandingkan sebelumnya. Setelah dilakukan perhitungan jumlah pompa yang dibutuhkan pada Pit Bukit Wrangler saat ini, didapatkan bahwa pada Pit Bukit Wrangler membutuhkan 7 pompa, sedangkan saat ini unit pompa yang beroperasi hanya sebanyak 1 unit

pompa. Untuk menghindari terjadinya melimpahnya air yang berada di sump akibat pengoperasian pompa tidak maksimal dan guna memaksimalkan debit pemompaan, maka perusahaan disarankan untuk melakukan penambahan 6 unit pompa pada penggunaan pompa kubota, atau perusahaan bisa mengganti jenis pompa dengan pompa yang memiliki kapasitas besar agar dapat memaksimalkan kerja pompa dalam beberapa waktu kedepan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Affandi, D. 2015. Pengkajian Geologi, Hidrogeologi, Geoteknik Pada Rencana Sanitary Landfill Tpa Pomalaa: Peneliti Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya air. Universitas Muhamadiyah Surakarta. Jawa Tengah
- [2] Agustian, R. 2019. Evaluasi Sistem Penyaliran Tambang Untuk Mendapatkan Sistem Penyaliran Ideal Tahun 2019 Di Pit Markona Penambangan Batubara Pt. Bumi Karya Makmur Jobsite Pt. Cakrawala Dinamika Energi, Desa Air Sebayur, Kecamatan Pinang Raya, Kabupaten Bengkulu Utara. Jurnal Bina Tambang UNP.

Mandiri Inti Perkasa, Kalimantan Utara.  
Jurnal Bina Tambang UNP

[3] Alkholik, F., & Murad, M. (2019).  
Kajian Teknis Rancangan Area Final  
Dump Palapa di Pit Pinang South,  
Departemen Jupiter, PT. Kaltim Prima  
Coal. Bina Tambang.

[4] Asdak, C.2007. Hidrologi Dan  
Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.  
Universitas Gajah Mada: Yogyakarta[5]  
Fatmadiyah, W. 2017. Analisis Sistem  
Penyaliran Tambang pada Bukit Strada  
Tambang Utara PT. ANTAM (Persero)  
Tbk. UBPN Sulawesi Tenggara. Tugas  
Akhir. Tidak diterbitkan. Teknik  
Pertambangan Universitas Negeri  
Padang: Padang

[6] BPS Kabupaten Kolaka. 2013.  
Rencana Program Investasi Infrastruktur  
Jangka Menengah Kabupaten Kolaka  
Bidang Cipta Karya Tahun 2015 – 2019.  
Kolaka

[7] Chow, Ven Te. 1989. Hidrolika  
Saluran Terbuka. Jakarta: Erlangga

[8] Fatmadiyah, W. 2017. Analisis Sistem  
Penyaliran Tambang pada Bukit Strada  
Tambang Utara PT. ANTAM (Persero)  
Tbk. UBPN Sulawesi Tenggara. Tugas  
Akhir. Tidak diterbitkan. Teknik

Pertambangan Universitas Negeri  
Padang: Padang

[9] Febrianto, N. 2015. Mine Dewatering  
pada Kegiatan Penambangan di Pit C  
Blok Selatan PT. Aman Toebillah Putra  
Lahat, Kecamatan Merapi Barat,  
Sumatera Selatan. Jurnal Bina Tambang  
UNP

[10] Febrian. 2018. Evaluasi Kondisi  
Sistem Penyaliran Aktual Untuk  
Membuat Perencanaan Sistem  
Penyaliran di Pit B Rawa Selatan  
Tambang Batubara PT. Mandala Karya  
Prima Job Site PT. Mandiri Inti Perkasa,  
Kalimantan Utara. Jurnal Bina Tambang  
UNP

[11] Gautama. R.S. 1999, Sistem  
Penirisan Tambang, Kursus Pengawas  
Tambang. Jurusan Teknik  
Pertambangan, FTM, ITB. Bandung

[12] Gautama, RS dan Prahastini, SD.  
2012. Perancangan Aplikasi Untuk  
Sistem Penyaliran Tambang Terbuka.  
Journal of JTM, vol.XIX, no.03

[13] Hartini, E. 2017. Modul Hidrologi  
& Hidrolika Terapan. Jurusan Kesehatan  
Lingkungan, Universitas Dian  
Nuswantoro: Semarang

[14] Kamaruddin, H. dkk. 2018. Profil  
Endapan Laterit Nikel Di Pomalaa,

Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Buletin BSDG

[15] Kurnia, D., Rusli, H. A. R., & Prabowo, H. (2018). Evaluasi Kondisi Aktual dan Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Emas di Pit Durian, Site Bakan PT. J Resources Bolaang Mongodow, Kecamatan Lolayan, Kotamobagu, Sulawesi Utara. Bina Tambang

[16] Kusuma, R.A.I., Kamaruddin, H., Rosana, M.F. 2019. Geokimia Endapan Nikel Laterit di Tambang Utara, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara. Jurnal Geologi dan Sumber Daya Mineral. Bandung

[17] Kodoatie, R.J. 1996. Pengantar Hidrogeologi. Penerbit: Andi Offset. Yogyakarta.

[18] Maryenti, N.R. 2020. Evaluasi Penyaliran di Pit A sebagai Proyeksi Penambangan PT. Darma Henwa Tbk. Bengalon Coal Project. Kalimantan Timur. Jurnal Bina Tambang UNP

[19] Meta, A.A. 2019. Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Pit Bukit Delapan PT. ANTAM (Persero) Tbk. UBPN Sulawesi Tenggara. Tugas Akhir. Tidak diterbitkan. Universitas Pembangunan Nasional: Yogyakarta

[20] Pangestu, A., Irawati., Suryawan, A., 2019. Penentuan Zona Resapan Air Menggunakan Analisis Sistem Informasi Geografis Untuk Kawasan Perlindungan Sumberdaya Airtanah Di Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. Jurnal Geologi Terapan

[21] Pratama, S.P. 2019. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Batubara Bawah Tanah Seam C1 Blok Timur Site Sapan Dalam PT. Nusa Alam Lestari Desa Salak, Sapan Dalam, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat. Jurnal Bina Tambang UNP: Padang

[22] Rusli, H, A, R,. 2020. Penyaliran Tambang. Padang: Universitas Negeri Padang

[23] Saputra, A. 2015. Perencanaan sistem Penyaliran Tambang Pada Pit 3 PT. Khatulistiwa Makmur Persada Muara Bungo Jambi. Jurnal Bina Tambang UNP.

[23] Seyhan, E., Subagyo, S. 1990. Dasar-dasar Hidrologi. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta

[24] Sibarani, dkk. 2019. Analysis Technical Mine Dewatering Based On Three Years Mining Plan Until 2016 In West Block Pit Pt Muara Alam Sejahtera

Lahat Regency. Jurnal Bina Tambang UNP

[25] Simanjuntak T.O., Surono., Sukidom. 1993, Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi. Buletin BSDG

[26] Siwi, I.A. 2015. Sistem Penyaliran Tambang Batuara Pit 3 Barat Banko Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Penambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan Untuk Tahun 2016. Jurnal Bina Tambang.UNP

[27] Soemarto, C.D. 1995. Hidrologi Teknik. Jakarta: Penerbit Erlangga

[28] Soemarto, C. D. 1995. Ir., BIE, Dipl. HE. Hidrologi Teknik

[29] Subarnas, A., Didi, K., Sandi, R. 2014. Penyelidikan Bitumen Padat Daerah Tanggetada dan Sekitarnya, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Tanggetada

[30] Suganda. 2015. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Air Laya Tahun 2015 PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Penambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurnal Bina Tambang UNP

[31] Suripin, 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta : Andi Offset.

[32] Widodo, Lilik Eko. 2012. Hidrologi, Hidrogeologi Serta Penyaliran Tambang. Bandung: LAPI ITB