



**EVALUASI SISTEM PENYALIRAN TAMBANG BATUBARA  
PIT C EAST JOBSITE BINUNGAN SUARAN**

**Bryan Andreas Turnip, Shalaho Dina Devy, Harjuni Hasan,  
Revia Oktaviani, Lucia Litha Respati**

Universitas Mulawarman Kalimantan Timur

andreas76turnip@gmail.com<sup>1</sup>, shalaho.d2@ft.unmul.ac.id<sup>2</sup>,

harjunihan@yaho.co.id<sup>3</sup>, revia.oktaviani@gmail.com<sup>4</sup>, luciarespati@ft.unmul.ac.id<sup>5</sup>

**Abstrak**

Area penambangan PT. Berau Coal pada blok 7 binungan suaran menggunakan metode tambang terbuka dengan kontraktor PT. Bukit Makmur Mandiri Utama. Penerapan metode ini menyebabkan terbentuknya cekungan-cekungan yang besar sehingga memiliki potensial untuk menjadi tempat pengumpulan air, baik dari air hujan, air limpasan dan airtanah. Di pit c east terdapat dua sumuran (*sump*) yaitu *sump* F2 elevasi -148 mdpl dan *sump* O *transfer* elevasi -59 mdpl. Tepat dibawah *sump* terdapat lapisan batubara yang belum diambil, secara ekonomis lapisan tersebut layak untuk ditambang, sehingga direncanakan penirisan *sump* dan dilakukan perluasan *sump* agar dapat menampung air yang masuk. Dan perlu dilakukan perbaikan pada saluran terbuka supaya mengalirkan air dengan baik dan lapisan tanah pada saluran tidak cepat terkikis akibat debit air. Berdasarkan data yang diperoleh dan hasil perhitungan yang telah dilakukan, luas daerah tangkapan hujan di pit c east seluas 1.125,14 Ha. Debit air limpasan permukaan pada area tersebut 352.693,52 m<sup>3</sup>/hari, debit airtanah 24 m<sup>3</sup>/hari, debit air merembas ke tanah 8.572,31 m<sup>3</sup>/hari, dan penguapan sebesar 50.418,17 m<sup>3</sup>/hari. Dari neraca *groundwater budget* nilai total volume air yang masuk ke daerah tangkapan hujan yaitu 293.727,05 m<sup>3</sup>/hari. Debit air pada saluran terbuka 4,09 m<sup>3</sup>/detik dengan kecepatan aliran air 1,63 m/detik.

**Kata kunci:** Debit Air, Sumuran, Saluran Terbuka

**Abstract**

The mining area of PT. Berau Coal in Block 7 Binungan Suaran uses the open pit mining method with the contractor PT. Bukit Makmur Mandiri Utama. The application of this method causes the formation of giant basins that have the potential to become a place for water collection, both from rainwater, runoff, and groundwater. In-pit c east there are two sumps, namely sumps F2 at an elevation of -148 masl and sump O transfer at a height of -59 masl. Right under the sump, there is a coal seam that has not been extracted, economically the seam is feasible to mine, so it is planned to drain the sump and expand the sump to accommodate the incoming water. And it is necessary to repair the open channel so that the water flows well and the soil layer in the channel is not quickly eroded due to water discharge. Based on the data obtained and the results of calculations that have been carried out, the area of the rain catchment area in Pit C is 1.125,14 Ha.. The surface runoff water discharge in the area is 352.693,52 m<sup>3</sup>/day, groundwater discharge is 24 m<sup>3</sup>/day, the water seeps into the ground is 8.572,31 m<sup>3</sup>/day, and evaporation is 50.418,17 m<sup>3</sup>/day. From the groundwater budget, the total volume of water entering the rain catchment area is 293.727,05 m<sup>3</sup>/day. And the water discharge value in the open channel is 4,09 m<sup>3</sup>/second with a water flow velocity of 1,63 m/second.

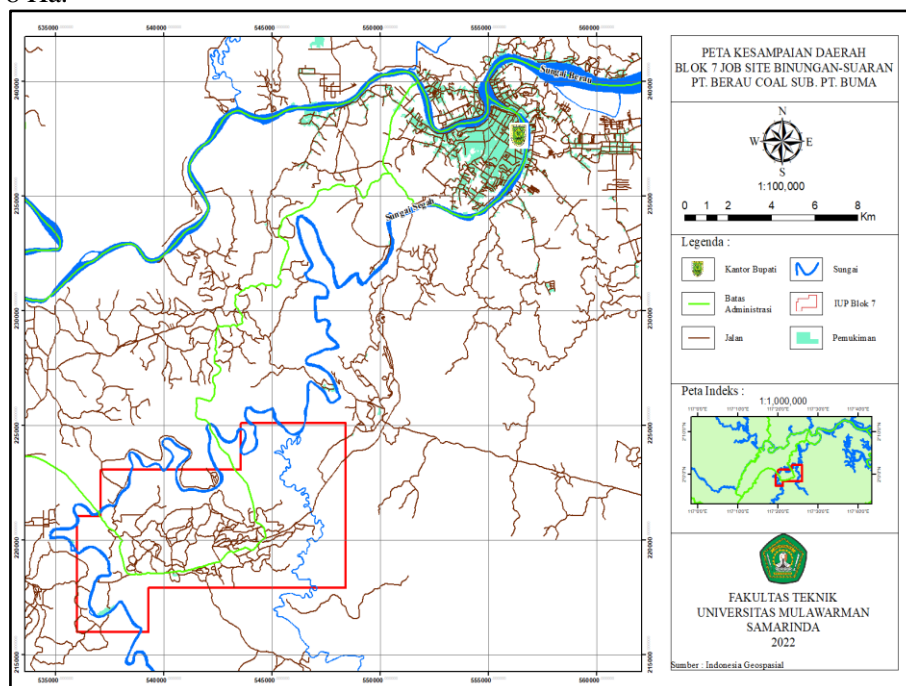
**Keywords:** Water Discharge, Sump, Open Channel

## PENDAHULUAN

PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran adalah salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang kontraktor pertambangan dan mempunyai perjanjian kontrak kerja dalam penambangan batubara di Kalimantan Timur yang berada di wilayah area konsesi PT. Berau Coal *Site* Binungan pada Blok 7. Perencanaan merupakan tahapan penting dalam studi rencana kegiatan penambangan. Aspek perencanaan tambang berhubungan dengan waktu, dan tidak berkaitan dengan masalah geometri, misalnya kebutuhan alat dan tenaga kerja, perkiraan biaya kapital dan biaya operasi (Sulistiyana & Utomo, 2018).

Siklus hidrologi merupakan siklus air yang secara kontinu bergerak dari atmosfer ke bumi dan kembali ke bumi melalui proses kondensasi, presipitasi (curah hujan), dan evapotranspirasi (Kartanegara District, 2019). Pengeringan (*dewatering*) adalah proses pengontrolan dan pengaturan (manajemen) air permukaan dan airtanah pada aktivitas tambang yang diterapkan. Pengaliran (*drainage*) merupakan suatu upaya untuk mencegah mengalirnya air limpasan ke areal *front* kerja. Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan ini yang dialir ragamkan menjadi aliran di sungai (Syarifudin, 2017). Air larian adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau, dan lautan (Asdak, 2018). Jenis material pada areal penambangan berpengaruh terhadap kondisi penyerapan air limpasan karena setiap jenis dan kondisi material berbeda memiliki koefisien masing-masing (Endriantho et al., 2013). *Sump* merupakan kolam penampungan air yang dibuat untuk penampungan air limpasan, *sump* ditempatkan jauh dari aktivitas penggalian batubara (Endriantho et al., 2013). Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas, aliran dalam saluran terbuka maupun saluran tertutup yang mempunya permukaan bebas disebut dengan aliran permukaan bebas yang memiliki tekanan yang sama dengan tekanan atmosfer (Kodoatie, 2005). Kurva head-kapasitas dari pompa menyatakan kemampuan pompa untuk menentukan nilai *head* (H) yang besarnya tergantung pada besarnya kapasitas atau laju aliran (Q) (Setiawan & Handayani, 2013).

PT. Berau Coal memiliki luas area konsesi mencapai 118.400 Ha, dan memiliki 5 area operasional aktif yaitu Lati, Sambarata, Binungan, Prapatan, dan Gurimbang. Secara administrasi PT. Bukit Makmur Manidir Utama *Jobsite* Binungan Suaran termasuk dalam wilayah Kecamatan Sambaliung & Kecamatan Teluk Bayur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Luas daerah pada blok 7 adalah  $\pm 7.798$  Ha.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah Penelitian

## METODE PENELITIAN

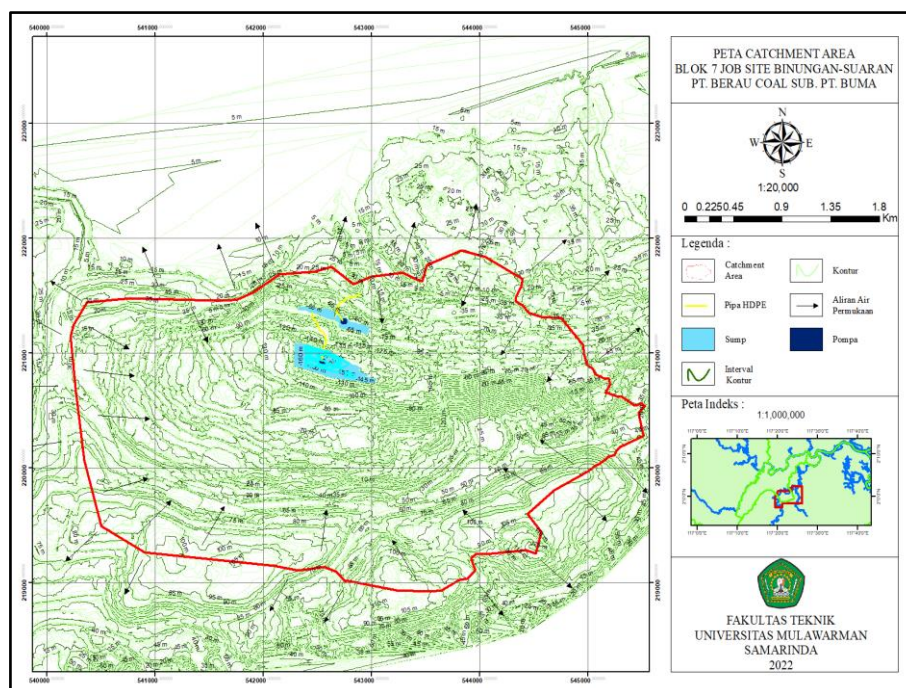
Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian terapan, dimana menurut metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat *positivism*, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistic dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2013).

Tahap pengumpulan data, data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Setelah dilakukan observasi lapangan di ambil data yang diperlukan dalam penelitian. Data primer berupa elevasi *inlet* dan *outlet* pada pompa, panjang dan jumlah pipa, dimensi saluran terbuka, luas daerah tangkapan hujan, dan data koefisien limpasan (Samosir et al., 2021). Untuk data sekunder meliputi data curah hujan tahunan, peta penyaliran tambang, peta kemajuan tambang, jenis pompa, dan peta tata guna lahan.

Tahap pengolahan data, data yang telah terkumpul dilakukan pengolahan data dengan menggabungkan antara dasar teori yang ada dengan data yang diperoleh dari lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah., analisis data yang dilakukan: Perhitungan luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*), Perhitungan debit limpasan, airtanah, evapotranspirasi, dan infiltrasi (Neraca *Groundwater Budget*), Penentuan dimensi kapasitas minimum sumuran (*sump*), Penentuan dimensi saluran terbuka (*open channel*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*), penentuan *catchment area* dapat dilakukan dengan menganalisis peta kemajuan tambang dan peta tata guna lahan. Luas didapat dengan cara menghubungkan titik-titik tertinggi pada peta dengan memperhatikan arah aliran air di daerah tersebut hingga didapatkan sebuah polygon tertutup . Dari hasil yang telah dilakukan luas daerah tangkapan hujan di pit c east sebesar  $\pm 1.125$  Ha, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Catchment Area

Neraca *Groundwater Budget*, neraca ini memiliki beberapa faktor yaitu nilai debit limpasan, debit airtanah, nilai evapotranspirasi (penguapan), dan nilai infiltrasi (air merembes kedalam tanah).

1. Debit limpasan, dalam menghitung nilai debit limpasan menggunakan rumus rasional (Kamiana, 2011) sebagai berikut:

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

Keterangan:

Q = Debit Limpasan (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luasan Daerah (km<sup>2</sup>)

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu (mm/jam). Penentuan intensitas curah hujan untuk mendapatkan nilai durasi yang nantinya digunakan sebagai dasar perhitungan debit limpasan. Intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe (Jamal & Arifin, 2017) dapat dilihat sebagai berikut:

$$I = \frac{R}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R = Curah hujan rencana (mm/hari)

tc = Waktu konsentrasi hujan (jam)

**Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Tahunan**

Tahun	Curah Hujan 2012-2021												CH Maksimum (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2012	49,0	26,0	72,0	61,0	68,0	66,5	22,5	57,5	32,0	77,0	40,0	25,0	77,0
2013	34,0	41,0	40,0	24,5	50,0	31,0	32,0	26,0	31,0	44,0	27,5	46,0	50,0
2014	39,0	31,5	25,0	75,0	33,0	53,0	30,0	24,0	14,5	57,0	65,0	59,0	75,0
2015	54,0	34,5	72,0	38,0	38,0	27,0	21,0	19,0	63,0	45,0	46,0	47,5	72,0
2016	93,0	30,0	60,0	18,5	53,0	25,0	28,0	137,0	80,0	70,0	21,1	82,0	137,0
2017	47,0	89,0	79,0	54,0	21,0	65,0	81,0	54,5	11,5	51,0	60,0	22,0	89,0
2018	108,0	28,0	38,0	52,5	32,0	25,0	67,0	24,0	28,0	75,0	20,5	38,0	108,0
2019	46,0	28,5	57,0	20,5	30,5	52,5	30,0	69,0	5,0	23,0	73,0	53,0	73,0
2020	104,0	89,0	75,5	37,5	55,0	61,0	24,0	68,0	35,0	32,5	31,0	34,0	104,0
2021	49,5	44,5	33,0	31,0	95,5	57,5	40,0	33,5	30,0	27,5	26,0	61,0	95,5

Berdasarkan tabel 1, diperoleh nilai curah hujan rencana (R) menggunakan nilai curah hujan harian maksimum yaitu 137 mm pada tahun 2016. Nilai waktu konsentrasi (tc) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik hulu ke titik kontrol hilir suatu aliran sungai. Persamaan Kirpich (Rapar et al., 2014) sebagai berikut:

$$tc = 0,0195 \times L^{0,77} S^{-0,385}$$

Keterangan:

tc = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang aliran sungai (km)

S = Kemiringan aliran sungai

Dari hasil pengolahan data diperoleh nilai tc sebesar 2,18 jam, maka dihasilkan nilai intensitas hujan sebesar 28,28 mm/jam.

**Tabel 2. Nilai Koefisien Limpasan**

No	Area	Koefisien Limpasan	Keterangan C
1	Pit C	$C = 0,16 + 0,16 + 0,28 = 0,6$	Kemiringan 10 – 20 %, Lempung dan Lanau, Tanpa Tanaman
2	Sump O Transfer	$C = 0,16 + 0,16 + 0,28 = 0,6$	Kemiringan 10 – 20 %, Lempung dan Lanau, Tanpa Tanaman
3	WMP 21	$C = 0,08 + 0,08 + 0,21 = 0,37$	Kemiringan 1 – 10 %, Lempung Berpasir, Padang Rumput
4	Inpit Dump Logging	$C = 0,08 + 0,08 + 0,21 = 0,38$	Kemiringan 1 – 10 %, Lempung Berpasir, Padang Rumput
5	Outpit Dump Utara	$C = 0,08 + 0,16 + 0,28 = 0,52$	Kemiringan 1 – 10 %, Lempung dan Lanau, Tanpa Tanaman
6	Outpit Dump Barat	$C = 0,08 + 0,08 + 0,28 = 0,44$	Kemiringan 1 – 10 %, Lempung Berpasir, Tanpa Tanaman
7	Reklamasi	$C = 0,08 + 0,04 + 0,04 = 0,16$	Kemiringan 1 – 10 %, Pasir dan Gravel, Hutan

Berdasarkan tabel 2, diperoleh nilai koefisien limpasan pada 7 area yang berada di luasan daerah tangkapan hujan. Dalam penentuan nilai koefisien limpasan memperhatikan nilai kemiringan, jenis tanah, dan nilai vegetasi.

**Tabel 3. Debit Limpasan**

Nama	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m <sup>3</sup> /jam)	tc (jam)	Q (m <sup>3</sup> /hari)
Pit C Timur	0,60	28,28	788,52	133.904,13	2,18	291.438,41
Sump O Transfer	0,60	28,28	52,32	8.883,96	2,18	19.335,67
WMP 21	0,37	28,28	16,53	1.731,13	2,18	3.767,75
Inpit Dump Logging	0,37	28,28	18,24	1.909,78	2,18	4.156,59
Outpit Dump Utara	0,52	28,28	10,38	1.527,23	2,18	3.323,97
Outpit Dump Barat	0,44	28,28	41,17	5.126,37	2,18	11.157,39
Reklamasi	0,16	28,28	197,99	8.965,77	2,18	19.513,74
Jumlah						352.693,52

Berdasarkan tabel 3, diperoleh nilai debit limpasan dalam satuan m<sup>3</sup>/jam atau jika ingin mengetahui nilai debit limpasan dalam 1 hari, maka dilakukan perhitungan perkalian dengan nilai waktu konsentrasi (tc) sehingga diperoleh nilai debit limpasan (Q) dalam satuan m<sup>3</sup>/hari.

2. Debit airtanah, debit airtanah yang diperoleh merupakan nilai perkiraan yaitu sebesar 24 m<sup>3</sup>/hari.
3. Evapotranspirasi, dalam menentukan estimasi nilai penguapan (evapotranspirasi) dapat dihitung menggunakan metode *Turc* (Parker et al., 1990) dapat dilihat sebagai berikut:

$$ETr = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{(300 + 25Tm + 0,05Tm^3)^2}}}$$

Keterangan:

- ETr = Evapotranspirasi (mm/tahun)
- P = Curah hujan tahunan rata-rata (mm/tahun)
- Tm = Suhu tahunan rata-rata (°C)

**Tabel 4. Neraca Evapotranspirasi**

Neraca Evapotranspirasi			
Keterangan		Nilai	
T	Suhu rata-rata tahunan	29,00	°C
P	CH rata-rata tahunan	2.265,85	mm/tahun
A	Luas Catchment	11,25	km <sup>2</sup>
L(T)	(300+25*T+0.05*T <sup>3</sup> )	2.244,45	
Etr	Evapotranspirasi	1.635,59	mm/tahun
		<b>50.418,17</b>	<b>m<sup>3</sup>/hari</b>

Berdasarkan tabel 4, nilai penguapan (evapotranspirasi) diperoleh sebesar 1.635,59 mm/tahun, untuk mengetahui berapa nilai penguapan yang terjadi dalam 1 hari maka nilai tersebut dikonversi terlebih dahulu ke m/hari kemudian dilakukan perhitungan perkalian terhadap luas daerah tangkapan hujan, sehingga nilai evapotranspirasi yang diperoleh pada 1 hari yaitu 50.418,17 m<sup>3</sup>/hari.

4. Infiltrasi, dalam penentuan nilai infiltrasi (Hafezi et al., 2007) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$U = P - ETr - Ro$$

Keterangan:

- U = Infiltrasi (cm/tahun)
- P = Curah hujan tahunan (cm/tahun)
- Ro = *Runoff* (cm/tahun)
- ETr = Evapotranspirasi

**Tabel 5. Neraca Groundwater Budget**

Neraca Groundwater			
Keterangan		Nilai	
	Suhu rata-rata		
T	tahunan	29,0	°C
	CH rata-rata		
P	tahunan	2.265,	mm/tahu
A	Luas Catchment	11,2	km <sup>2</sup>
L(T <sup>3</sup> )	(300+25*T+0.05*	2.244,	
Etr	Evapotranspirasi	1.635,	mm/tahu
		<b>50.418,1</b>	<b>m<sup>3</sup>/hari</b>
RC	Runoff	35,	cm/tahur
		<b>10.855,6</b>	<b>m<sup>3</sup>/hari</b>
U	Infiltrasi	27,	cm/tahur
		<b>8.572,3</b>	<b>m<sup>3</sup>/hari</b>

Berdasarkan tabel 5, diperoleh nilai infiltrasi sebesar 27,81 cm/tahun, untuk mengetahui berapa nilai debit air merembes ke tanah yang terjadi dalam 1 hari maka nilai tersebut dikonversi terlebih dahulu ke m/hari kemudian dilakukan perhitungan perkalian terhadap luas daerah tangkapan hujan, sehingga nilai infiltrasi yang diperoleh pada 1 hari yaitu 8.572,31 m<sup>3</sup>/hari.

Kapasitas minimum sumuran (*sump*), dalam penentuan kapasitas minimum sumuran dapat dilihat dari perhitungan yang telah dilakukan pada sebelumnya, dengan menggunakan nilai debit air limpasan, debit airtanah, evapotranspirasi, dan infiltrasi. Maka kapasitas minimum *sump* per harinya

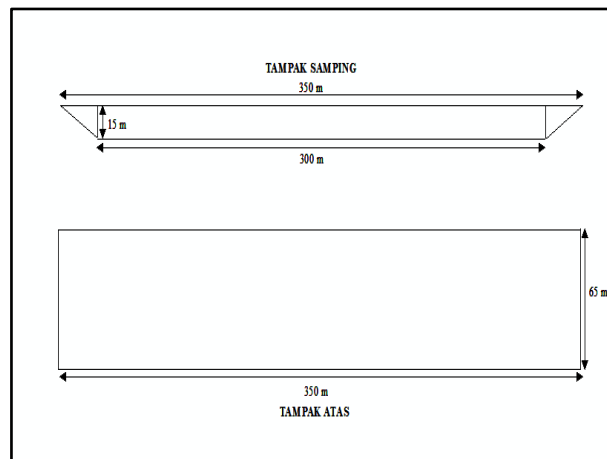
dapat dilihat dari nilai debit sebagai berikut:

$$Q = \text{Debit limpasan} + \text{Debit airtanah} - \text{Evapotranspirasi} - \text{Infiltrasi}$$

$$Q = 352.693,52 + 24 - 50.418,17 - 8.572,31$$

$$Q = 293.727,05 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Sehingga nilai debit air yang masuk kedalam sumuran sebesar 293.727,05 m<sup>3</sup>/hari. Dalam kondisi aktual di lapangan pada *sump* F2 tidak memiliki masalah karena dapat menampung debit air tersebut, tetapi kapasitas pada *sump* O *transfer* tidak cukup untuk menampung debit air maupun air kiriman dari *sump* F2, maka dari itu perlu dilakukannya perubahan desain pada *sump* O *transfer* agar memiliki kapasitas untuk menampung air baik dari hasil perhitungan dan air yang di kirim dari *sump* F2.



Gambar 3. Desain sumuran

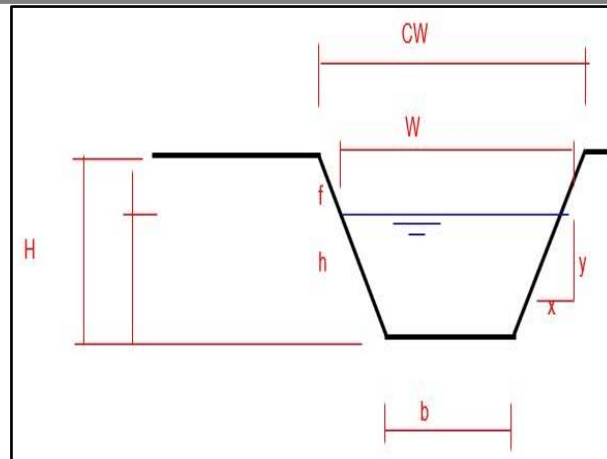
Berdasarkan gambar 3, desain sumuran berupa prisma trapesium dengan dimensi Panjang permukaan sumuran 350 m, Panjang dasar sumuran 300 m, lebar (dasar dan permukaan) 65 m, kedalaman 15 m, dengan kemiringan 59°. sehingga didapatkan nilai volume sumuran tersebut dapat menampung sebesar 316.875 m<sup>3</sup>.

Saluran terbuka, memiliki fungsi untuk menampung sementara serta mengalirkan air ke tempat lain (*sedimen pond/big pond*). Bentuk penampang saluran pada umumnya dipilih sesuai nilai debit air, material pengotor dan ekonomis dalam hal pembuatannya. Bentuk saluran penampang yang umum digunakan ada bentuk trapesium, hal ini dikarenakan mudah dalam pembuatannya, murah, dan mudah dalam perawatannya serta stabilitas kemiringan dapat disesuaikan berdasarkan topografi (Nofrizal, 2016). Untuk perhitungan debit pengaliran suatu saluran air dapat dilakukan dengan rumus *Manning* pada persamaan berikut:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

Keterangan:

- Q = Debit air (m<sup>3</sup>/detik)
- n = Koefisien kekasaran *manning*
- R = Jari – jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan saluran (%)
- A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)



**Gambar 4.** Desain saluran terbuka trapesium

Berdasarkan gambar 4, penulis merekomendasikan perubahan desain saluran terbuka dalam bentuk trapesium. Untuk detail rancangan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 6. Rancangan Desain Saluran Terbuka**

No	Keterangan	Nilai
1	b Lebar dasar saluran	1,5 m
2	h Kedalaman air	1 m
3	f Tinggi jagaan air	0,2 m
4	x : y Kemiringan penampang saluran	1 : 1 (45°)
5	H Kedalaman saluran	1,2 m
6	W Lebar permukaan air	3,5 m
7	CW Lebar atas saluran	3,9 m
8	A Luas penampang basah saluran	2,5 m <sup>2</sup>
9	P Keliling basah saluran	4,33 m
10	R Jari - jari hidrolis	0,58 m
11	S Kemiringan (Gradien)	0,5 %
12	n Koefisien kekasaran manning	0,03
13	Q Debit air	4,09 m <sup>3</sup> /detik
14	V Kecepatan air	1,63 m/detik

Berdasarkan tabel 6, rancangan desain yang direkomendasikan penulis memiliki nilai debit air yang dapat dialirkan sebesar 4,09 m<sup>3</sup>/detik dengan nilai kecepatan air sebesar 1,63 m/detik, sehingga dari nilai kecepatan air tersebut material lantai dasar yang cocok pada lantai minimum menggunakan material kerikil dengan ukuran 50 mm untuk mengantisipasi terkikis lantai pada saluran.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan bahwa luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) sebesar 1.125 Ha. Dari hasil perhitungan Neraca *Groundwater Budget* perkiraan debit air yang masuk kedalam sumuran sebesar 293.727,05 m<sup>3</sup>/hari. Sehingga perlu dilakukan perluasan sumuran pada *sump O transfer* agar dapat menampung air yang masuk. Dan melakukan perbaikan kapasitas saluran terbuka dengan dimensi saluran terbuka untuk



mengalirkan air limpasan dimana rancangan nilai debit air yang akan dialirkan pada saluran terbuka harus lebih besar dari nilai debit air limpasan yang akan masuk agar air pada saluran terbuka lancar. Dan perlu dilakukannya evaluasi terhadap luas daerah tangkapan hujan, koefisien limpasan, dimensi saluran terbuka setiap 3 bulan dikarenakan terjadinya perubahan kondisi topografi dan tata guna lahan yang mengikuti arah kemajuan penambangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2018). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Endriantho, M., Ramli, M., Hasanuddin, T. P. U., & Hasanuddin, T. G. U. (2013). Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara. *Jurnal Geosains*, 9(01).
- Hafezi, F., Kanellopoulos, J., Wiltfang, R., & Seiler, T. (2007). Corneal Collagen Crosslinking With Riboflavin And Ultraviolet A To Treat Induced Keratectasia After Laser In Situ Keratomileusis. *Journal Of Cataract & Refractive Surgery*, 33(12), 2035–2040.
- Jamal, M., & Arifin, T. S. P. (2017). *Inovasi Rekayasa Sipil Dalam Menghadapi Tantangan Iklim Dan Geografi Kalimantan Yang Berwawasan Lingkungan*.
- Kamiana, I. M. (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. *Graha Ilmu, Yogyakarta*.
- Kartanegara District, E. K. (2019). Analisis Kestabilan Lereng Low Wall Pit 7 Selatan Blok Am Yang Dipengaruhi Airtanah Di Pt. Alamjaya Bara Pratama, Kecamatan Loakulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral Ft Unmul*, 7(1), 15–22.
- Kodoatie, R. J. (2005). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta.
- Nofrizal, N. (2016). *Analisis Teknis Mine Dewatering Terhadap Rencana Tiga Bulan Penambangan Batu Bara Di Pit B Kec. Meureubo, Kab. Aceh Barat, Aceh*.
- Parker, K. J., Huang, S. R., Musulin, R. A., & Lerner, R. M. (1990). Tissue Response To Mechanical Vibrations For “Sonoelasticity Imaging.” *Ultrasound In Medicine & Biology*, 16(3), 241–246.
- Rapar, S. M. E., Mananoma, T., Wuisan, E. M., & Binilang, A. (2014). Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode Hss Gama I Dan Hss Limantara. *Jurnal Sipil Statik*, 2(1).
- Samosir, F. D. L., Franto, F., & Andini, D. E. (2021). Kajian Sistem Penyaliran Tambang Bawah Tanah Pada Pt Allied Indo Coal Jaya Sawahlunto Sumatera Barat. *Mineral*, 6(2), 1–6.
- Setiawan, A. Y., & Handayani, S. U. (2013). *Modifikasi Instalasi Dan Pengujian Karakteristik Pompa Sentrifugal Idb–35 Susunan Paralel (Modification Installation And Testing Of Centrifugal Pump Characteristics Idb-35 Parallel Structure)*. D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*.
- Sulistiyana, A. R., & Utomo, P. (2018). Sistem Informasi Sdn Paron 02 Berbasis Web. *Jurnal Pilar Teknologi Jurnal Ilmiah Ilmu Ilmu Teknik*, 3(2).
- Syarifudin, A. (2017). *Hidrologi Terapan*. Penerbit Andi.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)