

Studi Sistem Drainase Air Tambang Batubara di *Sump* Pit Bara4 PT Berkat Anugerah Sejahtera

Faras Dwi Putra^{1*}, Salaho Dina Devy², Agus Winarno³, Harjuni Hasan⁴,
Windhu Nugroho⁵

¹⁻⁵ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik,
Universitas Mulawarman, Indonesia

Korespondensi Penulis : farasdwi.p@gmail.com *

Abstract. *Open-pit mining system mining is greatly influenced by surface runoff, rainwater and groundwater. This surface water runoff is highly dependent on rainfall catchment areas, climate, and land use. Handling surface water runoff entering the mining area by creating water channels in the form of open channels and closed channels. One of the mining methods that is generally carried out in Indonesia is the open-pit mining method, which is widely found in East Kalimantan. Large basins will be created as a result of this mining technique, which could eventually serve as a reservoir for water from both surface runoff and groundwater. Therefore, an analysis of the runoff water output in the sump is required, sump capacity and appropriate pumping ratio so that mining activities can continue. The results of the study obtained the runoff discharge value in the sump was 4,071.37 m³/day, the sump capacity was 207,474.07 m³, the water balance in the sump with a total runoff discharge of 5,871.37 m³/day, and the existing volume of water in the sump was 24,771 m³. evaporation of 4.36 m³/day, infiltration of 91.36 m³/day, and pump discharge of 8,229.27 m³/day. A pumping ratio of 0.71 was obtained.*

Keywords: *Pump Ratio, Runoff Discharge, Sump.*

Abstrak. Penambangan sistem tambang terbuka sangat dipengaruhi oleh air limpasan permukaan, air hujan dan air tanah. Limpasan air permukaan ini sangat tergantung pada daerah tangkapan hujan, iklim, dan tata guna lahan. Penanganan limpasan air permukaan yang masuk ke areal tambang dengan membuat saluran air berupa saluran terbuka (*open channel*) maupun saluran tertutup (*close channel*). Salah satu metode penambangan yang pada umumnya dilakukan di daerah Indonesia yaitu metode penambangan tambang terbuka, yang banyak dijumpai di Kalimantan Timur. Cekungan besar akan terbentuk sebagai hasil dari teknik penambangan ini, yang pada akhirnya dapat berfungsi sebagai tampungan untuk air dari aliran permukaan dan air tanah. Oleh karena itu, dilakukan analisis terhadap debit air limpasan pada *sump*, kapasitas *sump*, dan rasio pemompaan yang sesuai agar kegiatan penambangan dapat terus berlangsung. Hasil penelitian yang didapatkan nilai debit limpasan pada *sump* yaitu sebesar 4.071,37 m³/hari, kapasitas *sump* sebesar 207.474,07 m³, neraca air pada *sump* dengan debit limpasan total sebesar 5.871,37 m³/hari dan debit pompa sebesar 8.229,27 m³/hari. Didapatkan rasio pemompaan sebesar 0,71.

Kata kunci: Rasio pompa, Debit Limpasan, *Sump*.

1. LATAR BELAKANG

Di Indonesia, teknik penambangan terbuka umumnya digunakan untuk ekstraksi batu bara, yang sangat merugikan ekosistem. Cekungan besar akan terbentuk sebagai hasil dari teknik penambangan ini, yang sangat meningkatkan kemungkinan bahwa itu akan menjadi tampungan untuk air dari aliran permukaan. (Murad, 2021).

Dalam mengatasi masuknya air menuju front kerja tersebut dibutuhkan sistem penyaliran yang baik berupa *mine drainage* dan *mine dewatering*. *Mine drainage* adalah teknik sistem irigasi yang bertujuan mencegah agar air tidak masuk ke lokasi penambangan dengan membangun saluran drainase di sekitar lubang bukaan, sedangkan *mine dewatering* bertujuan

mengeluarkan air yang masuk ke dalam lubang bukaan dengan membangun sumur dan kemudian memompa keluar air yang terkumpul di sumur (Islamiaty, 2021).

Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap konsentrasi air permukaan pada lokasi tambang agar konsentrasi air tersebut dapat dikendalikan secara tepat agar proses kegiatan penambangan dapat terus berlangsung.

2. KAJIAN TEORITIS

Curah Hujan

Menurut Gautama (1999), Presipitasi, yang dapat mencakup hujan, es, salju, dan embun, adalah istilah umum untuk uap air di atmosfer yang terkondensasi dan jatuh ke tanah. Jumlah air hujan yang jatuh pada suatu area tertentu diukur dalam milimeter (mm). Oleh karena itu, 1 mm menunjukkan bahwa 1 liter presipitasi jatuh pada area seluas 1 m².

Kelompok awan adalah sumber presipitasi, yang mencakup hujan, salju, dan hujan es. Arus udara mengontrol pergerakan awan-awan ini di seluruh dunia. Misalnya, awan-awan ini mendingin dan dengan cepat terisi air ketika mendekati pegunungan (Syarifudin, 2017).

Kuantitas air tanah, yang berkorelasi dengan daerah imbuhan dan daerah tangkapan, sebagian besar ditentukan oleh distribusi hujan dan volume presipitasi yang diterima di suatu daerah tangkapan. Daerah tangkapan adalah wilayah daratan yang dibatasi oleh pemisahan topografi tertinggi dan terdiri dari satu sungai dan anak-anak sungainya (Devy, 2019).

Sistem Penyaliran Tambang

Menurut Fitri dkk (2018), Sistem penyaliran tambang diterapkan untuk memastikan bahwa air yang masuk ke area penambangan tidak mengganggu produksi, sehingga memungkinkan pencapaian tujuan produksi. Terdapat dua jenis pengendalian manajemen air pada tambang terbuka: Tujuan dari *mine drainage* adalah untuk mencegah masuknya air ke dalam area penambangan. Pendekatan *Siemens* adalah salah satu contoh bagaimana hal ini biasanya dilakukan untuk mengelola sumber air permukaan dan air tanah. Tujuan dari *mine dewatering* adalah untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke dalam area penambangan. Tujuan utama dari upaya ini adalah untuk mengelola air yang berasal dari hujan. Teknik penanganannya meliputi pemompaan, sistem saluran, dan sumur.

Distribusi Probabilitas

Menurut Kamiana (2011), distribusi probabilitas kontinu yang banyak digunakan diketahui digunakan dalam analisis frekuensi terhadap data hujan atau data debit untuk mendapatkan nilai hujan rencana atau nilai debit rencana. Distribusi-distribusi ini meliputi:

distribusi probabilitas gumbel, distribusi probabilitas normal, distribusi probabilitas log normal, distribusi probabilitas pearson type III

Limpasan Air Permukaan

Menurut Asdak (1995), Salah satu metode yang dianggap cukup dalam memperkirakan besaran air larian puncak (Q_p) adalah metode rasional. Pendekatan rasional untuk memperkirakan air larian memiliki rumus matematis sebagai berikut:

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \quad (1)$$

Keterangan:

Q : Debit Limpasan (m^3/dtk)

C : Koefisien air larian

I : Intensitas hujan (mm/jam)

A : *Catchment Area* (ha)

Menurut Asdak (1995), Rasio antara air larian dan curah hujan diwakili oleh koefisien air larian, yang sering disingkat menjadi C. Misalnya, nilai C untuk area berhutan adalah 0,10, yang menunjukkan bahwa air larian dipengaruhi oleh 10% dari total curah hujan.

Tabel 1 Koefisien Air Limpasan (C) Metode Rasional (Sayoga, 1999)

Kemiringan	Tutupan	Koefisien Limpasan
< 3%	Sawah, rawa	0,2
	Hutan, perkebunan	0,3
	Perumahan dengan Kebun	0,4
3% - 15%	Hutan, perkebunan	0,4
	Perumahan	0,5
	Tumbuhan jarang	0,6
	Tanpa tumbuhan, daerah timbunan	0,7
> 15%	Hutan	0,6
	Perumahan, kebun	0,7
	Tumbuhan jarang	0,8
	Tanpa tumbuhan, daerah tambang	0,9

Menurut Kamiana (2011), besar atau laju suatu curah hujan per satuan waktu, yang ditetapkan dalam satuan milimeter per jam (mm/jam) atau sentimeter per jam (cm/jam), dikenal sebagai intensitas hujan atau intensitas hujan rencana. Bila volume dari curah hujan sama, nilai intensitas hujan akan meningkat sesuai dengan penurunan durasi hujan; sebaliknya, jika durasi hujan meningkat, intensitas hujan akan menurun. Bentuk umum dari rumus Mononobe adalah:

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

Keterangan:

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} : Curah hujan rencana (mm)

T_c : *Time of concentration* (jam)

Menurut Suwandi (2004), *catchment area* adalah suatu wilayah atau daerah di mana air hujan dikumpulkan. Titik-titik elevasi tertinggi menentukan batas-batas area tangkapan, menciptakan poligon tertutup yang mengikuti arah aliran air dan sesuai dengan kondisi topografi. Dengan mendefinisikan area tangkapan, diperkirakan bahwa semua air larian hujan akan terkonsentrasi di elevasi terendah dari daerah aliran sungai tersebut.

Sump

Sumuran (*Sump*) ialah sebuah kolam tampungan air yang digunakan untuk menampungan air permukaan, yang dapat dibuat sementara sebelum air yang nantinya akan dipompa keluar, yang dapat berfungsi juga sebagai kolam penendapan lumpur. Pengeringan air dari *sump* dilakukan dengan menggunakan pompa (Suwandhi, 2004).

Konsentrasi air yang berada dalam sumuran merupakan keseluruhan dari air yang dialirkan oleh saluran-saluran, jumlah limpasan permukaan yang langsung mengalir ke sumuran dan curah hujan yang jatuh di sumuran. Sedangkan jumlah konsentrasi air yang keluar dapat dianggap kapasitas pompa, karena penguapan dianggap tidak terlalu berarti (Gautama, 1999).

Menurut Yusran dkk (2015) dalam menentukan volume *sump*, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{sump} = Q \times T \quad (3)$$

Keterangan:

V_{sump} : Volume *sump* (m^3)

Q : Debit limpasan (m^3/s)

T : Lama hujan (jam)

Berdasarkan regulasi tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik dari Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 menyatakan bahwa fasilitas penampungan air tambang, serta fasilitas pengendapan memiliki kapasitas sekurang-kurangnya 1.25 kali volume air tambang pada curah hujan tertinggi selama 84 (delapan puluh empat) jam.

Pompa

Pompa adalah mesin yang memberikan tekanan pada fluida untuk memindahkannya dari satu tempat ke tempat lain. Untuk mengatasi hambatan (*head*) atau kerugian yang terjadi dalam sistem perpipaan selama proses aliran, tekanan diterapkan. Dua parameter utama yang mempengaruhi kebutuhan pompa dalam sistem pemompaan adalah debit yang akan diberikan oleh pompa dan total julang kerugian yang diperlukan untuk mengangkat air tersebut. (Fitri dkk., 2018).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, menganalisis data numerik. Studi ini dilaksanakan di Pit Bara 4 PT Berkat Anugerah Sejahtera (BAS). Metode penambangan yang digunakan di Pit Bara 4 adalah penambangan terbuka dengan umur tambang selama 5 tahun. Kegiatan pengamatan dan pengambilan data dilakukan pada bulan Oktober dan November 2024.

Metode penelitian dilakukan dengan pengambilan data primer yang didapat langsung dari lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan. Data primer berupa data debit aktual pompa. Data sekunder berupa data curah hujan & suhu, data topografi, data tata guna lahan, data debit air tanah, dan data jenis pompa.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan Di Pit Bara4

Adapun data yang diperoleh dari PT BAS berupa data curah hujan harian dengan periode 10 tahun. Dapat dilihat data curah hujan maksimum pada tabel 2 berikut

Tabel 2 Curah Hujan Tahunan Maksimum Periode 10 Tahun

Tahun	Curah Hujan Maksimum 2014-2023												Max
	Jan mm	Feb mm	Mar mm	Apr mm	May mm	Jun mm	Jul mm	Aug mm	Sep mm	Oct mm	Nov mm	Dec mm	
2014	35,8	24,6	58,7	18,9	37,2	23,9	38,3	12,4	18,4	32,2	43,5	45,0	58,7
2015	47,6	30,5	24,7	60,1	20,5	31,0	51,1	36,3	0,4	16,3	14,7	33,6	60,1
2016	62,5	26,9	59,2	65,0	25,1	38,2	29,4	14,8	43,4	27,3	58,1	40,2	65,0
2017	38,0	14,3	23,5	43,6	34,1	90,0	36,5	55,0	19,2	21,9	32,6	45,4	90,0
2018	38,0	15,3	40,4	33,3	53,1	38,3	45,5	28,1	36,1	20,8	23,6	23,4	53,1
2019	31,3	12,4	29,9	21,0	36,5	36,6	26,0	20,3	16,7	24,0	31,7	50,4	50,4
2020	68,4	26,4	36,5	30,2	40,7	26,8	29,0	55,1	40,9	27,1	31,9	29,3	68,4
2021	56,5	74,0	27,5	44,0	60,5	30,5	21,5	50,0	93,0	28,0	39,0	63,5	93,0
2022	20,0	36,0	15,0	26,5	80,5	72,0	72,0	20,0	61,5	50,0	40,0	8,0	80,5
2023	27,0	42,0	59,0	70,0	25,5	35,5	22,0	45,0	53,0	39,0	38,5	52,0	70,0

Analisis Distribusi Probabilitas

Berdasarkan pada Tabel 3 berikut, pengujian distribusi probabilitas metode Chi-Kuadrat dengan tingkat kepercayaan 2,5% menunjukkan hasil bahwa dsitribusi yang memenuhi kriteria untuk digunakan dalam penelitian ini adalah Log Pearson Type III, dan pada penelitian kali menggunakan data curah hujan rencana dengan periode ulang selama 5 tahun.

Tabel 3 Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Periode Ulang	KT	XT
15	1,599	94,46
10	1,309	88,88
5	0,824	80,29
2	-0,050	66,84

Forecast Curah Hujan

Penentuan untuk data perkiraan (*forecast*) curah hujan yang didasarkan pada metode *moving average*, dengan menggunakan data dari rata-rata periode 2021-2023 untuk memperkirakan data curah hujan pada periode yang akan datang.

Tabel 4 Forecast Curah Hujan Pit Bara4

Tahun	Curah Hujan Maksimum 2021-2023												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Rinfall (mm)	194	211	143	156	177	170	144	133	242	200	269	179	2,217
Raintime (Minute)	6.050	4.750	3.996	3.424	3.136	3.664	3.436	4.002	3.797	4.066	4.786	4.273	49.380
Raintime (Hours)	101	79	67	57	52	61	57	67	63	68	80	71	823

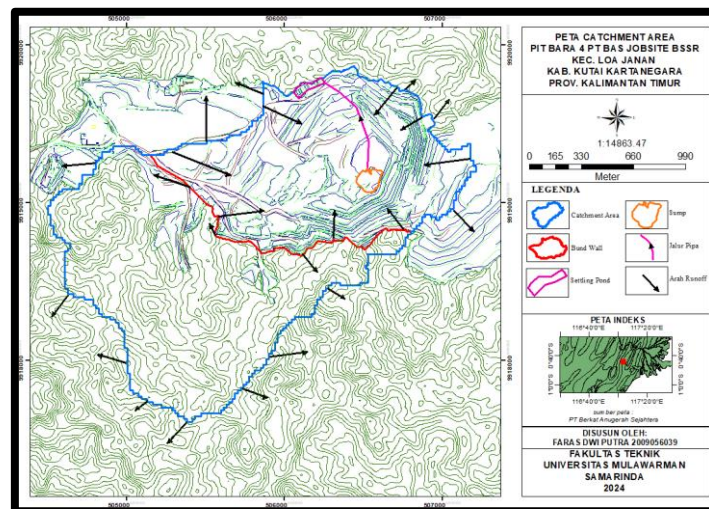
Waktu hujan harian diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Waktu hujan harian} = \frac{\text{Total raintime} \left(\frac{\text{jam}}{\text{tahun}} \right)}{\text{total hari} \left(\frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \right)}$$

$$\text{Waktu hujan harian} = \frac{823(\text{jam}/\text{tahun})}{365(\text{hari}/\text{tahun})}$$

$$\text{Waktu hujan harian} = 2,25 \text{ jam}/\text{hari}$$

Debit Limpasan



Gambar 1 Peta Catchment Area Pit Bara4

Air hujan yang jatuh di permukaan tanah dan mengalir di atasnya dikenal sebagai air limpasan permukaan. Penentuan air limpasan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode rasional, yang memanfaatkan informasi seperti luas *catchment area* (A), koefisien limpasan (C), dan intensitas curah hujan (I). Pada Tabel 5 menampilkan nilai dari debit limpasan.

Tabel 5 Debit Limpasan (*Runoff*)

Catchmen Area	A	C	I	Q	Q	Waktu hujan perhari	Q
	Ha		mm/jam	m ³ /detik	m ³ /jam	Jam	m ³ /hari
PIT Bara4	145,17	0,9	1,36	0,49	1.780,91	2,25	4.071,37

Sump

Untuk menghitung kapasitas *sump* dimana kapasitas sekurang-kurangnya 1,25 kali volume air tambang pada curah hujan harian tertinggi selama 84 jam. Maka hasil perhitungan untuk volume maksimal *sump* dan kapasitas *sump*, sebagai berikut

Tabel 6 Debit Limpasan Kapasitas Sump

Area	A	C	I	Q	Q
	Ha		mm/jam	m ³ /detik	m ³ /jam
PIT Bara4 (<i>sump</i>)	145,17	0,9	1,45	0,53	1.900,94

Tabel 7 Kapasitas Sump Pit Bara4

<i>Qrunoof</i> (m ³ /jam)	<i>Qair tanah</i> (m ³ /jam)	Volume maksimal <i>sump</i>	Kapasitas <i>Sump</i>
1.900,94	1.800,00	165,979.25	207,474.07

Pompa

PT. BAS memiliki pompa MF420 EXHV, yang digunakan dalam kegiatan penambangan di pit Bara 4. Untuk pemompaan, digunakan pipa HDPE yang berukuran 10 inci dengan *head* yang dihasilkan pada lokasi tersebut sebesar 101 meter dan panjang pipa sepanjang sekitar 980 meter, sesuai dengan perhitungan langsung debit aktual yang dilakukan di lapangan menggunakan *flowmeter ultrasonik* pada area *outlet* dari pompa tersebut dengan pengambilan debit aktual sebanyak 20 kali. Pompa MF420 menghasilkan debit aktual rata-rata sebesar 448,28 m³/jam. Dengan rasio pompa sebesar 0,71 dan kondisi kerja selama 18 jam per hari, pompa MF420 dapat mengalirkan debit dari *sump* di pit Bara 4 sebanyak 8.229,27 m³/hari. Adapun rasio pompa yang diperoleh dari perbandingan antara volume air yang masuk ke *sump* dan volume air yang keluar dari *sump* melalui pompa.

5. KESIMPULAN DAN SARAN**Kesimpulan**

Hasil penelitian yang didapatkan nilai debit limpasan yaitu sebesar 4.071,37 m³/hari, kapasitas *sump* sebesar 207.474,07 m³, dengan debit limpasan total sebesar 5.871,37 m³/hari dan debit pompa sebesar 8.229,27 m³/hari, didapatkan rasio pemompaan sebesar 0,71.

Saran

Perlunya dilakukan pengamatan secara berkala terhadap debit limpasan dikarena kondisi lahan akan berubah seiring waktu sebagai dampak terhadap perkembangan kegiatan penambangan, sangat penting untuk secara rutin mengevaluasi nilai debit limpasan. Untuk

menjaga jam kerja yang efisien dan efektivitas pompa selama beroperasi, pemantauan kinerja pompa secara berkala juga diperlukan.

DAFTAR REFERENSI

- Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Universitas Gajah Mada.
- Devy, S. D. (2019). *Hidrogeologi pertambangan*. Mulawarman University Press. ISBN: 978-623-7480-08-2.
- Fitri, F. G., Anshari, Y., & Nasrudin, D. (2018). Evaluasi sistem penyaliran tambang batubara di area Pit Roto Selatan PT Pamapersada Nusantara Jobsite Kideco Jaya Agung, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 4(2). Universitas Islam Bandung. ISSN: 2460-6499.
- Gautama, R. S. (1999). *Diktat kuliah sistem penyaliran tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, ITB.
- Islamiaty, A., Saismana, U., & Riswan. (2021). Evaluasi sistem penyaliran tambang pada PT Akbar Mitra Jaya Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal HIMASAPTA*, 6(3). Universitas Lambung Mangkurat.
- Kamiana, I. M. (2011). *Teknik perhitungan debit rencana bangunan air*. Graha Ilmu.
- Murad. (2021). Rancangan sump dan sediment pond Bukit 13 PT. Antam Tbk UBP Bauksit Tayan Kalimantan Barat. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 21(2). Universitas Tanjungpura.
- Republik Indonesia. (2018). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*.
- Suwandhi, A. (2004). *Perencanaan sistem penyaliran tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, UNISBA.
- Syarifudin, A. (2017). *Hidrologi terapan*. ANDI. ISBN: 978-979-29-6303-8.
- Yusran, K., Djamaluddin, & Budiman, A. (2015). Sistem penyaliran tambang Pit AB eks pada PT Andalan Mining Jobsite Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur. ISSN: 2541-2116.