

Analisis Neraca Air Untuk Tambang Terbuka Pit 1 Site Banko Barat PT Bukit Asam Tbk

Hafis Alparesi^{1}, Jarwinda¹, La Ode Arham¹, dan Lusitania²*

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sumatera

²Program Studi Teknik Pertambang, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Email: hafisalfarezi@gmail.com

SARI

Pengelolaan air merupakan isu penting dalam operasi penambangan yang tidak dapat diabaikan. Air hujan mengalir ke waduk atau bak penampungan air, dan bila air ini menggenang, maka akan terjadi banjir di sekitar lubang tambang, sehingga mengganggu aktivitas penambangan secara signifikan. Gangguan ini dapat menghambat kemajuan dalam mencapai target produksi, sehingga penting untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap *waterbalance*. Penelitian ini fokus pada penghitungan debit aliran air yang masuk dan evaluasi keseimbangan air di Tambang Batubara Banko Barat, khususnya di Pit 1. Dengan menggunakan metode *dewatering* tambang yang efektif, kami dapat menentukan nilai debit air yang masuk dan keluar secara akurat. Distribusi log Pearson III yang diterapkan untuk periode ulang 10 tahun menghasilkan perkiraan curah hujan sebesar 664,85 mm. Intensitas hujan tertinggi diperkirakan mencapai 2,48 mm/jam, sementara debit limpasan maksimum diperkirakan 26,42 m³/s. Dengan luas *catchment* area sebesar 42.586 km², peneliti memperkirakan bahwa aliran air yang memasuki area pertambangan Pit 1 Banko Barat mencapai 39.08.270 m³ per bulan. Namun, hasil perbandingan menunjukkan bahwa debit air bulanan yang diterima oleh area pertambangan ini hanya sekitar 30.031.613 m³. Neraca air yang dihasilkan menunjukkan surplus yang signifikan sebesar 9.056.657 m³ per bulan, karena volume air yang masuk melebihi jumlah dari air yang keluar. Surplus ini menunjukkan bahwa wilayah pertambangan Pit 1 Tepi Barat menghadapi ketidakseimbangan yang kritis, sehingga menggarisbawahi perlunya intervensi segera dan manajemen strategis untuk menjaga efisiensi operasional.

Kata kunci: curah hujan, *sump*, debit air, *water balance*.

How to Cite: Alparesi, H., Jarwinda, J., Arham, L.O., Lusitania L. 2024. Analisis Neraca Air untuk Tambang Terbuka Pit 1 Site Banko Barat PT Bukit Asam Tbk. Jurnal Geomine, 12 (3): 204 – 216.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit November 10, 2024
Received in from November 20, 2024
Accepted December 10, 2024
Available online

Lisensec By:

Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



ABSTRACT

Water management is a critical issue in mining operations that cannot be overlooked. Rainwater flows into reservoirs or sumps, and when this water stagnates, it creates flooding around the pit, significantly disrupting mining activities. This disruption can hinder progress toward production targets, making it essential to conduct a thorough analysis of the balance between incoming and outgoing water. This research focuses on calculating the incoming water discharge and evaluating the water balance at the Banko Barat Coal Mine, specifically at Pit 1. By employing effective mine dewatering methods, we can accurately determine both incoming and outgoing water discharge values. Using the Pearson III log method for a 10-year return period, our analysis of planned rainfall data reveals anticipated rainfall of 664,85 mm. The maximum rain intensity is projected to be 2,48 mm/hour, with a maximum runoff water discharge of 26,42 m³/s. Given the rain catchment area of 42.586 km², we estimate that water inflow into the Pit 1 West Banko mining area reaches an impressive 39.088.270 m³ per month. Comparative figures show that the monthly water discharge from this mining area is only 30.031.613 m³. The resulting water balance highlights a significant surplus of 9.056.657 m³ per month, as the volume of incoming water discharge exceeds that of the outgoing water. This surplus indicates that the West Banko Pit 1 mining area faces a critical imbalance, underscoring the need for prompt intervention and strategic management to maintain operational efficiency.

Keywords: rainfall, sump, water flow, water balance.

PENDAHULUAN

Eksplorasi mineral dapat dilakukan dengan dua cara utama, yakni penambangan terbuka (*surface mining*) dan penambangan dalam (*underground*). Penambangan terbuka membentuk cekungan besar pada permukaan tanah sebagai hasil dari aktivitas penggalian. Curah hujan yang terjadi dapat terjadi mengganggu aktivitas penambangan dan dapat menghambat proses kegiatan penambangan. Air yang mengalir ke lokasi penambangan dapat berasal dari presipitasi serta air akuifer. Air tersebut dapat dialirkan menuju *sump*. Cara menanggulangi air tersebut dengan cara melakukan pemompaan, yaitu dengan mengalirkan air tersebut dengan pompa hingga menuju *area* luar dari tempat penambangan.

PT Bukit Asam Tbk adalah lokasi penelitian, dimana pada perusahaan tersebut menerapkan sistem tambang terbuka. Kajian sistem penyaliran merupakan langkah penting dalam memastikan kelangsungan operasi tambang. Dengan merancang sistem penyaliran yang efektif, kita dapat mencegah masuknya air ke dalam area tambang, sehingga menghindari risiko banjir, erosi, dan kerusakan peralatan. Manajemen air pada daerah penambangan bertujuan untuk mengelola jumlah air yang terkumpul didalam Pit. Hal tersebut perlu dilakukan guna menjaga berlangsung proses penambangan untuk menghindari gangguan akibat genangan air yang tergenang pada *area* penambangan baik pada periode hujan yang memicunya. Berdasarkan hasil penelitian Endriantho, M., dan Ramli, M. (2013), Genangan air tersebut dapat

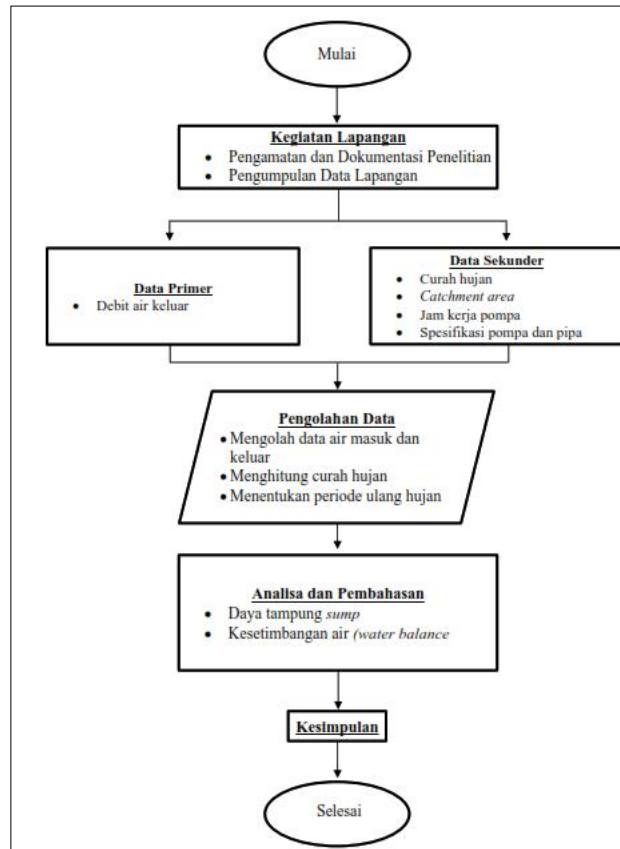
mempengaruhi aktivitas penambangan, sehingga diperlukannya penanganan masalah air pada kawasan tambang permukaan.

Menurut Gautama, R. S. (1999) bahwa sistem penyaliran tambang mencakup dua pendekatan. Yang pertama, metode mine drainage, digunakan untuk menghalangi air untuk mencegah masuknya ke area penambangan. Upaya yang dapat diaplikasikan dalam menangani air tanah dan *runoff* (aliran permukaan) dengan pembuatan saluran parit terbuka (*open ditch*) dengan mengalirkan air yang berasal dari luar kawasan penambangan menuju tempat penampungan sebelum dialirkan ke sungai. Pendekatan kedua, mine dewatering, bertujuan mengeluarkan air yang telah menggenang di area front tambang akibat hujan, sehingga tidak menghambat operasi tambang. Penanganannya mencakup pemompaan air dari sump ke saluran terbuka (Maryenti, N. R., & Murad. (2019).

Mine dewatering tambang digunakan untuk penyaliran di lokasi penelitian. Sistem ini berperan untuk mencegah serta menangani aliran air yang mengalir ke wilayah penambangan selama hujan. Air yang berada dalam wilayah penambang harus dikeluarkan, untuk menjaga kesetimbangan antara volume air yang mengalir masuk dan keluar (*water balance*). Metode *mine dewatering* ini selalu berhubungan dengan air masuk ke dalam lokasi penambangan yang berasal dari air hujan dan air aliran permukaan serta air yang akan dikeluarkan dari wilayah penambangan dengan menggunakan pompa. Apabila air masuk lebih banyak dibandingkan air yang dikeluarkan dapat mengakibatkan terjadinya luapan, supaya hal tersebut tidak terjadi maka diperlukan analisis *waterbalance* dan juga air yang keluar. Analisis tersebut dilakukan dengan menentukan daya tampung *sump* agar mampu menyimpan jumlah aliran air yang masuk ke area penambangan, serta jumlah debit pemompaan air keluar dapat mencegah luapan yang terjadi secara optimal serta efisien. Dengan demikian akan terjadi kesetimbangan antara air yang mengalir kedalam *sump* dan air yang berhasil dipompa keluar area tambang, sehingga air tersebut tidak akan mengganggu aktivitas penambangan yang sedang beroperasi.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian ini mengombinasikan data lapangan dengan teori yang relevan, sehingga menghasilkan solusi yang berbasis analisis menyeluruh. Langkah-langkah penelitian dirancang secara sistematis, dimulai dari pengumpulan data hingga pengolahan informasi untuk mendukung validitas hasil. Tahap penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir

Berdasarkan bagan alir di atas setelah pengumpulan data dilakukan pengolahan data, berikut langkah-langkah dilakukan dalam pengolahan data:

1. Curah hujan

Jumlah banyaknya hujan yang terukur mewakili jumlah curah hujan yang jatuh pada suatu area yang memiliki satuan milimeter dengan menyatakan bahwa semua air hujan tertampung pada permukaan datar yang tidak menyerap air (Siahaan, Alam, dan Mutia, 2017).

a. Nilai rata-rata

Untuk menganalisis data yang diperoleh dari alat pengukur presipitasi dalam periode waktu tertentu akan diolah menggunakan suatu persamaan matematis yang spesifik (persamaan 1)

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

$\bar{X}$ adalah nilai *mean* curah hujan, X_i merupakan nilai variansi ke- i , dan n banyaknya data.

b. *Standard deviation*

Standard deviation atau lebih dikenal dengan simpangan baku, persamaan yang sering digunakan dalam [11] sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{x})^2}{n - 1} \right]} \quad (2)$$

Dimana, Sd adalah simpangan baku (*standard deviation*).

c. Koefisien varian

Koefisien variansi (atau koefisien variasi) adalah ukuran statistik yang digunakan untuk menggambarkan keragaman relatif dalam suatu kumpulan data dibandingkan dengan rata-rata data tersebut. Berdasarkan penelitian Triatmojo, B, 2008 k menyatakan bahwa koefisien variansi mengukur sejauh mana nilai-nilai data tersebar relatif terhadap rata-rata.

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} \quad (3)$$

Dengan Cv adalah koefisien variasi.

d. Koefisien *skewness*

Untuk mengukur derajat asimetri suatu distribusi, digunakan koefisien skewness yang perhitungannya dapat dilakukan melalui persamaan dibawah ini [11].

$$Cs = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{S^3} \quad (4)$$

Dimana, Cs adalah koefisien kemencengan.

e. Koefisien *kurtosis*

Koefisien kurtosis, yang dihitung menggunakan persamaan (5), memberikan informasi penting mengenai bentuk distribusi data. Nilai kurtosis yang tinggi mengindikasikan distribusi yang lebih runcing dengan ekor yang lebih tebal, sedangkan nilai yang rendah menunjukkan distribusi yang lebih datar dengan ekor yang lebih tipis.

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4 \quad (5)$$

Dimana, Ck adalah koefisien kemencengan.

Tabel 1. Nilai Distribusi Frekuensi

No	Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi	
		Cs	Ck
1	Log Normal	0	>3
2	Normal	0	3
3	Gumbel	1.14	5.4

4	Log Pearson III	Tidak termasuk nilai diatas
---	--------------------	--------------------------------

Sumber: Triatmojo, B. (2008). Hidrologi Terapan.

2. Menentukan curah hujan rencana

Tiga parameter penting diperlukan untuk menghitung curah hujan dengan metode log person III. Mereka adalah harga rata-rata, simpangan baku, atau deviasi standar, dan koefisien kemencengan, juga dikenal sebagai skewness. Sebagai contoh, persamaan curah hujan rencana dihitung dengan distribusi log Pearson III [10]:

$$\log X = \log \bar{X} + k \times Sd \quad (6)$$

$$\log \bar{X} = \frac{\sum \log Xi}{n} \quad (7)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (\log Xi - \log \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (8)$$

$$G = \frac{\sum (\log Xi - \log \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3} \quad (9)$$

Dengan demikian, log X adalah nilai curah hujan rencana (mm/hari), log $\bar{X}$ adalah nilai rata-rata curah hujan maksimum (mm/hari), Sd adalah simpangan baku, G adalah variabel standar untuk X, dan K adalah koefisien kemencengan dari nilai interval kejadian, nilai yang digunakan tergantung pada nilai G.

3. Menghitung tingkat curah hujan

Intensitas hujan, yang merupakan jumlah curah hujan per satuan waktu, dapat dihitung menggunakan berbagai metode, salah satunya adalah metode Mononobe (Mayor, 2018). Metode ini sangat berguna dalam perencanaan tata air, seperti perancangan saluran drainase, dengan menggunakan Persamaan (10)

$$It = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \quad (10)$$

Durasi konsentrasi menggunakan persamaan Kirpich berikut:

$$tc = 0,0195 \times (L^{0,77} \times S^{-0,385}) \quad (11)$$

Variabel "T" yang menyatakan intensitas hujan dalam satuan milimeter per jam, bersama dengan variabel "R₂₄", "tc", "L", dan "S" yang mewakili karakteristik hujan dan daerah aliran, digunakan dalam perhitungan hidrologi untuk menganalisis risiko banjir.

4. Menghitung luas *catchment area*

Area pengumpulan air hujan (*catchment area*) adalah suatu wilayah atau kawasan yang batas-batasnya berdasarkan ketinggian tertinggi didekatnya dan polanya menyesuaikan dengan kondisi topografi sehingga menyusun poligon yang saling terhubung yang mengikuti arah aliran air. Luas daerah wilayah yang terkena hujan dihitung menggunakan aplikasi Global Mapper (Suwandhi, A, 2004).

5. Menghitung debit limpasan permukaan

Aliran yang bergerak dari area yang lebih tinggi menuju titik terendah, seperti saluran atau kolam penampungan, disebut limpasan permukaan. Debit limpasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain durasi hujan, intensitas hujan, karakteristik tanah, dan luas DAS. [3]. Salah satu metode untuk menghitung debit limpasan adalah USSCS rational method. Berikut adalah rumus metode rasional:

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \quad (12)$$

Variabel-variabel dalam metode rasional meliputi debit puncak (Q), koefisien limpasan (C), intensitas hujan (I), dan luas daerah tangkapan (A). Konstanta 0,278 berfungsi sebagai faktor konversi satuan.

6. Menghitung volume dan luas *sump*.

Kolam sumuran, atau *sump*, adalah cekungan buatan yang terletak di titik terendah area tambang terbuka. Fungsi utama kolam sumuran adalah sebagai penampungan sementara bagi air yang terkumpul dari proses penambangan, sebelum kemudian dipompa keluar untuk menjaga area tambang tetap kering dan aman. Sumber utama air yang mengisi sumuran adalah aliran air dari saluran drainase, limpasan langsung dari permukaan tanah akibat hujan, dan curah hujan yang jatuh langsung ke dalam sumuran. Meskipun penguapan dapat mengurangi volume air dalam sumuran, faktor ini seringkali diabaikan dalam perhitungan kapasitas pompa, sehingga diasumsikan bahwa seluruh air yang masuk ke sumuran akan dipompa keluar [4].

7. Mengolah data air keluar

Menurut Hilda, L., & Totok, S. (2008), data air keluar meliputi evaporasi, evapotranspirasi, debit pemompaan serta perubahan daya tampung *sump*. Pompa merupakan komponen yang sangat penting dalam operasi pertambangan. Pemilihan pompa yang tepat akan sangat berpengaruh pada efisiensi dan keselamatan operasi pertambangan. Dengan memahami berbagai jenis pompa dan tantangan yang dihadapi dalam penggunaan pompa di pertambangan, kita dapat memilih pompa yang paling sesuai untuk kebutuhan spesifik. sebagai sarana untuk membantu aliran fluida secara mekanik. Hal ini menjadikannya sebagai sarana penting dalam baik di tambang bawah tanah maupun di tambang terbuka. Sistem pemompaan dilakukan dengan mengalirkan air yang telah ditampung pada *sump* menuju keluar area tambang (Ridho, MM, dkk, 2021).

8. Menghitung *head* pipa pada pompa.

Pipa selalu terkait dengan sistem pemompaan, hal ini berpotensi menyebabkan kerugian *head* pada pemipaan. *Head* diperlukan untuk mengalirkan jumlah air yang direncanakan. Head pompa adalah parameter yang sangat penting dalam

perancangan sistem pemompaan. Dengan memahami konsep head pompa dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, Anda dapat memilih pompa yang tepat dan memastikan kinerja sistem pemompaan yang optimal. Nilai head static, head gesekan pipa keluar dan pipa hisap, dan head kecepatan pipa keluar dan pipa hisap semuanya harus dicari, dan nilai head total.

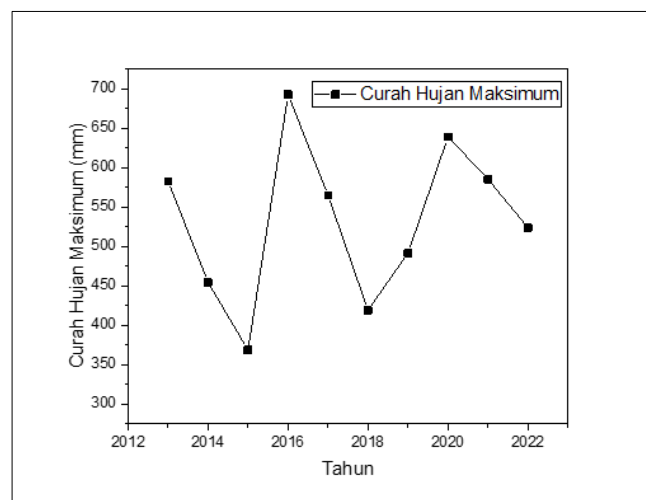
9. Analisis kesetimbangan air (*Water Balance*)

Menurut Viessman, W., & Perez, E. M. (1972), Kesetimbangan air (*Water Balance Concept*) merupakan suatu komponen yang tidak dapat dipisahkan yaitu aliran masuk (*inflow*), tempat penyimpanan (*storage*), dan aliran keluar (*outflow*). *Water flow balance* adalah keadaan dimana jumlah air yang masuk ke dalam *sump* tidak sama dengan air yang dikeluarkan oleh pompa keluar. Penelitian Fitriawan, E. R., & Winarno, E. (2021). Menyatakan bahwa air yang masuk ke dalam *sump* dapat dipengaruhi oleh besarnya curah hujan, intensitas hujan, *catchment area* penambangan, air limpasan dan juga lumpur.

HASIL PENELITIAN

Curah Hujan

Analisis data curah hujan merupakan langkah penting dalam perencanaan dan pengelolaan aktivitas pertambangan. Dengan memahami pola dan intensitas curah hujan, kita dapat mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk mengurangi risiko dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Selama 10 tahun terakhir data intensitas curah hujan tertinggi menunjukkan nilai rata-rata sebesar 512.13 mm. Grafik curah hujan maksimum dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Grafik curah hujan maksimal

Curah Hujan Rencana

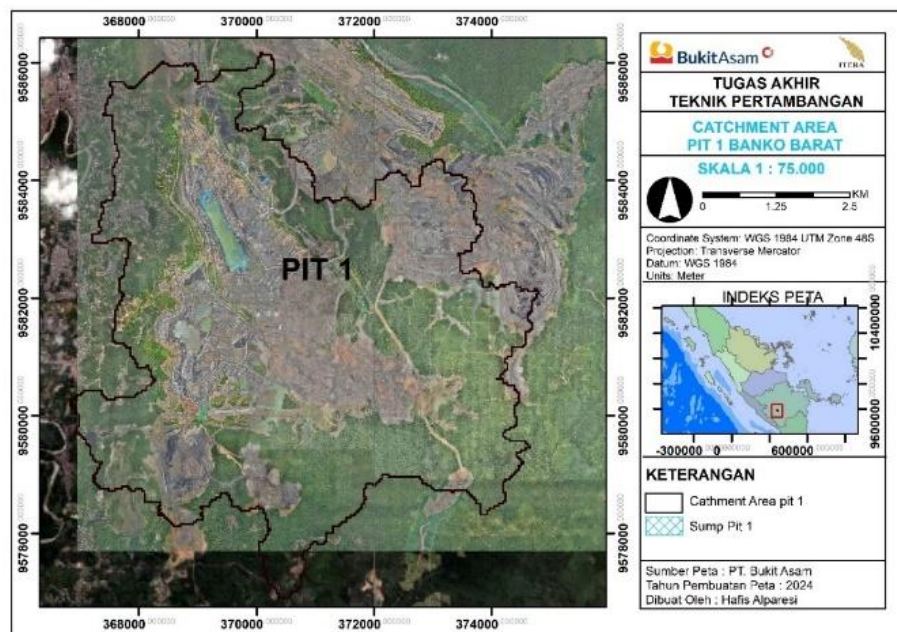
Hasil uji distribusi frekuensi menunjukkan bahwa metode Log Pearson III adalah yang terbaik untuk menghitung nilai curah hujan rencana. Perhitungan periode ulang ini dimulai selama periode 2; 5; 10; 50 dan 100 tahun dengan hasil masing-masing 530,89 mm, 618,61 mm, 664,86 mm, 713,90 mm, 745,24 mm, dan 773,01 mm.

Intensitas curah hujan

Metode *Mononobe* digunakan untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan, dimana perhitungan tersebut menghasilkan intensitas bulanan untuk Januari sebesar 1.6 mm/jam, Februari sebesar 1,55 mm/jam, dan Maret sebesar 2,48 mm/jam.

Daerah tangkapan hujan (*catchment area*)

Analisis Wilayah tangkapan hujan dilakukan menggunakan perangkat lunak dan peta topografi. Luas wilayah tangkapan hujan untuk Pit 1 Banko Barat ditentukan seluas 42.586 km² atau setara dengan 42.586.000 m². Peta *catchment area* dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 3. Peta *Cachment Area Pit 1*.

Debit limpasan

Debit limpasan maksimum dihitung berdasarkan intensitas hujan, luas tangkapan, dan koefisien limpasan. Hasilnya menunjukkan debit sebesar 17,04 m³/s pada Januari, 16,51 m³/s pada Februari, dan 26,42 m³/s pada Maret.

Sump

Volume sump di Pit 1 Banko Barat awal tahun 2023 adalah sebesar 4.593.162 m³ dengan luas area penampungan 310.100 m². *Sump* berfungsi sebagai wadah penampungan air sebelum dilakukan proses pemompaan yang akan disalurkan badan sungai.

Evaporasi dan Evapotranspirasi

Evaporasi dari daerah penambangan pit 1 Banko Barat menggunakan pendekatan literasi pada penelitian terdahulu karena lokasi penelitian yang dilakukan sama yaitu pada PT Bukit Asam Dengan nilai tekanan uap air jenuh sebesar 28,35 mmHg, tekanan uap aktual dalam udara (e_d) sebesar 22,68 mmHg, dan kecepatan angin (u_2) sebesar 2,06 meter/detik, diperoleh nilai penguapan sebesar 0,13 mm/jam. Nilai tersebut didapatkan karena tempat yang mengalami penguapan secara langsung yaitu tempat penampung atau *sump* yang hanya memiliki luas sebesar 310,100 m² atau 0,72% dari luas catchment area. Evapotranspirasi didapatkan dari satuan kerja lingkungan dan keloling yaitu evapotranspirasi rata-rata selama tahun 2022 sebesar 0,146 m/bulan.

Pompa dan pemompaan

Setiap jenis pompa biasanya memiliki kapasitas, daya, dan fungsi yang berbeda. Mengetahui fungsi spesifik dari masing-masing pompa akan membantu memahami mengapa jenis pompa tersebut dipilih untuk lokasi tersebut. Pompa J-1000 sebanyak dua unit, pompa *multiflo*-420 sebanyak dua unit dan pompa Dnd-200 sebanyak dua unit digunakan pada penelitian ini.. Seluruh pompa tersebut beroperasi selama 16 jam/hari dengan waktu *maintenance* selama 6 jam/hari. Saat penelitian dilakukan, keenam pompa diletakan berdekatan yaitu pada elevasi -20 mdpl (elevasi *inlet*) dan elevasi pipa keluar berada pada elevasi 88 mdpl (elevasi *outlet*) dengan perbedaan elevasi antara elevasi *inlet* dan *outlet* sebesar 108 m. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kapasitas pompa aktual pompa J-1000 sebesar 0,22 m³/s, pompa *multiflo*-420 sebesar 0,26 m³/s, dan pompa Dnd-200 sebesar 0.11 m³/s.

Daya Tampung *Sump*

Nilai *input* berasal dari nilai air limpasan pada 3 bulan pertama di tahun 2023 yaitu air limpasan bulan Januari, Februari dan Maret, nilai *storage* adalah nilai volume *sump* pada kondisi awal tahun 2023, serta nilai *output* berasal dari debit air keluar yang dilakukan dengan pemompaan.

Pada bulan Januari debit limpasan masuk sebesar 17,05 m³/s, waktu hujan sebesar 4,15 jam/ hari, hari hujan sebesar 25 hari/bulan sehingga debit limpasan masuk pada bulan

Januari sebesar 6.361.994 m³/bulan, sedangkan debit pemompaan keluar sebesar 1,1807 m³/s, waktu pemompaan selama 16 jam/hari, lama hari pemompaan sebesar 31 hari/bulan, sehingga debit pemompaan keluar pada bulan Januari sebesar 2.108.272 m³/bulan.

Pada bulan Februari debit limpasan masuk sebesar 16,52 m³/s, waktu hujan sebesar 2,41 jam/ hari, hari hujan sebesar 24 hari/bulan sehingga debit limpasan masuk pada bulan Februari sebesar 3.437.348 m³/bulan, sedangkan debit pemompaan keluar sebesar 1,1807 m³/s, waktu pemompaan selama 16 jam/hari, lama hari pemompaan sebesar 28 hari/bulan, sehingga debit pemompaan keluar pada bulan Februari sebesar 1.904.246 m³/bulan.

Pada bulan Maret debit limpasan masuk sebesar 26,42 m³/s, waktu hujan sebesar 2,53 jam/ hari, hari hujan sebesar 27 hari/bulan sehingga debit limpasan masuk pada bulan Maret sebesar 6,504,822 m³/bulan, sedangkan debit pemompaan keluar sebesar 1,1807 m³/s, waktu pemompaan selama 16 jam/hari, lama hari pemompaan sebesar 31 hari/bulan, sehingga debit pemompaan keluar pada bulan Maret sebesar 2.108.272 m³/bulan.

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa perubahan daya tampungan *sump* pada kondisi akhir bulan Maret sebesar 14.77.535 m³.

Pipa

Pipa yang terpasang pada pompa J-1000 memiliki panjang total 900 m dan diameter 0,306 m, pipa yang terpasang pada pompa multiflo-420 memiliki panjang 800 m dan diameter 0,306 m, serta pipa yang terpasang pada pompa Dnd-200 memiliki panjang total 1000 m dan diameter 0,271 m.

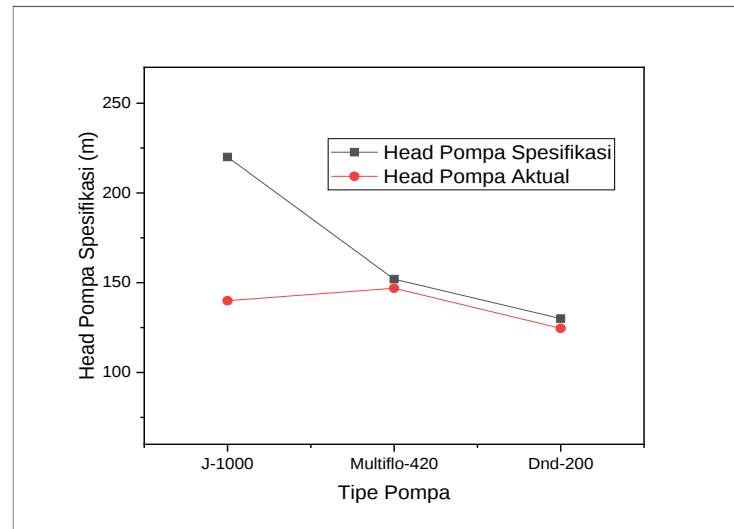
Berdasarkan hasil perhitungan kehilangan atau kerugian (*head*) yang disebabkan oleh jenis pipa HDPE pada setiap pompanya dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai *Head* Pompa Aktual

No	Kerugian (<i>head</i>)	Pipa J-1000 (m)	Pompa Multiflo-420 (m)	Pompa Dnd-200 (m)
1	Statis	108	108	108
2	Kecepatan pipa hisap	0,82	1,12	0,34
3	Kecepatan pipa keluar	0,48	0,65	0,20
4	Gesekan pipa hisap	0,10	0,13	0,04
5	Gesekan pipa keluar	30,55	37,03	16,01
Nilai <i>head</i>		139,96	146,95	124,61



Berdasarkan hasil nilai *head* pompa aktual terdapat perbedaan dengan nilai *head* pompa spesifikasi, dimana dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar. 4 Perbandingan *Head* Pompa

Kesetimbangan Air (*Water Balance*)

Berdasarkan dilakukan perhitungan, didapatkan nilai untuk menghitung kesetimbangan air atau *water balance*.

Tabel 3. Data *Water Balance*

No	Simbol	Keterangan	m ³ /bulan
1	P	Curah Hujan	22.660.011
2	Qi	Debit Limpasan	16.304.164
3	Gi	Air Tanah Masuk	124.096
4	E	Evaporasi	2.902.536
5	T	Evapotranspirasi	6.231.751
6	Qo	Debit Pemompaan	6.120.791
7	Go	Air Tanah Keluar	0
8	ΔS	Perubahan Daya Tampung	14.776.535
Nilai <i>Water Balance</i>			9.056.657

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa inflow air ke *area* pit 1 Banko Barat adalah 39.088.270 m³/bulan, sementara debit air keluar dari *area* pit 1 Banko Barat adalah 30.031.613 m³/bulan sehingga nilai kesetimbangan air pada pit 1 Banko Barat bernilai *plus* (+) sebesar 9.056.657 m³/bulan. Nilai *plus* tersebut

menunjukkan bahwa daerah penambangan pit 1 Banko Barat mengalami penambahan air pada penampungan atau *sump*. Hal ini bisa diasumsikan bahwa lebih besar volume air yang masuk dibandingkan dengan air yang keluar. Berdasarkan nilai tersebut, pada *area* pit 1 Banko Barat tidak mengalami kesetimbangan dan diasumsikan mengalami *surplus* dikarenakan nilai debit limpasan pada *area* tersebut sangat besar.

KESIMPULAN

Penelitian menyatakan bahwa volume air yang memasuki area tambang Pit 1 Banko Barat mencapai 39.088.270 m³ per bulan, sementara volume air yang keluar sebesar 30.031.613 m³ per bulan. Perhitungan keseimbangan air menghasilkan nilai sebesar 9.056.656,99 m³ per bulan. Karena nilai ini positif (+), yang menandakan bahwa volume air masuk lebih besar dibandingkan air yang keluar, kondisi ini menyebabkan area tambang pit 1 Banko Barat tidak berada dalam keadaan seimbang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada PT BUKIT ASAM TBK telah memberikan pengalaman berharga serta membimbing dalam pengambilan data selama penelitian berlangsung.

PUSTAKA

- Anonim. (2010). HDPE Vinilon. PT. Golden Piping Indonesia.
- Endriantho, M., dan Ramli, M. (2013). "Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara." *Geosains*, 09(01), 29–40.
- Fitriawan, E. R., & Winarno, E. (2021). Analisis Penentuan Debit Air pada Lubang Bekas Tambang di Daerah Kabupaten Tanah Bumbu. *ITATS*, 3 (Penyaliran).
- Gautama, R. S. (1999). *Sistem Penyaliran Tambang* (Issue Penyaliran Tambang). Teknik Pertambangan ITB.
- Hilda, L., & Totok, S. (2008). Perancangan Switching Control pada Paralel Pump Submersible di Sumur Intake Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Gresik. ITS Surabaya, 1–10.
- Maryenti, N. R., & Murad. (2019). Evaluasi Penyaliran di Pit A sebagai Proyeksi Aktivitas Penambangan PT. Darma Henwa Tbk Bengalon Coal Project Kalimantan Timur. *Bina Tambang*, 5(1), 40–50.
- Mayor, D. S. N. C., Asof, H. M., & Mukiat. (2018). *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Batubara di Pit Serelo Utara PT Bumi Merapi Energi Kabupaten Lahat*. 2(4), 34–43.
- Ridho, MM, Adnyano, AAA, Mukarrom, F., dan Bud, S. (2021). Evaluasi Kapasitas Pompa di Pit 2 Bangko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk di Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Konferensi Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII), November 2021, hlm. 282–288.
- Siahaan, Alam, dan Mutia (2017). Studi Kasus PT Bara Energi Lestari di Kabupaten Nagan Raya, Aceh: Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang Science Student of Earth Sciences, 1(1), 30–37.
- Suwandhi, A. (2004). Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang. 12–22.
- Triatmojo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*.
- Viessman, W., & Perez, E. M. (1972). *Water Supply and Pollution Control* (2014th ed.).