

**PERCEPATAN PENGERINGAN *SUMP* MELALUI OPTIMALISASI
SISTEM PEMOMPAAN DI PT ANUGERAH COVINDO INDONESIA*****ACCELERATING SUMP DRAINAGE THROUGH THE OPTIMIZATION
OF PUMPING SYTEM AT PT ANUGERAH COVINDO INDONESIA***D. Rahmi¹, M. I. Lagowa^{*2}, M. E. Hakim³¹⁻³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi¹⁻³Jl.Jambi-Muara Bulan No.KM.15,Mendalo Darat, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi, Indonesia, 36361e-mail : ¹rahmidiva04@gmail.com, ^{*2}mikrarlagowa@unja.ac.id, ³elhakim@unja.ac.id**ABSTRAK**

Aktivitas penambangan terbuka seringkali menghadapi permasalahan genangan air akibat curah hujan dan limpasan permukaan yang mengalir menuju *sump*. Kondisi ini juga dialami oleh PT Anugerah Covindo Indonesia (ACI) yang beroperasi di pit barat, di mana volume air di *sump* meningkat hingga 22.004,73 m³, melebihi kapasitas *sump* sebesar 14.400 m³. Air limpasan dari *catchment area* seluas 424.600 m² menjadi sumber utama masuknya air ke *sump*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi aktual sistem pemompaan serta mengevaluasi alternatif percepatan pengeringan melalui peningkatan RPM, penambahan unit pompa, dan pengaturan jam operasional. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif terapan dengan data primer berupa elevasi inlet–outlet, panjang pipa, kecepatan aliran, diameter pipa, sudut belokan pipa, dan luas *catchment area*, serta data sekunder berupa peta topografi, spesifikasi pompa, kapasitas *sump*, dan curah hujan. Analisis curah hujan rencana dilakukan menggunakan metode Log Pearson III, intensitas hujan dengan rumus Mononobe, dan debit aktual dengan metode volumetrik. Hasil perhitungan menunjukkan debit air masuk ke *sump* sebesar 300 m³/jam, sedangkan dua unit pompa yang beroperasi hanya mampu mengalirkan 410,13 m³/jam dengan waktu kerja 15 jam/hari, sehingga *sump* diperkirakan kering dalam 11,32 hari. Berdasarkan hasil evaluasi, dua rekomendasi paling efektif dalam mempercepat pengeringan *sump* adalah penambahan satu unit pompa Multiflo 385 HP yang menurunkan waktu pengeringan menjadi 4,25 hari atau perpanjangan jam operasional menjadi 22 jam/hari dengan waktu pengeringan selama 4,57 hari.

Kata kunci: debit, RPM, waktu pemompaan, pengeringan *sump*, sistem pemompaan

ABSTRACT

Open-pit mining activities often face water inundation problems caused by rainfall and surface runoff flowing into the sump. This condition also occurs at PT Anugerah Covindo Indonesia (ACI), which operates in the western pit, where the sump water volume increases to 22,004.73 m³, exceeding the sump capacity of 14,400 m³. Runoff from a catchment area of 424,600 m² is the main source of water entering the sump. This study aims to analyze the actual condition of the pumping system and evaluate alternative strategies for accelerating sump dewatering through increasing pump RPM, adding pump units, and adjusting operational hours. The research employed an applied quantitative approach using primary data including inlet–outlet elevation, pipe length, flow velocity, pipe diameter, pipe bend angle, and catchment area, as well as secondary data such as topographic maps, pump specifications, sump capacity, and rainfall data. The design rainfall analysis was conducted using the Log Pearson III method, rainfall intensity was calculated using the Mononobe formula, and actual discharge was determined by the volumetric method. The results indicate that the inflow rate to the sump reached 300 m³/hour, while the two operating pumps were only able to discharge 410.13 m³/hour with 15 operating hours per day, resulting in a sump drainage time of 11.32 days. Based on the evaluation, the two most effective strategies for accelerating sump dewatering are either adding one unit of Multiflo 385 HP pump, reducing drainage time to 4.25 days; or extending pump operating hours to 22 hours per day, reducing drainage time to 4.57 days.

Keywords: discharge, RPM, pumping time, sump draining, pumping system

PENDAHULUAN

Aktivitas penambangan terbuka seringkali menghadapi genangan air akibat adanya curah hujan, limpasan permukaan, dan rembesan air tanah. Kondisi ini dapat menghambat produktivitas tambang karena menutup akses terhadap lapisan batubara di bawah area *sump*. Di pit barat PT Anugerah Covindo Indonesia, sistem *dewatering* yang ada belum optimal dalam mengeringkan *sump*, sehingga diperlukan strategi percepatan pengeringan *sump*. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan pentingnya optimalisasi sistem penyaliran. Perencanaan sistem penyaliran yang baik berpengaruh langsung terhadap kelancaran produksi tambang tersebut [1]. Dengan membandingkan antara peningkatan kapasitas pemompaan melalui penambahan unit pompa dan peningkatan RPM pada pompa [2], tetapi biasanya dalam segi lapangan perlunya penyesuaian kapasitas pompa terhadap kondisi hidrogeologi setempat [3]. Selain itu, pentingnya untuk mengevaluasi penyaliran sebagai dasar proyeksi kebutuhan pompa. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi aktual sistem pemompaan, serta mengevaluasi alternatif percepatan pengeringan melalui peningkatan RPM, penambahan unit pompa, serta pengaturan jam operasional agar sistem *dewatering* di tambang terbuka dapat berjalan lebih efisien.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dan terapan. Metode penelitian kuantitatif digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data numerik. Sedangkan metode penelitian terapan digunakan untuk memberikan solusi praktis dengan menerapkan teori yang sudah ada.

Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu berupa data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari elevasi *inlet-outlet*, panjang pipa, kecepatan aliran, diameter pipa, sudut belokan pipa dan luasan *catchment area*. Sedangkan data sekunder terdiri dari peta topografi, spesifikasi pompa, kapasitas *sump* dan data curah hujan.

Analisis curah hujan rencana menggunakan Log Pearson III, intensitas hujan dihitung dengan rumus mononobe, luas *catchment area* diolah melalui analisis topografi dan arah pola aliran menggunakan *software Global Mapper 20*, debit aktual menggunakan metode volumetrik. Untuk waktu pengeringan *sump* diolah menggunakan pemodelan matematika menggunakan data debit air masuk dan debit pemompaan. Semua data dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem *dewatering* dan merancang alternatif percepatan pengeringan *sump* yang lebih efisien dengan mempercepat penurunan muka air *sump* melalui peningkatan kinerja pompa, pengaturan RPM, penambahan unit pompa, dan optimasi jam

operasional untuk memperoleh debit maksimal dengan waktu dan konsumsi energi yang lebih rendah. Sedangkan untuk perhitungan konsumsi bahan bakar dihitung dengan membandingkan nilai *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC) dan data penggunaan bahan bakar aktual untuk memperoleh konsumsi bahan bakar rata-rata per jam. Selanjutnya, biaya konsumsi bahan bakar (*fuel consumption cost*) dihitung berdasarkan kebutuhan bahan bakar per satuan waktu operasi dikalikan dengan harga bahan bakar per liter.

Curah Hujan Rencana

Dalam menentukan debit yang masuk ke pit barat dilakukan perhitungan curah hujan rencana terlebih dahulu. Data curah hujan menggunakan data curah hujan maksimum 10 tahun terakhir karena dianggap terjadi sekali dalam periode ulang hujan yang direncanakan. Nilai curah hujan rencana dapat ditentukan dengan formula *Log Pearson iii* [4] seperti Pers. (1).

$$\text{Log} X_T = \text{Log } x + K_T.(S \text{ Log } X) \quad (1)$$

Keterangan:

- $\text{Log } X_T$ = Curah hujan rencana dalam periode ulang tahun (mm)
- $\text{Log } X$ = Curah hujan rata-rata (mm)
- K_T = Variabel standar (besarnya tergantung koefisien kepengcengan (C_s atau G pada tabel frekuensi K_T))
- $S \text{ Log } X$ = Simpangan Baku (*Standar deviation*)

Setelah mendapatkan nilai curah hujan rencana dilakukanlah perhitungan intensitas hujan dengan persamaan *Mononobe* seperti Pers. (2).

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

Keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum harian
- t = Waktu konsentrasi (jam)

Debit Air Limpasan

Untuk menentukan debit air limpasan dapat dihitung menggunakan persamaan rasional [5] seperti Pers. (3).

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (3)$$

Keterangan:

- Q = Debit air limpasan (m^3/detik)
- C = Koefisien limpasan
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = *Cathment area* (km^2)

Direct Rainfall

Direct rainfall merupakan curah hujan langsung jatuh tanpa melalui permukaan tanah atau limpasan. Untuk

menghitung *direct rainfall* menggunakan rumus rasional [6] seperti Pers. (4).

$$Q = I \times A \quad (4)$$

Keterangan:

Q = Debit air (m³/detik)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas permukaan kolam penampungan (m²)

Debit Air Tanah

Dalam perhitungan debit air tanah menggunakan persamaan *Hukum Darcy* [7] seperti Pers. (5).

$$Q = K.A.\frac{dh}{dt} \quad (5)$$

Keterangan:

K = Koefisien permeabilitas tanah (m/s)

A = Luas penampang aliran (m²)

dh/dl = Gradien hidraulik/kemiringan energi air tanah (tidak berdimensi (m/m))

Head Pompa

Kinerja suatu pompa ditentukan dengan total *head*. Total *head* merupakan dari beberapa komponen, yaitu *head statis*, *head tekanan*, *head velocity*, dan *head belokan* [8]. Nilai *head* total menjadi dasar dalam perhitungan daya pompa dan *fuel consumption*.

Daya Pompa

Daya pompa dapat dihitung menggunakan rumus Pers.(6) [9]:

$$P = \rho \times g \times Q \times H / \eta \quad (6)$$

Keterangan:

P = Daya pompa (kW)

ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Q = Debit Air (m³/s)

H = Head pompa (m)

η = Effisiensi pompa (%)

Debit Pemompaan

Untuk mengetahui suatu debit pemompaan dapat dihitung dengan menggunakan rumus volumetric [10] Pers.(7).

$$Q = V / T \quad (7)$$

Keterangan:

Q = Debit pemompaan (m³/dtk)

V = Volume air (m³)

T = Waktu pengisian (dtk)

Peningkatan RPM Pompa

Untuk mengetahui nilai peningkatan RPM pada pompa menggunakan *Hukum Affinity Laws*, yaitu hukum yang

menyatakan bahwa kapasitas aliran (Q) pada pompa sentrifugal berbanding lurus dengan perubahan kecepatan putaran RPM [11], dengan Pers. (8):

$$Q_2 = Q_1 \times (RPM_2/RPM_1) \quad (8)$$

Keterangan :

Q₂ : Debit setelah peningkatan kecepatan pompa (m³/jam)

Q₁ : Debit sebelum peningkatan kecepatan pompa (m³/jam)

RPM 2 : Kecepatan putaran pompa target setelah peningkatan (RPM)

RPM 1 : Kecepatan putaran pompa aktual sebelum peningkatan (RPM)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Aktual

Pada pit barat PT Anugerah Covindo Indonesia saat ini mengalami kondisi curah hujan yang cukup tinggi sehingga *sump* yang ada belum mampu menampung air yang masuk dan menyebabkan *sump* meluap. Kondisi ini berdampak langsung pada terganggunya kemajuan kegiatan penambangan di area *bottom* pit, di mana saat itu masih terdapat *front* penambangan yang aktif. Selain itu, karena lokasi *sump* saat ini berada di atas lapisan batubara yang akan ditambang nantinya, maka diperlukan juga perencanaan relokasi *sump* ke area yang lebih rendah dan tidak menghalangi aktivitas penggalian di masa mendatang (Gambar 1).

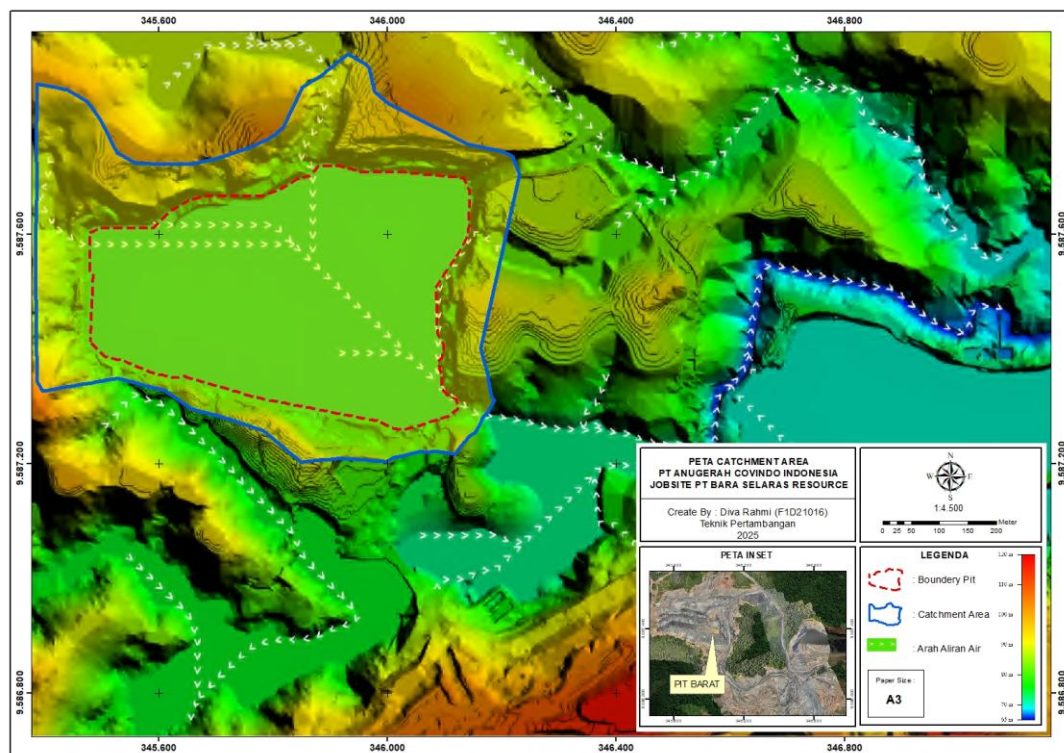
Kegiatan penambangan *overburden* dilakukan di elevasi 35 mdpl dan saat ini permukaan air di pit barat berada di elevasi 32,50 mdpl, volume air di *sump* saat ini mencapai 22.003,73 m³ melebihi kapasitas maksimumnya sebesar 14.400 m³ (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas penampungan tidak mencukupi terhadap volume air yang masuk. Kegiatan pemompaan di pit barat menggunakan dua unit pompa yaitu Multiflow 385 HP dan Pohonmas XWP SI 903.

Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dilakukan menggunakan metode distribusi Log Pearson III berdasarkan data maksimum curah hujan tahunan selama 10 tahun terakhir (2015–2024) dari Stasiun BMKG Sumatera Selatan, dengan nilai maksimum berturut-turut sebesar 473,7 mm (2015), 689,0 mm (2016), 466,0 mm (2017), 580,0 mm (2018), 476,5 mm (2019), 494,0 mm (2020), 496,0 mm (2021), 600,2 mm (2022), 509,0 mm (2023), dan 631,0 mm (2024). Data tersebut dianalisis menggunakan distribusi Log Pearson III untuk memperoleh parameter statistik berupa rata-rata log (\bar{X}) sebesar 2,73, simpangan baku (S) sebesar 0,06, dan koefisien kemencengan (Cs) sebesar 0,73.



Gambar 1. Kondisi pit barat PT ACI



Gambar 2. Peta *catchment area*

Dengan menggunakan periode ulang lima tahun, diperoleh faktor frekuensi (G_t) sebesar 0,79 sehingga nilai log curah hujan rencana ($\log X_t$) sebesar 2,78, yang setelah dikonversi menghasilkan curah hujan rencana sebesar 598,88 mm/tahun atau 13,61 mm/hari. Selanjutnya, intensitas hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe dan diperoleh hasil sebesar 0,84 mm/jam, yang digunakan sebagai dasar dalam perhitungan debit limpasan air menuju *sump* pit barat.

Catchment Area

Luasan *catchment area* didapat berdasarkan arah aliran dari elevasi tertinggi menuju elevasi terendah. Pada pit barat PT ACI luas *catchment area* sebesar 0,425 km² (Gambar 2) dengan nilai koefisien limpasan yaitu 0,8 dimana untuk daerah penambangan dan sedikit adanya vegetasi ringan yang ditentukan dari tabel koefisien limpasan [8].

Debit Limpasan

Untuk menentukan debit limpasan dilakukan perhitungan mengenai nilai koefisien limpasan sebesar 0,8, intensitas hujan yaitu 0,84 mm/jam dan *catchment area* sebesar 0,425 km². Sehingga didapatkan nilai debit limpasan yaitu 286,51 m³/jam.

Direct Rainfall

Nilai *direct rainfall* (air hujan yang langsung masuk ke *sump*) dengan luas bukaan *sump* yaitu 4.200 m² dengan intensitas hujan sebesar 0,84 mm/jam sehingga didapat nilai *direct rainfall* yaitu 3,53 m³/jam.

Debit Air Tanah

Dalam perhitungan air tanah ini didapatkan berdasarkan data permeabilitas suatu material yaitu 1×10^{-5} , gradien hidrauliknya kemiringan energi air tanah yaitu 0,05 serta luas penampang aliran sebesar 7.200 m² sehingga didapatkan debit air tanah yaitu 12,96 m³/jam.

Debit Total

Dengan adanya beberapa kontribusi berupa air limpasan yaitu 286,51 m³/jam, *direct rainfall* yaitu 3,53 m³/jam, dan air tanah yaitu 12,96 m³/jam, jadi total debit air yang masuk ke dalam *sump* yaitu 303 m³/jam dan 4.208 m³/hari.

Tabel 1. Nilai *head* total kedua pompa

Pompa	Hs (m)	Hb (m)	Hv (m)	Hfl (m)	Total (m)
MF 385 HP	50,17	0,06	0,45	17,8	68,50
PM 903	49,48	0,01	0,10	2,92	52,51

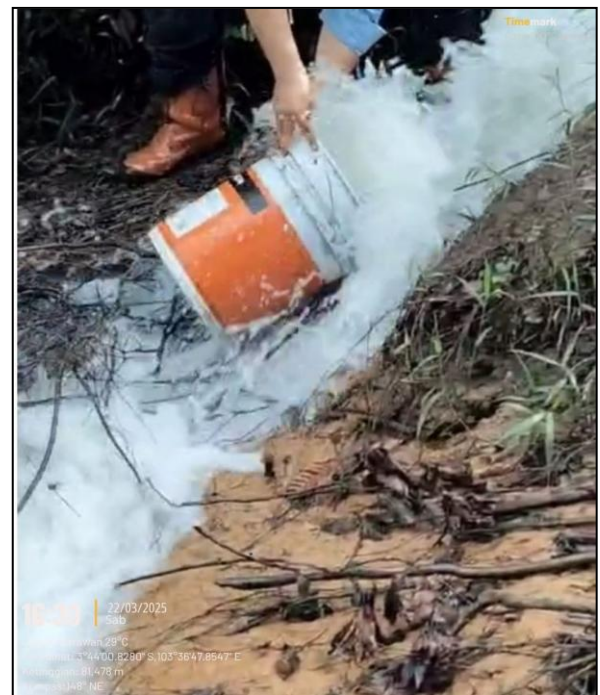
Head Pompa

Analisis *head* total merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan efisiensi pemompaan. *Head*

dari instalasi yang dibuat adalah *head* statis (H_s), *head* belokan (H_b), *Head* kecepatan (H_v), dan *head* gesekan (H_{fl}). Hasil perhitungan *head* kedua pompa dapat dilihat pada Tabel 1.

Debit Pemompaan

Dalam menentukan debit pemompaan ini menggunakan metode volumetrik, yaitu dengan menampung air keluar dari pipa *outflow* ke dalam wadah (ember) seperti dapat dilihat pada Gambar 3. Debit dihitung berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi volume tertentu [9].

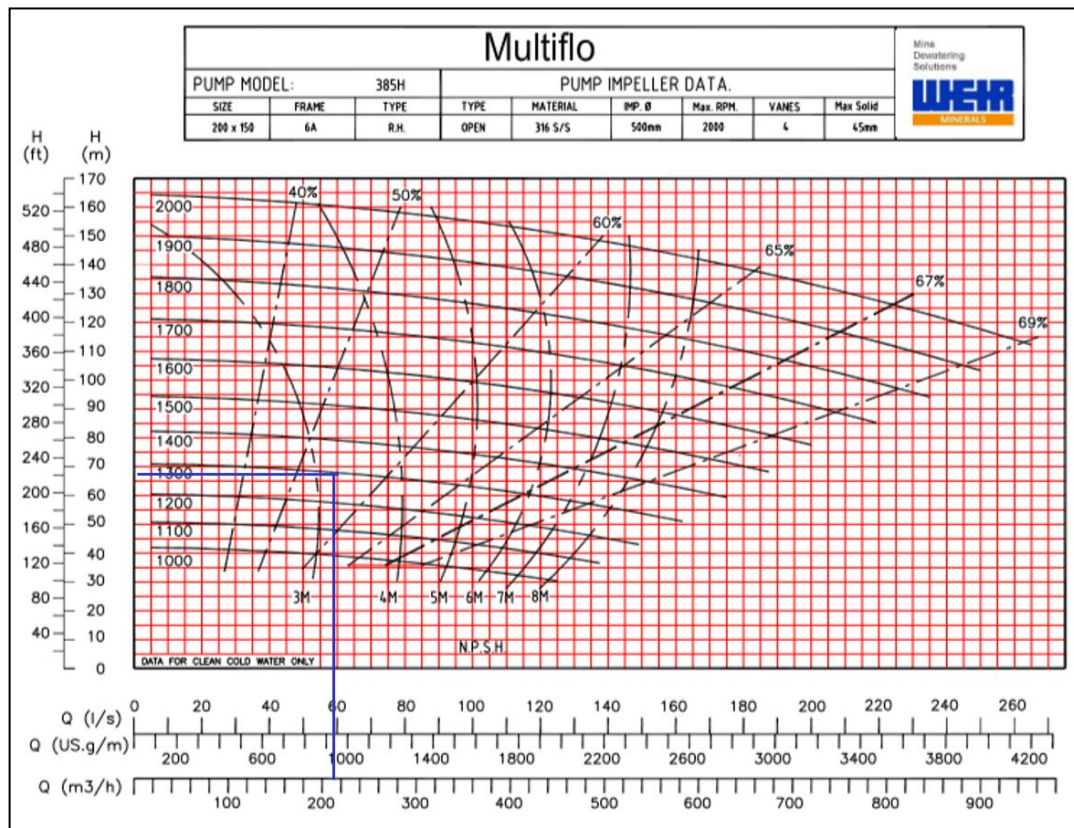


Gambar 3. Metode Volumetrik

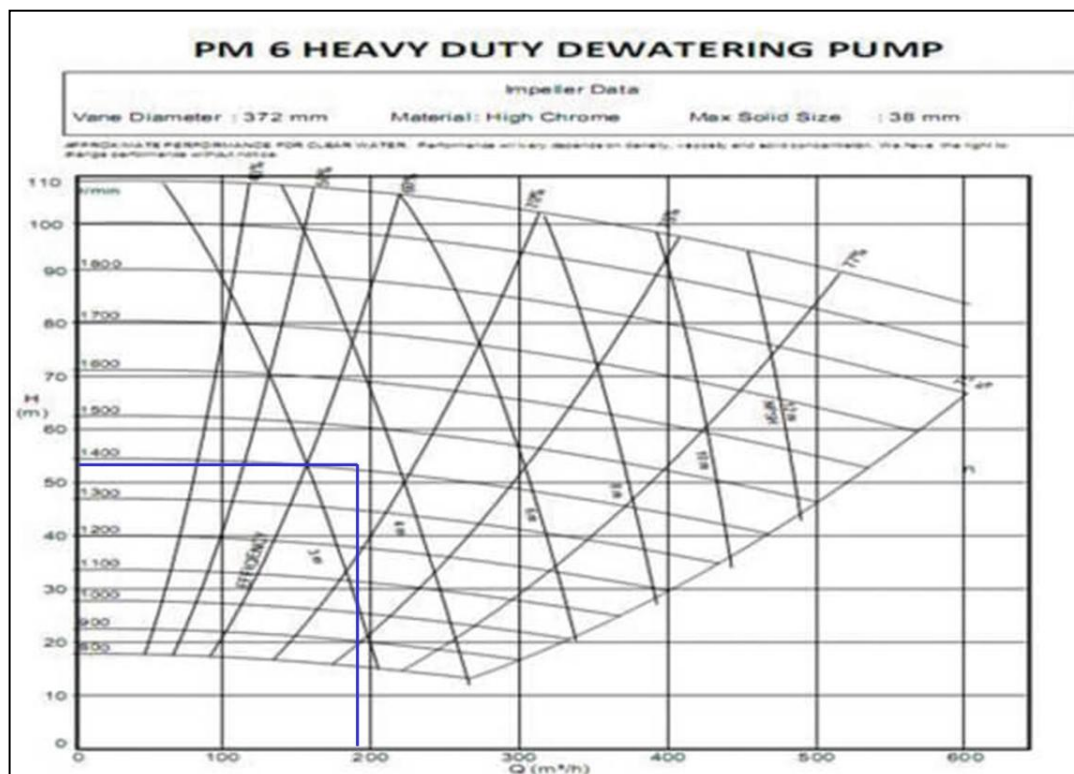
Setelah dilakukan serangkaian perhitungan dengan memasukkan data volume wadah dan lama waktu pengisian, diperoleh nilai debit yang dihasilkan oleh kedua pompa (Tabel 2). Jika diplotkan ke dalam grafik dengan debit aktual pompa Multiflow 385 HP maka didapatkanlah efisiensi pompa sebesar 60% (Gambar 4). Grafik performa pompa Pohonmas XWP 903 juga dapat dilihat pada (Gambar 5).

Tabel 2. Hasil perhitungan debit pemompaan

Pompa	Vol wadah (m ³)	Waktu pengisian (s)	Debit (m ³ /s)	Debit (m ³ /jam)
MF 385 HP	0,276	0,46	0,0599	215,64
PM 903	0,276	0,51	0,0540	194,49
Total				410,13



Gambar 4. Grafik pompa Multiflow 385 HP



Gambar 5. Grafik pompa Pohonmas XWP 903

Waktu Pemompaan

Berdasarkan perhitungan menggunakan permodelan matematika, dengan volume air saat ini sebesar 22.004,73 m³ dan kapasitas kedua pompa sebesar 410,13 m³/jam, serta debit air yang masuk sebesar 303 m³/jam, diperkirakan waktu pemompaan yang dibutuhkan untuk mengeringkan *sump* adalah 271,66 jam atau 11,32 hari dengan masing-masing jam pemompaan yaitu 15 jam dalam sehari.

Kebutuhan Daya Pompa

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diperoleh nilai daya pompa Multiflow 385 HP yaitu 67,01 kW dan untuk pompa Pohonmas XWP 903 yaitu 42,78 kW.

Fuel Consumption

Konsumsi bahan bakar pada beberapa pompa dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya poros (*power brake*), efisiensi sistem, debit aktual pompa (Q), total head (H), massa jenis air (ρ) dan percepatan gravitasi (g) dan efisiensi pompa (η_{trans}), nilai konsumsi bahan bakar dihitung menggunakan parameter (BSFC) (*Brake Specific Fuel Consumption*) [10]. Sehingga *fuel consumption* yang dibutuhkan untuk pompa MF 385 HP yaitu sebesar 20,99 liter/jam dan pompa pohonmas 12,44 liter/jam dengan masa pengeringan yaitu selama 11,32 hari sebesar 5.677 liter.

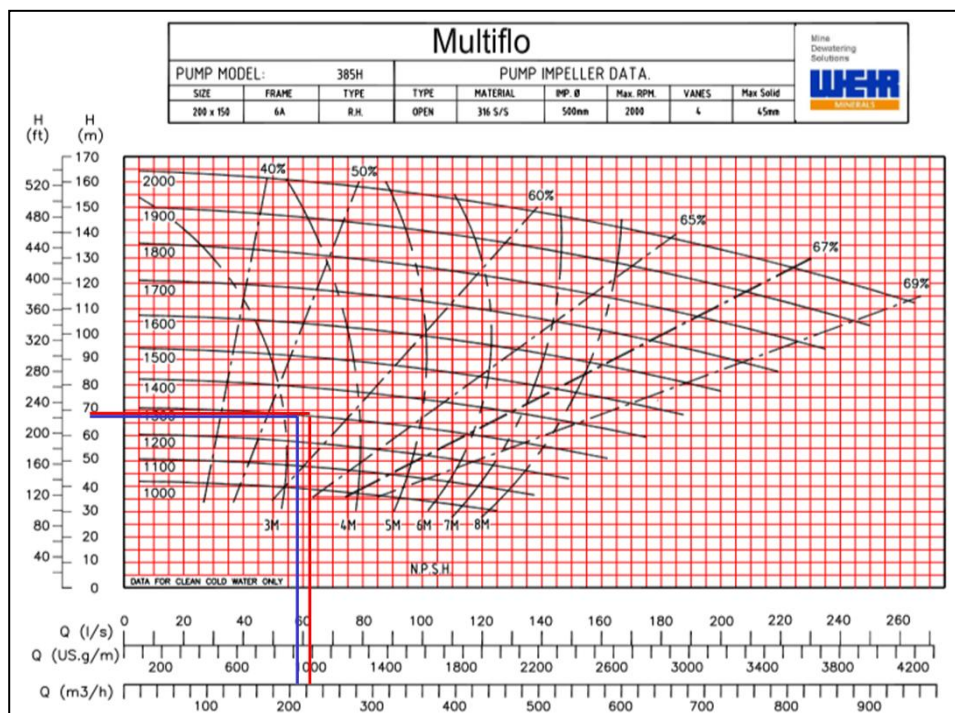
Fuel Consumption Cost

Biaya konsumsi bahan bakar didapatkan dari harga *fuel* per liter dan kebutuhan *fuel* per jam maupun per harinya.

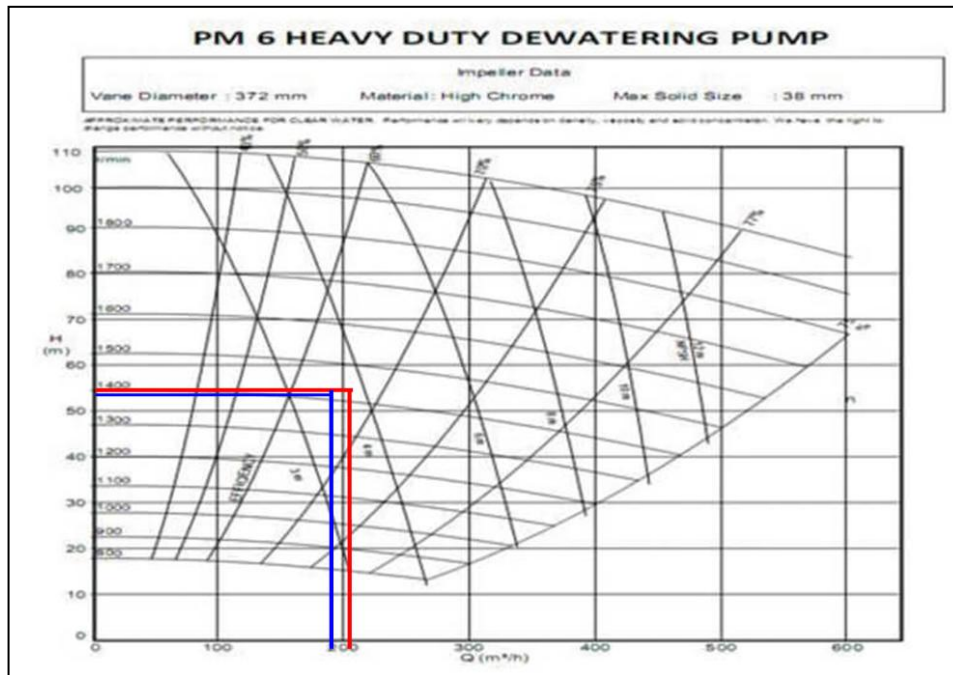
Untuk operasional pompa Multiflow 385 HP mencapai sebesar Rp 4.723.646 per hari, sedangkan untuk pompa pohonmas XWP 903 sebesar Rp 2.799.428 per hari.

Rekomendasi Peningkatan RPM

Dalam peningkatan RPM didasarkan pada prinsip *Hukum Affinity Laws* Pers.(8). Peningkatan kecepatan putaran pompa Multiflow 385 HP ditingkatkan dari 1300 menjadi 1350 dilakukan untuk memperoleh kenaikan debit aliran dengan tetap berada pada batas operasi aman pompa, karena setiap pompa memiliki rentang putaran operasi yang direkomendasikan pabrikan (kurva performa pompa) karena *head* yang dihasilkan pompa mendekati batas optimalnya. Peningkatan RPM yang terlalu besar dapat menurunkan efisiensi dan meningkatkan konsumsi bahan bakar secara signifikan. Oleh karena itu, kenaikan 50 RPM dipilih sebagai batas aman yang masih memungkinkan peningkatan debit tanpa menimbulkan beban kerja berlebih pada pompa dan mesin penggerakannya. Berdasarkan perhitungan, debit aliran yang semula 215,64 m³/jam menjadi 223,93 m³/jam. Sedangkan untuk pompa Pohonmas XWP 903, semula di RPM 1400 menjadi 1450 dan menghasilkan debit aliran dari 194,49 m³/jam menjadi 201,44 m³/jam. Beberapa perubahan hasil debit pemompaan dengan menggunakan hukum affinitas dapat dilihat pada (Gambar 6) pada pompa Multiflow 385 HP dan pada (Gambar 7) untuk pompa Pohonmas XWP 903.



Gambar 6. Peningkatan debit dari peningkatan RPM pompa Multiflow 385 HP



Gambar 7. Peningkatan debit dari peningkatan RPM pompa Pohonmas XWP 903

Dengan menggunakan kombinasi pompa Multiflow 385 HP dan Pohonmas XWP 903, waktu pengeringan *sump* yaitu selama 10,13 hari. Dengan penggunaan *fuel consumption* yaitu 5.503 liter dan *cost* yang dibutuhkan sebesar Rp 8.150.243.

Rekomendasi Penambahan Unit Pompa

Untuk rekomendasi selanjutnya yaitu dengan penambahan satu unit pompa Multiflow 385 HP, karena pompa ini tersedia di PT ACI dengan kapasitas debit sekitar 215,64 m³/jam. Jika dilakukannya penambahan unit pompa maka total debit dari ketiga pompa yang dapat dikeluarkan yaitu sebesar 625,77 m³/jam sehingga waktu yang dapat dihabiskan untuk mengosongkan *sump* yaitu 101,98 jam atau 4,25 hari dengan total *fuel consumption* yaitu 3.469 liter dan *cost* yang dikeluarkan yaitu Rp 12.246.720.

Rekomendasi Penambahan Jam Operasional

Aktualnya pompa hanya dioperasikan selama ±15 jam per hari dengan mempertimbangkan volume air yang cukup besar dan perlunya percepatan pengeringan, maka jam operasional ditingkatkan menjadi 22 jam per hari menghasilkan debit harian sebesar 6.152 m³/hari. Estimasi waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan air di *sump*, yaitu sekitar 4,57 hari dengan total *fuel consumption* yaitu 3.362 liter dan *cost* yang dikeluarkan yaitu Rp 11.033.842.

Berdasarkan hasil perbandingan pada tabel berikut (Tabel 3), dapat dilihat bahwa ketiga rekomendasi memberikan pengaruh berbeda terhadap waktu

pengeringan, *fuel consumption*, dan *fuel consumption cost*. Namun, karena peningkatan RPM hanya memberikan pengaruh yang relatif kecil terhadap waktu pengeringan dibanding dua alternatif lainnya, maka rekomendasi yang dapat dipertimbangkan yaitu dengan penambahan unit pompa atau penambahan jam operasional pemompaan.

Tabel 4. Rekomendasi rekayasa pompa untuk percepatan pengeringan *sump*

Rekomendasi	Waktu Pengeringan (hari)	Fuel Consumption (liter)	Fuel Consumption Cost (Rp)
Peningkatan RPM	10,13	5.503	8.150.243
Penambahan unit pompa	4,25	3.469	12.246.720
Penambahan jam operasional	4,57	3.362	11.033.842

Total *fuel consumption cost* pada skenario peningkatan RPM lebih rendah karena jumlah unit pompa dan jam operasional tidak berubah. Kenaikan RPM hanya meningkatkan konsumsi bahan bakar per jam, namun tidak meningkatkan kapasitas pemompaan secara signifikan, sehingga waktu pengeringan tetap lebih lama. Dengan demikian, biaya yang lebih rendah pada skenario ini bukan menunjukkan efisiensi yang lebih baik, melainkan karena kinerja pemompaan yang kurang

optimal sehingga energi total yang digunakan tetap lebih kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh bahwa peningkatan RPM, penambahan unit pompa, dan penambahan jam operasional memberikan pengaruh terhadap percepatan waktu pengeringan *sump*. Dari ketiga alternatif tersebut, dua rekomendasi yang paling efektif adalah penambahan unit pompa dan penambahan jam operasional, karena memberikan waktu pengeringan yang lebih cepat dengan peningkatan *fuel consumption* yang lebih kecil, sehingga lebih efisien secara operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Rezky, P. Rajagukguk, S. A. Rande, A. A. Inung, and A. Adnyano, (2021). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara di PT Artamulia Tatapratama, *Min. Insight*, 2(2), 99-106.
- [2] M. Yulantoro, T. Cahyadi, K. Gunawan, P. Rosadi, and K. Syafrianto, (2024). Analisis Perbandingan Rekomendasi Kebutuhan Pompa Dengan Penambahan Unit Pompa Dan Peningkatan Rpm Pompa, Studi Kasus di Pit 01 PT. Banjar Bumi Persada, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan, *J. Teknol. Pertamb.*, 9(2), 149-154.
- [3] E. R. Sinaga, N. Sukmawatie, Y. Iashania, Novalisae, and N. Fidayanti, (2025). Analisis Sistem Dewatering di PT Mitra Barito Kecamatan Montallat Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah, *J. Tek. Pertamb.*, 25(1), 33-38.
- [4] O. L. E. A. Varouchakis, (2024). Modelling Extreme Precipitation Data in a Mining Area, *Math. Geosci.*, 56(7), 1405–1437.
- [5] M. A. Abdillah, *et al.*, (2025). Metode Rasional Dan Nakayasu Untuk Evaluasi Perimeter Ditch Hydrological Analysis Using Rational And Nakayasu Methods For Ditch Perimeter, *Kurvatek*, 10(1), 21–28.
- [6] N. R. Maryenti and 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.
- [7] A. R. Nanda, E. Sandi, and Sulvahanra, (2019). Analysis Of The Effect Of Rain Frequency On Permeability And Pondong Time On Type Soil Common Soil (Laboratory Testing Study With Rainfall Simulator), *Jurnal Teknik Hidro*, 12(1), 1–11.
- [8] Z. H. Muhammad and F. Anggara, (2019). Analisa Head Pompa Water Intake Terhadap Self Cleaning Filter Pada PT XY, *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 102-109.
- [9] I. J. Karassik, W. Krutzsch., W. H. Fraser, And J. P. Messina, (2016), *Pump Handbook Third Edit*. New York: Mc Graw-Hill.
- [10] A. Y. U. Putra and Ariyanto, (2016), Kajian Teknis Optimalisasi Pompa Pada Sistem Penyaliran Tambang Bawah Tanah di PT Cibaliung Sumber Daya, Provinsi Banten, *Prosiding Seminar Nasional ReTII*, 215–225.
- [11] A. Holid and B. S. Waluyo, (2016), Hukum Afinitas Pompa Untuk Sistem Pemompaan Dengan Tekanan Statik, *Jurnal Teknologi*, 5(2), 1-8.