

## Evaluasi Mine Dewatering Terhadap SUMP4 Menggunakan Pompa MF420 EXHV & MF210 MV PT. Indomining Sangasanga Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur

William William<sup>1</sup>, Shalah Dina Devy<sup>2</sup>, Sakdillah Sakdillah<sup>3</sup>, Agus Winarno<sup>4</sup>, Albertus Juvensius Pontus<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

**Abstracts:** *The combination of a fully dedicated and comprehensive infrastructure, close proximity to ports, an integrated supply chain and strategic synergies with other subsidiaries within the Group, has driven rapid and cost-effective growth.*

**Keywords:** *Mine Dewatering, SUMP4, MF420 EXHV Pump, MF210 MV Pump*

**Abstrak:** Kombinasi antara infrastruktur yang berdedikasi penuh dan komprehensif, dekat dengan pelabuhan, rantai pasokan terintegrasi dan sinergi strategis dengan anak perusahaan lain dalam Grup, telah mendorong pertumbuhan yang cepat dan hemat biaya.

**Kata kunci:** Mine Dewatering, SUMP4, Pompa MF420 EXHV, Pompa MF210 MV

### LATAR BELAKANG

PT.Indomining termasuk salah satu produsen batubara termal berbiaya rendah di Indonesia, berkat infrastrukturnya yang lengkap dan lokasinya yang strategis dekat dengan pelabuhan. Konsesi yang sangat produktif ini terletak di Sangasanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, Indonesia. Ini menghasilkan batubara termal sub-bituminous dan bituminous dengan kandungan sulfur dan abu yang rendah, sehingga sangat cocok untuk pembangkit listrik. Didirikan pada tahun 2007 di bawah lisensi KP, Indomining mengoperasikan area konsesi tambang terbuka seluas 683 hektar di bawah IUP no. 540/1410/IUP-OP/MB-PBAT/VI/2010, sesuai dengan UU Pertambangan yang baru. Produksi dimulai pada tahun 2007 dengan pengembangan aset greenfield. Perseroan merupakan anak perusahaan penghasil batubara yang dimiliki 99,99% dari PT Toba Bumi Energi ("TBE"), yang juga merupakan anak perusahaan yang dimiliki 99,99% oleh PT Toba Bara Sejahtera Tbk, merupakan salah satu produsen batubara termal berbiaya rendah yang menjadi anggota Grup Toba Sejahtera.

Oleh karena itu, izin usaha pertambangan terbanyak datang dari perusahaan pertambangan batubara. Salah satunya adalah PT. Indomining adalah salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang kontraktor pertambangan dan mempunyai perjanjian kontrak kerja dalam penambangan batubara di Kalimantan. Kegiatan penambangan yang dilakukan oleh PT. Indomining menggunakan metode kombinasi alat gali muat (*excavator*) dan alat

angkutan (*dump truck*). Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Indomining yaitu system tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit*.

Penerapan metode *open pit* akan menyebabkan terbentuknya cekungan yang luas sehingga sangat potensial untuk menjadi daerah tampungan air, baik yang berasal dari air limpasan permukaan maupun air tanah. Pada Lubang Tambang PT. Indomining terdapat sebuah *sump A4* yang berada pada elevasi -128 mdpl. Tepat berada di bawah *sump* tersebut terdapat lapisan (*seam A4*) batubara. Secara ekonomis lapisan tersebut layak untuk di ditambang, sehingga di rencanakan pengeringan *sump* tersebut, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap perancangan pengeringan sump dengan pompa yang digunakan saat ini agar proses pengeringan tersebut dapat berjalan dengan baik sesuai dengan target waktu sehingga dapat segera di lakukan proses penambangan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pertambangan**

Menurut Adisoma (1998) pengertian perencanaan tambang merupakan tahapan penting dalam studi kelayakan dan rencana kegiatan penambangan minerba. Aspek perencanaan tambang berhubungan dengan waktu, dan tidak berkaitan dengan masalah geometri, misalnya perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja, perkiraan biaya kapital dan biaya operasi. Sedangkan perancangan tambang meliputi perancangan batas akhir penambangan (*ultimate pit limit*), tahapan penambangan (*push back*), urutan penambangan tahunan atau bulanan, penjadwalan produksi, dan perancangan waste dump. Istilah perancangan tambang biasanya dimaksudkan sebagai bagian dari proses perencanaan tambang yang berkaitan dengan masalah-masalah geometrik. Perancangan tidak berubah dengan waktu, sedangkan perencanaan berhubungan dengan waktu.

### **Sumber air tambang**

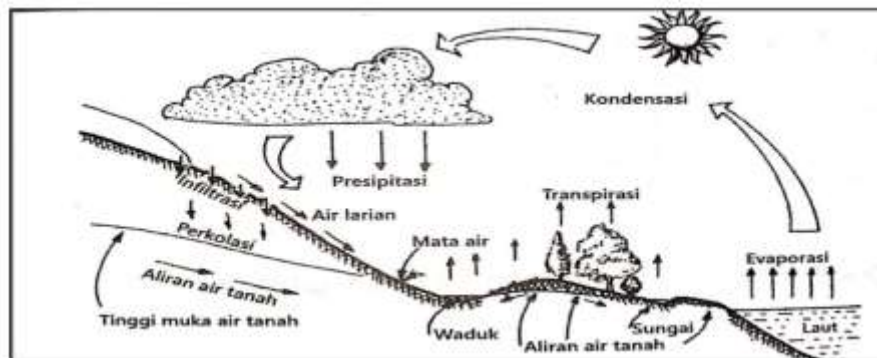
Pada beberapa kasus pada lapisan akuifer tertekan (*confined aquifer*), ketika Airtanah keluar dari pori-pori betuan menyebabkan tekanan menurun. Air yang berada di akuifer akan ikut keluar ketika terjadi terpotongnya lapisan akuifer tersebut. Kondisi ini yang menyebabkan airtanah mudah masuk ke kawasan tambang.

### **Hidrologi**

Menurut Devy (2019) Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang keberadaan air di permukaan bumi, yang meliputi perputaran, pergerakan, penyebaran, dan segala sesuai yang terkait dengan air, baik kuantitas maupun kualitasnya. Selain itu, hidrologi merupakan suatu siklus tertutup air yang berlangsung secara terus menerus. Siklus hidrologi merupakan sirkulasi

air yang secara kontinu bergerak dari atmosfer ke bumi dan kembali ke bumi melalui proses kondensasi, presipitasi (curah hujan), dan evapotranspirasi. Salah satu penentu imbuan airtanah yang merupakan bagian dari siklus hidrologi, yaitu presipitasi.

Asdak (1995) berpendapat, untuk membedakan proses intersepsi hujan dari proses transpirasi, dapat dilihat dari asal air yang diuapkan ke atmosfer. Apabila air yang diuapkan oleh tajuk berasal dari hujan yang jatuh di atas tajuk tersebut maka proses penguapannya disebut intersepsi. Apabila air diuapkan berasal dari dalam tanah melalui mekanisme fisiologi tanaman maka proses penguapannya disebut transpirasi. Dengan kata lain, intersepsi terjadi selama dan segera setelah berlangsungnya hujan, sementara proses transpirasi berlangsung ketika tidak ada hujan. Gabungan kedua proses tersebut disebut evapotranspirasi. Besarnya evapotranspirasi umumnya ditentukan selama satu tahun, yaitu gabungan antara besarnya evaporasi musim hujan (intersepsi) dengan musim kemarau (transpirasi).



**Gambar 1 Daur Hidrologi (Asdak, 1995)**

Dalam daur hidrologi, masukan berupa curah hujan akan didistribusikan melalui beberapa cara, yaitu lolos (throughfall), aliran batang (stemflow), dan air hujan langsung sampai ke permukaan tanah kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi dan air infiltrasi. Gabungan evaporasi uap air hasil proses transpirasi dan infiltrasi dinamakan evapotranspirasi. Sementara itu air larian dan air infiltrasi akan mengalir ke sungai sebagai debit aliran (discharge) (Asdak, 1995).

### **Intensitas Curah Hujan**

Menurut Kamiana (2011) intensitas hujan atau intensitas hujan rencana dapat dikatakan sebagai ketinggian atau kederasan hujan per satuan waktu, biasanya dalam satuan (mm/jam) atau (cm/jam). Jika volume hujan adalah tetap, maka intensitas hujan akan makin tinggi seiring dengan durasi hujan yang makin singkat, sebaliknya intensitas hujan makin rendah seiring dengan durasi hujan yang makin lama. Di samping itu, berkaitan dengan intensitas hujan rencana, tinggi intensitas hujan rencana akan makin besar seiring dengan periode ulang yang

makin besar. Jika yang tersedia adalah hujan harian, dapat ditentukan dengan rumus mononobe. Bentuk umum dari rumus mononobe adalah:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan:

$I$  = Intensitas curah hujan (mm/jam)

$R_{24}$  = Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

$T_c$  = Durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi  $T_c$  (time of concentration) adalah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (outlet). Hal ini terjadi ketika tanah sepanjang kedua titik tersebut telah jenuh dan semua cekungan bumi lainnya telah terisi oleh air hujan. Diasumsikan bahwa bila lama waktu hujan sama dengan  $T_c$  berarti seluruh bagian DAS tersebut telah ikut berperan untuk terjadinya aliran air yang sampai ke titik pengamatan. Salah satu Teknik untuk menghitung  $T_c$  yang paling umum dilakukan adalah persamaan matematis yang dikembangkan oleh Kirpich di tahun 1940 (Asdak, 1995), sebagai berikut:

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S}\right)^{0,385} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan:

$T_c$  = Waktu konsentrasi (menit)

$L$  = Panjang aliran (m)

$S$  = Kemiringan aliran sungai (m)

Menurut Gautama (1999), derajat curah hujan, intensitas curah hujan keadaan curah hujan suatu daerah dapat dilihat pada tabel 2.1 & 2.2.

**Tabel 1 Derajat dan Intensitas Hujan (Gautama, 1999)**

Derajat Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/menit)	Kondisi
Hujan sangat lemah	0,02	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan lemah	0,02 – 0,05	Tanah menjadi basah semuanya
Hujan normal	0,05 – 0,25	Bunyi curah hujan terdengar
Hujan deras	0,25 – 1,00	Air tegenang diseluruh permukaan tanah dan terdengar bunyi dari genangan
Hujan sangat deras	> 1,00	Hujan seperti ditumpahkan, saluran drainase meluap

**Tabel 2 Keadaan dan Intensitas Hujan (Gautama, 1999)**

Keadaan curah hujan	curah hujan	
	1 jam	24 jam
hujan sangat ringan	< 1	< 5
hujan ringan	1 - 5	5 - 20
hujan normal	5 - 10	20 - 50
hujan lebat	10 - 20	50 - 100
hujan sangat lebat	> 20	> 100

**Limpasan Air Larian Permukaan (*Surface Runoff*)**

Menurut Asdak (1995) air larian (*surface runoff*) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau, dan lautan. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk ke dalam tanah atau disebut air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh, air tersebut ke luar ke permukaan tanah lagi dan lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kedua fenomena aliran air permukaan yang disebut terakhir tersebut disebut air larian. Menurut Gautama (1999) faktor yang mempengaruhi limpasan dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu, faktor meteorologi serta faktor fisik daerah pengaliran.

Menurut U.S Soil Conservation Service (1973) di dalam Asdak (1995) untuk memperkirakan besarnya air larian puncak (*peak runoff*) metode rasional adalah salah satu teknik yang dianggap memadai. Persamaan matematis metode rasional untuk memprakirakan besarnya debit limpasan (air larian) adalah:

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan:

- Q = Debit limpasan (m<sup>3</sup>/s)  
 C = Koefisien limpasan (air larian)  
 I = Intensitas curah hujan (mm/jam)  
 A = Luas daerah tangkapan hujan (ha)

**Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment area*)**

Semakin besar luas catchment area atau daerah tangkapan hujan maka semakin besar debit limpasan, sehingga dimensi saluran terbuka dan sump semakin besar kapasitasnya, serta diperlukan penambahan unit pompa, jam kerja pompa atau penggunaan pompa dengan debit yang lebih besar. Catchment area akan dibandingkan nilai dari debit total air pada pit berdasarkan pengurangan dari luas catchment area, sehingga nantinya catchment area yang diperhitungkan berupa catchment area keseluruhan pit yang dibandingkan dengan pengurangan dari catchment area saluran atau berupa luas catchment area dari sump saja (Dessy dkk., 2018).

## Koefisien Limpasan

Material pada *area* penambangan berpengaruh terhadap kondisi penyerapan air limpasan karena untuk setiap jenis dan kondisi material yang berbeda memiliki koefisien materialnya masing-masing. Koefisien tersebut merupakan para meter yang menggambarkan hubungan curah hujan dan limpasan, yaitu memperkirakan jumlah air hujan yang mengalir menjadi limpasan langsung dipermukaan. Koefisien limpasan dipengaruhi oleh faktor-faktor tutupan tanah, kemiringan dan lamanya hujan (Suwandhi, 2004). Berikut adalah tabel nilai koefisien limpasan menurut Rudy Gautama, 1999.

**Tabel 2 Nilai Koefisien Limpasan (Gautama, 1999)**

No	Kemiringan	Kegunaan lahan	Koefisien Limpasan (C)
1.	Datar < 3 %	Sawah, rawa	0,2
		Hutan, perkebunan	0,3
		Perumahan dengan kebun	0,4
2.	Agak miring 3% - 15%	Hutan, perkebunan	0,4
		Perumahan	0,5
		Tumbuhan yang jarang	0,6
		Tanpa tumbuhan, Daerah penumbuhan	0,7
3.	Curam >15%	Hutan	0,6
		Perumahan, Kebun	0,7
		Tumbuhan yang jarang	0,8
		Tanpa tumbuhan, daerah tambang	0,9

## Evapotranspirasi, *Runoff* dan Infiltrasi

Evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh bagian permukaan yang tidak tertutup vegetasi hijau pada musim kemarau, curah hujan tahunan, temperatur rata-rata suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu, dan keterbatasan air yang tersedia. Evapotranspirasi aktual digunakan untuk perhitungan neraca air tanah dalam keseimbangan kuantitas antara imbuhan air tanah dan luahan air tanah lokal. Evapotranspirasi aktual mengacu pada metode Ture (Putra, 2007 dalam Devy, 2019), pada persamaan 2.18.

$$E_{tr} = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{(300 + 25.T_m + 0,05.T_m^3)^2}}} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan:

T<sub>m</sub> : Temperatur rata-rata dalam waktu tiap bulan (°C)

P : Persipitasi tiap tahun (mm/tahun)

E<sub>Tr</sub> : Evapotranspirasi aktual (mm/tahun)

Pada kondisi alami, daerah resapan air tanah sangat dipengaruhi oleh jumlah limpasan air permukaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung volume air limpasan ke Metode Departemen Konservasi Tanah atau Soil Conservation Service (SCS) Amerika Serikat (Putra, 2007 dalam Devy, 2019). Persamaan menghitung volume air dengan metode SCS yaitu:

$$Ro = \frac{1,511 \times P^{1,44}}{T_m^{1,34} \times A^{0,0613}} \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan:

Ro : Air limpasan akibat efek impermeabilitas tanah (mm/tahun)

P : Curah hujan tiap tahun (mm/tahun)

Tm : Temperatur tahunan rata-rata ( $^{\circ}\text{C}$ )

A : *Watershed* ( $\text{km}^2$ )

Metode perhitungan imbuhan air tanah menggunakan prinsip neraca air tanah (groundwater budget), yaitu keseimbangan antara air masuk dan keluar dalam suatu cekungan air tanah (Putra, 2007 dalam Devy, 2019). Besarnya imbuhan air tanah (mm/tahun) dihitung dengan persamaan 2.20.

$$U = P - E_{tr} - Ro \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan:

U : Imbuhan air tanah (mm/tahun)

P : Curah hujan tiap tahun (mm/tahun)

E<sub>Tr</sub> : Evapotranspirasi aktual (mm/tahun)

Ro : Air limpasan akibat efek impermeabilitas tanah (mm/tahun)

### **Titik optimal kerja pompa**

Menurut Suwandhi (2004) penentuan titik optimal pompa digunakan dua jenis kurva yaitu kurva resistan dari sistem dan kurva karakteristik pompa. Kurva resistan sistem adalah nilai *head* dari sistem untuk sejumlah variasi debit pemompaan. Sedangkan kurva karakteristik pompa menyatakan kemampuan pompa untuk mengatasi *head* untuk berbagai nilai debit pemompaan atau sebaliknya. Kurva dikeluarkan oleh pabrik pembuat pompa. Setelah kedua kurva tersedia maka langkah selanjutnya kedua kurva digabungkan sehingga diperoleh titik perpotongan yang merupakan titik optimal kerja pompa.

### **Kolam Pengendapan (*Settling Pond*)**

Menurut Suwandhi (2004), dalam penentuan dimensi *settling pond* perlu diketahui beberapa hal yang mendukung kolam tersebut diantaranya yaitu volume air yang akan ditampung, volume butiran yang tersuspensi dan kecepatan pengendapan. Untuk menentukan luas kolam pengendapan ditentukan dari volume total air tersuspensi dan kecepatan partikel padatan tersebut untuk mengendap. Luas kolam pengendapan merupakan perbandingan antara volume air total dengan kecepatan pengendapan, yaitu:

$$A = \frac{Q}{V_t} \dots\dots\dots(2.27)$$

Keterangan:

- A : Luas settling pond (m<sup>2</sup>)  
Q : Volume air yang ditampung (m<sup>3</sup>/detik)  
V<sub>t</sub> : Kecepatan partikel tersuspensi (m/detik)

### Penanganan air tambang

Sistem penirisan tambang menggunakan sistem konvensional, yaitu memanfaatkan pompa yang digunakan untuk mengeluarkan air dari *pit* yang ditampung dalam sumur terbuka. Sumur terbuka adalah tempat tampungan air yang berupa sumur dangkal yang berada dalam *pit*, yang biasa disebut sumuran (*sump*). Air dalam sumuran ini kemudian akan dipompa keluar menuju tempat penampungan sementara di bekas tambang (*mined out area*) atau langsung kekolam pengendapan (Devy, 2019).

### Pengeringan (*dewatering*)

Pengeringan (*dewatering*) adalah proses pengontrolan dan pengaturan (manajemen) air permukaan dan Airtanah pada aktivitas tambang yang diterapkan, seperti penerapan geoteknik, peledakan, dan jalan tambang. *Dewatering* dirancang untuk mengendalikan aliran air yang masuk kedalam *pit*, untuk pemeliharaan kestabilan lereng dan mencegah Airtanah melalui pemompaan di daerah kerja tambang. Pemilihan *dewatering* sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi dan hidrologi *area* tambang.

### Fuel Consumption

Menurut Maryenti (2019) untuk menghitung *fuel consumption* perlu diketahui nilai dari *power absorb*, *speed engine (operating speed)* dan *power engine* dari unit pompa. *Power absorb* merupakan daya yang diserap pompa untuk mengalirkan air. Untuk menentukan nilai dari *power absorb* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Power Absorb} = \frac{\text{head} \times Q \times S_g}{367 \times \text{Efisiensi}} \dots\dots\dots(2.28)$$

Keterangan:

- S<sub>g</sub> = 1Kg/m<sup>3</sup> = 1000 g/cm<sup>3</sup>  
367 = Koefisien konversi satuan ke KWH

Menurut Maryenti (2019) untuk *speed engine (operating speed)* diketahui dari time sheet atau control panel pada pompa, kemudian akan digunakan sebagai indikator untuk menentukan power engine dari pompa tersebut menggunakan kurva *engine* Multiflo 420 EX HV. *Power engine* merupakan daya yang dikeluarkan untuk menyerap air atau memutar pompa. *Fuel consumption* pada pompa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:



$$Fuel\ Consumption = \frac{power\ absorb \times power\ engine}{1000 \times 0,83} \dots\dots\dots(2.29)$$

Keterangan:

1000 = faktor pengubah ke liter

0,83 = Sg solar

## METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Di dalam melaksanakan penelitian ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Sehingga dilakukan dalam beberapa tahapan yang meliputi tahap pra lapangan, tahap lapangan, dan tahap pasca lapangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sistem Penyaliran Tambang

*Pit A* merupakan salah satu areal kerja penambangan PT. Indomining yang terdapat di Kecamatan Sangasanga Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Sistem penambangan yang dilakukan dilokasi penelitian adalah tambang terbuka (*surface mining*), sehingga sistem penambangan ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, terutama curah hujan. Sebagian besar air hujan yang tidak mengalami proses *infiltrasi*, *evaporasi* dan *transpirasi* akan menjadi air limpasan yang berpotensi menggenang di lokasi *front* kerja *Pit A*. Penerapan metode *open pit* akan menyebabkan terbentuknya cekungan yang luas sehingga sangat potensial untuk menjadi daerah tampungan air, baik yang berasal dari air limpasan permukaan maupun air tanah. Pada Lubang Tambang PT. Indomining terdapat sebuah *sump* A4 yang berada pada elevasi -128 mdpl. Tepat berada di bawah *sump* tersebut terdapat lapisan (*seam A4*) batubara. Secara ekonomis lapisan tersebut layak untuk di ditambang, sehingga di rencanakan pengeringan *sump* tersebut, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap lama pemompaan dan *Fuel Consumption* pompa yang digunakan saat ini agar proses pengeringan tersebut dapat berjalan dengan baik sesuai dengan target waktu sehingga dapat segera di lakukan proses penambangan.

### Curah Hujan Rencana

Jika data curah hujan yang didapat menunjukkan angka yang tinggi, maka data ini akan menghasilkan besar curah hujan rencana yang tinggi pula untuk tiap-tiap periode ulang hujan. Tinggi rendahnya curah hujan pada suatu daerah tambang umumnya dipengaruhi oleh letak geografis. Begitu pula dengan curah hujan di area tambang yang di eksploitasi oleh PT.

Indomining. Sistem penyaliran tambang terbuka dipengaruhi oleh curah hujan dikarenakan tinggi rendahnya curah hujan akan menentukan kapasitas air yang akan ditampung dan dialirkan di lokasi penambangan. Analisis curah hujan diperlukan untuk mendapatkan data curah hujan rencana yang nantinya digunakan sebagai dasar perhitungan dengan analisis distribusi probabilitas. Nilai yang dihasilkan pada masing-masing periode ulang dipengaruhi oleh tinggi rendahnya curah hujan yang dianalisis. Keadaan geografis juga turut mempengaruhi curah hujan pada pit A PT. Indomining. Data curah hujan yang digunakan menggunakan data curah hujan 10 tahun terakhir dari tahun 2013-2022 yang diperoleh dari bagian Departement Development PT. Indomining. berikut data curah hujan harian maksimum:

**Tabel 4 Curah hujan tahunan maksimum periode 10 tahun**

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Max
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2013	48	25,5	33,9	125	50	25	23	0	49	65	32	51	125
2014	70	46	59,3	60	75	29,8	40	25,5	26	54,7	34	56	75
2015	28	0	0	66,9	32,1	48,1	18	30,6	70,8	40,5	59,7	139,9	139,9
2016	41,9	32,7	30,6	32,2	78,1	21,4	5,4	10	1,5	25,5	45,01	88	88
2017	59	46	60,5	71	40	52	17	26	0	14	51	37	71
2018	79	24,3	42	62	62,1	28,7	27	12,4	32,5	43	48	49	79
2019	51	40	30	80	42,5	62	32,5	55	54	21	51,5	47	80
2020	76	53	110,5	65,5	17,5	31	17,5	25	21	17	69	47	110,5
2021	48	35	48	57	38	35	17	50	6	92	25,5	29	92
2022	83	55	80	40	130	54	23	46	57,7	80	95	68,5	130

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa curah hujan tertinggi berada pada tahun 2015 bulan Desember dengan nilai curah hujan sebesar 139,9 mm pada Tabel (4.1) dan modus dari data tersebut yaitu 25,50 mm lampiran (C).

**Tabel 5 Perhitungan Analisis Uji Distribusi Probabilitas Log Normal Lampiran (C)**

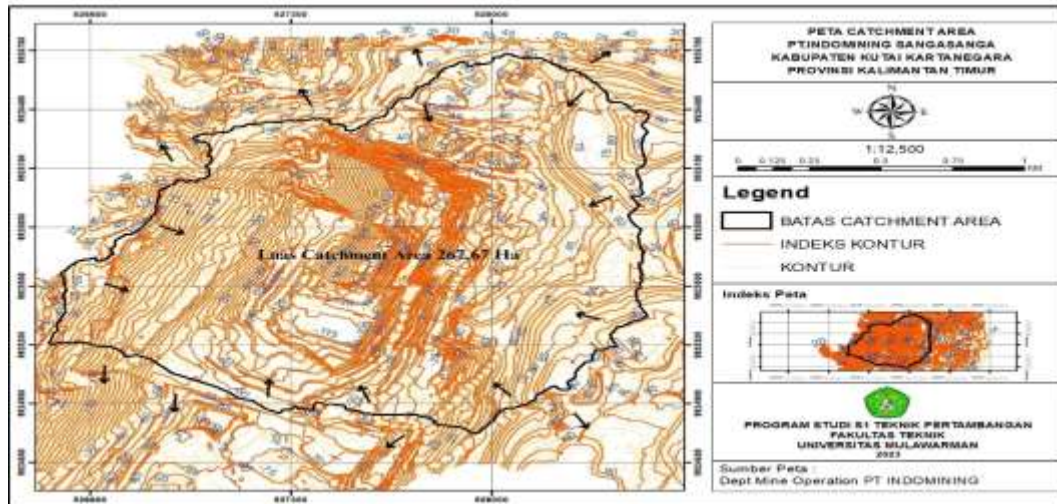
Periode Ulang	Kt	Xt
20	1,88	153,68
10	1,28	132,33
5	0,84	118,63
2	0	96,28

Dari metode Probabilitas Gumbel kemudian digunakan periode ulang selama 10 tahun, penentuan periode ulang didasarkan pada syarat minimum yang tertera pada Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018. Dengan periode ulang 10 tahun data curah hujan rencana yang didapatkan sebesar 145,69 mm pada tabel (4.4).

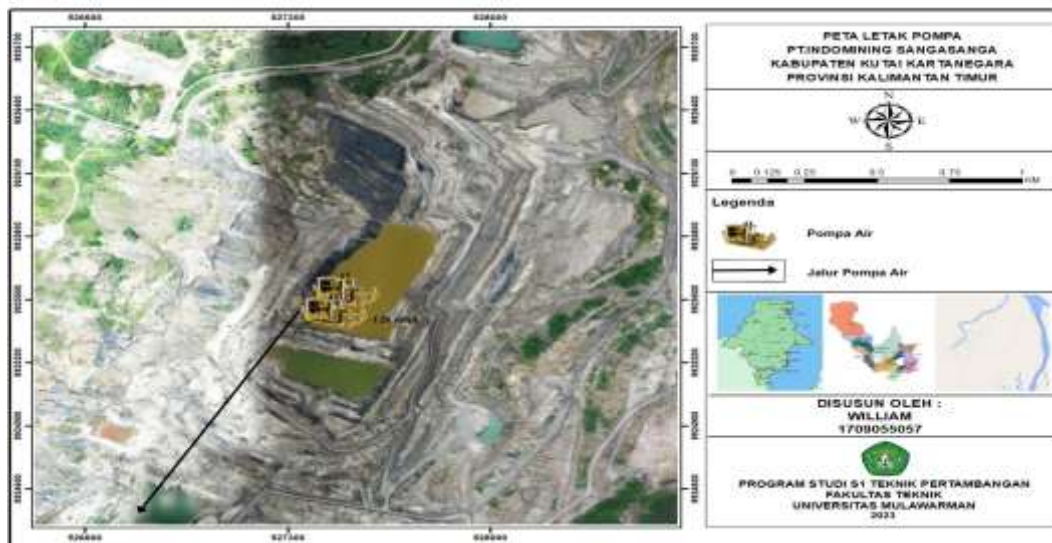
### **Daerah Tangkapan Air Hujan (*Catchment Area*)**

Semakin luas muka kerja suatu area penambangan, maka akan semakin luas pula area yang terganggu dan luasan daerah tangkapan hujan (*Catchment Area*) menjadi semakin besar. Hal ini akan menyebabkan jumlah air yang perlu ditanggulangi oleh suatu sistem penirisan cenderung semakin besar. *Catchment Area* ditentukan berdasarkan kondisi topografi di *Pit A*,

dengan cara menghubungkan titik-titik tertinggi pada peta topografi dengan memperhatikan arah aliran air di daerah tersebut hingga didapatkan sebuah polygon tertutup. Penentuan luas *Catchment Area* menggunakan *software ARCGIS 10.3* sehingga didapat luas *Catchment Area* yaitu 2.676.787,703 m<sup>2</sup> (267,67 Ha).



**Gambar 2 Catchment area pit A Sump A4 PT. Indominco**



**Gambar 3 Peta Letak Pompa Pit A**

Penentuan koefisien limpasan didasarkan pada parameter keadaan pada lokasi tersebut. Koefisien limpasan pada area Sump A4 sebesar 0,9, nilai tersebut didasarkan pada asumsi area tambang berupa lahan terbuka tanpa vegetasi.

### Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah curah hujan dalam jangka waktu tertentu, dan dinyatakan dalam mm persatuan waktu (mm/jam). Nilai intensitas hujan dinyatakan dalam satuan mm/jam. Perhitungan intensitas hujan diperlukan untuk mendapat curah hujan yang sesuai sebagai dasar perhitungan debit limpasan. Penentuan perhitungan intensitas curah hujan menggunakan

metode Mononobe untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan dengan hasil 5,34 mm/jam pada lampiran.

### Debit Limpasan

Debit Limpasan Debit limpasan (runoff) merupakan air hujan yang jatuh diatas permukaan tanah dengan mengalir di permukaan (surface). Penentuan debit limpasan menggunakan metode rasional dengan data-data yang dibutuhkan yaitu luas catchment area (A), intensitas curah hujan (I) dan, nilai koefisien limpasan (C). Nilai debit limpasan tertera pada Tabel (4.8).

**Tabel 6 Nilai Debit Limpasan Metode Rasional**

Nama <i>Catchment Area</i>	C	I (mm/jam)	A (ha)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /jam)	Waktu Hujan perhari (jam)	Q (m <sup>3</sup> /hari)
<i>Sump A4</i>	0,9	5,34	267,57	3,57	12.869,70	1,68	21.621,1

Berdasarkan tabel diketahui bahwa nilai debit limpasan *inpit* sebesar 3,57 m<sup>3</sup>/dtk atau 12.869,70 m<sup>3</sup>/jam yang akan masuk menuju *sump* A4.

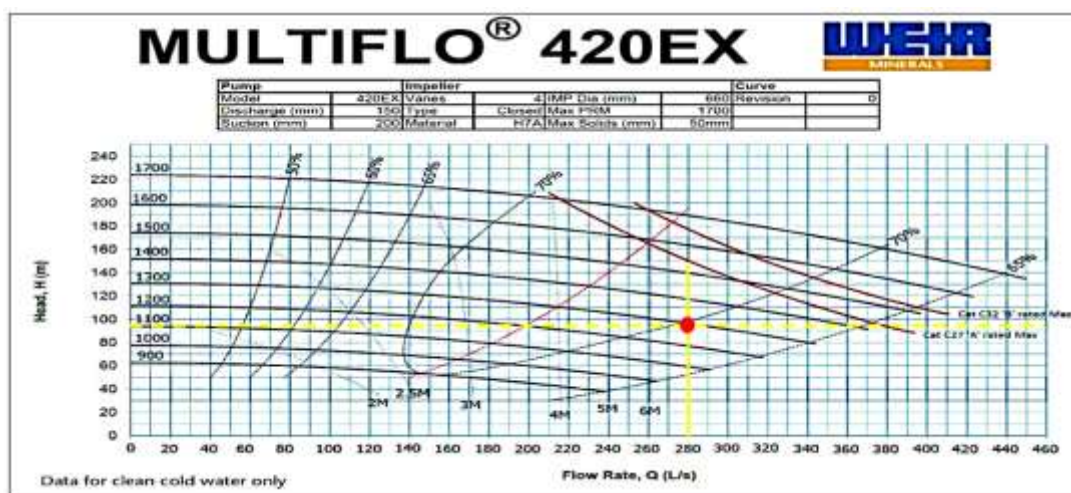
Terkait data aliran debit airtanah, pada penelitian ini data aliran air tanah merupakan data sekunder yang diperoleh langsung dari perusahaan tepatnya dari bagian Development dengan nilai 80 m<sup>3</sup>/jam atau 1.920 m<sup>3</sup>/hari.

### Waktu Pemompaan

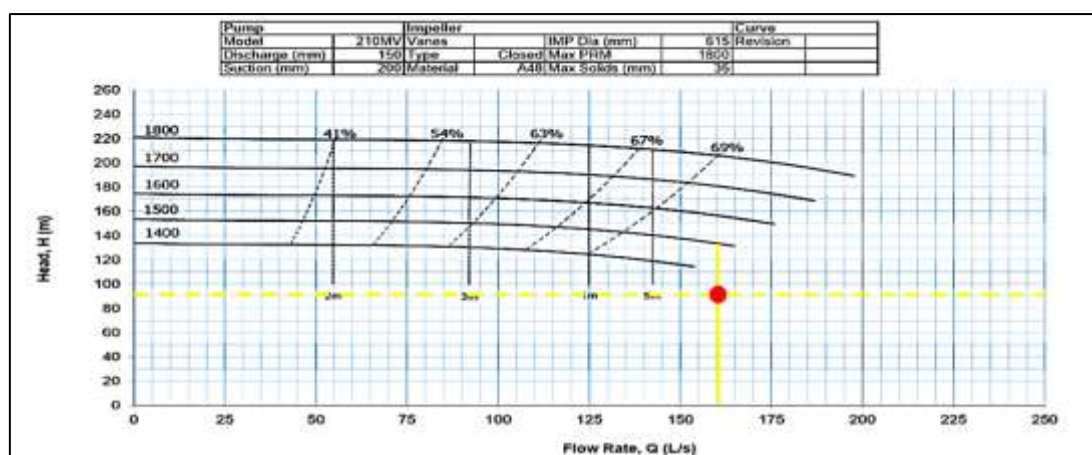
Pompa air MF420 dan MF210 direncanakan bekerja selama 22 jam/hari, Pemompaan air diprediksi berlangsung selama 1 bulan untuk pengeringan sump dengan tingkat kesesuaian unit pompa (pump ratio) sebesar 1,05. Pump ratio didapatkan dari perbandingan antara volume air masuk dengan volume air keluar lampiran.

### Konsumsi Bahan Bakar

Pompa yang digunakan pada pit a *sump A4* adalah 2 Unit pompa Multiflo 420 EXHV dan Multiflo 210 MV Setelah *head* diketahui dapat ditentukan berapa RPM yang digunakan untuk mendapatkan target *flowrate* pompa yang diinginkan dengan cara mengeplot pada pump performance curve Multiflo 420 EXHV dan Multiflo 210 MV yang dapat dilihat pada gambar 4.4 dan gambar 4.5. Berdasarkan hasil analisis grafik pompa tersebut didapatkan nilai *flowrate* Multiflo.



Gambar 4 Penentuan Flow Rate MF-420 EXHV



Gambar 5 Penentuan Flow Rate MF-210 MV

Setelah RPM, Head dan flowrate pompa diketahui maka dapat dilakukan perhitungan fuel consumption per jam dengan cara mencocokkan RPM, head dan flowrate pompa dengan tabel fuel consumption pompa multiflo. Dari hasil plotting tabel tersebut terlihat pada tabel (4.15) dan tabel (4.16) didapatkan nilai fuel consumption per jam pompa yang digunakan MF-420 sebesar 88,4 liter/jam, sedangkan untuk fuel consumption pompa MF-210 didapatkan 75,5 liter/jam.

Tabel 7 Fuel Consumption perjam yang digunakan pompa MF-420

RPM	Flow (L/s)	Head (m)	Efficiency (%)	Power (kW)	Fuel Consumption (L/hr)
	40				
	60				
	80	122	55	134	42.2
	100	121	62	191	46.4
	120	120	66	214	51.9
	140	119	69	237	57.4
	160	115	71	254	61.6
	180	111	72	272	66.0
1300	200	110	72	300	72.6
	220	105	73	310	75.2
	240	102	72	333	80.8
	260	98	71	352	85.3
	280	93	70	365	88.4
	300	88	69	373	90.9
	320	83	67	389	94.2
	340	78	65	400	97.0
	360				



**Tabel 8 Fuel Consumption perjam yang digunakan pompa MF-420**

RPM	Flow (L/s)	Head (m)	Efficiency (%)	Power (kW)	Fuel Consumption (L/Hr)
1350	40				
	60				
	80	148	53	219	53.1
	100	145	60	237	57.4
	120	143	64	263	63.7
	140	141	67	289	70.0
	160	139	70	311	75.5
	180	135	71	336	81.3
	200	132	72	359	87.1
	220	128	73	378	91.6
	240	125	73	403	97.6
	260	120	72	425	102.9
	280	117	71	452	109.6
	300	111	71	460	111.4
	320	106	69	482	116.8
	340	100	67	498	120.6
360	94	66	503	121.8	

Untuk menentukan banyaknya fuel yang dikonsumsi perhari maka perlu diketahui berapa lama pompa tersebut beroperasi sesuai dengan RPM dan flowrate yang direncanakan untuk menguras debit limpasan yang masuk ke dalam main sump. Dalam hal ini lama pompa beroperasi menjadi parameter yang menentukan banyaknya fuel yang dikonsumsi, untuk lamanya operasi kerja pompa perhari selama 22 jam/hari. Dari lamanya pompa digunakan perhari dikalikan dengan fuel consumption perjam didapatkanlah jumlah fuel yang digunakan untuk sistem penyaliran perhari. Dalam perhitungan kali ini terdapat 2 pompa yang digunakan. Hasil total perhitungan *fuel Consumption* perhari didapatkanlah nilai fuel konsumsi penyaliran perhari 3605,8 liter/hari.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. luas *Catchment Area* menggunakan *software ARCGIS 10.3* sehingga didapat luas *Catchment Area* yaitu 2.676.787,703 m<sup>2</sup> (267,67 Ha)
2. Debit Limpasan Debit limpasan (runoff) merupakan air hujan yang jatuh diatas permukaan tanah dengan mengalir di permukaan (surface). Penentuan debit limpasan menggunakan metode rasional dengan data-data yang dibutuhkan yaitu luas catchment area (A), intensitas curah hujan (I) dan, nilai koefisien limpasan (C). Nilai debit limpasan yang akan masuk kedalam *sump* pada *pit A* adalah 21.621,1m<sup>3</sup>/hari.
3. Pompa yang dipakai untuk memompakan air dari sumuran menggunakan 2 Unit pompa dengan pipa *HDPE* 12 inchi milik PT. Indomining pompa MF-420 EXHV dengan debit aktual sebesar 488,99 m<sup>3</sup>/jam dan pompa MV-210 MV dengan debit aktual sebesar 444,77 m<sup>3</sup>/jam.

4. Berdasarkan hasil perhitungan, PT. Indomining menggunakan 2 Unit pompa MF-420 dan pompa MF-210 untuk mengeluarkan air tambang dengan waktu efektif kerja pompa 22 jam/hari adalah 525,36 jam atau selama 24 hari. Pemompaan air diprediksi berlangsung selama 1 bulan untuk pengeringan sump dengan tingkat kesesuaian unit pompa (pump ratio) sebesar 1,05 Pump ratio didapatkan dari perbandingan antara volume air masuk dengan volume air keluar
5. Banyaknya *fuel* yang tereduksi dengan menggunakan 2 pompa adalah sebesar 3605,8 liter/hari.

### **Saran**

Saran yang penulis sertakan disini berkaitan dengan kesimpulan sebelumnya, berikut dalam penelitian ini:

1. Perlu dilakukannya evaluasi terhadap nilai debit limpasan dalam setiap kurun waktu tertentu, karna semakin lama akan semakin berubah pula kondisi lahan mengikuti kemajuan kegiatan penambangan.
2. Pengoptimalan kinerja pompa agar waktu pemompaan tidak memerlukan durasi pemompaan yang cukup lama. Perawatan yang dilakukan secara berkala terhadap pompa yang digunakan agar pada saat pemompaan tidak menambah waktu pemompaan akibat kerusakan pompa. Selalu dilakukan perawatan dan pemeliharaan terhadap sarana penyaliran seperti *sump* maupun pompa.
3. Kontrol performa pompa harus secara rutin dilakukan untuk menjaga waktu kerja efektif harian pompa dan meminimalisir *losstime* dalam pemakaian pompa.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Chay, Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. ISBN : 978-602-386-845-2
- Devy, Shalah Dina. 2019. Hidrogeologi Pertambangan. Mulawarman University Press. Samarinda. ISBN : 978-623-7480-08-2
- Gautama, Rudi Sayoga. (1999). Diktat Kuliah TA-352 Sistem Penyaliran Tambang. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Kamiana, I Made., 2011, Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, Yogyakarta. ISBN : 978-979-756-714-9
- Maryenti, Novi Rahma. (2019). Evaluasi Penyaliran di Pit A, sebagai Proyeksi Aktivitas Penambangan PT. Darma Henwa Tbk, Bengalon Coal Project, Kalimantan Timur. ISSN : 2302-3333 Jurnal Bina Tambang, Volume 5 No. 01, Universitas Negeri Padang.
- Suwandhi, A. 2004. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. UNISBA.