

Evaluasi Kebutuhan Pompa Multiflow MF-420EXHV Untuk Pengeringan Sump di Pit 7 West PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran

Tiwi Melisa^{1,*}, Yoszi Mingsi Anaperta, S.T.,M.T. **, Bambang Heriyadi, M.T. ***

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

*tiwimelisaa@gmail.com

**yosziperta@ft.unp.ac.id

***bambangh@ft.unp.ac.id

Abstract. Mining activities carried out by PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran uses a combination method of digging and loading (excavator) and transportation equipment (dump truck). The mining system implemented by PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran is a surface mining system with the open pit method. The application of the open pit method will cause the formation of large basins so that it is very potential to become a water storage area, both from surface runoff and groundwater. At pit 7 west PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran, there is a sump located at an elevation of -101 masl. Directly below the sump is a coal seam. Economically, the layer is feasible to be mined, so that the sump drying is planned, it is necessary to evaluate the pump capacity currently used so that the drying process can run well according to the target time so that the mining process can be carried out immediately. A dewatering system is used to dry the sump. Based on the results of the analysis that has been done, the catchment area in pit 7 WEST is 312.04 ha, with a planned rainfall of 8.46 mm / day and a rain intensity of 1.14 mm / hour. Water discharge Surface runoff by rainwater in the catchment area 7 west is 24769.04 m³ / day, groundwater discharge is 386.12 m³ / day and evapotranspiration discharge is 128.61 m³ / day. So that the total volume of water that enters the 7 west sump pit is 25026 m³ / day. So, the number of Multiflo MF- 420EXHV pumps needed to compensate for the daily discharge in the MTBU-B area is 2 pump units, with a pump working duration of 20 hours / day.

Keywords: Open pit, Pit 7 west, Sump, Water Discharge, Pump

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki cadangan batubara yang cukup besar dan tersebar hampir di seluruh wilayah nusantara. Oleh karena itu, izin usaha pertambangan terbanyak datang dari perusahaan pertambangan batubara. Salah satunya adalah PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran adalah salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang kontraktor pertambangan dan mempunyai perjanjian kontrak kerja dalam penambangan batubara di Kalimantan Timur dengan PT. Berau Coal.

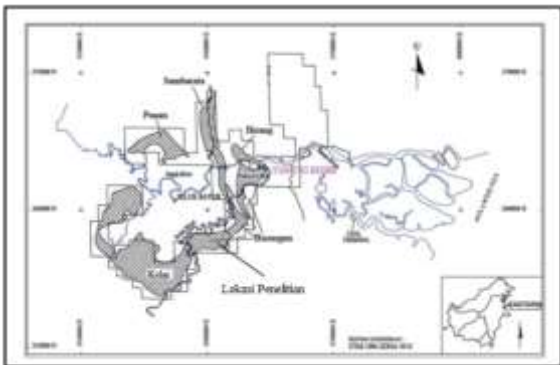
Kegiatan penambangan yang dilakukan oleh PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran menggunakan metode kombinasi alat gali muat (*excavator*) dan alat angkut (*dump truck*). Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Bukit Makmur

Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran 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 pit 7 west PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Binungan Suaran terdapat sebuah *sump* yang berada pada elevasi -101 mdpl. Tepat berada di bawah *sump* tersebut terdapat lapisan (*seam*) batubara. Secara ekonomis lapisan tersebut layak untuk di ditambang, sehingga di rencanakan pengeringan *sump* tersebut, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kapasitas pompa yang digunakan saat ini agar proses pengeringan tersebut dapat berjalan dengan baik sesuai dengan target waktu sehingga dapat segera di lakukan proses penambangan.

Untuk pengeringan *sump* ini dilakukan sistem *dewatering*.

2. Lokasi Penelitian

Secara administrasi PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran termasuk dalam wilayah Sambaliung, Kecamatan Tanjung Redep, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Luas daerah izin usaha penambangan saat ini adalah ± 2.055 Ha. Secara astronomis lokasi penelitian terdapat pada koordinat $117^{\circ} 26'33''$ BT – $117^{\circ} 32'55''$ BT dan $2^{\circ}03'35''$ LU – $2^{\circ}06'32''$ LU.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

3. Metode Penelitian

3.1. Jenis Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian studi kasus ini, penulis coba menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, maka akan diperoleh sebuah penyelesaian masalah. Metode Penelitian yang digunakan adalah metode penelitian yang bersifat kuantitatif. Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan, yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis.

Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan terhadap filsafat positifisme, digunakan dalam meneliti terhadap sampel dan populasi penelitian, teknik pengambilan sampel umumnya dilakukan secara acak atau random sampling, sedangkan pengumpulan data dilakukan dengan cara memanfaatkan instrument penelitian yang dipakai, analisis data yang digunakan bersifat kuantitatif/bisa diukur dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang diterapkan sebelumnya.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dari lapangan berupa data primer dan data sekunder dengan teknik pengumpulan data di mulai dari studi literatur yaitu mencakup kegiatan pengumpulan referensi atau informasi yang mendukung dan berasal dari penelitian sejenis sebelumnya berupa buku, jurnal, data perusahaan, dan lain sebagainya. Selanjutnya melakukan observasi lapangan mulai dari

survey arah aliran air hujan, Aktivitas ini meliputi kegiatan pengamatan arah aliran air yang mengalir menuju *sump* 7 west, baik itu yang berasal dari air limpasan permukaan maupun air tanah. Kemudian pengambilan data lapangan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa luasan *catchment area*, debit aktual pompa, elevasi *sump*. Data sekunder berupa peta topografi terbaru, data curah hujan harian maksimum, spesifikasi pompa, site plan penambangan.

3.3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan penulis menggunakan rumus-rumus melalui literatur yang ada untuk menganalisis data, analisis data yang dilakukan antara lain:

1. Menganalisis luas *catchment area sump* pit 7 west dengan bantuan software tambang, yaitu *MineScape* 5.7.
2. Menghitung curah hujan rencana menggunakan metode Gumbel.
3. Menghitung intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe.
4. Menghitung debit limpasan menggunakan metode Rasional.
5. menentukan kebutuhan pompa.
6. Menentukan lama pengeringan *sump*

4. Hasil dan Pembahasan

Kondisi topografi daerah penelitian merupakan daerah perbukitan yang landai. Hal tersebut menyebabkan perbedaan ketinggian sehingga air akan mengalir ketempat yang lebih rendah.

Untuk memperoleh suatu rancangan sistem penyaliran tambang yang efektif dan efisien maka harus diperhatikan terlebih dahulu yang berhubungan seperti luas *catchment area*, debit air limpasan permukaan, debit air tanah, dan lain-lain

4.1. Luas *Catchment Area*

Catchment area di lokasi penelitian diambil dari titik tertinggi dimana arah aliran air limpasan permukaan mengarah kepada lokasi dengan elevasi yang lebih kecil. Penentuan *catchment area* pada suatu area penambangan dapat ditentukan dengan menganalisis peta topografi dan peta kemajuan penambangan. Luas *catchment area* didapat dengan cara menghubungkan titik-titik tertinggi pada peta dengan memperhatikan arah aliran air di daerah tersebut hingga didapatkan sebuah polygon tertutup. Pada *catchment area* ini air terakumulasi pada suatu level jenuh dimana akan terjadi genangan air. *Catchment area* di pit 7 west dengan luas area sebesar 312.04 Hektar (Ha) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Catchment Area Pit 7 West

4.2. Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan salah satu penentu ketelitian hasil perhitungan dimana merupakan kemampuan suatu daerah untuk mengalirkan air limpasan. Nilai koefisien limpasan diperoleh dari perbandingan antara jumlah air hujan yang jatuh di permukaan tanah dengan yang mengalir di permukaan tanah sebagai air limpasan dari hujan di permukaan tanah. Nilai koefisien limpasan (C) dipengaruhi oleh tata guna lahan dan kemiringan.

Tabel 1. Harga Koefisien Limpasan

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 yang jarang	0,6
	Tanpa tumbuhan, daerah Penimbunan	0,7
>15%	Hutan	0,6
	Perumahan, kebun	0,7
	Tumbuhan yang jarang	0,8
	Tanpa tumbuhan, daerah tambang.	0,9

4.3. Curah Hujan Dan Intensitas Hujan Rencana

4.3.1. Curah Hujan Rencana

Curah hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas, dinyatakan dalam satuan mm. 1 mm berarti pada luasan 1 m² jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 Liter. Besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus diatasi. Pengamatan curah hujan dilakukan dengan alat pengukur curah hujan. Ada dua jenis alat pengukur curah hujan, yaitu alat ukur manual dan otomatis. Alat ini biasanya diletakkan ditempat terbuka agar air hujan yang jatuh tidak terhalang oleh bangunan

atau pepohonan. Data tersebut berguna pada saat penentuan hujan rencana. Data-data curah hujan yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana ini merupakan data curah hujan 5 tahun kebelakang yaitu dari tahun 2015- 2019, hal ini dikarenakan pit 7 west baru terbentuk pada tahun 2015, data ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Curah Hujan Harian Maksimum PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Pit 7 West untuk Setiap Bulan (2015 - 2019)

Data Curah Hujan tahunan Maksimum												hujan maks	
Tahun	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov		des
2015	16	28.5	-	-	15	40	18	19	32	45	45	69	69
2016	28	28.5	60	28	38	31	28	146	84	69	20	85	146
2017	47	58	79	54	21	60	59	54.5	8	80	45	24	80
2018	62	32	47	59	17	18	47.5	18	20	20	7	30	62
2019	45	14.5	53	44.5	21	53	18	32	5	17	111	61.5	111
Total												468	

Data curah hujan tersebut merupakan data mentah yang belum bisa digunakan langsung untuk perencanaan tambang. Tetapi data tersebut perlu diolah terlebih dahulu dengan prinsip statistika. Hasil pengolahan ini merupakan angka perkiraan tinggi hujan maksimum yang dianggap terjadi sekali dalam periode ulang hujan yang direncanakan. Pengolahan data curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan data curah hujan tiap selang waktu dan intensitas curah hujan yang siap pakai untuk perencanaan. Curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan Metode Gumbel, yaitu suatu metode yang didasarkan atas Distribusi Normal dengan menggunakan data curah hujan maksimum bulanan yang sudah terjadi.

Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rata-rata (X_r)

$$X_r = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Perhitungan Standar Deviasi (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_r)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

Perhitungan Reduced Mean (Y_n)

$$Y_n = - \ln \left[-\ln \frac{(n+1)-m}{n+1} \right] \dots\dots\dots (3)$$

Perhitungan Reduced Mean Rata-rata (Y_r)

$$\bar{Y}_n = \frac{\sum Y_n}{n} \dots\dots\dots (4)$$

Perhitungan Reduced Standard Deviation (S_n)

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

Perhitungan Reduced Variate (Yt)

$$Y_{Tr} = -\ln [-\ln \frac{T-1}{T}] \dots\dots\dots (6)$$

Perhitungan nilai Konstanta (K)

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (7)$$

Perhitungan Curah Hujan Rencana (Xt)

$$X_t = X_r + k.SD \dots\dots\dots (8)$$

Dari analisis data yang telah dilakukan digunakan periode ulang hujan 5 tahun, berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai curah hujan rencana dengan periode ulang hujan 5 tahun adalah sebesar 134.44 mm/hari.

4.3.2. Intensitas Curah Hujan Rencana

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu, yang dinyatakan dalam mm/jam. Penentuan intensitas curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan kurva durasi yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perhitungan air limpasan di daerah penelitian.

Intensitas curah hujan diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus Mononobe. Perhitungan intensitas hujan rencana dapat ditentukan sebagai berikut ini :

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R = Curah hujan rencana (mm/hari)
- Tc = Waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang aliran (m)
- S = Beda ketinggian dibagi panjang aliran

Nilai tc atau waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Rumus yang umum digunakan rumus Kirpich. Perhitungan nilai lama waktu konsentrasi (tc) dapat dilihat di bawah ini :

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \dots\dots\dots (10)$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai tc sebesar 7.6 jam, maka dihasilkan nilai intensitas curah hujan rencana untuk tahun 2018 dan 2019 di pit 7 west sebesar 11.97 mm/jam. Keadaan intensitas hujan diklasifikasikan menjadi beberapa keadaan hujan. Nilai intensitas hujan 11.97 mm/jam ini termasuk kedalam kategori hujan lebat (Tabel 10) dengan kondisi air

tergenang diseluruh permukaan tanah dan bunyi keras kedengaran dari genangan.

Tabel 3. Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan		Kondisi
	1 jam	24 jam	
Hujan Sangat Ringan	< 1	< 5	Tanah agak basah.
Hujan Ringan	1-5	5-20	Tanah menjadi basah semuanya.
Hujan Normal	5-10	20-50	Bunyi curah hujan terdengar.
Hujan Lebat	10-20	50-100	Air tergenang diseluruh permukaan tanah dan bunyi keras kedengaran dari genangan.
Hujan Sangat Lebat	>20	>100	Hujan seperti ditumpahkan.

4.4. Debit Air Limpasan

Debit air limpasan dapat ditentukan setelah diketahui luas masing-masing catchment area/daerah tangkapan hujan, nilai intensitas curah hujan dan nilai koefisien limpasan. Nilai debit air limpasan yang masuk ke dalam sump pit 7 west dapat dihitung menggunakan rumus Rasional berikut :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

- Q = Debit Limpasan (m³/s)
- C = Koefisien Limpasan
- I = Intensitas Hujan Rencana (mm/jam)
- A = Luasan Daerah (Km³)

Untuk daerah tangkapan hujan pada pit 7 west didapatkan data-data sebagai berikut :

- Catchment Area = 3.12 Km³
- Intensitas Curah Hujan Rencana = 11.97 mm/jam
- Koefisien limpasan = 0.9

Sehingga debit air limpasan :

$$Q = 0,278 \times 0,9 \times 11,97 \text{ mm/jam} \times 3,12 \text{ Km}^3$$

$$Q = 9,35 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 33,654,57 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Apabila dihitung dalam perharinya maka debit air limpasan dengan lama nya waktu konsentrasi hujan 7.6 jam adalah sebesar 258,468.06 m³/hari.

4.5. Volume Ground Water dan Volume Evapotranspirasi

4.5.1. Volume Ground Water

Volume *ground water* di hitung dengan menggunakan Hukum Darcy, perhitungan teoritis volume *ground water* ditunjukkan pada rumus berikut :

$$Q = q \times A \dots\dots\dots (12)$$

$$q = \frac{\Delta H}{L} K \dots\dots\dots (13)$$

$$A = P \times l \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan :

- Q = Debit Groundwater (m³)
- Q = Hydraulic Conductivity (m/s)
- A = Luas Penampang Aquifer (m²)
- ΔH = Beda Tinggi MAT (m)
- L = Jarak Monitoring MAT (m)
- K = Konduktivitas Batuan (m/s)
- P = Panjang Aquifer (m)
- l = Lebar Aquifer (m)

Tabel 4. Parameter *Ground Water*

Konduktivitas Clay	0.000006	m/s
Konduktivitas Sand	0.00001	m/s
Konduktivitas Rata-Rata*(literatur)	1.82E-07	m/s
Persentase Sandstone	60%	
Elevasi Tertinggi MAT	-20	m
Elevasi Terendah MAT	-118	m
Beda Tinggi	98	m
Jarak	560	m
Luas Bukaannya LW	234500	m ²
Luas Bukaannya HW	322900	m ²
Luas Bukaannya Aquifer LW (Sandstone)	140700	m ²
Luas Bukaannya Aquifer Total (Sandstone)	334440	m ²

Dari parameter yang telah di ketahui, maka volume *ground water* dapat dicari sebagai berikut :

$$Q = \frac{\Delta H}{L} K A$$

$$Q = \frac{98 \text{ m}}{560 \text{ m}} (1.8 \times 10^{-7} \text{ m/s}) (140700 \text{ m}^2)$$

$$Q = 0.004 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 386.12 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4.5.2. Volume Evapotranspirasi

Evapotranspirasi aktual tahunan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus Turc (Soemarto, 1995), dengan suhu rata-rata pada PT. Bukit Makmur Mandiri Utama adalah 30°C.

$$E = \frac{P}{[0.9 + (\frac{P}{L(t)})^2]^{0.5}} \dots\dots\dots(15)$$

$$Et = A \times E \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan :

- E = Evapotranspirasi (mm/tahun)
- Q = Curah hujan tahunan rata-rata (mm/tahun)
- t = suhu rata-rata tahunan (°C)
- L(t) = Fungsi suhu = 300 + 25t + 0.05t³

Dari luas daerah *sump* di pit 7 west sebesar 30,500 m² dengan *evapotranspirasi* sebesar 0.004 m/hari, maka didapatkan volume *evapotranspirasi* dalam satu harinya sebesar 128.617 m³/hari.

4.6. Perhitungan Kapasitas Minimum Sump

Berdasarkan hasil perhitungannya yang telah dilakukan, diketahui volume air limpasan adalah 258,468.06 m³/hari. Volume *ground water* 386.12 m³/hari. Dan pengurangan volume akibat *evapotranspirasi* sebesar 128.617 m³/hari. Maka kapasitas minimum *sump* perharinya adalah sebagai berikut :

$$V = V_{\text{limpasan}} + V_{\text{air tanah}} - V_{\text{evapotranspirasi}}$$

$$V = (258,468.06 + 386.12 - 128.617) \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$V = 258,725.56 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka kapasitas minimum *sum* di pit 7 west yaitu sebesar 258,725.56 m³/hari.

4.7. Perhitungan Jumlah Pompa Yang dibutuhkan

Berdasarkan plan yang telah direncanakan oleh PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran, pengeringan *sump* ditargetkan dalam pertengahan bulan April.

Untuk perhitungan jumlah pompa yang dibutuhkan, maka tidak dapat digunakan curah hujan maksimum harian, karena secara aktual di lapangan hujan yang terjadi tidak selalu dalam jumlah yang maksimal, bahkan terkadang tidak terjadi hujan. Oleh karena itu untuk perhitungan jumlah pompa yang dibutuhkan untuk pengeringan *sump* di pit 7 west maka di gunakan data curah hujan maksimum bulanan. Data curah hujan maksimum bulanan dapat di lihat pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Curah Hujan Maksimum Bulanan

YEAR	MONTH												Jumlah
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUS	SEP	OKT	NOV	DES	
2015	17.00	29.50	-	-	49.30	125.20	41.50	79.70	73.50	223.50	156.50	96.50	892.20
2016	207.00	125.50	128.56	100.50	175.50	113.50	84.50	279.00	279.00	319.00	82.10	320.50	2214.66
2017	245.00	294.00	260.50	255.00	76.50	264.00	247.00	156.80	38.50	197.50	268.00	175.00	2477.80
2018	328.50	169.50	210.00	326.50	132.00	77.50	203.50	67.00	99.00	108.00	53.50	179.50	1954.50
2019	232.00	34.50	209.50	147.00	134.00	127.10	104.00	81.00	31.00	98.50	238.00	321.50	1758.10
Rata-rata	253.13	130.60	202.14	207.25	113.46	141.46	136.10	132.70	104.20	189.30	159.62	218.60	1,859.45
MIN	17.00	29.50	128.56	100.50	49.30	77.50	41.50	67.00	31.00	98.50	53.50	96.50	892.20
MAX	328.50	294.00	260.50	326.50	175.50	264.00	247.00	279.00	279.00	319.00	268.00	321.50	2477.80

Untuk menentukan jumlah pompa yang akan di gunakan sama halnya dengan cara mencari kapasitas minimum *sump*, yaitu memerlukan data curah hujan rencana, intensitas curah hujan dan debit limpasan, akan tetapi yang membedakan nya yaitu adanya perhitungan debit pemompaan, dan data curah hujan yang digunakan yaitu data curah hujan pada bulan Maret.

4.7.1. Perhitungan Curah Hujan dan Intensitas Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana masih dihitung dengan menggunakan Metode *Gumbel*, Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan curah hujan rencana pada bulan Maret sebesar 8.46 mm/hari, dengan nilai intensitas curah hujan yang di analisis dengan menggunakan metode *Mononobe* menghasilkan nilai sebesar 1.147 mm/hari.

4.7.2. Perhitungan Debit Limpasan

Debit air limpasan dapat ditentukan setelah diketahui luas masing-masing catchment area/daerah tangkapan hujan, nilai intensitas curah hujan dan nilai koefisien limpasan. Untuk mencari debit limpasan digunakan metode rasional, dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai debit limpasan permukaan pada bulan maret sebesar 24769.046 m³/hari.

4.7.3. Volume Ground Water dan Volume Evapotranspirasi

Pengukuran volume ground water dan pengukuran volume evapotranspirasi masih menggunakan rumus yang sama yaitu menggunakan Hukum Darcy dan menggunakan rumus Turc. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan didapatkan volume *ground water* sebesar 386.12 m³/hari, dan volume *evapotranspirasi* yang dihasilkan adalah sebesar 128.617 m³/hari.

4.7.4. Volume Total Air Limpasan

Volume total air limpasan didapatkan dari hasil penjumlahan dari debit limpasan permukaan dengan volume *ground water* kemudian dikurangi dengan volume *evapotranspirasi* dan menghasilkan nilai sebesar 25026.55 m³/hari.

4.8. Debit pemompaan dan Perhitungan Jumlah Pompa Yang Dibutuhkan

4.8.1. Debit Pemompaan

Berdasarkan spesifikasi pompa, maka diketahui bahwa debit aliran maksimum pompa Multiflo MF 420-EXHV adalah sebesar 695 m³/hari. Dengan asumsi bahwa pompa dapat bekerja maksimum jika head pompa di lapangan lebih kecil dari head pompa maksimum sehingga penentuan head rencana pompa harus disesuaikan dengan head maksimum pompa Multiflo MF-420E. Didapatkan waktu kerja harian pompa yang disarankan adalah 20 jam perhari. Pertimbangan waktu kerja pompa ini merujuk pada adanya losstime yang mencakup waktu isi oli, isi bahan bakar solar, servis bulanan, waktu repair, waktu cooling down, dan yang lainnya. Berdasarkan hal tersebut, dengan asumsi pompa bekerja maksimum saat mine dewatering berlangsung, maka akan didapatkan debit pompa (Q) harian sebagai berikut :

$$Q = \text{Debit Maksimum Pompa (Spesifikasi)} \times \text{Jam Kerja Harian}$$

$$Q = 695 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20 \text{ jam/hari}$$

$$Q = 13,900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4.8.2. Perhitungan Jumlah Pompa Yang Dibutuhkan

Dalam hal ini, pompa yang secara kondisional diasumsikan over estimated dengan performa maksimum

sepanjang hari. Maka dari itu, dapat ditentukan jumlah pompa yang dibutuhkan sehingga dapat menangani pengeringan air pada sump front penambangan pit 7 west dengan persamaan :

$$\text{Jumlah Unit Pompa (N)} = \frac{\text{volume total air yang masuk}}{\text{debit pemompaan}}$$

$$\text{Jumlah Unit Pompa (N)} = \frac{25026.55 \text{ m}^3/\text{hari}}{13,900 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$\text{Jumlah Unit Pompa (N)} = 1.80 \text{ Unit}$$

Maka, jumlah pompa yang dibutuhkan untuk mengeringkan air di sump pit 7 west PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran untuk dapat dilakukan aktivitas penambangan adalah sebanyak 1.80 Unit. Ini artinya PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran membutuhkan 2 unit pompa Multiflo MF-420EXHV.

4.9. Lama Pengeringan Sump

PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran menargetkan lama pengeringan *sump* pada pit 7 west yaitu pada akhir bulan April, oleh karena itu penulis melakukan simulasi perhitungan untuk pengeringan *sump* menggunakan 2 buah pompa yang telah didapatkan sebelumnya, dengan tujuan agar jumlah pompa yang telah direkomendasikan dapat memenuhi target pengeringan *sump*. Simulasi ini dilakukan dari hari kedua pemompaan.

Diketahui data- data :

$$\text{Volume Existing} = 277,425.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol air - Vol sedimen} = 123,197.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol Ground water} = 386.120196 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Vol Evapotraspirasi} = 128.6167211 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Debit pemompaan} = 13,900.00 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Pompa} = 2.0 \text{ unit}$$

$$\text{Volume air limpasan} = 24769.046 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Data-data yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi pengeringan *sump* yaitu :

4.9.1. Inflow (If)

Inflow merupakan semua air yang masuk ke dalam *sump* atau volume total air yang masuk ke dalam *sump*. Inflow dapat dihitung dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Inflow (If)} &= (\text{Volume air limpasan} + \text{Volume air tanah}) - \text{Volume evapotranspirasi} \\ &= (24769.046 \text{ m}^3/\text{hari} + 386.120196 \text{ m}^3/\text{hari}) \\ &\quad - 128.6167211 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 25026.55 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4.9.2. Outflow (Of)

Outflow merupakan semua air yang keluar dari *sump* atau volume total air yang keluar dari *sump*. Outflow dapat di hitung dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Outflow (Of)} &= (\text{Debit pemompaan} \times \text{Jumlah pompa}) \\ &\quad - \text{Volume air tanah} + \text{volume} \\ &\quad \text{evapotranspirasi} \\ &= (13,900.00 \text{ m}^3/\text{hari} + 2.0 \text{ unit}) - 386.120196 \text{ m}^3/\text{hari} + \\ &\quad 128.6167211 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 27,542.50 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4.9.3. Volume aktual air sump (V)

Volume aktual air *sump* didapatkan dari :

Volume = volume aktual *sump* - Volume Sedimentasi
 Dari data- data diatas dapat dibuat simulai pengeringan *sump*, dengan menggunakan rumus :

$$V_n = (V_{(n-1)} + I_f_n) - O_f_n$$

Keterangan :

V_n = Volume Ke- n

I_f_n = Inflow Ke- n

O_f_n = Outflow Ke- n

Maka simulasi pada hari kedua ini dapat dicari sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_2 &= (V_{(2-1)} + I_f_2) - O_f_2 \\ &= (123,197.00 \text{ m}^3 + 25026.55 \text{ m}^3/\text{hari}) - 27,542.50 \\ &\quad \text{m}^3/\text{hari} \\ &= 120,681.05 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya lakukan perhitungan yang sama untuk mencari volume-volume pada hari berikutnya sampai volume *sump* mencapai angka minus. Jika volume *sump* telah mencapai angka minus itu artinya air pada *sump* sudah habis terpompa. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Simulasi Perhitungan Lama Pengeringan *Sump*

BUULAN	HARI KE-	INFLOW	OUTFLOW	VOLUME	BUULAN	HARI KE-	INFLOW	OUTFLOW	VOLUME
M A R E T	1	25,026.55	27,542.50	123,197.00	A P R I L	1	25,026.55	27,542.50	62814.28675
	2	25,026.55	27,542.50	120,681.05		2	25,026.55	27,542.50	60298.34036
	3	25,026.55	27,542.50	118165.1072		3	25,026.55	27,542.50	57782.39397
	4	25,026.55	27,542.50	115649.1608		4	25,026.55	27,542.50	55266.44759
	5	25,026.55	27,542.50	113133.2145		5	25,026.55	27,542.50	52750.5012
	6	25,026.55	27,542.50	110617.2681		6	25,026.55	27,542.50	50234.55482
	7	25,026.55	27,542.50	108101.3217		7	25,026.55	27,542.50	47718.60843
	8	25,026.55	27,542.50	105585.3753		8	25,026.55	27,542.50	45202.66205
	9	25,026.55	27,542.50	103069.4289		9	25,026.55	27,542.50	42686.71566
	10	25,026.55	27,542.50	100553.4825		10	25,026.55	27,542.50	40170.76927
	11	25,026.55	27,542.50	98037.53614		11	25,026.55	27,542.50	37654.82289
	12	25,026.55	27,542.50	95521.58976		12	25,026.55	27,542.50	35138.8765
	13	25,026.55	27,542.50	93005.64337		13	25,026.55	27,542.50	32622.93012
	14	25,026.55	27,542.50	90489.69699		14	25,026.55	27,542.50	30106.98373
	15	25,026.55	27,542.50	87973.7506		15	25,026.55	27,542.50	27591.03735
	16	25,026.55	27,542.50	85457.80422		16	25,026.55	27,542.50	25075.09096
	17	25,026.55	27,542.50	82941.85783		17	25,026.55	27,542.50	22559.14458
	18	25,026.55	27,542.50	80425.91144		18	25,026.55	27,542.50	20043.19819
	19	25,026.55	27,542.50	77909.96506		19	25,026.55	27,542.50	17527.2518
	20	25,026.55	27,542.50	75394.01867		20	25,026.55	27,542.50	15011.30542
	21	25,026.55	27,542.50	72878.07229		21	25,026.55	27,542.50	12495.35903
	22	25,026.55	27,542.50	70362.1259		22	25,026.55	27,542.50	9979.412647
	23	25,026.55	27,542.50	67846.17952		23	25,026.55	27,542.50	7463.466261
	24	25,026.55	27,542.50	65330.23313		24	25,026.55	27,542.50	4947.519876
	25	25,026.55	27,542.50	62814.28675		25	25,026.55	27,542.50	2431.57349
	26	25,026.55	27,542.50	60298.34036		26	25,026.55	27,542.50	-84.37289536
	27	25,026.55	27,542.50	57782.39397		27	25,026.55	27,542.50	-2600.319281
	28	25,026.55	27,542.50	55266.44759		28	25,026.55	27,542.50	-5116.265667
	29	25,026.55	27,542.50	52750.5012		29	25,026.55	27,542.50	-7632.212052
	30	25,026.55	27,542.50	50234.55482		30	25,026.55	27,542.50	-10,148.16
	31	25,026.55	27,542.50	65330.23313					

Berdasarkan simulasi perhitungan yang telah dilakukan, maka volume air *sump* pada pit 7 west kering pada pemompaan hari ke -51, terhitung dari tanggal 01 Maret sampai dengan tanggal 26 April. Berdasarkan target yang diinginkan oleh PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran, maka simulasi pemompaan ini sesuai dengan target.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kegiatan praktek lapangan industri dan analisis topik bahasan, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang kontraktor pertambangan batubara yang berlokasi di Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur.
2. Kegiatan Penambangan di PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran dimulai dari *land clearing, top soil removal*, pengupasan dan pengangkutan *overburden*, Penggalian dan pengangkutan batubara dan *soiling*.
3. Berdasarkan hasil analisis di dapatkan :
 - a. Luas *catchment area* pada pit 7 west adalah sebesar 312.04 Ha.
 - b. Untuk mencari nilai kapasitas minimum *sump* maka digunakan data curah hujan maksimal harian dengan menganalisis menggunakan metode Gumbel (1954:27) dan metode Mononobe (Gautama, 1993:5). Dari hasil analisis tersebut di dapatkan nilai kapasitas minimum *sump* adalah 258,725.56 m³/hari, dengan volume limpasan 258,468.06 m³/hari, volume air tanah 386.12 m³/hari, dan volume evapotranspirasi 128.617 m³/hari.
 - c. Untuk menentukan jumlah pompa yang akan digunakan agar pengeringan *sump* dapat dilakukan maka di gunakan data curah hujan maksimal bulanan, karena dari kondisi *actual* di lapangan hujan yang terjadi tidak setiap hari dan curah hujan tersebut turun tidak selalu dalam keadaan maksimal.
 - d. Berdasarkan analisis data secara teoritis jumlah pompa Mutiflo MF-420EXHV yang dibutuhkan untuk pengeringan *sump* pit 7 west yaitu sebanyak 2 unit.
 - e. Berdasarkan simulasi perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan lama pengeringan *sump* pada pit 7 west yaitu selama kurang lebih 51 hari, dan sesuai dengan target yang diinginkan oleh PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* Binungan Suaran.

5.2. Saran

Dari hasil pengamatan dilapangan dan analisis topic bahasan, penulis memberikan saran Antara lain :

1. Dalam merencanakan suatu sistem penirisan tambang khususnya dalam menentukan kapasitas minimum *sump*, perusahaan sebaiknya mempertimbangkan kondisi ekstrim yang terjadi berupa curah hujan yang tinggi per harinya, sedangkan untuk menentukan jumlah pompa yang akan di gunakan sebaiknya perusahaan mempertimbangan kondisi curah hujan ekstrim perbulan.
2. Sebaiknya dalam mengoperasikan pompa menggunakan titik efisiensi terbaik pompa, artinya agar disesuaikan kembali operating speed pompa yang digunakan dengan head totalnya, untuk perawatan pompa, pemakaian fuel, dll.
3. Perlunya perbaikan pada pipa dan impeller yang bocor agar air yang keluar dari outlet pemompaan lebih optimal.
4. Kontrol performa pompa harus secara rutin dilakukan untuk menjaga waktu kerja efektif harian pompa dan meminimalisir *losstime* dalam pemakaian pompa.
5. Penempatan outlet aliran pompa harus disesuaikan dengan head maksimum pompa sehingga performa pompa dapat bekerja secara maksimum.

Daftar Pustaka

- [1] Agustian, Rido. 2018. *Laporan Praktek Kerja Lapangan di PT. Bukit Asam TBK, Tanjung Enim, Sumatera Selatan*.
- [2] Ananda, Natasha Nur. 2018. *Laporan Praktek Kerja Lapangan di PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite PT. Kideco Jaya Agung*. Batu Kajang : PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* PT. Kideco Jaya Agung.
- [3] Gautama, R, S. 1999. “*Sistem Prnyaliran Tambang*”.Bandung. ITB.
- [4] Gultom, Yohannes. 2017. “*Evaluasi Kapasitas Pompa pada Sistem Penirisan Tambang Banko Barat Pit 1 Timur PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Penambangan Tanjung Enim, Sumatera Selatan*”. JP Vol.1 No.2. ISSN 2549-1008.
- [5] Gumbel, E, J. 1954. “*Statistical Theory of Extreme Values and Some Practical Application. A Series of Lectures*”. *National Bureau of Standards, Washington, D. C. Applied Mathematics Div.*
- [6] Lingga, P. 2014. “*Kajian Teknis Sistem Penirisan Tambang Banko Barat Guna Menanggulangi dan Mengoptimalisasi Sistem Pemompaan Air Tambang di PIT III Barat PT. Bukit Asam (Persero), Tbk Tanjung Enim. Jurnal Ilmu Teknik, Volume 2*”.
- [7] Luknanto, Djoko. 2003. “*Siklus Hidrologi Air, Banjir Persepsi dan Salah Persepsi Recaarge*”. Universitas Gajah Mada.
- [8] Prima, Rizky. Muhammad Amin., dan M Akib Abro. 2015. “*Kajian Teknis Pengeringan Sump Situ Patenggang Untuk Menambang Batubara Lapisan C Di Pit Tambang Air Laya Pt. Pamapersada Nusantara Job Site Tanjung Enim*”.

- Sumatera Selatan”. Universitas Brawijaya.
- [9] Rahmadianto Hermawan, Eko. 2014. “Perencanaan Drainase Tambang Terbuka Pit South Pinang PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur Periode Tambang 2014 – 2017”. Jurnal Ilmiah Teknik Bangunan Air. Universitas Brawijaya.
- [10] Roghfirli Handayani, Muhammad. 2015. “Studi Kinerja Pompa Multi Modflow pada Sump HW Barat PT. Sapta Indra Sejati Jobsite PT. Adaro Mining Operation (PT. ADMO), Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan”. Jurnal GEOSAPTA Vol. 1 No. 1 Tahun 2015.
- [11] Sayoga, Rudy. 2003. “Pengantar Penyaliran Tambang”. Institut Teknologi Bandung.
- [12] Setiawan, Endra. 2015. “Kajian Teknis Sistem Penyaliran pada Tambang Batubara di Pit Small PT. Pipit Mutiara Jaya Site Bebatu Provinsi Kalimantan Utara”. Jurnal Teknologi Pertambangan Volume. 1 Nomor. 2 Periode : September 2015 – Februari 2016.
- [13] Sinulingga, Mahansa Eka Gerga. RB Tyas Ing Kalbu., dan B Adi Yuwono. 2019.”BUMA Memupuk Generasi Indonesia Yang Lar Biasa”. Jakarta: Kompas Media Nusantara.
- [14] Sularso. 2000. *Pompa dan kompresor*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. Suwandhi, Awang. 2008. “Modul Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang”. Bandung.
- [15] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta.:Penerbit Andi Offset.
- [16] Suyono. 2015. “Rancangan Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Pit 3000 Blok 5 South Block PT. Trubaindo Coal Mining Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur”. Jurnal Teknologi Pertambangan Vol. 1 No. 1 Periode : Maret – Agustus 2015.
- [17] Suwandhi, A. 2004. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang. Bandung. ITB
- [18] Tresnadi, Hidir. 2008. “Karakteristik Air Asam Tambang di Lingkungan Tambang Pit 1 Bangko Barat, Tanjung Enim Sumatera Selatan”. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 9 No. 3 Halaman 314 – 319. Jakarta. ISSN
- [19] Yusran, Khairuddin. 2015. “Sistem Penyaliran Tambang Pit AB Eks di PT. Andalan Mining Jobsite PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur”. Jurnal Geomine, Volume 03 Desember 2015.