

KAJIAN SISTEM PENYALIRAN TAMBANG PIT 4 PT BARA ENERGI LESTARI, KABUPATEN NAGAN RAYA, PROVINSI ACEH

Febi Mutia¹, Sittah Dewi Humairah Indra², Nurul Kamal³, Hafni Putri Indriani Indra⁴

Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Syiah Kuala,^{1,2,3}

Dirtekleng KESDM⁴

Email: febi.mutia@unsyiah.ac.id¹, sittahdh16@gmail.com²,

nurul.kamal@unsyiah.ac.id³, putriindriani1981@gmail.com⁴

Abstrak

PT. Bara Energi Lestari merupakan perusahaan yang bergerak di bidang kegiatan pertambangan batubara dengan menerapkan sistem penambangan terbuka (*open pit*). Tingginya curah hujan menyebabkan air limpasan yang masuk ke tambang dan mengenai jalan tambang sehingga kondisinya menjadi licin dan dapat mengganggu kegiatan penambangan. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut dilakukan analisis air yang masuk ke tambang dan evaluasi kinerja pompa yang digunakan. Adapun metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana dan debit air total yang masuk ke sump yaitu dengan menggunakan metode distribusi Gumbel, metode Mononobe, dan metode Rasional. Pit 4 memiliki daerah tangkapan hujan seluas 1,178 km² dan menghasilkan debit air total yang masuk ke tambang sebesar 94.209,728 m³ /hari. Terdapat 2 unit pompa yang beroperasi di Pit 4 yaitu Multiflo MF 360 dan Sykes HH 150 dengan total debit aktual pompa sebesar 9.936 m³ /hari dan keduanya belum mampu mengendalikan air limpasan yang masuk ke tambang. Solusi terhadap pengendalian air yaitu dengan mengoptimalkan kinerja pompa serta penambahan pompa. Pengoptimalan kinerja pompa dengan menaikkan kecepatan putaran mesin pompa dan penambahan 1 unit pompa dengan debit 468 m³ /jam dan bekerja selama 22 jam/hari sehingga debit air yang dipompakan menjadi 24.372 m³ /hari.

Kata kunci: Curah hujan; daerah tangkapan hujan; air limpasan; pompa.

Abstract

PT. Bara Energi Lestari is a company engaged in coal mining activities by implementing an open pit mining system. The high rainfall causes runoff water that enters the mine and floods the mine road so that the conditions become slippery and can interfere with mining activities. To overcome these problems, analysis was carried out to study about runoff water and to evaluate the performance of the pump used. The methods used to calculate the planned rainfall and the total water discharge entering the sump apply Gumbel distribution method, Mononobe method, and Rational method. Pit 4 has a rain catchment area of 1,178 km² and produces a total water discharge entering the mine of 94,209,728 m³/day. There are 2 pump units operating in Pit 4, namely Multiflo MF 360 and Sykes HH 150 with a total actual pump discharge of 9,936 m³/day and both have not been able to control runoff

water entering the mine. The solution of water control is by optimizing pump performance and adding pumps. Optimizing pump performance by increasing the rotational speed of the pump engine and adding 1 unit pump with a flow rate of 468 m³/hour and working for 22 hours/day so that the pumped water discharge becomes 24,372 m³/day.

Keywords: rain; catchment area; runoff; pump

Pendahuluan

Pada sistem tambang terbuka, kegiatan penambangan langsung berhubungan dengan udara luar sehingga sangat bergantung dengan keadaan iklim di lokasi penambangan. Saat musim hujan tiba, air akan masuk kemudian menggenangi front kerja dan mengganggu aktivitas penambangan ([Yusran](#), 2015). Air adalah masalah besar pada tambang terbuka, baik itu air permukaan maupun air tanah yang terdapat dalam batuan di sekitar tambang. Masalah air tersebut dapat dikendalikan dengan sistem penyaliran yang sehingga kegiatan operasional penambangan berjalan dengan lancar dan tercapainya target produksi ([Syarifuddin, Widodo, & Nurwaskito](#), 2017). Sistem penyaliran tambang dapat didefinisikan sebagai sistem untuk mengelola air tambang yang mencakup aspek identifikasi dan kuantifikasi sumber air tambang, optimasi manajemen air tambang dan perencanaan serta perancangan sarana dan prasarana penyaliran serta pengendalian dampak lingkungan akibat air tambang ([Gautama](#), 1999). Identifikasi air yang masuk ke tambang antara lain dengan perhitungan curah hujan rencana ([Perdana, Zakaria, & Sumiharni](#), 2015), debit air limpasan dan evaporasi ([Husen, Yusuf, & Abuamat](#), 2018).

Kinerja pompa memiliki peran penting dalam sistem penyaliran tambang ([Handayani, Nurhakim, Mustofa, & Maghribi](#), 2012). Untuk mengalirkan fluida, instalasi sistem pemipaan menghasilkan sejumlah nilai julang (*head*) yang harus dihasilkan oleh pompa ([Girsang & Ibrahim](#), 2017). Head total pompa mendeskripsikan jumlah energi yang harus mampu dihasilkan oleh pompa untuk dapat mengalirkan volume air di tambang ([Prahastini & Gautama](#), 2012). Nilai head total pompa dihitung dari penjumlahan seluruh nilai head yang terdapat dalam sistem pemipaan ([Putri](#), 2015).

Permasalahan yang terjadi di Pit 4 PT. Bara Energi Lestari ini adalah air limpasan yang berpotensi masuk ke dalam area penambangan pada saat terjadi hujan sehingga dapat mengganggu aktivitas penambangan ([Alam & Mutia](#), 2017). Ukuran sumuran (sump) maupun saluran terbuka yang digunakan untuk mengalirkan air dari front penambangan maupun pompa yang digunakan harus diperhatikan sehingga pada saat hujan maksimum air tetap dapat dikendalikan ([Zanni, Ashari, & Guntoro](#), 2019). Berdasarkan permasalahan yang terjadi, penelitian bertujuan mengevaluasi setiap elemen sistem penyaliran tambang yang ada termasuk kinerja pompa.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Pit 4 PT. Bara Energi Lestari, Kabupaten Nagan Raya. Waktu tempuh dari pusat kota Meulaboh menuju ke Pit 4 PT. Bara Energi Lestari

membutuhkan waktu \pm 20 menit dan berjarak \pm 24 km. Penelitian dilakukan 16 Maret–15 Mei 2020.

Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

a. Studi literatur

Mempelajari literatur yang terkait dengan penelitian yang berasal dari text book, jurnal penelitian, dan laporan-laporan yang berhubungan dan referensi yang berhubungan dengan perhitungan curah hujan rencana, intensitas curah hujan, total debit air tambang dan sistem pemompaan.

b. Pengambilan Data

1. Data Primer

Adapun data primer yang diperoleh selama di lapangan antara lain: luas daerah tangkapan hujan, volume sump, debit air tanah, elevasi hisap dan buang pompa, kesediaan pompa dan pipa serta kondisinya.

2. Data sekunder

Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: data curah hujan tahun 2014-2019, peta topografi, peta situasi tambang bulan maret 2020, data spesifikasi pompa, data temperatur.

c. Pengolahan

Data yang telah didapatkan kemudian diolah sesuai dengan kegunaannya agar lebih mudah dianalisis. Pengolahan data meliputi: data curah hujan dan curah hujan rencana, intensitas curah hujan, luas daerah tangkapan hujan, koefisien limpasan, debit air limpasan, debit evapotranspirasi, debit air, debit pompa, julang (head) total pompa. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan perhitungan penyelesaian.

d. Analisis dan pembahasan

Proses menelaah hasil pengolahan data-data. Analisis terdiri dari pengamatan debit air total, perbandingan kinerja pompa secara aktual, serta optimasi kerja pompa dengan memperhitungkan spesifikasi dan jam kerja pompa.

e. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan, maka didapat kesimpulan dan rekomendasi yang dapat menunjang kinerja sistem penyaliran tambang untuk perusahaan.

Hasil dan Pembahasan

Keadaan iklim di daerah penelitian termasuk iklim tropis dengan temperatur udara berada pada rentang 28°C - 33°C . Dari data pengamatan curah hujan BMKG stasiun Meulaboh selama 8 tahun (2010-2017), curah hujan rata-rata harian tertinggi yang terjadi di Pit 4 PT. Bara Energi Lestari sebesar 193 mm/hari.yaitu terjadi pada tahun 2014 bulan November (Dokumen PT BEL, 2020). Secara umum kondisi topografi daerah eksplorasi IUP PT BEL merupakan daerah rawa dengan sedikit area perbukitan rendah.

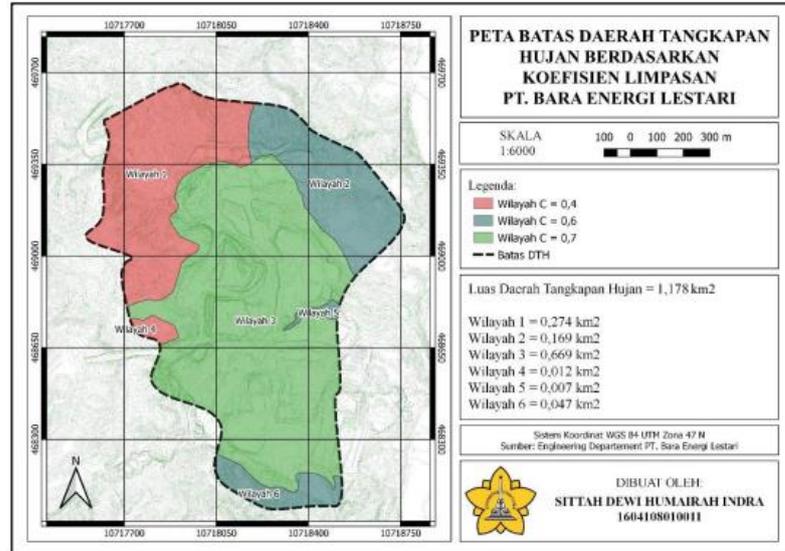
Untuk mengeluarkan air yang ada di front penambangan dengan membuat sumuran pada elevasi paling rendah di lokasi tersebut. Air yang tidak dapat dicegah masuk ke dalam tambang dapat ditampung dalam sumuran tersebut. Kemudian air akan dikeluarkan dari sumuran dengan menggunakan pompa menuju kolam pengendapan lumpur (KPL) sebelum akhirnya dialirkan ke sungai terdekat.



Gambar 1 Kondisi Pit 4 PT. Bara Energi Lestari (Maret 2020)

Berdasarkan pengamatan di lapangan, karena tingginya curah hujan di lokasi penelitian air di dalam kolam penampung (sump) sedikit meluap ke jalanan sehingga menyebabkan sedikit genangan air di jalan angkut. Air luapan tersebut dapat membahayakan kegiatan *coal hauling*. Maka dari itu diperlukan tindakan untuk mencegah meluapnya air dari dalam sump.

Sistem penyaliran tambang yang diterapkan pada lokasi penelitian adalah *mine dewatering*. *Mine dewatering* merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang dikumpulkan dalam satu kolam penampung (*sump*) untuk kemudian dipompa keluar. Digunakannya metode *mine dewatering* karena seluruh lokasi penambangan merupakan daerah tangkapan hujan (*catchment area*) sehingga sebagian besar air berasal dari air hujan masuk ke dalam tambang.



Gambar 2 Daerah Tangkapan Hujan PT Bara Energi Lestari

Daerah tangkapan hujan (*catchment area*) ditentukan dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan berdasarkan peta topografi lokasi penelitian. Luas *catchment area* 1.177.877,806 m² atau 1,178 km². Pada penelitian ini, daerah tangkapan hujan terbagi atas 6 (enam) wilayah yang diklasifikasi berdasarkan nilai koefisien limpasan.

Tabel 1 Pembagian Daerah Tangkapan Hujan Berdasarkan Nilai Koefisien Limpasan

Nama Wilayah	Kondisi	Kemiringan (%)	Nilai Koefisien Limpasan (C)	Luas Wilayah (A) km ²
Wilayah 1	Hutan	3 - 15	0,4	0,274
Wilayah 2	Hutan	> 15	0,6	0,169
Wilayah 3	Lahan terbuka	3 - 15	0,7	0,669
Wilayah 4	Hutan	3 - 15	0,4	0,012
Wilayah 5	Hutan	> 15	0,6	0,007
Wilayah 6	Hutan	> 15	0,6	0,047

Curah hujan rencana dapat diperkirakan dengan melakukan analisa curah hujan dalam kurun waktu 6 tahun terakhir mulai dari tahun 2014 sampai tahun 2019. Analisa curah hujan tersebut terdiri dari data curah hujan harian maksimum, data curah hujan bulanan dan data hari hujan. Data-data tersebut kemudian dianalisis menggunakan Metode Gumbel dengan persamaan:

$$X_t = X + \left[\frac{S}{sn} \right] (Y_t - Y_n)$$

Keterangan:

X_t = perkiraan nilai curah hujan rencana (mm/hari)

X = curah hujan rata-rata (mm)

S = simpangan baku (*standard deviation*)

S_n = *reduced standard deviation*

Y_t = *reduced variate*

\bar{Y}_n = *reduced mean*

Berdasarkan hasil perhitungan data curah hujan harian maksimum, diperoleh besaran curah hujan rencana dengan periode ulang selama 6 tahun yaitu sebesar 185,892 mm/hari.

Tabel 2 Intensitas Curah Hujan Untuk Masing-masing Periode Ulang

Intensitas curah hujan dihitung berdasarkan nilai curah hujan rencana dan durasi hujan rata-rata. Intensitas curah hujan dapat ditentukan menggunakan Rumus Mononobe dengan persamaan:

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

Keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan 24 jam (mm)

tc = waktu konsentrasi (jam)

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan intensitas curah hujan selama 7,37 jam adalah 17,02 mm/jam.

Debit air limpasan yang masuk ke dalam tambang sangat dipengaruhi oleh intensitas curah hujan dan luasan daerah tangkapan hujan (*catchment area*). Hampir seluruh air limpasan yang masuk ke Pit 4 PT. Bara Energi Lestari berasal dari limpasan air hujan. Perhitungan debit limpasan rencana (Q) dengan luas daerah tangkapan hujan 1,178 km² dengan menggunakan persamaan Rasional.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm/hari)	Durasi Hujan (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)
2	149,453	7,37	13,68
3	164,084	7,37	15,02
4	173,448	7,37	15,58
5	180,379	7,37	16,51
6	185,892	7,37	17,02

Keterangan:

Q = debit air limpasan (m³/detik)

C = koefisien limpasan

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas area tangkapan hujan (*catchment area*) (km²)

Tabel 3 Debit Air Limpasan

Nama Wilayah	Nilai Koefisien Limpasan (C)	Intensitas Curah Hujan (I) mm/jam	Luas Wilayah (A) km ²	Debit (Q) m ³ /jam
Wilayah 1	0,4	17,02	0,274	1.867,225
Wilayah 2	0,6	17,02	0,169	1.722,712
Wilayah 3	0,7	17,02	0,669	7.981,254
Wilayah 4	0,4	17,02	0,012	81,284
Wilayah 5	0,6	17,02	0,007	73,381
Wilayah 6	0,6	17,02	0,047	478,202
Total				12.204,058

Perhitungan debit air tanah dilakukan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dengan cara mengukur elevasi air yang berada di *sump* menggunakan persamaan:

$$Q = h \times \frac{L}{\Delta H}$$

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

Keterangan:

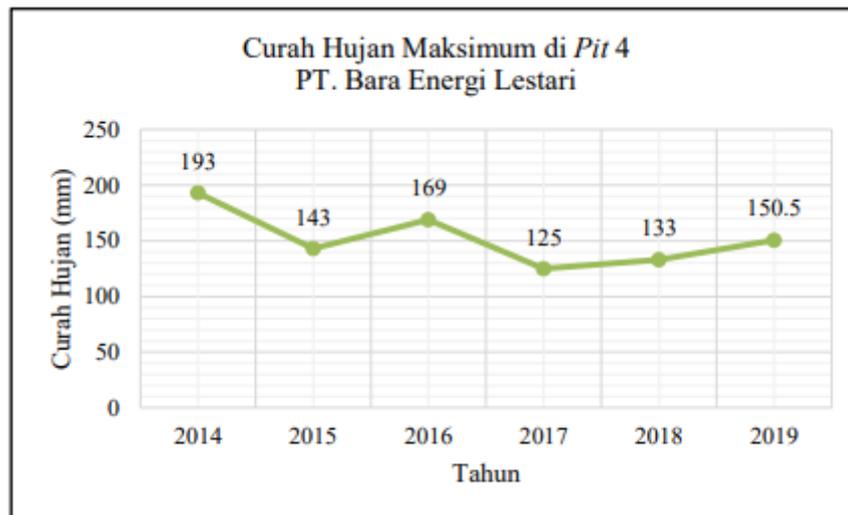
Q = debit air tanah (m³/detik)

H = kenaikan permukaan air (m)

L = luas permukaan sump (m²)

ΔH = waktu pengamatan air di sump (jam)

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa debit air tanah rata-rata adalah sebesar 176,446 m³ /jam.



Gambar 3 Curah Hujan Maksimum

Air yang masuk ke dalam tambang pasti akan mengalami penguapan atau evapotranspirasi. Laju evapotranspirasi dapat dihitung berdasarkan rata-rata temperatur, fungsi suhu, dan curah hujan rencana yang kemudian dihitung menggunakan rumus Turc Langbein Wundt dengan persamaan:

$$Q_e = P / \left[\left(0,9 + \frac{P}{L(T)} \right)^2 \right]^{0,5}$$

Keterangan:

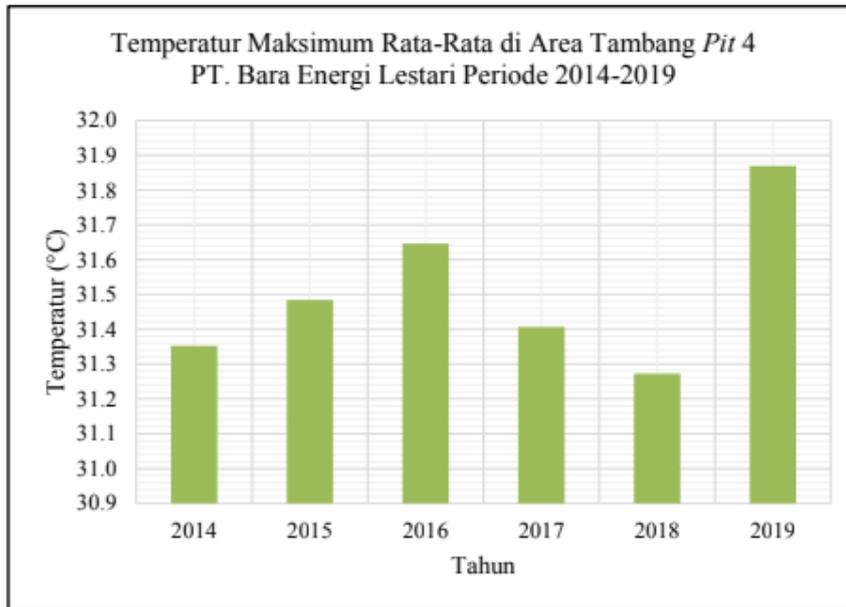
Q_e = penguapan (m^3 /hari)

P = curah hujan rencana (mm/hari)

T = temperatur rata-rata

$L(T)$ = fungsi suhu = $300 + 25T + 0,005T^3$

Curah hujan rata-rata di Pit 4 PT. Bara Energi Lestari adalah sebesar 152,25 mm/tahun (Gambar 3) dengan suhu rata-rata sebesar 31,5 °C (Gambar 4). Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan Turc Langbein Wundt dapat disimpulkan bahwa dari luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) sebesar 1.177.877,806 m^2 hanya 0,805% atau 948.191,63383 m^2 saja yang mungkin mengalami evapotranspirasi, sehingga diperoleh jumlah debit evapotranspirasi sebesar 31,105 m^3 /hari.



Gambar 4 Grafik Temperatur Rata-rata Tahun 2014-2019

Total debit air tambang yang masuk ke sumuran Pit 4 adalah penjumlahan dari debit air limpasan permukaan sebesar $89.943,91 \text{ m}^3$ /hari dengan debit air tanah sebesar $4.234,716 \text{ m}^3$ /hari kemudian dikurang dengan debit evapotranspirasi sebesar $31,105 \text{ m}^3$ /hari sehingga didapatkan total debit air tambang yang masuk ke dalam sumuran di Pit 4 per harinya sebesar $94.209,728 \text{ m}^3$.

Penggunaan pompa pada sumuran bertujuan untuk mencegah meluapnya air yang ada pada sumuran. Sumuran pada Pit 4 menggunakan dua jenis pompa yang disambungkan dengan pipa *high density polyethylene* atau HDPE untuk mengeluarkan air dari sumuran menuju kolam pengendapan lumpur (KPL). Jenis pompa yang digunakan adalah satu unit pompa Multiflo 360 dengan diameter pipa hisap 8 inci serta pipa buangan 6 inci dan satu unit pompa Sykes HH 150 dengan pipa hisap dan buangan masing-masing 8 inci. Digunakannya pipa HDPE ini dikarenakan memiliki kerugian head akibat gesekan, belokan, sambungan dan aksesoris pipa lainnya lebih kecil serta untuk perawatan dan perbaikannya cenderung lebih mudah dibandingkan dengan menggunakan pipa baja. Untuk kontrol pemompaan di Pit 4 PT. Bara Energi Lestari dilakukan sekali sehari yaitu pada jam 7 pagi.



Gambar 5 Pompa yang digunakan di Sumuran Pit 4 PT. BEL

Debit pompa adalah banyaknya air yang dialirkan oleh pompa dalam satuan volume per satuan waktu. Dalam penelitian ini debit pompa diperoleh dari *Engineering Departement* PT. Tata Bara Utama. Setelah mendapatkan debit pompa, dilakukan perhitungan *head total* pompa. *Head total* pompa merupakan energi yang harus disediakan untuk dapat mengalirkan sejumlah air seperti yang telah direncanakan sebelumnya. *Head total* pompa dapat dihitung dengan persamaan:

$$Head\ Total = H_s + H_v + H_{f_1} + H_{f_2}$$

Dimana:

H_s = Head statis (m)

H_v = Head kecepatan (m)

H_{f_1} = Head gesekan (m)

H_{f_2} = Head belokan (m)

Sebelum itu dihitung terlebih dahulu aliran air dalam pipa sebelum menghitung head pompa, dengan menggunakan persamaan:

$$v = Q/A$$

Keterangan:

v = kecepatan aliran air dalam pipa (m/jam)

Q = debit pompa (m³/jam)

A = luas diameter pipa (m)

Selanjutnya perhitungan head pompa dapat dilihat dengan persamaan-persamaan berikut:

Head statis (H_s) adalah perbedaan ketinggian permukaan antara bagian hisap pipa (inlet) dengan bagian buangan pipa (outlet).

$$Head\ statis = H_2 - H_1$$

Keterangan:

H_2 = ketinggian elevasi hisap (m)

H_1 = ketinggian elevasi buang (m)

Head kecepatan (H_v)

Head kecepatan adalah head yang diperoleh dari perbandingan antara kecepatan aliran dan gravitasi.

$$H_v = v^2/2g$$

Keterangan:

H_v = head kecepatan (m)

v = kecepatan aliran air dalam pipa (m/s)

g = gaya gravitasi (9,8 m/s²)

Head gesekan (H_{f_1})

Head gesekan adalah head yang diakibatkan adanya gesekan pada aliran di dalam pipa.

$$H_{f_1} = f(Lv^2)/2Dg$$

Keterangan:

H_{f_1} = head gesekan (m)

f = koefisien gesek

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

v = kecepatan aliran alir (m/s)

Untuk nilai koefisien gesek dapat dihitung dengan menggunakan rumus Darcy yang dinyatakan sebagai berikut:

$$f = 0,020 + (0,0005/D)$$

Keterangan:

f = koefisien kerugian gesek

D = diameter dalam pipa (m)

Head belokan (H_{f_2})

Head belokan adalah head kerugian yang diakibatkan karena adanya belokan sepanjang pipa.

$$H_{f_2} = k(v^2/2g)$$

Keterangan:

H_{f_2} = head belokan (m)

v = kecepatan aliran air dalam pipa (m/s)

k = koefisien kerugian pada belokan

Cara menentukan harga koefisien kerugian (f_2) untuk belokan lengkung menggunakan persamaan berikut:

$$k = [0,131 + 1,847 (d/2R)^{3,5}] (\theta/90)^{0,5}$$

Keterangan:

k = koefisien kerugian

R = jari-jari lengkung belokan

D = diameter pipa (m)

θ = sudut belokan ($^\circ$)

dimana:

$$R = D / \tan 1/2 \theta$$

Adapun hasil dari debit beserta nilai head total dari masing-masing pompa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Debit dan Head Pompa

Jenis Pompa	Debit Pompa	RPM	Head pompa
Multiflo MF 360	180 m ³ /jam	1.250	Head statis 37 m Head kecepatan 0,383 m Head gesekan 10,309 m Head belokan 0,115 m Head total 47,808 m
Sykes HH 150	253 m ³ /jam	1.300	Head statis 39 m Head kecepatan 0,2 m Head gesekan 4,84 m Head belokan 0,044 m Head total 44,118 m

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh total head pompa Multiflo MF 360 dengan debit 180 m³ /jam sebesar 47,808 m dan pompa Sykes HH 150 dengan debit 252 m³ /jam sebesar 44,118 m. Dari hasil perhitungan, kedua pompa tersebut hanya mampu mengeluarkan air dari front tambang sebanyak 432 m³ /jam dengan total debit air yang masuk ke dalam tambang sebesar 94.209,728 m³/hari. Dengan waktu pemompaan aktual 23 jam/hari, maka kedua pompa dapat mengeluarkan air sebesar 9.936 m³/hari. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa kinerja pompa untuk saat ini belum optimal karena debit air yang masuk lebih besar dari debit air yang keluar atau terpompa.

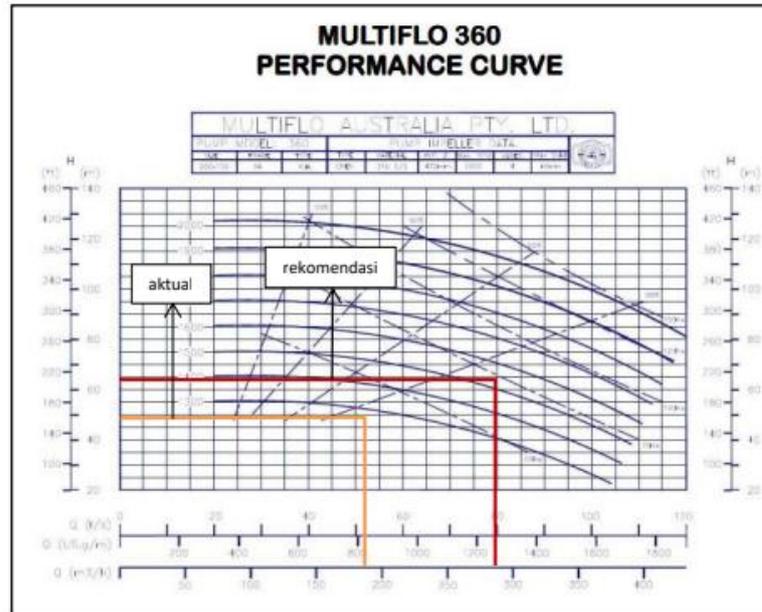
Optimalisasi pompa pada kondisi ini bertujuan untuk mengimbangi antara debit air yang masuk dengan debit air yang dipompa. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh total debit air yang masuk ke sump Pit 4 sebesar 94.209,728 m³ /hari. Sehingga untuk mengimbangi keadaan tersebut maka direkomendasikan untuk mengoptimalkan kinerja kedua pompa yang digunakan saat ini dengan kapasitas rencana sebagai berikut:

Tabel 5 Debit dan Head Pompa

Jenis Pompa	Keterangan	Aktual	Rekomendasi
Multiflo MF 360	Debit	180 m ³ /jam	288 m ³ /jam
	Head Pompa	47,808 m	64,668 m
	RPM	1.250	1.300
	Jam Kerja	23 jam	23 jam
	Debit perhari	4.140 m ³ /jam	6.624 m ³ /jam
	Efisiensi	67%	69%
Sykes HH 150	Debit	252 m ³ /jam	324 m ³ /jam
	Head Pompa	44,118 m	47,460 m
	RPM	1.300	1400
	Jam Kerja	23 jam	23 jam
	Debit perhari	5.796 m ³ /jam	7.452 m ³ /jam
	Efisiensi	55%	60%
Total debit pemompaan		9.936 m ³ /hari	14.076 m ³ /hari

Dengan menaikkan kecepatan putaran mesin pompa maka diperoleh debit rencana kedua pompa yaitu sebesar 14.076 m³/hari. Jika debit air yang masuk dibandingkan dengan kapasitas rencana pompa, maka selisih debit air yang masuk dengan yang dipompakan per hari menjadi 80.133,728 m³/hari.

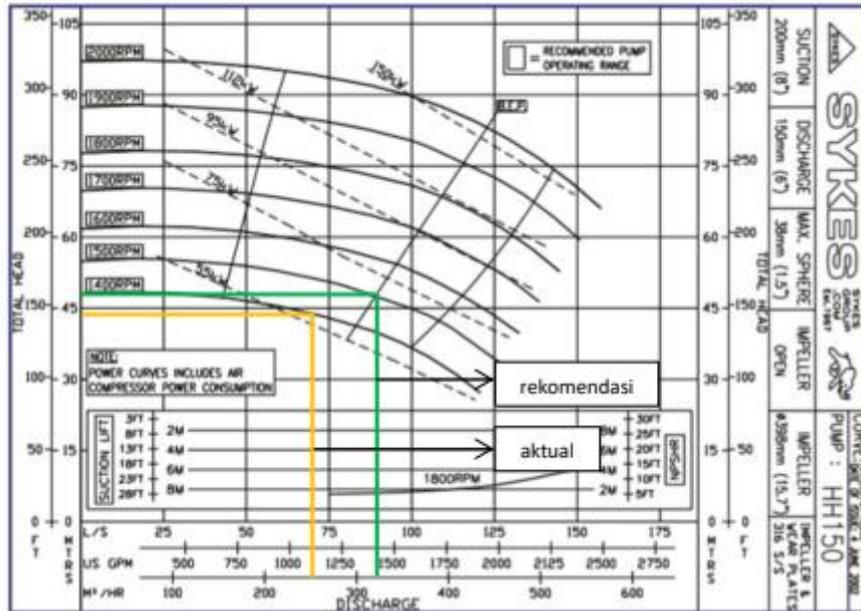
Setelah dilakukan optimalisasi kinerja pompa, keadaan debit air yang masuk dengan debit air yang keluar belum seimbang dikarenakan kapasitas pompa yang direncanakan belum mampu untuk mengeluarkan total debit air yang masuk ke sump. Penambahan pompa ini dilakukan untuk mengimbangi debit air masuk yang belum terpompa apabila terjadi *breakdown* pada salah satu pompa. Total debit air yang masuk sebesar 94.209,728 m³/hari dan debit rencana pompa sebesar 14.076 m³ /hari, maka selisih volume sisa air yang tidak terpompa sebesar 80.133,728 m³/hari. Sehingga untuk mengeluarkan sisa air yang tidak terpompa tersebut dibutuhkan penambahan pompa agar debit air masuk dengan debit air yang dikeluarkan sesuai. Penambahan pompa direncanakan dengan menambah 1 (satu) unit pompa sentrifugal dengan debit yang direncanakan sebesar 468 m³/jam dan beroperasi selama 22 jam/hari.



Gambar 6 Grafik Rekomendasi Kinerja Pompa Multiflo MF 360

Dari hasil analisis di lapangan, kedua pompa yaitu pompa Multiflo MF360 dan pompa Sykes HH 150 mampu mengeluarkan air dari Pit 4 sebanyak $432\text{m}^3/\text{jam}$ dengan waktu operasi pompa selama 23 jam/hari sehingga debit air yang dikeluarkan kedua pompa tersebut sebesar $9.936\text{ m}^3/\text{hari}$. Total debit air yang masuk ke dalam sump sebesar $94.209,728\text{ m}^3/\text{hari}$. Berdasarkan kondisi tersebut dapat dikatakan kinerja pompa untuk saat ini belum optimal dikarenakan debit air yang masuk lebih besar dari debit air yang dikeluarkan. Kapasitas sump di Pit 4 sebesar $146.229,954\text{ m}^3$ dengan kedalaman 8 m. Maka dari itu perlu dilakukan optimalisasi pompa dengan menaikkan kecepatan putaran mesin pompa (rpm) dengan menambah daya (power) dari pompa.

Berdasarkan Tabel 5 debit aktual pompa Multiflo MF 360 adalah $180\text{ m}^3/\text{jam}$ dengan total head pompa $47,808\text{ m}$ dan kecepatan putaran mesin 1.250 rpm . Untuk kondisi ini direkomendasikan agar menaikkan kecepatan putaran mesin menjadi 1.400 rpm dengan total head sebesar $64,668\text{ m}$ dan sehingga diperoleh debit rencana pompa sebesar $288\text{ m}^3/\text{jam}$. Debit aktual pompa Sykes HH 150 adalah $252\text{ m}^3/\text{jam}$ dengan total head pompa $44,118\text{ m}$ dan kecepatan putaran mesin 1.300 rpm . Untuk kondisi ini direkomendasikan agar menaikkan kecepatan putaran mesin menjadi 1.400 rpm dengan total head sebesar $52,813\text{ m}$ dan diperoleh debit rencana pompa sebesar $324\text{ m}^3/\text{jam}$ Total debit rencana kedua pompa tersebut adalah $14.076\text{ m}^3/\text{jam}$.



Gambar 7 Grafik Rekomendasi Kinerja Pompa Sykes HH 150

Setelah dilakukan optimalisasi kinerja pompa, keadaan debit air yang masuk dengan debit air yang keluar masih belum sesuai. Hal ini dikarenakan masih terdapat volume sisa air yang tidak mampu dipompakan sebesar 80.133,728 m³. Sehingga untuk mengeluarkan sisa debit air tersebut dibutuhkan penambahan pompa. Adapun pompa yang dibutuhkan adalah sekitar 1 unit pompa sentrifugal dengan debit rencana pemompaan 468 m³/jam dengan jam operasi 22 jam/hari. Penambahan pompa ini dilakukan untuk mengimbangi debit air masuk yang belum terpompakan apabila terjadi *breakdown* pada salah satu pompa. Setelah dilakukan penambahan pompa, sisa air yang tidak terpompakan menjadi 69.837,728 m³. Untuk efektifitas, perlu dilakukan pengontrolan debit pompa dan perawatan pompa secara rutin agar kinerja pompa sesuai dengan rencana. Pengecekan lumpur tetap dilakukan pada sump agar tidak terjadi pendangkalan.

Kesimpulan

Sistem penyaliran yang digunakan di Pit 4 PT. Bara Energi Lestari berupa *mine dewatering* dan menggunakan 2 buah pompa yaitu Multiflo MF 360 dan Sykes HH 150. Karakteristik pompa yang beroperasi di Pit 4 adalah sebagai berikut: Debit air limpasan yang masuk ke lokasi Pit 4 sebesar 89.943,91 m³/hari dengan luas daerah tangkapan hujan 1,178 km², debit air tanah sebesar 4.234,716 m³/hari dan debit air yang mengalami evapotranspirasi sebesar 31,105 m³/hari sehingga debit total air yang masuk ke dalam lokasi Pit 4 adalah sebesar 94.209,728 m³/hari. Kapasitas kedua pompa yang beroperasi di Pit 4 adalah Multiflo MF 360 sebesar 180 dan dan Sykes HH 150 sebesar 252 m³/jam dengan jam operasi 23 jam/hari sehingga diperoleh debit pemompaan sebesar 9.936 m³/hari. Berdasarkan kondisi tersebut dapat dikatakan kinerja pompa untuk saat ini belum optimal dikarenakan debit air yang masuk lebih besar dari debit air yang dikeluarkan.

Rekomendasi optimalisasi yang dilakukan adalah dengan menaikkan kecepatan putaran mesin pompa Multiflo MF 360 yaitu dari 1.250 rpm menjadi 1.300 rpm sehingga debit rencana pompa meningkat dari 180 m³/jam menjadi 252 m³/jam dengan efektivitas pompa yang semula 67% meningkat menjadi 69%, dan menaikkan kecepatan putaran mesin pompa Sykes HH 150 yaitu dari 1.300 menjadi 1.400 sehingga debit rencana pompa meningkat dari 288 m³/jam menjadi 324 m³/jam dengan efektivitas pompa yang semula 55% meningkat menjadi 60%, serta penambahan pompa dengan debit rencana 468 m³/jam dan beroperasi selama 22 jam/hari.

Bibliografi

- Alam, Pocut Nurul, & Mutia, Febi. (2017). [Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang, Studi Kasus: PT. Bara Energi Lestari Kabupaten Nagan Raya, Aceh](#). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Kebumihan*, 1(1), 30–37.
- Gautama, Rudy Sayoga. (1999). [Sistem Penyaliran Tambang](#). Institut Teknologi Bandung.
- Girsang, Tumpol Richardo, & Ibrahim, Eddy. (2017). [Perencanaan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Di Pt. Bara Anugrah Sejahtera Lokasi Pulau Panggung Muara Enim Sumatera Selatan](#). *Jurnal Pertambangan*, 1(2).
- Handayani, Muhammad Roghfirli, Nurhakim, Nurhakim, Mustofa, Adip, & Maghribi, Syahraz. (2012). [Studi Kinerja Pompa Multiflow 420 Pada Sump Hw Barat Pt Sapta Indra Sejati Job Site Adaro Mining Operation \(Admo\), Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan](#). *Jurnal GEOSAPTA*, 1(01).
- Husen, Syahreza, Yusuf, Maulana, & Abuamat, H. A. K. (2018). [EVALUASI TEKNIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG PADA PIT 3 TIMUR BANKO BARATPT. BUKIT ASAM \(PERSERO\), TBK UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN](#). *Jurnal Pertambangan*, 2(2), 63–69.
- Perdana, Damar Adi, Zakaria, Ahmad, & Sumiharni, Sumiharni. (2015). [Studi Pemodelan Curah hujan sintetik dari beberapa stasiun di wilayah Pringsewu](#). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 3(1), 45–56.
- Prahastini, Sita Dewi, & Gautama, Rudy Sayoga. (2012). [Perancangan Aplikasi Untuk Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka](#). *Jurnal Teknologi Mineral*, 19(3).
- Putri, MustikaRamadandikaAnsani. (2015). [Perencanaan Sump Di Pit Selatan PT. Pamapersada Nusantara Job Site BMTB \(Baramartha Banjar\) Rantau Nangka, Kalimantan Selatan](#). Universitas Brawijaya.
- Syarifuddin, Syarifuddin, Widodo, Sri, & Nurwaskito, Arif. (2017). [Kajian Sistem Penyaliran pada Tambang Terbuka Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan](#). *Jurnal Geomine*, 5(2).
- Yusran, Khairuddin. (2015). [Sist Em Penyaliran Tambang Pit Ab Eks Pada PT. Andalan Mining Jobsite Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur](#). *Jurnal Geomine*, 3(1).
- Zanni, Alzur, Ashari, Yunus, & Guntoro, Dono. (2019). [Pencegahan dan Penanggulangan Air Limpasan yang Masuk ke Kolam Blok Barat terhadap Pit Blok Timur Penambangan Batubara PT. Indoasia Cemerlang \(PT. IAC\) Desa Sungai Cuka, Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan](#).