

Evaluasi Mine Dewatering System Untuk Menunjang Pencapaian Target Produksi 5.000 Ton/Shift Pada Penambangan Batubara Pit B Area Selatan PT. Mifa Bersaudara, Peunaga Cut Ujong, Meurebo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh

Novia Andiliani^{1*}, and Tamrin Kasim¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*Novia_andiliani@yahoo.co.id

Abstract. PT. Mifa Bersaudara is a company engaged in the exploitation of coal using pit mining system. The mine of pit B PT. Mifa Bersaudara is located in Nagan Raya, Aceh provinces. The rains in the mining industry may affect mining operations, required a form optimal effort for handling incoming water to the mining area through a system of drainage mine engineering evaluated. The purpose of this study was to determine drainage system used specifically for the process of removing water that was at the sites. Calculation of rainfall plan determined using gumbel distribution, the calculation of rainfall during the 10 years plan is 716,32 mm/day. Rainfall intensity 103,9 mm/hours, flow coefficient of 0,9 and 0,3438 km² catchment area (south). So that the results obtained discharge runoff into the sump (south) is 8,94 m³/second. Water in the sump (south) is pumped out of the pit by using two pumps is Multiflo 380 and Sykes HH 150. 386 m³/hours of actual discharge pump Multiflo 380 and pump Sykes HH 150 is 229 m³/hours. Multiflo 380 pump has 51,6 m of total head and Sykes HH 150 pump has 44,1 m. To resolve the water that will enter pit B is to let the water flow through the open channel and fit the sump. To accommodate the recharge water of 3971,7 m³ to the sump, it is recommended to construct a new sump with dimensions 218,67 m x 211,75 m x 6 m.

Keywords: Rain, Runoff, Catchment area, Sump, Pump.

1. Pendahuluan

Pada industri pertambangan, khususnya tambang terbuka, tingginya curah hujan dapat mempengaruhi bahkan menghambat kegiatan operasional penambangan. Metode tambang terbuka (*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.

Metode penambangan yang diterapkan oleh PT. Mifa Bersaudara adalah metode tambang terbuka (*open pit*) dengan arah penambangannya ke bawah dan akan terbentuk cekungan besar, maka air akan terkumpul di dalam cekungan tersebut dan akan menghambat aktivitas penambangan. Air yang masuk ke lokasi penambangan

di pit B PT. Mifa Bersaudara berasal dari limpasan air hujan dan rembesan air tanah^[1].

Dari observasi dan pengamatan yang peneliti lakukan di PT. Mifa Bersaudara, peneliti menemukan banyaknya genangan air pada area-area kerja di *front* penambangan. Banyak tidaknya genangan air tergantung dari intensitas curah hujan dan luasnya daerah tangkapan hujan (*catchment area*) dan ukuran *sump* yang lebih kecil daripada air yang berasal dari limpasan air hujan dan air tanah yang masuk ke *sump*, sehingga mengakibatkan air pada *main sump* meluap ke badan jalan dan *front* penambangan.

Meluapnya air ke *front* penambangan mengganggu proses *loading* dan *hauling* di *pit B* area selatan PT. Mifa Bersaudara. hal ini menyebabkan alat yang seharusnya

melakukan kegiatan pengupasan *overburden* dan *coal getting* dialih fungsikan untuk memindahkan lumpur yang terbentuk akibat tergenangnya air pada *front* penambangan dan akan mengakibatkan terjadi penurunan produksi.

Dari permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu bentuk upaya yang optimal untuk penanganan air yang masuk ke bukaan tambang.

Penanganan air dilakukan melalui suatu bentuk evaluasi *mine dewatering system* guna mendapatkan aspek-aspek penyaliran yang menyebabkan terganggunya aktivitas penambangan sehingga masalah tersebut dapat ditangani dengan baik walaupun datang hujan dengan intensitas yang tinggi di masa yang akan datang.

2. Lokasi Penelitian

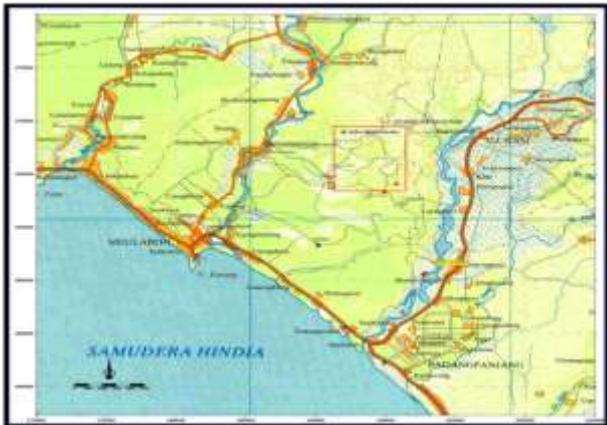
Lokasi Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Mifa Bersaudara terletak di Gampong Sumber Batu, Gampong Balee, Gampong Reudep dan Gampong Pucok Reudep. Keempat Gampong tersebut berada di Kecamatan Meurebo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh. Lokasi penambangan PT. Mifa Bersaudara terletak pada koordinat :

Point 1 : 04⁰11'14,7" LU dan 96⁰15'58,4" BT

Point 2 : 04⁰11'14,7" LU dan 96⁰13'11,4" BT

Point 3 : 04⁰14'31,9" LU dan 96⁰13'11,4" BT

Point 4 : 04⁰14'31,9" LU dan 96⁰15'58,4" BT



Gambar 1. Peta Lokasi IUP PT. Mifa Bersaudara

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 8 Januari 2018 – 7 Februari 2018. Lokasi penelitian ini terletak di Desa Balee, Kecamatan Meurebo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh.

3.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan jenis data yang diperoleh maka jenis penelitian menggunakan penelitian kuantitatif. Penelitian ini juga terarah ke penelitian terapan (*applied research*).

Menurut Sugiono (2009) penelitian terapan adalah penelitian yang dilakukan dengan tujuan menerapkan, menguji dan mengevaluasi kemampuan suatu teori yang diterapkan dalam memecahkan masalah-masalah praktis^[2].

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan studi literatur yaitu mencari bahan-bahan pustaka yang dipakai untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian.

Berdasarkan pengumpulan data dari beberapa jurnal, faktor-faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi yaitu salah satunya masalah sistem penyaliran tambang. Untuk menunjang pencapaian target produksi diperlukan perbaikan saluran terbuka, perluasan *sump* penambahan pompa dan perbaikan sistem perpipaan.

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan target produksi yaitu dengan membuat rancangan sistem penyaliran tambang agar rancangan sistem penyaliran yang dibuat dapat meminimalisir genangan-genangan air di area penambangan^[3].

Upaya yang dilakukan untuk mendukung kemajuan tambang dilakukan dengan menghitung jumlah debit air yang ada pada sumuran utama yang terkena kemajuan tambang, menghitung jumlah pompa yang digunakan untuk mengeringkan sumuran, mengevaluasi kebutuhan kolam pengendapan^[4].

Selanjutnya orientasi lapangan dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan dan untuk mengamati langsung kondisi daerah yang akan dilakukan penelitian serta dapat mengangkat permasalahan yang ada untuk dijadikan topik dalam suatu penelitian.

Kemudian pengambilan data lapangan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa luasan catchment area, debit aktual pompa, elevasi sump, geometri saluran terbuka, panjang dan diameter pipa. Data sekunder berupa peta topografi terbaru, data curah hujan harian maksimum, spesifikasi pompa, site plan penambangan, dan geometri *settling pond*.

3.4 Teknik Analisis Data

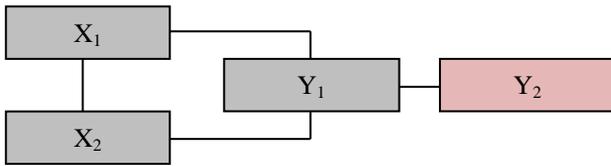
Teknik analisis data dilakukan dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan sehingga didapat pendekatan penyelesaian masalah.

Analisis data yang dilakukan antara lain : menghitung curah hujan rencana menggunakan metode Gumbel, menghitung luas catchment area menggunakan salah satu *software* tambang, menghitung intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe, menghitung debit limpasan menggunakan metode Rasional, menentukan kebutuhan pompa, menentukan debit aktual pompa, menentukan ukuran dimensi *sump*, menentukan ukuran

saluran terbuka menggunakan metode Manning dan menghitung ukuran dimensi *settling pond*.

3.5 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dengan model konstelasi penelitian yaitu :



Gambar 2. Desain Penelitian

Dari gambar di atas memiliki penjelasan sebagai berikut:

1. X_1 adalah variabel bebas, *mine dewatering system* awal.
2. X_2 adalah variabel bebas, *mine dewatering system* setelah rekomendasi.
3. Y_1 adalah variabel terikat, menunjang pencapaian target produksi.

4. Y_2 adalah variabel terikat, hubungan *mine dewatering system* dengan pencapaian target produksi.

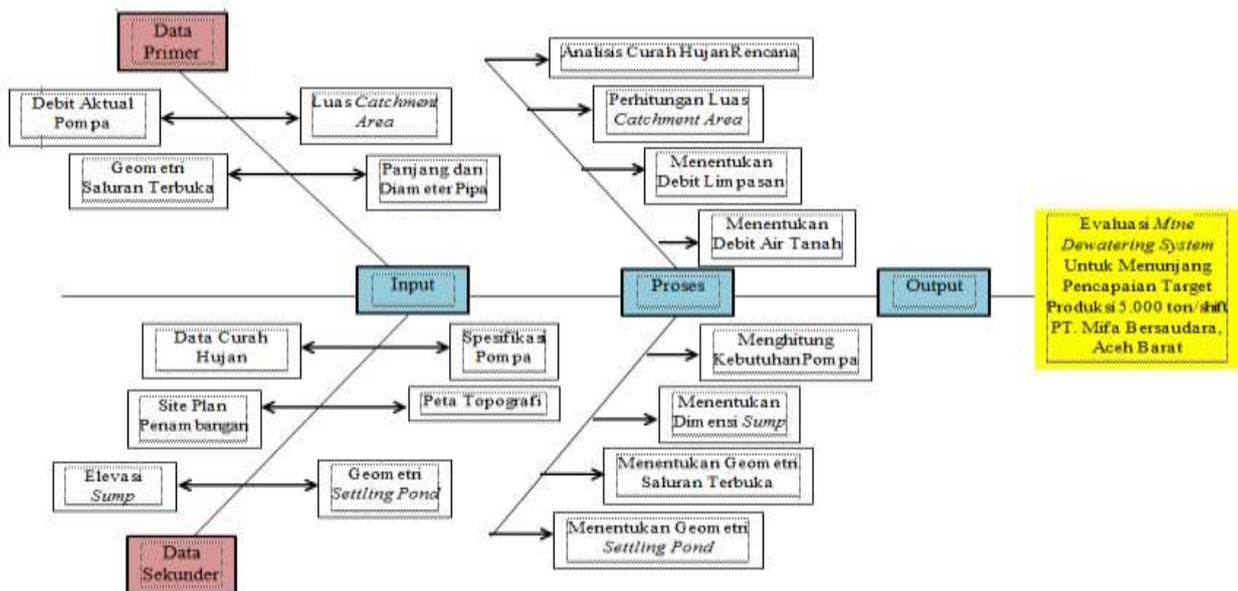
3.6 Diagram Alir Penelitian

3.6.1 Metode Fishbone

Fishbone disebut juga dengan diagram sebab akibat atau *cause effect* diagram. Penemunya adalah seorang ilmuwan jepang pada tahun 60-an, bernama Dr. Kaouru Ishikawa. Ia memperkenalkan 7 alat atau metode pengendalian kualitas yaitu *fishbone*, *control chart*, *run chart*, *histogram*, *scatter diagram*, *pareto chart*, dan *flowchart*.

Diagram ini merupakan suatu diagram yang digunakan untuk mencari semua unsur penyebab yang diduga dapat menimbulkan masalah tersebut. Diagram ini sering juga disebut dengan diagram tulang ikan karena menyerupai bentuk susunan tulang ikan. Bagian kanan dari diagram biasanya menggambarkan akibat atau permasalahan, sedangkan bagian cabang-cabang tulang ikannya menggambarkan penyebab-penyebabnya.

Diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fishbone

3.6.2 Manfaat Metode Fishbone

Fungsi dasar *fishbone* adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. *Fishbone* memberikan keuntungan terutama bagi perusahaan.

Kelebihan dan Kekurangan metode *fishbone*

Kelebihan *fishbone* ini adalah dapat menjabarkan setiap masalah yang terjadi dan setiap organisasi terlibat dalam memberikan saran yang menjadi penyebab masalah tersebut, sedangkan kekurangan dari *fishbone* ini kemampuan dalam menjabarkan masalah-masalah menjadi terbatas.

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.

4.1 Kondisi Lokal Penambangan

Curah hujan yang tinggi pada musim penghujan menyebabkan genangan air dan banjir di lantai bukaan tambang. Air pada sumuran (*sump*) sering meluap bila terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi, penyebab utamanya adalah waktu kinerja kerja pompa tidak efektif dan ketersediaan pompa tidak memadai.

4.2 Sistem Penyaliran Pit B Area Selatan

Sistem penyaliran tambang di Pit B adalah mengeluarkan air yang telah masuk ke lokasi penambangan (*dewatering*). Pemilihan metode tersebut karena sebagian besar sumber airnya berasal dari air hujan dan seluruh lokasi penambangan juga merupakan daerah tangkapan hujan.



Gambar 4. Sump Pit B Area Selatan

4.3 Pengolahan Data Curah Hujan Pit B

4.3.1 Curah Hujan di Pit B Area Selatan

Data curah hujan maksimum didapat dari Stasiun Meteorologi dan Geofisika, Cut Nyak Dhien, Kabupaten Aceh Barat dalam tahun 2007-2016 menunjukkan curah hujan maksimum 774,3 mm/hari yang terjadi pada tahun 2011^[5]. Grafik curah hujan maksimum tahun 2007-2016 PT. Mifa Bersaudara dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Data Curah Hujan Maksimum

4.3.2 Curah Hujan Rencana

Curah hujan prediksi dihitung dengan menggunakan Metode Gumbel^{[6][7]} yaitu suatu metode yang didasarkan atas Distribusi Normal dengan menggunakan data curah hujan maksimum bulanan yang sudah terjadi. Hasil dari curah hujan maksimum periode 2007-2016 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan (mm)												Curah Hujan Maksimum (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des	
2007	289,7	254,3	241	56,1	218,5	377,4	229,7	173,7	337,2	606,7	452,4	366,6	606,7
2008	289,7	254,3	241	368	218,5	377,4	229,7	173,7	337,2	606,7	452,4	366,6	606,7
2009	202,4	98,8	101,4	213,8	337,4	104,8	221,4	397,4	267	97,9	649,4	369,3	649,4
2010	529,3	280,9	537,2	596,5	393,6	367,3	284	125,7	705,9	542,4	499	162	705,9
2011	457,9	171	457,9	417,9	136,1	169,2	182,8	774,3	210,7	324,3	311,3	324,3	774,3
2012	132,1	356,3	88,2	321,8	208	145,1	297,6	198,8	185,3	348,4	537,1	426,5	537,1
2013	150,8	372,6	230	334,9	289	499	176,1	230	395,1	169	360,5	251,3	499
2014	129,5	195,1	325,4	233,8	324,4	293,2	336,9	516,6	346,3	347,5	704,4	327,4	704,4
2015	255,4	169	167,4	498,2	269,1	394,1	214,6	214,8	355,2	449,5	421,8	381,1	498,2
2016	495	261	271	354	653	303	105	566	170	477	523	262	653
Jumlah Curah Hujan Rata-Rata Maksimum												6234,7	

Perhitungan x rata-rata

$$x \text{ rata - rata} = \frac{\sum xi}{n} \quad (1)$$

Perhitungan Standar Deviation

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (xi - x)^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Perhitungan Reduced Standar Deviation

$$Sn = \sqrt{\frac{\sum (Yn - Yn)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Perhitungan Reduced Mean

$$Yn = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{(n + 1) - m}{n + 1} \right\} \right] \quad (4)$$

Dari hasil perhitungan curah hujan harian maksimum tahun 2007-2016 menggunakan metode Gumbel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Maksimum (xi)	Curah Hujan Rata-Rata (x bar)	(xi - x bar) ²	n	m	Yn	Yn bar	(Yn - Yn bar) ²	SD	Sn			
2007	606,7	623,47	281,23	10	6	0,239	0,4942	0,065	92,4	1,00			
2008	606,7		281,23	10	7	-0,011		0,255					
2009	649,4		672,36	10	5	0,499		0,000					
2010	705,9		6794,70	10	2	1,605		1,234					
2011	774,3		22749,69	10	1	2,349		3,440					
2012	537,1		7459,78	10	8	-0,264		0,575					
2013	499		15492,78	10	9	-0,536		1,061					
2014	704,4		6549,66	10	3	1,143		0,421					
2015	498,2		15692,57	10	10	-0,875		1,875					
2016	653		872,02	10	4	0,793		0,089					
6234,7			76846,04			4,942		9,016					

Perhitungan Reduced Variate

$$Yt = -\ln[-\ln \left\{ \frac{yt - 1}{yt} \right\}] \quad (5)$$

Perhitungan Curah Hujan Rencana

$$X_T = X + \frac{SD}{Sn} (Yt - Yn) \quad (6)$$

Untuk perhitungan curah hujan rencana (X_t) pada periode ulang hujan yaitu 5 tahun sehingga hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah Hujan Rencana Pada Periode Ulang Berbeda

Periode Ulang Hujan (tahun)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai Y_t	0,37	0,90	1,25	1,50	1,70	1,87	2,01	2,14	2,25
Nilai Y_n	0,454								
Nilai S_n	1,00								
Standart Deviation (SD)	92,40								
Curah Hujan Harian Rata-rata (\bar{x})	623,47								
Curah Hujan Rencana (X_t)	611,68	661,19	692,87	716,32	734,98	750,47	763,73	775,32	785,61

4.4 Intensitas Cuah Hujan Pit B Area Selatan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu, yang dinyatakan dalam mm/jam. Intensitas curah hujan diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus Mononobe^{[8] [9]}.

Nilai t_c 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^[10]:

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{H/L}} \right]^{0,77} \quad (7)$$

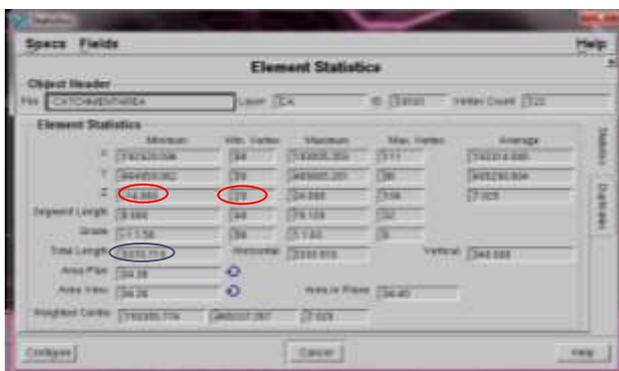
Keterangan :

T_c = waktu konsentrasi (jam)

L = Jarak terjauh dalam daerah pengaliran (m)

S = Kemiringan (*slope*) = (H/L)

Berdasarkan pengolahan data pada *software Minescape*, nilai panjang lintasan (L) dan beda ketinggian (S) tertera pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai Kode Line *Catchment Area*

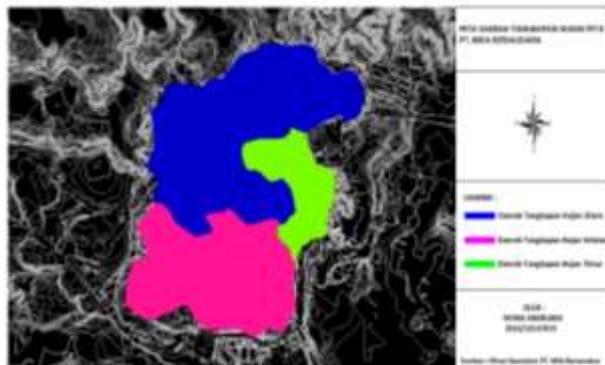
Maka diambil panjang lintasan dengan panjang 3370,72 meter dan beda tinggi 34 meter (-14 mdpl; 20 mdpl). Sehingga nilai t_c sebesar 3 jam.

Maka, perhitungan intensitas hujan dihitung dengan kala hujan 5 tahun yaitu sebagai berikut:

$$I = \frac{737,75}{24} \times \left(\frac{24}{3} \right)^2 = 103,9 \text{ mm/jam}$$

4.5 Luas *Catchment Area*

Luas *catchment area* pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan *software Minescape 4.199*. Nilai luas daerah tangkapan hujan aktual dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Luasan *Catchment Area*

Luas *catchment area* (tangkapan hujan) tambang PT. Mifa Bersaudara adalah 85,92 Ha atau 0,8592 km², dengan pembagian luasnya yaitu :

Luas *pit* Utara = 41,51 Ha atau 0,4151 km²

Luas *pit* Timur = 10,03 Ha atau 0,1003 km²

Luas *pit* Selatan = 34,38 Ha atau 0,3438 km²

4.6 Debit Air Limpasan

Nilai debit air limpasan yang masuk ke dalam *pit B* area selatan dapat dihitung menggunakan rumus Rasional^{[11][12]}.

Untuk daerah tangkapan hujan Selatan didapatkan data-data sebagai berikut :

Catchment Area = 0,3438 km²

Intensitas curah hujan = 103,9 mm/jam

Koefisien limpasan = 0,9

Sehingga debit air limpasan :

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,9 \times 103,9 \times 0,3438 \\ &= 8,94 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

4.7 Debit Air Tanah

Perhitungan debit air tanah dilakukan dengan melihat rembesan air yang bukan berasal dari air limpasan. Pengambilan sampel dilakukan dengan melakukan pengukuran kenaikan permukaan air di *sump* setelah pompa dimatikan dan pada saat tidak terjadi hujan^[13]. Kondisi elevasi air di *sump pit B* PT. Mifa Bersaudara dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kondisi Elevasi Air di *Sump Pit B* Area Selatan

Tanggal	Elevasi
	Pit Selatan
15 Januari 2018	-13,66
16 Januari 2018	-13,30
17 Januari 2018	-13,30
18 Januari 2018	-13,83
19 Januari 2018	-13,83
20 Januari 2018	-13,83
21 Januari 2018	-12,83

Sumber: PT. Mifa Bersaudara

Debit air tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut^[14] :

$$Q = h \times \frac{L}{\Delta H} \quad (8)$$

Keterangan:

- Q = Debit air tanah (m³/s)
- h = Kenaikan permukaan air (m)
- L = Luas permukaan (m²)
- ΔH = Waktu perubahan air (jam)

Untuk perhitungan debit air tanah pada *pit B* area selatan yaitu :

Diketahui:

- L = 3500 m²
- h = -12,83 - (-13,83) = 1 m
- ΔH = 24 x 7 = 168 jam

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 Q &= h \times \frac{L}{\Delta H} \\
 &= 1 \times \frac{3500}{168} \\
 &= 20,8 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4.8 Debit Total

Debit air yang masuk ke tambang secara keseluruhan merupakan jumlah debit limpasan yang ditambah dengan debit air tanah, sehingga debit total air yang masuk ketambang pada *sump pit B* area Selatan PT. Mifa Bersaudara dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Debit Total Air di *Sump Pit B* PT. Mifa Bersaudara

C A	Luas (Ha)	Debit Air Permukaan (m ³ /dtk)	Debit Air Tanah (m ³ /dtk)	Debit Total (m ³ /dtk)	Debit Total (m ³ /jam)
S	34,4	8,94	0,057	8,997	32389,2

4.9 Efektivitas Pompa

PT. Mifa Bersaudara dalam perencanaan *physical availability* pompa dalam sehari 75% dari 24 jam. Jadi dapat dihitung :

$$PA = 24 \times PA \text{ pompa (\%)} \quad (9)$$

$$PA = 24 \times 75\%$$

$$PA = 18 \text{ jam}$$

4.10 Sistem Pemompaan

4.10.1 Debit Pompa Spesifikasi

Tabel 6. Debit Pompa Spesifikasi

Tipe	Kode	Debit Spesifikasi Alat			Head
		liter/s	m ³ /dtk	m ³ /jam	
Sykes HH 150	RDP 02	150	0,15	540	70
Multiflo 380	RDP 04	155	0,155	558	110

4.10.2 Debit Pompa Aktual

Tabel 7. Perhitungan Debit Pompa Aktual Multiflo 380

Perco baan	d (m)	X (m)	Y (m)	Debit (m ³ /jam)	Faktor	Debit Aktual	
						L/dtk	m ³ /jam
1	0.203	1.03	0.47	388	0.957	103	371
2	0.203	1.05	0.47	395	0.957	105	378
3	0.203	1.09	0.47	410	0.957	109	393
4	0.203	1.11	0.47	418	0.957	111	400
5	0.203	1.08	0.47	407	0.957	108	389
						107	386

Tabel 8. Perhitungan Debit Pompa Aktual Sykes HH 150

Perco baan	d (m)	X (m)	Y (m)	Debit (m ³ /jam)	Faktor	Debit Aktual	
						L/dtk	m ³ /jam
1	0.203	0.59	0.26	222	0.96	59	213
2	0.203	0.62	0.26	233	0.96	62	224
3	0.203	0.64	0.26	241	0.96	64	231
4	0.203	0.65	0.26	245	0.96	65	235
5	0.203	0.67	0.26	252	0.96	67	242
						64	229

$$\text{Debit air} = 8,997 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Total debit} = \text{Debit air yang masuk} \times 3600 \text{ detik/jam}$$

$$= 8,997 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$= 215,93 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka kapasitas pompa yang dibutuhkan untuk mengeluarkan debit air yang masuk yaitu :

$$Q_p = \frac{Q}{D} \quad (10)$$

Keterangan:

$$Q_p = \text{Kapasitas pompa yang dibutuhkan}$$

$$Q = \text{Debit total air}$$

$$D = \text{Lama waktu pemompaan}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \frac{Q}{D} \\
 &= \frac{215,93}{18} \\
 &= 11,996 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

4.11 Head Pompa Aktual

4.11.1 Head Statis (Hs)

Head statis adalah perbedaan tinggi permukaan cairan pada bagian hisap (*inlet*) dengan bagian tekan (*outlet*).

$$H_s = H_2 - H_1 \quad (11)$$

4.11.2 Head Kecepatan (Hf₁)

Head kecepatan adalah *head* yang terjadi akibat dari perbedaan kecepatan pada fluida.

$$hf_1 = \left(\frac{V^2}{2g} \right) \quad (12)$$

4.11.3 Head Gesekan (Hf₂)

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

$$hf_2 = f_2 \left(\frac{LV^2}{2Dg} \right) \quad (13)$$

Untuk nilai koefisien aliran turbulen kerugian gesek dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Darcy* yang dinyatakan sebagai berikut :

$$f_2 = 0,02 + \left(\frac{0,0005}{D \text{ pipa}} \right) \quad (14)$$

4.11.4 Head Belokan (Hf₃)

Head belokan adalah *head* kerugian yang diakibatkan karena adanya belokan.

$$hf_3 = f_3 \left(\frac{hf_1^2}{2g} \right) \quad (15)$$

Harga koefisien kerugian (*f*₃) untuk belokan lengkung ada sebagai berikut:

$$f_3 = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \times \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \quad (16)$$

4.11.5 Perhitungan Head Total Multiflo 380

Head Statis = 40 m
 Head Kecepatan = 0,55 m
 Head Gesekan = 11,026 m
 Head Belokan = 0,0046 m

H = H_s + hf₁ + hf₂ + hf₃
 H = 40 + 0,55 + 11,026 + 0,0046
 H = 51,6 meter

4.11.6 Perhitungan Head Total Sykes HH 150

Head Statis = 40 m
 Head Kecepatan = 0,196 m

Head Gesekan = 3,88 m
 Head Belokan = 0,00058 m

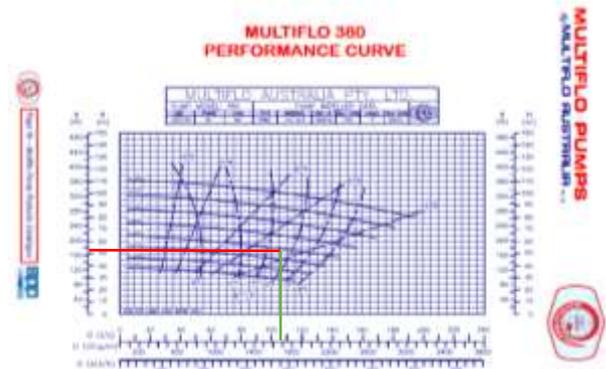
H = H_s + hf₁ + hf₂ + hf₃
 H = 40 + 0,196 + 3,88 + 0,00058
 H = 44,1 meter

4.12 Efisiensi dan RPM Pompa

4.12.1 Pompa Multiflo 380

Diketahui :

Head total = 51,6 m
 Debit Aktual Pompa = 107 L /detik

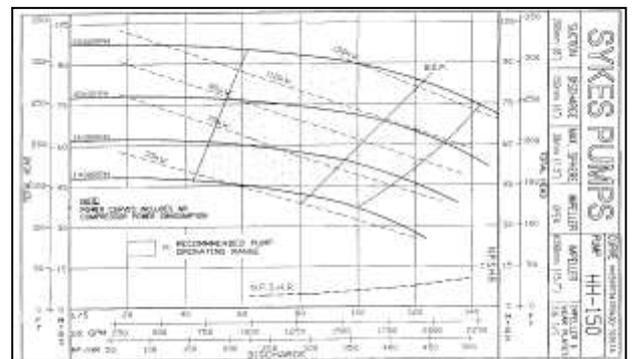


Gambar 8. Kurva Karakteristik Pompa Multiflo 380

4.12.2 Pompa Sykes HH 150

Diketahui :

Head total = 44,07 m
 Debit Aktual Pompa = 64 L/detik



Gambar 9. Kurva Karakteristik Pompa Sykes HH 150

4.13 Perhitungan Jumlah Pompa

4.13.1 Multiflo 380

Q = Debit Aktual Pompa x Jam Kerja Harian
 Q = 386 m³/jam x 17 jam/hari
 Q = 6562 m³/hari

4.13.2 Sykes HH 150

Q = Debit Aktual Pompa x Jam Kerja Harian
 Q = 229 m³/jam x 17 jam/hari
 Q = 3893 m³/hari

Jumlah pompa yang dibutuhkan sehingga dapat menangani genangan air yang akan menggenangi *pit* B area selatan dengan persamaan :

Diketahui:

$$Q \text{ Pompa yang dibutuhkan} = 43186 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q \text{ Pompa Maksimum} = 6562 \text{ m}^3/\text{hari} + 3893 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 10455 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Sehingga :

$$(N) = \frac{Q \text{ Total Air}}{Q \text{ Pompa}}$$

$$(N) = \frac{43186 \text{ m}^3/\text{hari}}{10455 \text{ m}^3/\text{hari}} = 4,13 \approx 4 \text{ unit}$$

Maka jumlah pompa yang dibutuhkan dalam kebutuhan pompa yang ideal di *pit* B area selatan PT. Mifa Bersaudara adalah sekurang-kurangnya sebanyak 4 unit pompa Multiflo 380 dan Sykes HH 150.

4.14 Rekomendasi Dimensi Saluran Terbuka

Saluran di bagian selatan berbentuk trapesium dengan sudut 60° , kedalaman saluran (d) 0,68 m, kedalaman air (h) 0,34 m, lebar dasar saluran (b) 0,79 m, dan lebar atas saluran (t) 1,58 m.



Gambar 10. Saluran Terbuka Area Selatan

Bentuk penampang saluran yang digunakan pada PT. Mifa Bersaudara yaitu berbentuk trapesium.

Saluran berbentuk trapesium dengan kemiringan sisi 60° , digunakan rumus :

$$Z = \frac{1}{\tan 60^\circ} = 0,577 \text{ m}$$

$$b = 1,55 \times d$$

$$t = b + (2 \times d \times z)$$

$$R = 0,5 \times d^{2/3}$$

$$h = 0,5 \times d$$

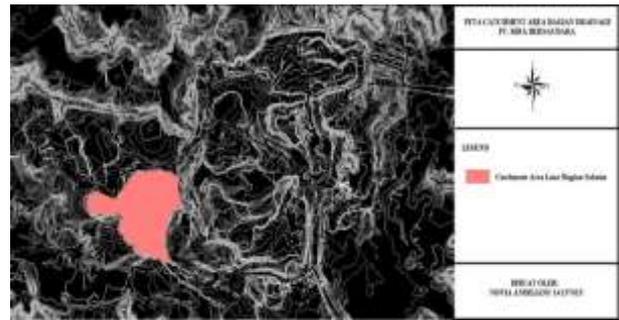
$$A = 1,73 \times d^2$$

Keterangan:

- Z = kemiringan dinding (m)
- d = kedalaman saluran terbuka (m)
- b = lebar bawah (m)

t = lebar atas (m)

h = kedalaman air (m)



Gambar 11. Catchment Area Untuk Drainage

Element Statistics	Minimum	Max. Value	Minimum	Max. Value	Average
1	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544
2	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544
Segment Length	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544
Total Length	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544
Area Poly	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544
Area Value	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544
Weighted Center	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544	176207.544

Gambar 12. Nilai Catchment Area Drainage Area Selatan

Saluran terbuka umumnya terdiri dari tanah tanpa penyemenan, sehingga koefisien kekasaran *Manning* adalah 0,03.

Diketahui :

Luas lahan adalah 0,1017 km².

Intensitas Curah Hujan adalah 123 mm/jam

Koefisien Limpasan 0,6

Sehingga :

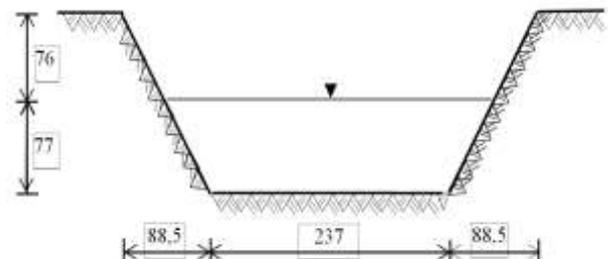
$$(z) = 0,58 \text{ m}$$

$$(d) = 1,53 \text{ m}$$

$$(b) = 2,37 \text{ m}$$

$$(t) = 4,14 \text{ m}$$

$$(h) = 0,77 \text{ m}$$



Gambar 13. Rekomendasi Saluran Terbuka Selatan

Untuk ukuran kedalam saluran terbuka (d) harus ditambah 0,85 m, ukuran lebar dasar saluran (b) harus

ditambah 1,58 m, ukuran lebar atas dari saluran terbuka (t) harus ditambah 2,56 m.

4.15 Rekomendasi Dimensi Sump Area Selatan

Volume tampung *sump* area Selatan dengan asumsi hujan dalam 1 hari selama 3 jam yaitu :

Diketahui:

- Q_{ds}
 - Multiflo 380 = 386 m³/jam = 0,107 m³/dtk
 - Sykes HH 150 = 229 m³/jam = 0,0636 m³/dtk
 - Total = 0,1706 m³/dtk
- Q_{db} = 8,997 m³/dtk

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Volume Sump} &= Q_{db} - Q_{ds} \\ &= 8,997 \text{ m}^3/\text{detik} - 0,1706 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 8,826 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

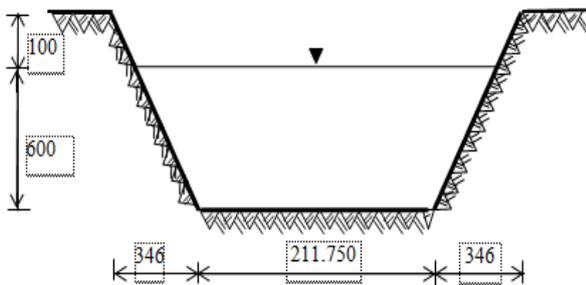
$$\begin{aligned} \text{Dalam 1 hari} &= \text{Vol sump} \times 3 \text{ jam/hari} \times 3600 \text{ dtk/jam} \\ &= 8,826 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3 \text{ jam/hari} \times 3600 \text{ dtk/jam} \\ &= 95320,8 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Bentuk dari sumuran adalah bentuk trapesium, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Panjang permukaan} &= 218,67 \text{ m} \\ \text{Lebar permukaan} &= 218,67 \text{ m} \\ \text{Panjang dasar} &= 211,75 \text{ m} \\ \text{Lebar dasar} &= 211,75 \text{ m} \\ \text{Kedalaman} &= 6 \text{ m} \end{aligned}$$

Volume maksimum yang dapat dihitung oleh *sump* dengan dimensi tersebut adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{(\text{Luas atas} + \text{Luas bawah})}{2 \times \text{kedalaman}} \\ &= \frac{(238,5 + 231,6)}{2 \times 6} \\ &= 35,868 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Gambar 14. Rekomendasi Dimensi Sump Selatan

4.16 Rekomendasi Dimensi Settling Pond

Settling Pond (kolam pengendapan) WMP 09 merupakan *settling pond* yang digunakan untuk menangani air di *sump* pit B bagian selatan. Pompa yang digunakan pada *settling pond* WMP 09 berjumlah 2 unit, yaitu pompa Multiflo 380 dan pompa Sykes HH 150.

Settling pond WMP 09 memiliki 3 kompartemen. Kompartemen pertama dan kedua berfungsi sebagai zona

pengendapan (*settlement zone*) dan zona endapan lumpur (*sediment*), kompartemen ketiga sebagai zona monitoring pH dan TSS.

Total volume keseluruhannya *settling pond* WMP 09 dapat dilihat di Tabel 9.

Tabel 9. Dimensi *Settling Pond* WMP 09

Kompartemen	Luas (m ²)	Tinggi (m)	Volume (m ³)
1	1.047	4	4.188
2	1.589	3	4.767
3	1.291	3	3.873
Total	3.927		12.828

Debit air tambang yang dikeluarkan oleh pompa Multiflo 380 dan Sykes HH 150 adalah 10.455 m³/hari sedangkan volume kolam pengendapan (*settling pond*) adalah 12.828 m³, artinya dimensi kolam pengendapan masih dapat menampung dan mengendapkan air tambang.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Debit air yang masuk pada *pit* B selatan dihitung dengan menggunakan metode rasional terdiri dari air hujan sebesar 8,94 m³/detik dan debit air tanah sebesar 0,057 m³/detik sehingga debit total air yang masuk pada *pit* B selatan sebesar 8,997 m³/detik.
2. Rancangan bentuk dan ukuran instalasi pemompaan yang sesuai yaitu menggunakan pompa Multiflo 380 dengan *head* total aktual pompa sebesar 51,6 m sehingga efisiensi pompa sebesar 68% dengan *revolution per minute* (rpm) sebesar 1290 rpm. Sedangkan pompa Sykes HH 150 dengan *head* total aktual pompa sebesar 4,07 m namun pompa tidak *recommended*.
3. Jumlah pompa ideal yang digunakan oleh PT. Mifa Bersaudara adalah 4 unit pompa dengan spesifikasi.
4. Rekomendasi rancangan bentuk dan ukuran *sump* selatan PT. Mifa Bersaudara yang efisien untuk menampung volume air sebesar 3971,7 m³ yaitu dengan bentuk *sump* trapesium berukuran panjang dan lebar permukaan sumuran sebesar 218,67 m, panjang dan lebar dasar sumuran sebesar 211,75 m dan kedalaman sumuran sebesar 6.
5. Rekomendasi rancangan saluran terbuka bagian selatan agar lebih efisien yaitu dengan menambah ukuran saluran terbuka untuk kedalam (d) harus ditambah 0,85 m, ukuran lebar dasar saluran (b) harus ditambah 1,58 m, ukuran lebar atas (t) harus ditambah 2,56 m.
6. Rancangan dimensi *settling pond* WMP 09 yang telah dibuat sudah efisien karena volume kolam

pengendapan (*settling pond*) adalah 12.828 m³ sehingga dapat menampung air tambang yang dikeluarkan oleh pompa Multiflo 380 dan Sykes HH 150 yaitu sebesar 10.455 m³/hari.

5.2 Saran

1. Agar target produksi yang telah direncanakan dapat tercapai, maka pihak perusahaan harus melakukan pergantian pipa yang telah bocor sehingga air yang dikeluarkan menggunakan pompa sesuai dengan target dari perusahaan yaitu pompa bekerja secara efisien sesuai dengan jumlah pompa yang ada.
2. Untuk mengatasi meluapnya air dalam *sump* area Selatan maka kinerja pompa harus disesuaikan lagi dengan perencanaan ketersediaan pompa.
3. Agar pada *sump* tidak terjadi pendangkalan akibat terbentuknya lumpur, maka diperlukan perbaikan *drainage* yaitu memperbaiki dimensi ukuran saluran terbuka (*open channel*).
4. *Sump* Selatan *pit* B perlu ditinjau ulang agar air yang masuk dapat ditampung dengan maksimal.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. *Curah Hujan Harian PT. Mifa Bersaudara*. Aceh Barat (2017)
- [2] Sugiono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALVABETA (2009)
- [3] Suyono. *Rancangan Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Pit 3000 Block 5 South Block PT. Trubaindo Coal Mining Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Barat*. Jurnal Teknologi Pertambangan **1**, No. 1 (2015)
- [4] Fitri Nauli dkk. *Rancangan Sistem Penyaliran pada Tambang Batubara Tambang Air Laya, Tanjung Enim, Sumatera Selatan*. Jurnal Teknologi Pertambangan (2014)
- [5] *Stasiun Meteorologi dan Geofisika*. Aceh Barat: Cut Nyak Dhien (2006-2017)
- [6] Januardi. *Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Lokasi Penambangan Batubara PT. Mifa Bersaudara*. Unsyiah Aceh (2016)
- [7] Pebri Amri Oktaviantono dkk. *Perencanaan Sistem Penyaliran pada Tambang Terbuka PT. Bara Prima Mandiri, Desa Malungai, Kecamatan Gunung Bintang Awai, Kabupaten Barito Selatan*. Jurnal HIMASAPTA **2**, No. 3 (2017)
- [8] Rudi Sayoga. *Sistem Penyaliran Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan FTM: ITB (1999)
- [9] Khairuddin Yusran. *Sistem Penyaliran Tambang Pit AB EKS pada PT. Andalan Mining Jobsite Kaltim Prima Coal Sangatta, Kalimantan Timur*. Jurnal Geomine **3** (2015)
- [10] Kerby, W.S. *Time of concentration for overland flow*. Civil Engineering. (1959)
- [11] Chay Asdak. *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press (2010)
- [12] Rusli HAR. *Diktat Kuliah Hidrogeologi*. Padang: Universitas Negeri Padang (2012)
- [13] Ardi Juwanda. *Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Penambangan Batubara PT. Kuansing Inti Makmur Muara Bungo*. Jambi (2011)
- [14] Rahmadi Siahaan dkk. *Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada PT. Bara Energi Lestari Kabupaten Nagan Raya*. Aceh. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Kebumihan **1**, No. 1 (2017)