

EVALUASI KAPASITAS POMPA PADA SISTEM PENIRISAN TAMBANG BANKO BARAT PIT 1 TIMUR PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Yohannes Gultom¹, Maulana Yusuf², Abuamat³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan,30662, Indonesia

Email : gultom.yohannes@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pada lokasi tambang Banko Barat, kegiatan penambangan dilakukan menggunakan sistem konvensional dengan kombinasi antara alat gali muat (backhoe) dan alat angkut (truck) sehingga seiring dengan kemajuan tambang akan terbentuk cekungan yang besar. Pada musim penghujan air akan menggenangi front penambangan sehingga akan menyebabkan terhentinya kegiatan penambangan batubara. Untuk menanggulangi air yang masuk maka diperlukan pompa dengan jumlah dan kapasitas yang memadai untuk memompakan air. Luas daerah tangkapan hujan pada pit 1 Timur Banko Barat bulan Desember sebesar 124,19 Ha. Berdasarkan perhitungan total debit air yang masuk ke sump pit 1 Timur sebesar 70.572,95 m³/hari sedangkan kapasitas dua unit pompa Sulzer 385 kW yang digunakan pada sump pit 1 Timur yaitu sebesar 9,1 dan 10 m³/menit dengan total debit pemompaan sebesar 24.066 m³/hari belum mampu mengendalikan air yang masuk ke tambang. Ketidaksiharian antara besarnya debit air yang masuk besarnya dengan debit air yang dipompakan merupakan dasar diperlukannya penambahan dua unit pompa dan pengoptimalan pengoperasian pompa yang telah beroperasi. Kapasitas rencana untuk dua unit pompa yang telah beroperasi yaitu sebesar 14 m³/menit. Untuk mengantisipasi terjadinya genangan air yang dapat mengganggu aktivitas penambangan batubara, maka direkomendasikan untuk melakukan perbaikan dimensi sump. Direncanakan sump berbentuk limas terpancung dengan luas permukaan 111 x 111 meter, luas dasar 106 x 106 meter, dan kedalaman 6 meter sehingga diperoleh kapasitas sump 70.646 m³.

Kata kunci: Curah Hujan, Sump, Kapasitas, dan Pompa

1. PENDAHULUAN

PT. Bukit Asam (Persero), Tbk merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang industri pertambangan batubara dengan pusat kegiatan operasional berada di Unit Penambangan Tanjung Enim (UPTE) Sumatera Selatan. Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Bukit Asam (Persero), Tbk terdiri dari Tambang Air Laya (TAL), Banko Barat, dan Muara Tiga Besar (MTB).

Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT Bukit Asam (Persero) Tbk yaitu sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan menggunakan metode *open pit*. Kegiatan penambangan yang dilakukan pada lokasi Banko Barat menggunakan sistem konvensional dengan kombinasi antara alat gali muat (*backhoe*) dan alat angkut (*truck*). Kegiatan yang dilakukan meliputi *land clearing*, *digging*, *loading*, dan *hauling*. Seiring dengan kemajuan tambang maka akan menghasilkan cekungan yang besar dimana air akan terkonsentrasi pada elevasi terendah. Pada saat musim hujan dasar tambang akan tergenang air akibat limpasan yang berasal dari air hujan. Air yang masuk ke dalam tambang harus segera dikeluarkan, karena keberadaan air tersebut akan mengganggu kegiatan penambangan dan berpengaruh pada ketercapaian target produksi batubara sebesar 2.179.528 ton/tahun [1].

Pompa yang digunakan pada *sump pit* 1 Timur Banko Barat yaitu pompa Sulzer 385 kW yang berjumlah dua unit dengan debit aktual pada masing-masing pompa sebesar 10 dan 9,1 m³/menit sedangkan kapasitas pompa secara spesifikasi sebesar 12 m³/menit. Total debit pemompaan per hari sebesar 24.066 m³ sedangkan total debit air yang masuk per hari pada *sump pit* 1 Timur Banko Barat yaitu sebesar 70.572,95 m³/hari yang sebagian besar berasal dari daerah tangkapan hujan seluas 125,19 Ha. Berdasarkan hal tersebut disimpulkan bahwa debit air yang masuk tidak sama dengan debit yang keluar sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap kapasitas pompa yang diterapkan saat ini untuk memperoleh kesesuaian antara debit air yang masuk dengan banyaknya debit air yang keluar. Dengan dilakukannya evaluasi terhadap kapasitas pompa saat ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan di PT Bukit

Asam (Persero) Tbk sehingga memperoleh penanganan yang tepat mengenai sistem pemompaan dan target produksi yang direncanakan dapat tercapai.

Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini yaitu kapasitas pemompaan air pada *sump pit* 1 Timur Banko Barat yang belum optimal, masalah tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Berapakah total debit air yang masuk pada *sump pit* 1 Timur?
2. Berapakah besarnya kapasitas pemompaan dan jumlah pompa yang akan digunakan dalam mengeluarkan air dari *sump pit* 1 Timur?
3. Bagaimana desain perbaikan *sump* yang direncanakan untuk menampung volume air yang masuk ke *sump*?

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi kapasitas pompa pada *sump pit* Timur agar diperoleh kesesuaian antara debit air yang masuk dengan air yang dipompakan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya total debit air yang masuk pada *sump pit* 1 Timur.
2. Menentukan kapasitas dan jumlah pompa yang akan digunakan dalam mengeluarkan air dari *sump pit* 1 Timur.
3. Merekomendasikan desain *sump* pada *pit* 1 Timur untuk menampung volume air yang masuk ke *sump*.

Sistem penirisan tambang adalah suatu usaha untuk mencegah atau mengeringkan atau mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Terdapat dua metode pada penanganan air didaerah penambangan yaitu *mine dewatering* dan *mine drainage* [2]. Tujuan upaya penanganan ini adalah agar masalah yang akan timbul akibat air yang masuk ke *sump* dapat dihindari atau diminimalisir, sehingga tidak mengganggu aktivitas penambangan walaupun dalam cuaca ekstrim [3].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data primer yang terdiri dari jenis pipa, panjang pipa, diameter pipa, jenis pompa, jumlah pompa, dan aksesoris pada pipa. Data sekunder terdiri dari data curah hujan periode 2006-2014, data durasi hujan, hari hujan, jam operasi pompa, kapasitas aktual pompa, peta situasi tambang *pit* 1 Timur Banko Barat, peta daerah tangkapan hujan bulan Desember, data spesifikasi pompa, dan data spesifikasi pipa [4].

Pengolahan data yang dilakukan meliputi pengolahan data curah hujan periode 2006-2014 dengan menggunakan Metode Gumbel, perhitungan curah hujan rencana, perhitungan intensitas curah hujan, perhitungan debit air limpasan, perhitungan debit air tanah, perhitungan debit evapotranspirasi, perhitungan total debit air yang masuk ke tambang, perhitungan *head* pompa, dan perencanaan desain *sump*.

Pengolahan data curah hujan yang dilakukan dengan menggunakan metode Gumbel, dimana curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut [5]:

$$X = \bar{x} + \frac{S}{S_n} (Y_t - Y_n) \quad (1)$$

Keterangan:

- X = Curah hujan rencana (mm/hari)
 \bar{x} = Curah hujan rata-rata (mm/hari)
 Y_n = Rata-rata *reduced* mean
 Y_t = *Reduced variate*
 S_n = *Reduced standart deviation*
 S = *Standart deviation*

Intensitas hujan adalah besarnya curah hujan (mm) yang terjadi dalam waktu tertentu (jam). Intensitas curah hujan dihitung menggunakan persamaan *Mononobe* sebagai berikut [6]:

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

Keterangan:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Nilai curah hujan rencana
 t = Durasi hujan (jam)

Air limpasan adalah semua air yang mengalir karena adanya hujan yang pergerakannya dari tempat yang tinggi menuju tempat yang lebih rendah tanpa melihat asal maupun jalan yang ditempuh sebelum akhirnya mencapai saluran. Debit limpasan dapat dihitung dengan persamaan rasional sebagai berikut [7]:

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

Keterangan:

Q = Debit limpasan (m^3/jam)
 C = Koefisien limpasan
 I = Intensitas curah hujan (m/jam)
 A = Luas *catchment area* (m^2)

Evapotranspirasi adalah gabungan evaporasi dan transpirasi. Evaporasi merupakan suatu proses berubahnya molekul air yang ada di permukaan menjadi molekul uap air di atmosfer yang terjadi akibat panas. Transpirasi merupakan proses penguapan yang terjadi pada tumbuh-tumbuhan melalui sel-sel *stomata*. Perhitungan evapotranspirasi dengan menggunakan rumus *Turc* sebagai berikut [8]:

$$E = \frac{P}{\left[0.9 + \left(\frac{P}{L(T)}\right)^2\right]^{0.5}} \quad (4)$$

Keterangan:

E = Evapotranspirasi
 P = Curah hujan tahunan rata-rata (mm/tahun)
 T = Temperatur rata-rata ($^{\circ}C$)
 $L(T)$ = Fungsi suhu = $300 + 25T + 0.05T^3$

Perhitungan total debit air yang masuk ke tambang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [9]:

$$P = R + S - ET \quad (5)$$

Keterangan:

P = Presipitasi (m^3/jam)
 R = Limpasan (m^3/jam)
 ET = Evapotranspirasi (m^3/jam)
 S = Air tanah (m^3/jam)

Perhitungan *head* pompa dilakukan dengan menggunakan persamaan *Bernaoulli* yaitu sebagai berikut [10]:

$$H_p = z + H_L \quad (6)$$

Keterangan:

H_p = *head* pompa (m)
 Z = ketinggian diukur dari bidang referensi (m)
 H_L = *head loss* (m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Prediksi Total Debit Air yang Masuk pada *Pit* 1 Timur Banko Barat

Daerah tangkapan hujan (*catchment area*) diperlukan agar debit air yang masuk ke *sump pit* 1 Timur dapat diketahui. Penentuan luas daerah tangkapan hujan dengan menggunakan bantuan *software minescape*, dimana luas daerah tangkapan hujan pada *pit* 1 Timur pada bulan Desember 2014 sebesar 124,19 Ha (Gambar 1).

Data curah hujan diperoleh dari Satuan Kerja Rencana Sipil dan Hidrologi PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Analisa data curah hujan dilakukan pada periode 2006-2014 meliputi data curah hujan harian maksimum. Metode yang dipakai dalam pengolahan data curah hujan yaitu metode Gumbel dan untuk menentukan intensitas curah hujan digunakan rumus *Mononobe*. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh curah hujan rencana untuk tambang Banko Barat sebesar 128,99 mm/hari dengan intensitas curah hujan sebesar 22,46 mm/jam.

Besarnya debit air limpasan hujan dipengaruhi beberapa faktor yaitu koefisien limpasan 0,9, intensitas curah hujan sebesar 22,46 mm/jam, dan luas daerah tangkapan hujan pada *pit* 1 Timur sebesar 124,19 Ha. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh debit air limpasan yang masuk ke *sump pit* 1 Timur sebesar 25.100,17 m³/jam dengan asumsi durasi hujan yang terjadi selama 168 menit/hari atau 2,81 jam/hari maka debit air limpasan yang masuk ke *pit* 1 Timur sebesar 70.554,65 m³/hari.

Debit air tanah diasumsikan 0,001 m³/detik, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Satuan Kerja Rencana Sipil dan Hidrologi PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan penambahan debit air tanah pada *sump pit* 1 Timur Banko Barat yaitu sebesar 86,40 m³/hari.

Evapotranspirasi yang terjadi dihitung dengan menggunakan rumus *Turc*, dimana berdasarkan hasil perhitungan diperoleh pada luasan daerah tangkapan hujan sebesar 124,19 Ha debit evapotranspirasi yang terjadi yaitu sebesar 2,84 m³/jam atau 68,10 m³/hari.

Total debit air yang masuk ke *sump pit* 1 Timur merupakan penjumlahan debit air limpasan sebesar 70.554,65 m³/hari dengan debit air tanah sebesar 86,40 m³/hari kemudian mengalami pengurangan akibat terjadinya evapotranspirasi sebesar 68,10 m³/hari sehingga diperoleh total debit air yang masuk ke *sump pit* 1 Timur yaitu sebesar 70.572,95 m³/hari.

3.2 Sistem Pemompaan pada *Sump Pit* 1 Timur Banko Barat

Sistem pemompaan yang diterapkan pada *sump pit* 1 Timur Banko Barat adalah sistem paralel dimana dipasang dua jalur pemompaan. Pompa yang digunakan adalah pompa Sulzer 385 kW sebanyak dua unit dengan nomor seri 67 dan 69 (Gambar 2). Pompa Sulzer ini termasuk dalam jenis pompa *non-submersible centrifugal* yaitu pompa yang dapat diletakkan di atas ponton apabila dioperasikan pada *sump* atau langsung dioperasikan di darat. Saat ini pompa diletakkan pada elevasi 20 mdpl (elevasi *inlet*) dan elevasi buang (*outlet*) pompa berada pada elevasi 40 mdpl. Dengan perbedaan antara elevasi *inlet* dan *outlet* sebesar 20 meter.

Pada instalasi perpipaan di *pit* 1 Timur Banko Barat (Gambar 3) menggunakan pipa HDPE (*high density polyethylene*). Pertimbangan penggunaan pipa HDPE dibandingkan dengan penggunaan pipa baja yaitu, pada pipa HDPE kerugian *head* akibat gesakan, belokan, sambungan, dan aksesoris pipa lainnya lebih kecil dari pada penggunaan pipa baja. Untuk perawatan dan perbaikan pada penggunaan pipa HDPE cenderung lebih mudah. Pada jalur pipa pompa Sulzer 385 kW (*engine* 67) dan Sulzer 385 kW (*engine* 69) menggunakan pipa hisap (*rubber hose*) DN 250 mm dan total panjang pipa buangan sepanjang 132 meter (Tabel 1).

Kapasitas pompa aktual didapat dari kantor Satuan Kerja Rencana Sipil dan Hidrologi PT Bukit Asam (Persero) Tbk dengan cara pengukuran di lapangan dengan menggunakan alat Curent Meter merk AOTT type 531 sedangkan kapasitas spesifikasi diperoleh dari spesifikasi pompa Sulzer 385 kW (Tabel 2).

Aksesoris yang terdapat pada kedua unit pompa Sulzer 385 kW (Gambar 4) yaitu katup bola (*ball non return valve*) yang berfungsi untuk menahan arus balik ketika pompa dimatikan. Pada pipa hisap (*rubber hose*) terdapat aksesoris berupa *strainer* yang berfungsi sebagai penyaring. Pada Jalur I pipa buangan (*outlet*) terdapat aksesoris berupa *reducer* yang berfungsi sebagai sambungan dari pipa DN 200 mm ke DN 250 mm. Sedangkan pada Jalur II pipa buangan pompa Sulzer 385 kW (*engine* 69) terdapat aksesoris berupa *gate valve*, yang berfungsi sebagai tempat buangan air

apabila akan dilakukan perawatan atau perbaikan pada pipa maupun pompa, dan *reducer* yang berfungsi sebagai sambungan dari pipa DN 400 mm ke DN 200 mm.

Perhitungan *head* pompa dilakukan berdasarkan debit aktual pompa dengan menggunakan persamaan *Bernaouli*, dimana berdasarkan hasil perhitungan diperoleh total *head* pompa Sulzer 385 kW (67) yaitu 49,54 m dan pompa Sulzer 385 kW (69) yaitu 39,85 m (Tabel 3). Kemudian hasilnya dimasukkan ke kurva Karakteristik K 14869 sehingga diperoleh kecepatan putaran mesin pompa (rpm) dan daya yang digunakan pada masing-masing pompa saat beroperasi (Tabel 4).

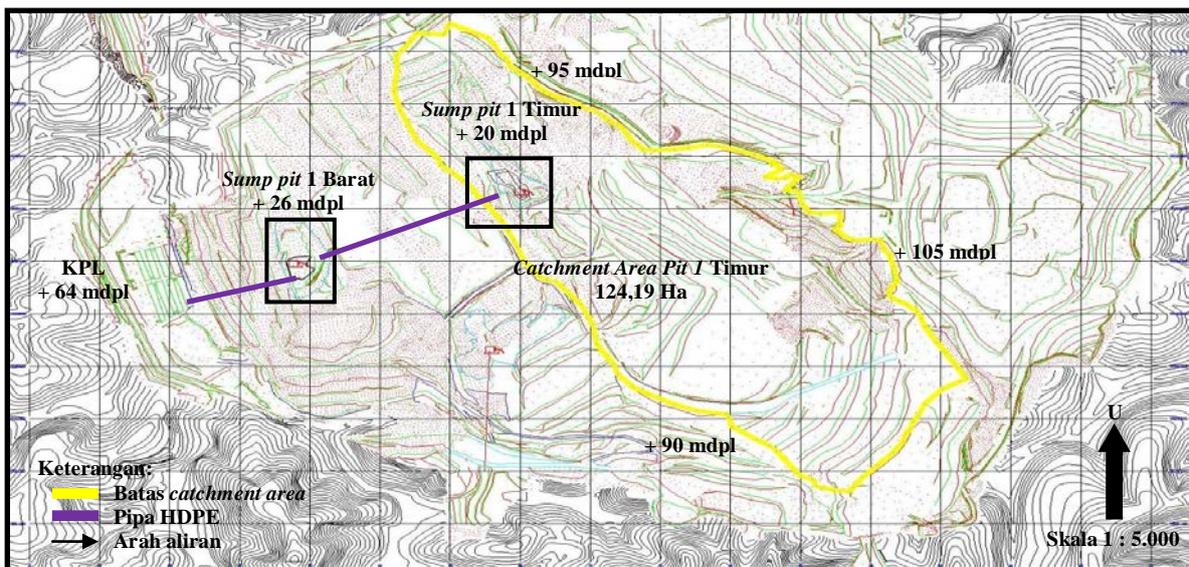
Total debit air yang masuk ke *sump pit* 1 Timur yaitu sebesar 70.572,95 m³/hari. Pada pengoperasian pompa saat ini, dengan jam operasional pompa 21 jam/hari (7 jam/shift), total debit air yang dikeluarkan saat ini yaitu sebesar 24.066 m³/hari. Berdasarkan hal tersebut kinerja pompa untuk kondisi saat ini belum optimal karena debit air yang masuk lebih besar dari debit air yang dipompakan.

Penentuan kapasitas rencana pompa untuk kondisi saat ini bertujuan untuk mengimbangi antara debit air yang masuk terhadap debit air yang dipompakan. Berdasarkan perhitungan diperoleh total debit air yang masuk ke *sump pit* 1 Timur Banko Barat sebesar 70.572,95 m³/hari. Untuk mengimbangi total debit air yang masuk maka direkomendasikan untuk mengoptimalkan kinerja pompa dengan cara menaikkan kecepatan putaran mesin pompa. Kapasitas rencana kedua unit pompa sebesar 14 m³/menit dengan efisiensi 78%. Sedangkan untuk kecepatan mesin pompa yang akan digunakan pada pompa Sulzer 385 kW (67) 1.364 rpm dan pompa Sulzer 385 Kw (69) 1.282 rpm (Tabel 5).

Dengan menaikkan kecepatan putaran mesin pompa maka diperoleh total debit pemompaan per hari dengan jam operasi pompa 21 jam per hari yaitu sebesar 35.280 m³/hari. Selisih debit air yang masuk dengan debit air yang dipompakan per hari yaitu sebesar 35.292,95 m³/hari. Untuk mengeluarkan sisa debit air limpasan yang tidak mampu dipompakan tersebut maka diperlukan penambahan pompa. Jumlah pompa yang akan ditambahkan dapat diketahui melalui sisa debit air yang masuk dibagi dengan debit pemompaan rencana per unit pompa. Jumlah pompa yang direncanakan untuk ditambahkan pada *sump pit* 1 Timur yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Debit pemompaan rencana} &= 14 \text{ m}^3/\text{menit} \times \text{jam jalan pompa} \\ &= (840 \text{ m}^3/\text{jam} \times 21 \text{ jam/hari}) \\ &= 17.640 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

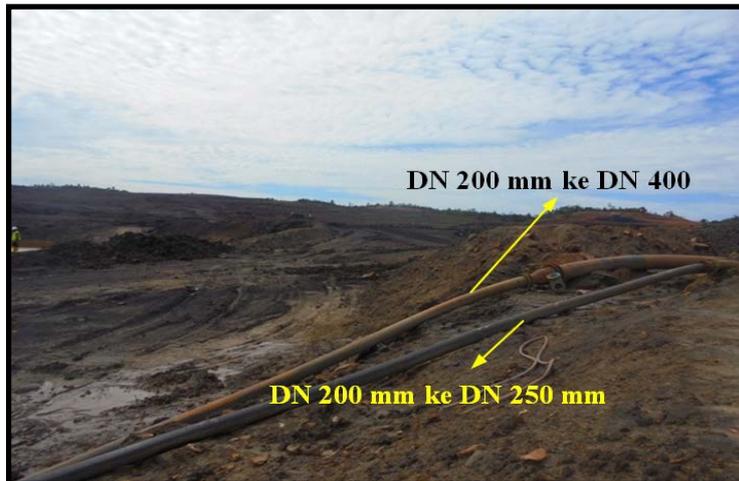
$$\begin{aligned} \text{Jumlah pompa} &= \frac{\text{Sisa debit air yang masuk}}{\text{Debit pemompaan rencana}} \\ &= \frac{35.292,95 \text{ m}^3/\text{hari}}{17.640 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 2 \end{aligned}$$



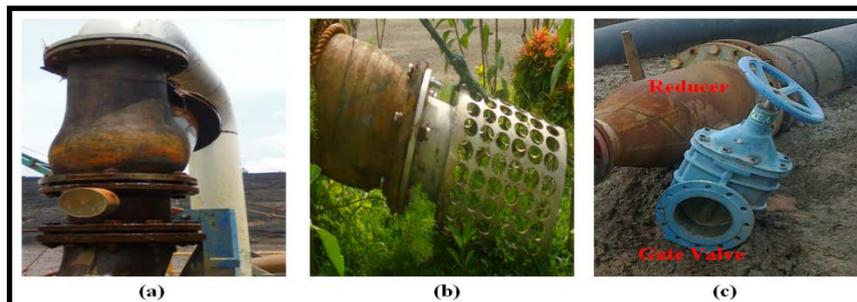
Gambar 1. *Catcment Area Pit 1 Timur Banko Barat*



Gambar 2. Pompa Sulzer 385 kW (67) dan Sulzer 385 kW (69)



Gambar 3. Instalasi Perpipaan pada Pit 1 Timur



Gambar 4. Aksesoris Pompa (a) *Ball Non Return Valve* (b) *Strainer* (c) *Reducer* dan *Gate Valve*

3.3 Evaluasi Kapasitas *Sump* pada Pit 1 Timur Banko Barat

Kapasitas *sump* saat ini sebesar 58.107 m³, masih belum cukup untuk menampung total debit air yang masuk per hari sehingga direkomendasikan untuk melakukan perbaikan dimensi *sump*. Kapasitas *sump* direncanakan berdasarkan total

debit air yang masuk ke *sump pit* 1 Timur per hari yaitu sebesar 70.572,95 m³. Rencana perbaikan dimensi *sump* dilakukan berdasarkan metode *trial and error*, dengan kapasitas *sump* yang direncanakan sebesar 70.646 m³ dengan panjang dan lebar permukaan *sump* adalah 111 x 111 m dan panjang dan lebar dasar *sump* 106 x 106 m untuk kedalaman *sump* sebesar 6 m.

Tabel 1. Panjang dan Tipe Pipa Aktual

Lokasi Banko Barat	Pompa	Tipe Pipa HDPE (mm)	Panjang Pipa (m)
Sump Pit 1 Timur	Jalur I Sulzer 385 kW (67)	Rubber hose DN 250	5
		DN 200	72
		DN 250	60
	Jalur II Sulzer 385 kW (69)	Rubber hose DN 250	5
		DN 200	72
		DN 400	60

Tabel 2. Kapasitas Pompa Aktual dan Spesifikasi

No	Pompa	Kapasitas Pompa Spesifikasi (m ³ /menit)	Kapasitas Pompa Aktual (m ³ /menit)
1	Sulzer 385 kW (67)	12	10
2	Sulzer 385 kW (69)	12	9,1
Jumlah		24	19,1

Tabel 3. Total Head Pompa

Pompa	Debit aktual (m ³ /menit)	Keterangan	Head (meter)
Sulzer 385 kW (67)	10	Static head	20
		Head friction in pipe	24,12
		Head fricition in accessories	5,43
		Total head	49,54
Sulzer 385 kW (69)	9,1	Static head	20
		Head friction in pipe	16,25
		Head fricition in accessories	3,60
		Total head	39,85

Tabel 4. Daya dan Kecepatan Putaran Mesin Pompa

Pompa	Kecepatan Putaran Mesin (rpm)	Daya Pompa (kW)
Sulzer 385 kW (67)	1.074	123
Sulzer 385 kW (69)	995	90

Tabel 5. Kapasitas Rencana Pompa Sulzer 385 kW 67 dan 69

Pompa	Kapasitas Rencana (m ³ /menit)	Total Head (meter)	Kecepatan Putaran Mesin (rpm)	Efisiensi (%)
Sulzer 385 kW (67)	14	76	1.364	78
Sulzer 385 kW (69)	14	65	1.282	78
Jumlah	28			

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Total debit air yang masuk ke *sump pit* 1 Timur yaitu sebesar 70.572,95 m³/hari yang terdiri dari debit air limpasan yang berasal dari air hujan, debit air tanah, dan debit air akibat terjadinya evapotranspirasi. Total debit air yang masuk ke *sump pit* 1 Timur sebagian besar berasal dari debit air limpasan yang dipengaruhi oleh luas daerah tangkapan hujan sebesar 124,19 Ha dan lamanya hujan yang terjadi selama 2,81 jam. Total debit air yang masuk diperoleh dari debit air limpasan yaitu sebesar 70.554,65 m³/hari yang dijumlahkan dengan debit air tanah sebesar 86,40 m³/hari kemudian mengalami pengurangan akibat terjadinya evapotranspirasi sebesar 68,10 m³/hari.
2. Kapasitas pompa pada kedua unit pompa yang telah dioperasikan pada *sump pit* 1 Timur yaitu sebesar 10 dan 9,1 m³/menit dengan jam operasi pompa selama 21 jam/hari maka diperoleh debit pemompaan sebesar 24.066 m³/hari. Pada pengoperasian pompa tersebut belum mampu mengendalikan air yang masuk ke lokasi tambang karena debit pemompaan masih lebih kecil dari total debit air yang masuk sebesar 70.554,65 m³/hari sehingga direncanakan untuk mengoptimalkan kinerja pompa dengan cara menaikkan kecepatan putaran mesin pompa dan penambahan pompa. Kapasitas rencana kedua unit pompa yang telah beroperasi yaitu sebesar 14 m³/menit dengan kecepatan putaran mesin pada pompa sebesar 1.364 dan 1.282 rpm sehingga diperoleh total debit pemompaan sebesar 35.280 m³/hari. Penambahan dua unit pompa diperlukan untuk mengimbangi debit air yang masuk, maka direncanakan empat unit pompa yang akan dioperasikan pada *sump pit* 1 Timur.
3. Kapasitas *sump pit* 1 Timur yaitu sebesar 58.107 m³ belum mampu untuk menampung debit air yang masuk sebesar 70.572,95 m³/hari. Berdasarkan hal tersebut direkomendasikan desain *sump* dengan kapasitas sebesar 70.646 m³. Dimensi *sump* yang direncanakan yaitu 111 x 111 m untuk panjang dan lebar permukaan *sump* dan 106 x 106 m untuk lebar dasar *sump* dengan kedalaman *sump* 6 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2014). *Laporan Satuan Kerja Rencana Operasi Harian di Wilayah IUP Banko Barat*. Tanjung Enim: PT Bukit Asam (Persero) Tbk.
- [2] Sularso dan Tahara, H. (2000). *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [3] Endriantho, Muhammad, (2013). Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara. *Jurnal Geosains*, Volume 09, No 1.
- [4] Anonim. (2014). *Laporan Satuan Kerja Penirisan Tambang*, Tanjung Enim : PT Bukit Asam (Persero) Tbk.
- [5] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [6] Suwandhi, A. (2004). *Perencanaan Tambang Terbuka*. Bandung: ITB.
- [7] Olson, R.M. (1993). *Dasar-dasar Mekanika Fluida Teknik*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka.
- [8] Seyhan, Ersin. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [9] Soemarto, C.D. (1995). *Hidrologi Teknik Edisi 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [10] Gautama. (1999). *Analisa Hidrologi Edisi II*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.