

Evaluasi Teknis dan Biaya pada Sistem Penyaliran Tambang di Pit 4 Edward

PT Caritas Energi Indonesia Sarolangun Jambi

(Evaluation Technical and Cost of Mine Dewatering System in Pit 4 Edward PT Caritas Energi Indonesia at Sarolangun Jambi)

Nur Annisa¹, Franto¹, Delita Ega Andini¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

Korespondensi E-mail: nurannisa3898@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk merancang ulang dimensi sump sementara dalam menampung total volume air yang masuk sehingga meminimalisir terjadinya genangan disekitar area penambangan. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan menganalisis data curah hujan harian selama 10 tahun (2011-2020) menggunakan distribusi gumbell. Data aktual berupa intensitas curah hujan lapangan, kenaikan permukaan air sump, dimensi dan debit aktual saluran serta panjang dan diameter pipa. Berdasarkan periode ulang hujan 5 tahun debit total yang masuk sebesar 28.199,070 m³/hari dan berdasarkan curah hujan maksimal sebesar 32.007,175 m³/hari setelah dilakukan pemompaan 607,71 m³/jam selama 7 jam menghasilkan debit sisa 23.945,100 m³/hari selama 39,4 jam (PUH 5 tahun) dan 27.753,205 m³/hari selama 45,6 jam (CH maksimal). Dimensi aktual keempat saluran Pit 4 Edward sudah lebih besar dari teoritis. Biaya pompa yang direncanakan beroperasi 7 jam sebesar Rp 408.107,14/hari sedangkan realisasinya pompa beroperasi 4 jam dengan tambahan biaya perawatan sebesar Rp 174.811,20/hari atau $\pm 42\%$ dari biaya yang direncanakan. Pembuatan sump sementara aktual sebesar Rp 73.598.773,90 dengan tambahan biaya pembuatan sump rekomendasi sebesar Rp 62.874.123,60 atau $\pm 85\%$ dari biaya aktual dengan total biaya keseluruhan Rp 272.744.273.

Kata kunci: Evaluasi teknis, penyaliran tambang, *sump*, saluran terbuka, pompa

Abstract

This research was conducted to redesign the dimensions of the temporary sump to accommodate the total volume of incoming water so as to minimize the occurrence of puddles around the mining area. The method used is a quantitative method by analyzing daily rainfall data for 10 years (2011-2020) using the Gumbell distribution. Actual data in the form of field rainfall intensity, sump water level rise, dimensions and actual discharge of the channel as well as the length and diameter of the pipe. Based on the 5-year return period, the total incoming discharge is 27,043.160 m³/day and based on the maximum rainfall of 30,693.351 m³/day after pumping 607.71 m³/hour for 7 hours, resulting in a residual discharge of 22,789.190 m³/day for 37.5 hours (PUH 5 years) and 26,439.387 m³/day for 43.5 hours (maximum CH). The actual dimensions of all four of Edward's Pit 4 channels are already larger than theoretical. The pump cost which is planned to operate for 7 hours is Rp 408,107.14/day while the actual pump operates 4 hours with additional maintenance costs of Rp 174,811.20/day or $\pm 42\%$ of the planned cost. Making the actual temporary sump is Rp 73,598,773.90 with an additional cost of making the recommended sump of Rp 62,874,123.60 or $\pm 85\%$ of the actual cost with a total cost of Rp 272,744,273.

Keywords: Technical evaluation, mine drainage, *sump*, open channel, pump

1. Pendahuluan

Penyaliran adalah suatu cara yang dilakukan untuk mengeringkan atau mengeluarkan air yang menggenangi suatu daerah tertentu. Sedangkan sistem penyaliran tambang merupakan rangkaian unit kerja dari alat atau bagian pada suatu sistem penyaliran yang berfungsi dalam mengendalikan air tambang (Febrian, 2018).

PT Caritas Energi Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan batubara yang terletak di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Sistem penambangan yang diterapkan menggunakan

sistem penambangan terbuka dengan metode *strip mine*. Dalam prosesnya PT Caritas Energi Indonesia menggunakan sistem penyaliran *mine drainage* untuk mengendalikan air yang masuk ke tambang dengan membuat saluran dan *mine dewatering* untuk mengeluarkan air yang masuk ke tambang menggunakan pompa.

Keberadaan air pada kegiatan penambangan merupakan hal yang umum ditemukan pada berbagai lokasi kegiatan pertambangan terutama pada daerah tropis yang memiliki curah hujan yang tinggi serta pada daerah tambang yang memiliki lapisan pembawa air tanah (*akuifer*). Air

pada daerah tambang dan terpengaruh oleh atau terkait dengan kegiatan penambangan disebut air tambang (Gautama, 2019). Sumber air tambang dapat berupa air limpasan hujan yang jatuh secara langsung pada area penambangan, air luahan dari sumber air permukaan disekitar lokasi tambang seperti sungai, rawa, dan air tanah (Gultom, 2018).

Menurut Nugareha (2015), *Sump* berfungsi untuk menampung air tambang baik yang dialirkan melalui saluran yang merupakan air utama dari *sump*, maupun yang mengalir sebagai air limpasan permukaan di area sekitaran *sump*. Kelebihan utama dari sistem penyaliran dengan menggunakan *sump* adalah fleksibilitas terhadap pengaturan pemompaan sepanjang umur pit penambangan.

Air limpasan merupakan bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Dalam pembahasan tentang limpasan, rujukan yang digunakan adalah daerah tangkapan hujan (*catchment area*) yang merupakan daerah dimana air limpasan mengalir menuju ke sistem penyaliran alami pada suatu lokasi tertentu (Suprpto, 2016).

Saluran terbuka merupakan sarana dasar dari sistem penyaliran tambang yang berfungsi untuk menampung air limpasan permukaan atau air rembesan yang berasal dari air tanah dan mengarahkan aliran ke sarana pengendalian kualitas air atau langsung ke sumber air alami (umumnya sungai). Dengan demikian paritan merupakan sarana yang sangat penting dalam pengendalian dan pengelolaan air tambang, terutama tambang terbuka (Wesli, 2008). Dalam merancang bentuk saluran terbuka, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain, dapat mengalirkan debit air yang direncanakan dan mudah dalam penggalian saluran serta tidak lepas dari penyesuaian dengan bentuk topografi dan jenis tanah (Ramadhanti, 2020).

Pompa merupakan suatu alat untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain melalui gaya mekanik. Dengan menggunakan sistem pemompaan, air tambang yang umumnya telah dikumpulkan pada sumuran (*sump*) dialirkan ke luar tambang (Tahara, 2003). Pompa digunakan dalam kegiatan penanganan air apabila air yang masuk ke bukaan tambang tidak dapat dialirkan menurut hukum gravitasi. Air yang keluar dari *sump* dianggap sebagai kapasitas pompa, karena penguapan dianggap tidak berpengaruh (Hamid, 2020).

Berdasarkan data curah hujan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) 10 tahun terakhir dari tahun 2011 hingga tahun

2020, Kabupaten Sarolangun memiliki rata-rata curah hujan tahunan yang tinggi yaitu mencapai 3014,28 mm per tahun. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan meningkatnya volume air yang terakumulasi pada *sump* sehingga *sump* meluap dan tidak dapat menampung air yang masuk. Hal ini dapat berpotensi menimbulkan genangan-genangan disekitaran *sump* dan *front* penambangan. Selain itu saluran yang berfungsi mengalirkan air menuju *sump* tidak berfungsi dengan baik akibat pendangkalan dan kurangnya perawatan sehingga kegiatan penambangan menjadi terganggu dan produksi tidak optimal.

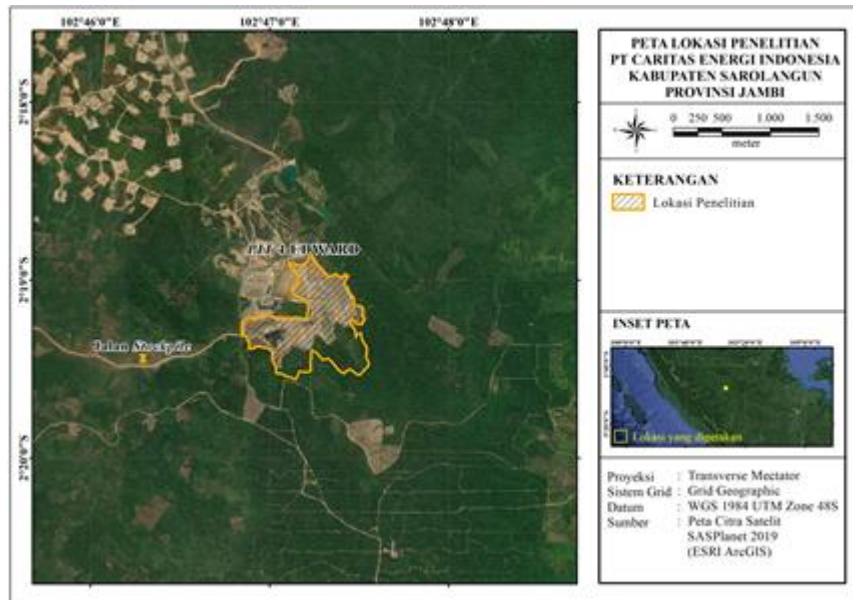
Untuk meminimalisir biaya dan resiko dari tergenangnya air di *front* penambangan, oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi teknis dengan menghitung besar debit total air yang masuk kedalam *sump*, mengevaluasi dimensi saluran terbuka dan menganalisis kondisi *sump* dan waktu pemompaan dalam mengeluarkan air yang terakumulasi pada *sump* serta menganalisis rincian biaya dari sistem penyaliran diakibatkan aktivitas penambangan yang baik dapat berjalan lancar dengan biaya produksi yang rendah.

2. Metode

Kegiatan penelitian dilaksanakan selama 2 bulan dimulai dari tanggal 10 Desember 2020 – 10 Februari 2021 di PT Caritas Energi Indonesia yang berada di area penambangan batubara milik PT Karya Bumi Baratama (KBB) dengan luasan IUP sebesar 15.42 ha. Berlokasi di Desa Sarolangun Kambang, Kecamatan Sarolangun, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi, yang secara geografis terletak pada 102°46'78" - 102°47'55"BT dan 2°18'85" - 2°19'34"LS (Gambar 1).

Perhitungan analisis hidrologi menggunakan data curah hujan selama 10 tahun dimulai dari tahun 2011 – 2020 dengan metode Gumbell, lalu perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan Mononobe. Untuk menentukan luasan dari *catchment area* dimulai dari menentukan titik elevasi tertinggi di lokasi penambangan sebagai batas wilayah dari Daerah Tangkapan Hujan (DTH). Untuk menentukan koefisien limpasan dipengaruhi oleh faktor-faktor kemiringan pada tanah dan lamanya hujan. Nilai koefisien limpasan untuk tambang terbuka bernilai 0,9 (Gautama, 2019).

Untuk menghitung debit air tanah dilakukan pengukuran langsung kenaikan permukaan air *sump* sebelum dilakukan pemompaan dan setelah dilakukan pemompaan sebanyak 10 kali pengukuran menggunakan bantuan alat total station.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Debit air limpasan akan didapatkan setelah mengetahui nilai dari intensitas curah hujan, luasan *catchment area*, dan nilai dari koefisien limpasan. Untuk mendapatkan total debit air yang masuk dengan cara menjumlahkan debit air limpasan dan debit air tanah dikurangi dengan debit evapotranspirasi. Perhitungan dimensi saluran terbuka secara aktual dilakukan dengan 10 kali pengukuran menggunakan bantuan pita ukur sedangkan dimensi saluran secara teoritis dihitung menggunakan persamaan *manning*. Untuk mengetahui debit aliran aktual pada setiap saluran digunakan menggunakan perhitungan dari curah hujan aktual selama 1 bulan yang diambil menggunakan alat pengukur curah hujan berupa ombrometer sederhana.

Untuk menganalisis biaya pada sistem penyaliran tambang dengan cara menghitung *owning cost* dan *operating cost* pada pompa, pipa dan alat gali muat pada pembuatan *sump* dan saluran terbuka.

3. Hasil dan Pembahasan

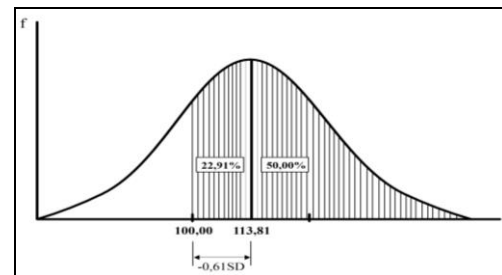
Perhitungan Teknis Ketercapaian Produksi

Penelitian ini dilakukan di Pit 4 Edward PT Caritas Energi Indonesia yang membahas permasalahan pada sistem penyaliran dari pit menuju *sump*. Pit 4 Edward terdapat satu *sump* sementara dengan 1 unit pompa sentrifugal dan 4 saluran terbuka.

Debit Total Pit 4 Edward

Debit total yang masuk kedalam *sump* Pit 4 Edward PT Caritas Energi Indonesia, dilakukan analisis data curah hujan selama 10 tahun dari tahun 2011-2020 menggunakan metode Gumbell. Didapatkan nilai rata-rata curah hujan maksimal 10 tahun sebesar 113,81 mm dengan nilai

standar deviasi dari curah hujan sebesar 22,7815. Untuk sebaran data curah hujan berdasarkan kurva normal standar deviasi, dapat diketahui curah hujan yang mencapai 100,00 mm diperoleh sebesar 72,91% atau sebanyak ± 7 data sedangkan curah hujan yang tidak mencapai 100,00 mm diperoleh sebesar 27,09% atau sebanyak ± 4 data (Gambar 2).



Gambar 2. Kurva normal standar deviasi

Dengan umur tambang PT Caritas Energi Indonesia 15 tahun diperoleh nilai Periode Ulang Hujan (PUH) untuk kategori tambang terbuka adalah 5 tahun (Soewarno,1995) dengan besar kemungkinan terjadinya nilai resiko hidrologi 96,48%. Sehingga diperoleh debit total dari PUH 5 tahun dan curah hujan aktual (155,30 mm) yang terdiri dari debit air limpasan, debit air tanah, debit *evapotranspirasi*, dan debit aktual saluran *pit* (Tabel 1).

Tabel 1. Debit total

Debit Rencana	PUH 5 tahun (m ³ /hari)	CH Maksimal (m ³ /hari)
Q limpasan	26.776,927	30.424,698
Q air tanah	97,824	97,824
Q evapo	21,501	19,081
Q saluran <i>pit</i>	189,910	189,910
Q total	27.043,160	30.693,351

Dimensi Saluran Terbuka Aktual dan Teoritis

Terdapat 4 saluran yang ada di *Pit 4 Edward* berbentuk trapesium dengan kapasitas aktual saluran maksimal untuk saluran *crusher* sebesar 0,0503 m³/s, saluran reklamasi sebesar 0,1819 m³/s, saluran *pit* sebesar 0,0376 m³/s dan saluran *sump* sebesar 1,9777 m³/s. Untuk

mengevaluasi dimensi dari saluran dihitung menggunakan persamaan *mannig* dengan nilai koefisien kekerasan *mannig* berdasarkan material pembentuknya adalah 0,25 dikarenakan saluran termasuk kedalam kategori tanah yang mengandung kerikil.

Tabel 2. Hasil pengukuran dimensi aktual saluran

Saluran	Dimensi		
	B Lebar permukaan (m)	B Lebar dasar (m)	H Kedalaman (m)
<i>Crusher</i>	4,7	2,7	1,9
Reklamasi	4,0	2,5	1,6
<i>Pit</i>	2,6	1,6	1,4
<i>Sump</i>	6,0	2,5	1,9

Setelah dilakukan pengukuran dimensi aktual dari keempat saluran, dapat diketahui saluran dengan dimensi terkecil yaitu saluran *pit* dimana air limpasan hanya berasal dari blok penambangan *Pit 4 Edward* sedangkan saluran

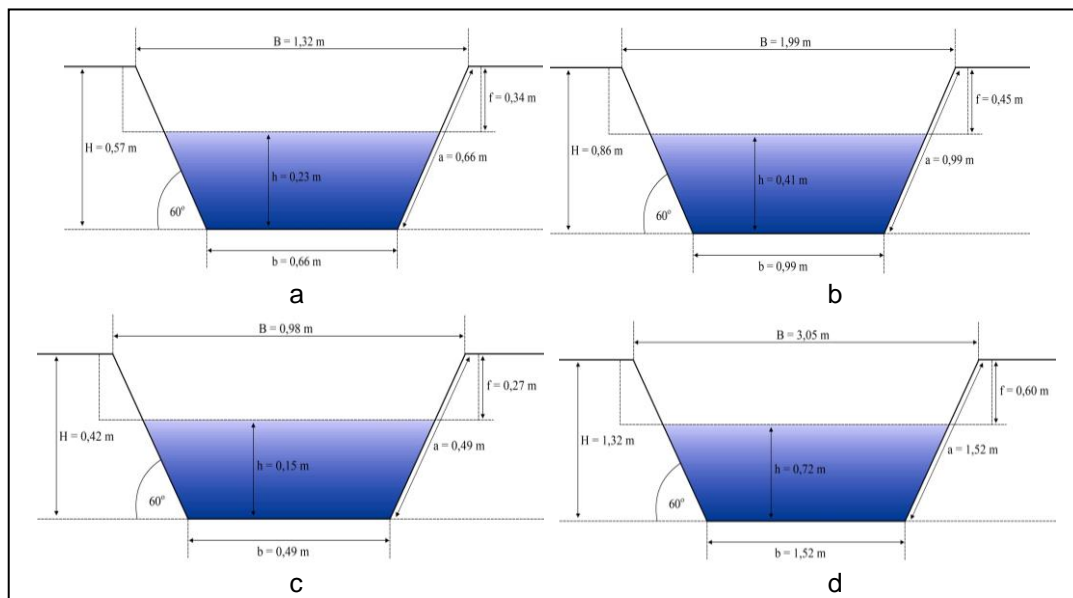
dengan dimensi terbesar yaitu saluran *sump* dikarenakan saluran juga diperuntukkan untuk menampung debit air hasil pemompaan dari satu unit pompa sentrifugal serta air limpasan pada daerah saluran.

Tabel 3. Dimensi saluran teoritis

Variabel	Saluran			
	<i>Crusher</i>	Reklamasi	<i>Pit</i>	<i>Sump</i>
Lebar atas (m)	1,32	1,99	0,98	2,89
Kedalaman saluran (m)	0,57	0,86	0,42	1,25
Kedalaman air (m)	0,23	0,41	0,15	0,67
Lebar dasar (m)	0,66	0,99	0,49	1,44
Tinggi jagaan f (m)	0,34	0,45	0,27	0,58
Sudut kemiringan (°)	60	60	60	60
Debit saluran (m ³ /s)	0,0493	0,1785	0,0369	0,2833
Debit maksimal (m ³ /s)	0,0503	0,1819	0,0376	1,9777

Setelah melakukan perhitungan dimensi saluran secara teoritis dan membandingkan dengan kondisi aktual saluran, dapat diketahui bahwa dimensi saluran secara aktual sudah lebih

besar. Hal ini disebabkan untuk mengantisipasi apabila terjadinya hujan dengan intensitas yang tinggi akan mengakibatkan terjadinya luapan air dan pengendapan yang terjadi di keliling saluran.



Gambar 3. Dimensi saluran teoritis : (a) saluran *crusher*, (b) saluran reklamasi, (c) saluran *Pit*, dan (d) saluran *sump*

Dimensi Sump dan Waktu Pemompaan

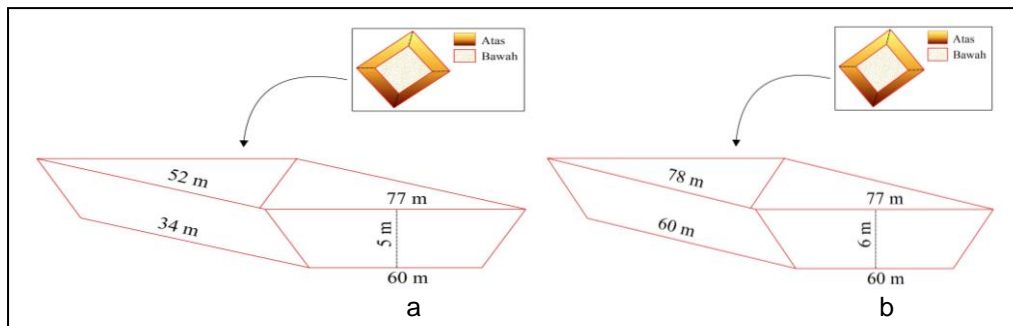
Kondisi aktual *sump* berkapasitas 14.713 m³ dengan satu unit pompa sentrifugal tipe *southern cross* 200 x 50-500 yang beroperasi selama 7 jam/hari dengan debit operasi pompa sebesar 607,71 m³/jam belum mampu menampung volume air berlebih saat terjadi cuaca ekstrim seperti curah hujan yang tinggi. Berdasarkan debit air yang masuk pada Periode Ulang Hujan (PUH) 5 tahun dan dikurang dengan debit pompa perhari sebesar 44.253,97 m³/hari menghasilkan debit sisa sebesar 23.945,100 m³/hari dan berdasarkan nilai curah hujan maksimal (155,30 mm) menghasilkan debit sisa sebesar 27.753,205 m³/hari.

Kondisi ini menyebabkan *sump* sementara sebesar 14.713,33 m³ berkapasitas lebih kecil dari volume total air yang tersisa, sehingga kondisi seperti ini dapat menimbulkan genangan disekitar *sump* dan menyebabkan alat-alat berat yang berada pada *Pit* 4 Edward tidak dapat bekerja secara maksimal. Kapasitas *sump* yang akan direkomendasikan harus bisa menampung total air yang masuk dan selalu memastikan bentuk *sump* tidak mengalami perubahan dan pendangkalan.



Gambar 4. Posisi *sump* rekomendasi

Pembuatan *sump* direkomendasikan untuk menampung total volume air tersisa yang belum terpompa dengan panjang atas 77 m, panjang bawah 60 m, lebar atas 78 m, lebar bawah 60 m, dan kedalaman 6 m kearah timurlaut. Diperoleh kapasitas volume *sump* sebesar 28.510 m³. Untuk menentukan lama waktu pemompaan dengan kapasitas pompa aktual diperoleh selama 39,4 jam untuk PUH 5 tahun dan 45,6 jam untuk CH maksimal. Hal itu dilakukan untuk mendapatkan lamanya waktu pemompaan yang sesuai dengan volume air yang masuk dan volume air yang akan dikeluarkan.



Gambar 5. Dimensi *sump* : (a) *sump* aktual, dan (b) *sump* rekomendasi

Rangkaian Biaya Penyaliran Tambang

Anggaran biaya dalam sistem penyaliran tambang didapatkan dari hasil perhitungan biaya *owning cost* dan *operating cost* dari setiap rangkaian penyaliran tambang yang dimulai dari pemompaan, pemipaan, pembuatan *sump* dan pembuatan saluran terbuka.

Pada *sump* sementara yang berada di *Pit* 4 Edward terdapat 1 buah pompa dengan mesin *injection pump bospom* Hino FM 260 Ti dan jenis sentrifugal tipe *southern cross* model 200 x 150-500 yang direncanakan beroperasi selama 7 jam dalam satu hari dengan debit aktual sebesar 607,71 m³/jam. Namun pada realisasinya pompa hanya digunakan 4 jam dikarenakan terjadinya kerusakan atau pompa dalam keadaan *breakdown* sehingga membutuhkan penambahan biaya untuk perawatan sebesar Rp 174.811,20,-/hari atau $\pm 42\%$ dari biaya yang direncanakan (Tabel 4).

Tabel 4. Biaya penyaliran tambang per-hari

Jenis Biaya	Biaya (Rp)
Biaya pemompaan/hari (7jam)	408.107,14
Biaya pemompaan/hari (4jam)	349.714,26
Biaya perawatan pompa	233.204,08
Total biaya pompa rencana	408.107,14
Total biaya pompa perawatan	582.918,34

PT Caritas Energi Indonesia menggunakan 2 buah jenis pipa pada sistem pemompaan yaitu 1 buah pipa HDPE spiral dan 1 buah pipa HDPE dengan rincian total biaya pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya pemipaan

Jenis Biaya	Biaya (Rp)
Pipa HDPE Spiral 8 inch/8 m	3.360.000,00
Pipa HDPE 6 inch/100 m	16.000.000,00
Total biaya pemipaan	19.360.000,00

Untuk kegiatan pembuatan saluran terbuka dan *sump* digunakan 1 unit PC 300 Komatsu

dengan produktivitas sebesar 123,1 BCM/ jam dan 1 unit untuk saluran dan untuk *sump* 2 unit dump truck Scania P380 dengan produktivitas sebesar 36,4 BCM/jam untuk 1 unit.

Tabel 6. *Owning dan operating cost* alat berat

Jenis Biaya	Biaya (Rp)
<i>Owning cost</i>	PC 300 komatsu 375.000,00
	DT scania P380 28.738,88
<i>Operating cost</i>	PC 300 komatsu 245.490,62
	DT scania P380 260.182,35

PT Caritas Energi Indonesia mempunyai 4 saluran yang terdiri dari saluran permanen dan non permanen. Saluran *crusher* dan saluran *area* reklamasi termasuk saluran permanen sementara saluran *pit* dan saluran *area sump* termasuk saluran non permanen atau bersifat situasional dengan kata lain letak saluran menyesuaikan dengan kondisi yang sedang terjadi di *front* apabila terjadi hujan dengan rincian biaya pada Tabel 7.

Tabel 7. Biaya pembuatan saluran

Jenis Saluran	Lama Pengerjaan	Biaya (Rp)
<i>Crusher</i>	34,1 jam	31.010.944
Reklamasi	19,02 jam	17.297.013
Jumlah		48.307.957
<i>Pit</i>	97,824	1.818.823
<i>Sump</i>	21,501	5.729.294
Jumlah		5.729.294

Untuk pembuatan *sump* di *Pit* 4 Edward terbagi menjadi 2 yaitu pembuatan *sump* aktual dan pembuatan *sump* rekomendasi dengan rincian total biaya pada Tabel 8.

Tabel 8. Biaya pembuatan *sump*

Jenis <i>Sump</i>	Lama Pengerjaan	Biaya (Rp)
Aktual	114,8 jam	73.598,90
Rekomendasi	107,7 jam	62.874.123,60
Jumlah		136.472.897,50

Dengan adanya rencana rekomendasi dimensi pada *sump*, diperlukan biaya tambahan untuk sebesar Rp 62.874.123,60 atau $\pm 85\%$ dari biaya pembuatan *sump* aktual yang sudah dibayarkan.

Tabel 9. Biaya penyaliran tambang per-hari

Jenis Biaya	Biaya (Rp)
Biaya pemipaan	19.360.000,00
Biaya saluran terbuka	54.037.252,10
Biaya <i>sump</i> aktual	73.598.773,90
Biaya <i>sump</i> rekomendasi	62.874.123,60
Total biaya penyaliran	272.744.273,00

Untuk menerapkan sistem penyaliran yang baik di *Pit* 4 Edward, PT Caritas Energi Indonesia memerlukan rincian biaya total keseluruhan

dalam satu rangkaian sistem penyaliran sebesar Rp 272.744.273.

4. Kesimpulan

Debit total air perhari yang masuk kedalam *sump* di *front* penambangan berdasarkan Periode Ulang Hujan (PUH) 5 tahun sebesar 28.199,070 m³/hari dan berdasarkan curah hujan maksimal sebesar 32.007,175 m³/hari dengan sebaran data menurut kurva normal standar deviasi untuk curah hujan yang mencapai 100,00 mm sebanyak 72,91% atau ± 7 data sedangkan yang tidak mencapai 100,00 mm sebanyak 27,09% atau ± 3 data. Keempat saluran terbuka secara aktual sudah lebih besar dari dimensi teoritis dan dilakukan perbaikan dimensi *sump* dengan kapasitas 28.510 m³ dengan lama waktu pemompaan debit sisa untuk PUH selama 39,4 jam dan 45,6 jam untuk curah hujan maksimal. Biaya pompa yang direncanakan sebesar Rp 408.107,14 dan apabila terjadi kerusakan memerlukan tambahan biaya sebesar 42% atau Rp 174. 811,20 sedangkan untuk biaya pembuatan *sump* rekomendasi diperlukan penambahan biaya sebesar Rp 62.874.123,60 atau $\pm 85\%$ dari biaya aktual.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih yang tulus dan sebanyak-banyaknya kepada pihak yang terhormat dosen pembimbing dan dosen penguji, pengelola di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung serta seluruh staf di PT Caritas Energi Indonesia sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan berjalan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Febrian, A. 2018. Evaluasi Kondisi Sistem Penyaliran Aktual Untuk Membuat Perencanaan Sistem Penyaliran Di Pit B Rawa Selatan Tambang Batubara PT Mandala Karya Prima Job Site PT. Mandiri Inti Perkasa, Kalimantan Utara. Jurnal Bina Tambang Vol. 4 No. 1, ISSN 2302-3333.
- Gautama, R. S. 2019. Sistem Penyaliran Tambang. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Gultom, R. 2018. Evaluasi Kapasitas Pemompaan Dalam Sistem Penyaliran Pada Pit 1 Timur Penambangan Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurnal Pertambangan Vol.2 No. 1 Februari 2018, ISSN 2549-1008.
- Hamid, A. Y. 2020. Perencanaan Sistem Pemompaan Pada Penambangan Timah Primer Shaft Lacat 4 PT Menara Cipta Mulia Kecamatan Kelapa Kampit Kabupaten Belitung Timur. Jurnal Mineral, April 2021, Vol. 6, Halaman 6-12.

- Nugeraha, P. 2015. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pada Pit 71 dan Inpitdump 71 di PT. Perkasa Inakakerta Site Bengalon, Provinsi Kalimantan Timur. Yogyakarta: Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Ramadhanti. R. 2020. Evaluasi Sistem Penirisan Tambang Di PT Vitrama Properti Desa Air Mesu Kabupaten Bangka Tengah. Jurnal Mineral, April 2021, Vol. 6, Halaman 19-24.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta: Erlangga.
- Suprpto. 2016. Modul 07 Perencanaan Teknis Saluran Irigasi Rawa. Bandung: Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Kontruksi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Tahara, H. Diterjemahkan Sularso. 2003. Pompa & Kompresor. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wesli. 2008. Drainase Perkotaan. Yogyakarta: Graha Ilmu.