

PERENCANAAN TEKNIS SISTEM PENYALIRAN PADA *PIT* KUNGKILAN PT PUTERA KONTRINDO ABADI *JOB SITE* PT BUDI GEMA GEMPITA KABUPATEN LAHAT SUMATERA SELATAN

Sarah Uli Arta Sihombing^{1a}, Delita Ega Andini², Edwin Harsiga³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung, Kampus terpadu UBB, Desa Balun Ijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^{a)} Email korespondensi: sarahulisihombing123@gmail.com

ABSTRAK

PT Putera Kontrindo Abadi merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan batubara dengan metode *open pit*. Dimana pada Bulan Maret volume *sump* sebesar 200,298 m³ dan Bulan Juli volume nya mencapai 6.610,1 m³. Sistem penyaliran yang masih belum berjalan secara optimal serta dimensi *sump* dan saluran terbuka yang belum mampu dalam menampung debit air yang masuk dalam area penambangan, sehingga perlu dilakukan perencanaan. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan penelitian ini menghasilkan menghasilkan beberapa kesimpulan teknis terkait pengelolaan air di lokasi tambang. Total debit air yang masuk ke tambang dihitung mencapai 230,995 m³/jam dengan luas *cacthment* area 23,010866 Ha, yang terdiri dari limpasan sebesar 224,995 m³/jam, debit evaporasi sebesar 3,426 m³/jam, dan debit air tanah sebesar 9,03 m³/jam. Untuk pompa yang digunakan yaitu pompa Quarta Prati Yudha dengan type QPY Pump 150-50 dengan debit aktual sebesar 75,6 m³/jam. Sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM No. 1827, *sump* dirancang berbentuk limas terpancing yang memiliki volume sebesar 17446,666 m³ dengan kedalaman 5 m, panjang sisi atas 64 m, dan panjang sisi bawah 54 m. Selain itu, dilakukan juga rancangan *sump* berdasarkan kondisi aktual yang memiliki volume sebesar 6.610,1 m³ ditambah menjadi 8900 m³ dengan kedalaman sekitar 2,7 m. Saluran terbuka di tambang dirancang dengan penampang trapesium dengan kemiringan 60° dan dimensi tertentu untuk memastikan efisiensi aliran air.

Kata kunci: Debit air, *sump*, pompa, saluran terbuka.

PENDAHULUAN

Penyaliran tambang sebagai penirisan tambang (*mine dewatering* atau *mine drainage*) adalah berbagai upaya yang berkaitan dengan pengelolaan air tambang sehingga gangguan yang dapat ditimbulkannya terhadap kelancaran aktivitas penambangan dapat diminimalkan. Sistem penyaliran tambang didefinisikan sebagai sistem untuk mengelola air tambang yang mencakup aspek identifikasi dan kuantifikasi sumber air tambang, optimasi manajemen air tambang dan perencanaan dan perancangan sarana dan prasarana penyaliran serta pengendalian dampak lingkungan akibat air tambang (Gautama, 2019).

PT Putera Kontrindo Abadi mengelola tambang batubara dengan metode terbuka dan sistem penyaliran melalui saluran terbuka. Data Departemen Engineer mencatat pada Maret 2024 *sump* di *Pit* Kungkilan berkapasitas 200,293 m³ dengan satu pompa MF-385 berkapasitas 560 m³/jam, sementara pada Juli volume *sump* meningkat hingga 6.610,1 m³. Saat hujan deras, meski pompa beroperasi 22 jam/hari, *sump* tetap meluap dan mengganggu aktivitas tambang. Karena itu,

diperlukan perencanaan penyaliran sesuai Kepmen ESDM No. 1827 agar kegiatan tambang tetap optimal.

Sebelum dilakukannya perencanaan perlu diketahui total debit air yang masuk kedalam *pit*, berupa curah hujan, air limpasan dan air tanah. Menurut Gautama (1993) hujan merupakan air yang jatuh ke permukaan bumi dan merupakan uap air di atmosfer yang terkondensasi kemudian jatuh dalam bentuk tetesan air. Curah hujan adalah volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas, dinyatakan dalam satuan mm. 1 mm berarti pada luasan 1 m² jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 liter. Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1980), air limpasan adalah bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat difiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan ataupun faktor lain. Selain air limpasan, sumber air yang bisa masuk ke dalam *pit* adalah air tanah. Menurut Seyhan (1990), air tanah dapat didefinisikan sebagai air yang menempati pori-pori di dalam lapisan tanah atau batuan dan dapat mengalir diantara pori-pori atau rekahan tersebut. Air tanah ditemukan pada formasi geologi

bersifat *permeable* (tembus air) yang dikenal sebagai *aquifer* yang merupakan formasi penyimpanan dan pengalir air dalam jumlah yang banyak, contohnya batupasir. Menurut David (2014), tentang evaluasi sistem penirisan tambang, perhitungan debit air tanah dapat ditentukan secara langsung di lapangan berdasarkan dari kenaikan permukaan air pada *sump* (sumuran). Total debit air yang masuk ke dalam *sump* tidak hanya dipengaruhi oleh curah hujan dan limpasan permukaan, tetapi juga oleh faktor evaporasi sebagai proses penguapan yang dapat mengurangi jumlah air yang tertampung. Evaporasi adalah evaporasi dari permukaan lahan yang ditumbuhi tanaman. Berkaitan dengan tanaman, evapotranspirasi adalah sama dengan kebutuhan air konsumtif yang didefinisikan sebagai penguapan total dari lahan dan air yang diperlukan oleh tanaman (Triadmodjo, 1993).

Air limpasan serta air tanah yang tertampung didalam *sump* (sumuran) kemudian dikeluarkan menggunakan pompa. Pemilihan jenis pompa pada suatu tambang harus disesuaikan dengan kriteria yang dibutuhkan karena kemampuan suatu pompa berbeda – beda, hal itu dipengaruhi oleh nilai efisiensi dan *head* maksimum pompa tersebut (Putra dkk, 2014). Pompa sentrifugal merupakan jenis pompa yang sering dipakai pada sistem drainase tambang karena pompa jenis ini mampu mencapai *head of discharge* yang cukup tinggi (Suripin, 2004).

Sump tambang berfungsi untuk menampung air tambang baik yang dialirkan melalui jaringan paritan yang merupakan sumber air utama dari sumuran, maupun yang mengalir sebagai air limpasan permukaan di areal dekat sumuran. *Sump* tambang dapat dibedakan menjadi dua macam berdasarkan kegunaannya yaitu *sump* permanen dan *sump* sementara (*temporary sump*). *Sump* permanen adalah *sump* yang berfungsi selama penambangan berlangsung, dan umumnya tidak berpindah tempat. Sedangkan *sump* sementara berfungsi dalam rentang waktu tertentu dan sering berpindah tempat (Hermawan, 2020).

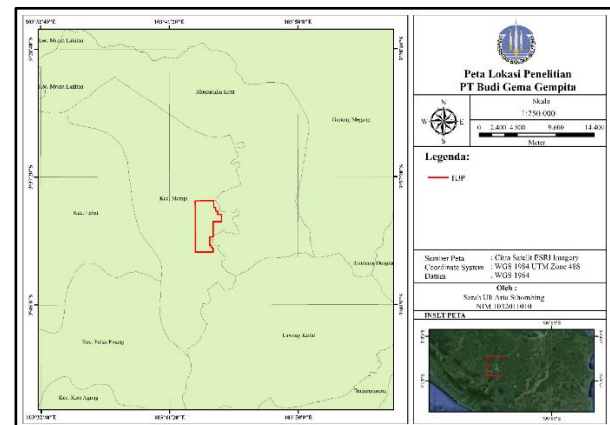
Saluran terbuka berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air ke tempat penampungan (saluran atau kolam pengendapan). Bentuk penampungan saluran umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material serta kemudahan dalam pembuatannya. Dalam merancang bentuk saluran penyaliran, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain, mengalirkan debit air yang direncanakan dan mudah dalam penggalian saluran serta tidak lepas dari penyesuaian dengan bentuk topografi dan jenis tanah. Sumber air utama pada tambang terbuka adalah air hujan (Triatmodjo, 2009)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT Putera Kontrindo Abadi sebagai kontraktor penambangan Batubara di *job site* PT Budi Gema Gempita dengan luas 1700 ha yang berlokasi di Desa Muara Lawai dan Desa Araham, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Wilayah lokasi penelitian berada pada posisi 103°43'04" BT – 103°44'51" BT dan 03°38'57" LS – 03°42'26" LS.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data curah hujan aktual selama 30 hari, data kenaikan permukaan air pada *sump* dan data diameter dan debit aktual pompa. Data sekunder yang digunakan meliputi data curah hujan 10 tahun terakhir, data spesifikasi pompa, peta *layout* dan peta topografi.

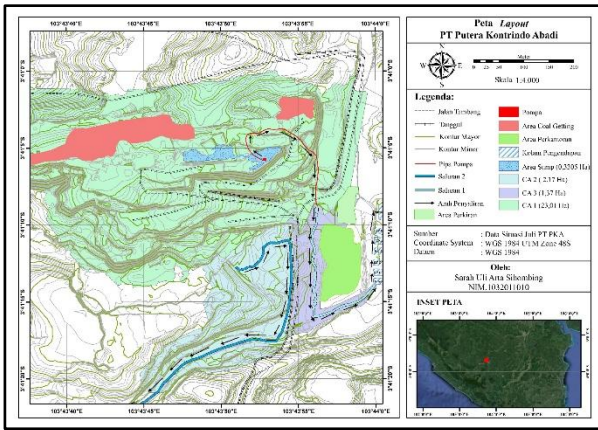
Tahapan pengolahan data pada penelitian ini dimulai dari perhitungan rencana curah hujan berdasarkan data primer yaitu data curah hujan 10 tahun terakhir dengan menggunakan metode Gumbell. Kemudian perhitungan air limpasan berdasarkan intensitas curah hujan dan luasan catchment area, perhitungan air tanah dari data kenaikan muka air pada *sump* dan evaporasi sesuai dengan suhu pada daerah penelitian selama 30 hari. Dari perhitungan tersebut maka dapat diketahui berapa total debit air yang masuk ke dalam *sump* PT Putera Kontrindo Abadi. Dilakukan juga perhitungan kapasitas pompa serta total *head* pompa, dimana pompa yang digunakan adalah pompa jenis Quarta Prati Yudha tipe QPY PUMP 150-50. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan dimensi *sump* rencana sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM No.1827, dan perhitungan rencana *sump* berdasarkan kondisi aktual dilapangan sesuai dengan selisih antara air yang masuk dan air yang keluar. Perhitungan dimensi rencana saluran juga dilakukan sesuai dengan debit air yang masuk kedalam saluran.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di tambang batubara PT Putera Kontrindo Abadi, sistem penyaliran di area *sump* menggunakan satu pompa jenis Quarta Prati Yudha tipe QPY PUMP 150-50 dan saluran terbuka. Air yang masuk ke dalam *sump* di *Pit* Kungkulan ini berasal dari limpasan permukaan dan air hujan yang dibiarkan mengalir ke dalam *front* dan ditampung dalam *sump*. Setelah itu, air dipompa ke *sump* tetap menggunakan pompa yang terpasang di *sump*, dan selanjutnya dialirkan melalui saluran terbuka menuju kolam pengendapan. Di *front* kerja PT Putera Kontrindo Abadi, pompa yang digunakan ditempatkan di atas *sump* secara sementara dan dioperasikan hanya saat air dalam *sump* meluap akibat hujan.



Gambar 2. Peta Layout PT Putera Kontrindo Abadi

Debit Air Sump

Sampel data curah hujan yang akan dianalisis berasal dari lokasi penelitian PT Putera Kontrindo Abadi, dengan periode 30 hari seperti yang tertera pada Tabel 1. Metode yang digunakan dalam pengolahan data curah hujan adalah metode Gumbell, sementara intensitas curah hujan ditentukan menggunakan rumus Mononobe.

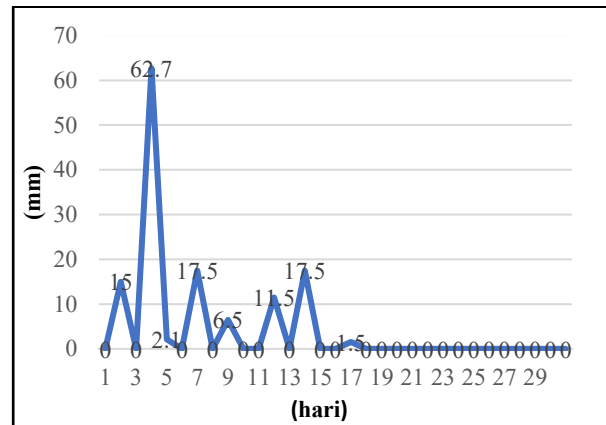
Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Selama 30 Hari

Tanggal	Hari	Debit (mm)	Waktu (Menit)
25/06/2024	1	0	0
26/06/2024	2	15	205,8
27/06/2024	3	0	0
28/06/2024	4	62,7	292,2
29/06/2024	5	2,1	31,8
30/06/2024	6	0	0
01/07/2024	7	17,5	124,2
02/07/2024	8	0	0
03/07/2024	9	6,5	298,2
04/07/2024	10	0	0
05/07/2024	11	0	0
06/07/2024	12	11,5	606
07/07/2024	13	0	0
08/07/2024	14	17,5	514,8
09/07/2024	15	0	0
10/07/2024	16	0	0
11/07/2024	17	1,5	164,4
12/07/2024	18	0	0
13/07/2024	19	0	0
14/07/2024	20	0	0
15/07/2024	21	0	0
16/07/2024	22	0	0
17/07/2024	23	0	0
18/07/2024	24	0	0
19/07/2024	25	0	0
20/07/2024	26	0	0
21/07/2024	27	0	0
22/07/2024	28	0	0
23/07/2024	29	0	0
24/07/2024	30	0	0

Tabel 2. Analisis Tabel Curah Hujan

Tanggal	Hari	Debit (mm)	Waktu (Menit)
Jumlah		134,3	2237,4
Rata-rata		4,476	74,58

Tabel tersebut menunjukkan nilai curah hujan tertinggi (x) dari 25 Juni hingga 24 Juli 2024, dengan nilai curah hujan tertinggi harian (X) sebesar 62,7 mm/hari. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diperoleh data curah hujan rencana dengan periode 30 hari untuk tambang (\bar{X}) sebesar 4,476 mm/hari, dan rata-rata durasi hujan selama 30 hari adalah 74,58 menit atau sekitar 1,243 Jam. Selanjutnya, dilakukan perhitungan *reduce mean* (Y_n), *reduce variate* (Y_t), dan *standar deviasi* (S) untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 3. Grafik Rata-rata Curah Hujan Aktual Selama 30 Hari

Berdasarkan grafik rata-rata curah hujan, terlihat bahwa rata-rata curah hujan aktual selama 30 hari di lapangan mengalami fluktuasi harian. Curah hujan tertinggi terjadi pada hari ke-4 dengan nilai 62,7 mm/hari, sementara pada beberapa hari curah hujan tercatat sebesar 0 mm/hari karena tidak ada hujan pada saat pengukuran. Perhitungan menunjukkan bahwa nilai curah hujan rata-rata maksimum (\bar{X}) yang diperoleh adalah 4,476 mm/hari.

Sampel data curah hujan yang akan dihitung terbatas pada lokasi penelitian tambang batubara PT Putera Kontrindo Abadi dengan periode pengamatan selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2014 hingga 2023. Data ini dipilih untuk memperoleh gambaran yang representatif terhadap kondisi curah hujan di lokasi penelitian dalam jangka waktu yang cukup panjang. Setelah dilakukan perhitungan untuk *reduce mean* (Y_n), *reduce variate* (Y_t), dan standar deviasi (S). Perhitungan menunjukkan data nilai standar deviasi dan *reduce standar deviasi* dari tahun 2014-2023. Dari analisis tersebut, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 71,51373. Dengan diperolehnya nilai standar deviasi tersebut, dapat diketahui bahwa variasi data curah hujan dalam periode 2014–2023 cukup signifikan. Hal ini menunjukkan adanya fluktuasi intensitas hujan yang perlu diperhitungkan dalam perencanaan sistem penyaliran tambang.

Tahun	CH Max (X)	CH Max (\bar{X})	$(\bar{X}-X)^2$	N	m	Yn	\bar{Yn}	$(\bar{Yn}-Yn)^2$
2014	484,5	516,514	1024,8962	10	7	0,3572	0,5773	0,0484
2015	487	516,514	871,0762	10	6	0,4654	0,5773	0,0125
2016	631	516,514	13107,044	10	1	1,3831	0,5773	0,6493
2017	534	516,514	305,7602	10	4	0,7071	0,5773	0,0169
2018	489,5	516,514	729,7562	10	5	0,5796	0,5773	0,000005
2019	588,9	516,514	5239,733	10	3	0,8592	0,5773	0,0795
2020	608,5	516,514	8461,4242	10	2	1,0597	0,5773	0,2327
2021	461,4	516,514	3037,553	10	9	0,1306	0,5773	0,1995
2022	411,94	516,514	10935,721	10	10	-0,0176	0,5773	0,3539
2023	468,4	516,514	2314,957	10	8	0,2485	0,5773	0,1081
Jumlah	5165,14		46027,922			5,7728		1,7009
Rata-rata	516,514		4602,792			0,5773		0,17009

Tabel tersebut menyajikan data curah hujan maksimum (X) dan rata-rata curah hujan maksimum (\bar{X}) selama 10 tahun, dengan nilai rata-ratanya sebesar 516,514 mm. Data tersebut diurutkan dari curah hujan maksimum tertinggi hingga terendah (m). Nilai *reduce mean* (Yn) dihitung menggunakan metode Gumbell, menghasilkan nilai *reduce mean* rata-rata (\bar{Yn}) sebesar 0,5773 mm. Data dalam tabel ini digunakan untuk menentukan nilai periode ulang hujan dan selanjutnya nilai curah hujan rencana. Sehingga didapatkan nilai standar deviasi (S) sebesar 71,51373 dan *reduce standar deviasi* (Sn) sebesar 0,4347. Perhitungan dilanjutkan dengan analisis debit air yang masuk ke daerah tangkapan hujan (*catchment area*).

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan memiliki hubungan yang erat dengan durasi hujan, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung jumlah air limpasan yang mengalir ke tambang. Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan menggunakan analisis Mononobe. Berdasarkan hasil analisis, intensitas curah hujan di lokasi penelitian tercatat sebesar 3,9082 mm/jam dengan durasi hujan mencapai 7,6633 jam/hari. Durasi hujan ini diperoleh dengan membagi rata-rata jam hujan dengan rata-rata hari hujan.

Data curah hujan rencana digunakan untuk menghitung nilai intensitas hujan dengan menggunakan persamaan Mononobe:

Diketahui $R = 43,819$ mm/hari

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

$$I = \frac{43,819}{24} \left(\frac{24}{7,6633} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 3,9082 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan Debit Limpasan

Luasan *catchment area* di *Pit Kungkulan* adalah sebesar 23,010866 Ha atau 230108,66 m², yang diperoleh dari data *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang diukur secara langsung dengan *drone* dan di analisis menggunakan *software ArcGIS 10.8*. Daerah tangkapan hujan pada PT Putera Kontrindo Abadi berupa tanah gundul sehingga nilai presipitasi dapat diabaikan, berdasarkan kondisi tersebut digunakan nilai koefisien limpasan 0,9.

Diketahui $I = 3,9082$ mm/jam = 0,003908 m/jam

$$A = 23,0108,66 \text{ m}^2$$

$$Q \text{ Limpasan} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,9 \times 0,003908 \text{ m/jam} \times 230108,66 \text{ m}^2$$

$$= 224,995 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Debit Evaporasi

Suhu rata-rata di Lokasi penelitian selama 30 hari adalah 25,4516 °C, dengan intensitas curah hujan rata-rata tiap hari sebesar 243,462 mm/tahun dan nilai evaporasi sebesar 0,024123 mm/jam. Dari luasan *catchment area* sebesar 230108,66 m², diperoleh nilai 0,6172% yang menunjukkan kemungkinan terjadinya evaporasi di *sump* pada *Pit Kungkulan* PT Putera Kontrindo Abadi, berdasarkan Periode Ulang Hujan (PUH) 5 tahun. Berdasarkan hasil perhitungan debit evaporasi diperoleh nilai sebesar 3,426 m³/jam.

Diketahui:

$$\text{Luas } \textit{catchment area} = 230108,66 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas daerah evaporasi} = 0,6172 \% \times 230108,66 \text{ m}^2$$

$$= 142023,065 \text{ m}^2$$

$$Q \text{ Evaporasi} = \text{Luas daerah evaporasi} \times \% \text{ Evaporasi}$$

$$= 142023,065 \text{ m}^2 \times 0,000024123 \text{ m/jam}$$

$$= 3,426 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Debit Air Tanah

Di area tambang PT Putera Kontrindo terdapat dua jenis material dominan, yaitu *claystone* dan batu pasir (*sandstone*). *Claystone* merupakan batuan sedimen berbutir sangat halus yang terbentuk dari pemadatan material lempung, memiliki sifat kedap air namun dapat mengalami rembesan melalui celah atau retakan alami. Sementara itu, batu pasir memiliki ukuran butir lebih kasar dengan porositas dan permeabilitas yang lebih tinggi sehingga mampu mengalirkan air secara lebih mudah. Kombinasi kedua jenis material ini menyebabkan adanya air tanah yang mengalir melalui lapisan batu pasir dan sebagian merembes melalui retakan pada *claystone*, sehingga berpotensi masuk ke area penambangan.

$$Q \text{ air tanah } \textit{sump} = \frac{h \frac{L_1+L_2}{2}}{dt}$$

$$= \frac{0,01367 \frac{3305,05+3305,05}{2}}{5}$$

$$= \frac{45,18003}{5}$$

$$= 9,0360 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Nilai kenaikan permukaan air di *sump* sebesar 0,01367 m, yang dihitung dengan mengurangi tinggi permukaan air pada akhir pengamatan dengan tinggi permukaan air pada awal pengamatan. Dari hasil pengukuran, debit air tanah yang masuk ke dalam *Pit* Kungkulan PT Putera Kontrindo Abadi dihitung sebesar 9,0360 m³/jam.

Debit Total Air Masuk ke Sump

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya mengenai debit limpasan, debit air tanah, dan debit evaporasi, dapat ditentukan debit total rencana air yang masuk ke *sump* di *Pit* Kungkulan PT Putera Kontrindo Abadi.

$$Q_{tot} = Q_{limpasan} + Q_{air\ tanah} - Q_{evaporasi}$$

$$= 224,995\ m^3/jam + 9,03\ m^3/jam - 3,426\ m^3/jam$$

$$= 230,599\ m^3/jam$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa debit total maksimal yang diperoleh adalah sebesar 230,599 m³/jam. Debit total maksimal ini mencakup seluruh komponen tersebut, diperoleh total debit air tanah serta debit evaporasi.

Kapasitas Pemompaan

Debit aktual pompa dihitung menggunakan metode *Discharge* pada pipa buang yang terletak di saluran terbuka.

$$Q = \frac{X \times 3,14 \times D^2}{4 \times \sqrt{\frac{2y}{g}}}$$

$$Q = \frac{1,228 \times 3,14 \times 0,1^2}{4 \times \sqrt{\frac{2(1,025)}{9,8}}}$$

$$= \frac{0,0385}{1,8294}$$

$$= 0,021\ m^3/s = 75,6\ m^3/jam$$

Hasil pengukuran menunjukkan panjang pancuran secara horizontal pada outlet pipa sebesar 1,228 m. Nilai

efisiensi pada *outlet* pipa adalah 1, karena tidak terdapat sisi kosong pada *outlet* pipa tersebut (E=0). Berdasarkan data ini, perhitungan menunjukkan bahwa nilai debit aktual pompa adalah 0,021 m³/s atau 75,6 m³/jam.

Berdasarkan perhitungan pompa, diperoleh bahwa efisiensi pompa mencapai 68% dengan nilai total *head* sebesar 63,7188 m dan debit pemompaan sebesar 75,6 m³/jam. Dengan mengetahui massa jenis air sebesar 1000 kg/m³ dan percepatan gravitasi bumi sebesar 9,8 m/s², daya yang dibutuhkan oleh pompa dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.24. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya yang diperlukan pompa adalah sebesar 191,463 watt.

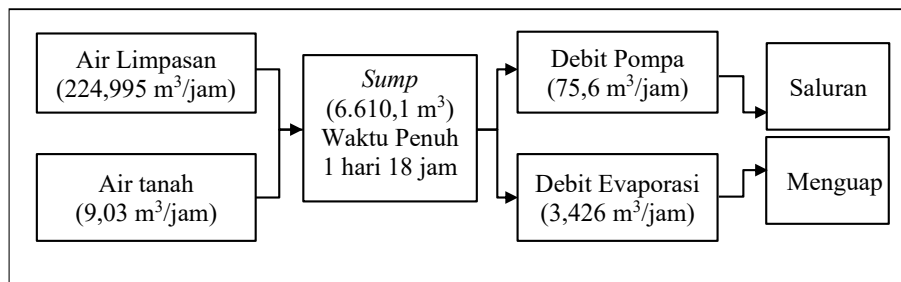
Dalam keadaan secara aktual dilapangan dimana volume *sump* PT Putera Kontrindo Abadi sebesar 6.610,1 m³ dan telah dilakukan pemompaan selama 22 jam dengan debit yang tersisa sebesar 4.946,9 m³. Untuk menentukan lama waktu pemompaan debit yang tersisa dengan kapasitas pompa aktual dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Lama waktu pemompaan} = \frac{\text{Volume air}}{\text{Kapasitas pompa}}$$

$$= \frac{4.946,9}{75,6} = 65,43\ \text{jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa kapasitas *sump* memiliki keterbatasan dalam menampung volume air yang terus bertambah akibat debit air masuk yang lebih besar dibandingkan dengan debit pompa. Kondisi ini menunjukkan bahwa *sump* akan terisi penuh dalam waktu relatif singkat apabila tidak dilakukan upaya penanganan yang tepat.

Dari perhitungan yang sudah dilakukan, kemudian dapat dianalisis berdasarkan air masuk dan air keluar seperti yang ada pada *flowchart* neraca air sebelum dilakukannya perencanaan terhadap penyaliran di PT Putera Kontrindo Abadi.



Gambar 4. Neraca Air PT Putera Kontrindo Abadi

$$\Delta\text{Volume} = Q_{in} - Q_{out},$$

$$\Delta\text{Volume} = 224,995 - 75,6 = 149,395\ m^3/jam.$$

Berdasarkan hasil analisis *water balance* pada *sump* dengan volume aktual sebesar 6.610,1 m³, diperoleh bahwa debit air yang masuk ke dalam *sump* mencapai 224,995 m³/jam, sedangkan kapasitas pompa yang digunakan untuk mengeluarkan air hanya sebesar 75,6 m³/jam. Perbedaan kapasitas ini menyebabkan terjadinya akumulasi air di dalam *sump* dengan laju peningkatan volume sebesar 149,395 m³/jam. Jika kondisi ini dibiarkan, maka *sump* akan mencapai kapasitas penuh sehingga berpotensi menyebabkan

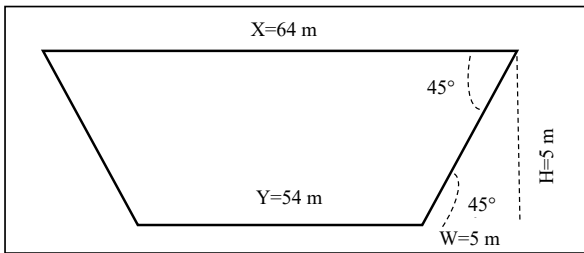
genangan air yang dapat mengganggu aktivitas penambangan. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan perencanaan sistem penyaliran agar dapat bekerja lebih optimal dan mampu mengendalikan volume air yang masuk secara efektif.

Perencanaan Dimensi Sump Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM

Kapasitas *sump* harus memadai untuk menampung total debit air yang masuk ke dalam *pit* disetiap hari. Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No. 1827, ukuran dimensi *sump* minimal harus 1,25 kali volume

air yang masuk pada curah hujan tertinggi dalam kurun waktu 84 jam. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan ulang terhadap intensitas hujan selama periode 84 jam untuk menentukan jumlah debit air limpasan yang dihasilkan. Intensitas hujan selama 84 jam dihitung sebesar $13788,8446 \text{ m}^3$ menggunakan persamaan Mononobe. Dengan intensitas tersebut, debit air limpasan yang mengalir ke *sump* yang diperlukan sesuai ketentuan tersebut menjadi $17236,0558 \text{ m}^3$.

Sump direncanakan berbentuk limas terpancung dengan kemiringan 45° untuk mempermudah proses perawatannya. Dimensi *sump* ditentukan menggunakan persamaan volume limas terpancung, dengan perhitungan dilakukan melalui pembuatan persamaan matematika dari rumus volume tersebut dan diselesaikan menggunakan persamaan abc. Dari perhitungan tersebut dimana *sump* rencana memiliki luas atas sebesar 4.096 m^2 dan luas bawah sebesar 2.916 m^2 dengan kedalaman *sump* sebesar 5 m. Sehingga *sump* rencana memiliki volume sebesar $17.446,666 \text{ m}^3$. Kedalaman ini dipilih karena dianggap lebih efisien dalam hal luas bukaan *sump*, semakin dangkal *sump*, semakin lebar bukaan yang diperlukan sehingga dapat mempersempit kondisi *pit*. Hasil perhitungan menunjukkan dimensi *sump* dengan panjang sisi atas sebesar 64 m dan panjang sisi bawah sebesar 54 m.



Gambar 5. Dimensi Sump Rencana

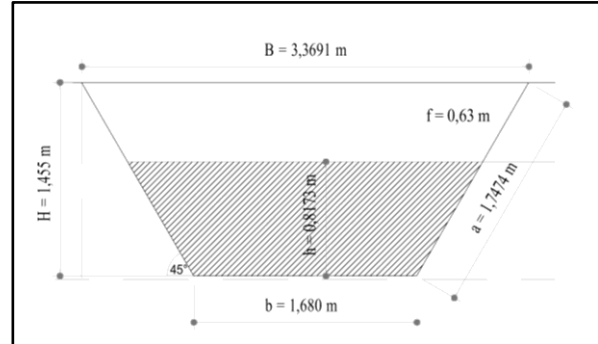
Perencanaan Dimensi Sump Berdasarkan Kondisi Aktual

Perencanaan *sump* juga dapat ditentukan berdasarkan kondisi aktual dilapangan. Dimana dari kapasitas *sump* aktual dapat ditambah agar berfungsi terhadap akumulasi air masuk yang lebih besar dari debit pompa. Dengan debit masuk $224,995 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan debit pompa $75,6 \text{ m}^3/\text{jam}$, terjadi akumulasi bersih sekitar $149,395 \text{ m}^3/\text{jam}$. Karena itu, volume *sump* saat ini ($6.610,1 \text{ m}^3$) relatif cepat terisi dan memicu peluapan. Penambahan volume menuju kisaran $\pm 8.900 \text{ m}^3$ direkomendasikan agar mampu menahan akumulasi selama kurang lebih 48 jam.

Dalam perhitungan rancangan, diperoleh bahwa luas efektif *sump* yang dibutuhkan sekitar $3.307,69 \text{ m}^2$ dengan kedalaman $\pm 2,7$ meter. Perubahan kedalaman dari 2 meter menjadi 2,7 meter memberikan tambahan ruang penampungan tanpa harus memperluas area secara signifikan. Strategi ini dinilai efektif karena tidak membutuhkan banyak perubahan pada tata letak *sump*, namun tetap mampu meningkatkan daya tampung sesuai kebutuhan.

Perencanaan Saluran Terbuka

Dalam perencanaan pembuatan saluran terbuka, penting untuk mempertimbangkan bentuk saluran yang sesuai dengan kondisi lapangan dan kebutuhan aliran. Saluran terbuka dengan penampang trapesium umumnya dipilih untuk mengatasi debit air yang besar karena bentuk ini lebih stabil dan efisien dalam menyalurkan aliran dibandingkan bentuk lain.



Gambar 6. Dimensi Saluran Terbuka Rencana

Setelah dilakukan perhitungan, terlihat perbandingan antara kondisi aktual dan rekomendasi berdasarkan debit air yang masuk ke *sump* di Pit Kungkulan PT Putera Kontrindo Abadi. Hasil ini menunjukkan kemampuan sistem pemompaan dalam mengimbangi *inflow* serta menjadi dasar perbaikan dan optimalisasi pengendalian air di lokasi tambang.

Tabel 3. Dimensi Saluran Aktual dan Rekomendasi

Saluran 1	Lebar atas (m)	Lebar Bawah (m)	Kedalaman (m)
Aktual	7,176	2,65	1,21
Rekomendasi	3,3691	1,6809	1,4554

KESIMPULAN

Perhitungan periode ulang hujan 10 tahun, debit total air masuk ke tambang PT Putera Kontrindo Abadi mencapai $230,599 \text{ m}^3/\text{jam}$ (limpasan $224,995 \text{ m}^3/\text{jam}$, evaporasi $3,426 \text{ m}^3/\text{jam}$, dan air tanah $9,03 \text{ m}^3/\text{jam}$). Sementara kapasitas pompa hanya $75,6 \text{ m}^3/\text{jam}$, sehingga *sump* berpotensi cepat penuh meski pompa beroperasi 22 jam. Kondisi ini memerlukan penambahan jumlah atau kapasitas pompa agar pengendalian air optimal. Dalam perencanaan *sump*, pendekatan Kepmen ESDM No.1827 menghasilkan volume $17.446,666 \text{ m}^3$, sedangkan kondisi aktual menghasilkan 8.900 m^3 yang dianggap lebih ideal. Saluran terbuka dirancang berbentuk trapesium dengan kemiringan 60° , dan penggunaan dimensi lebih kecil dari aktualnya dipilih untuk menjaga fungsi pengendalian air sekaligus efisiensi lahan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung yang telah mewadahi penelitian ini. PT Budi Gema Gempita dan PT Putera Kontrindo Abadi yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melakukan penelitian ini. Kedua Orang Tua yang senantiasa memberikan doa,

semangat dan selalu mendukung sehingga penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- David, J., Asof, M., & Bachori, B. 2014. Evaluasi Sistem Penirisan Tambang Blok Air Getuk Garuk PT Danau Mustiham, Bengkulu Tengah. *Jurnal Ilmu Teknik Vol 2, No 3*.
- Gautama, R., S., 1993. *Pengantar Penirisan Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Gautama, R., S., 2019. *Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hermawan, 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, Vol.6*, pp 6-12.
- Putra, M.A.W. 2011. *Analisis Periode Dominan Data Curah Hujan Harian di Kota Bandar Lampung*. Fakultas Teknik. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K. 1980. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramitha. Jakarta.
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Triadmojo, B. 1993. *Hidrologik Jilid III*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triadmojo, B. 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.