

KAJIAN TEKNIS SISTEM PENYALIRAN PADA TAMBANG TERBUKA DI TAMBANG BATUBARA PT KALIMANTAN PRIMA PERSADA JOBSITE RANTAU, KALIMANTAN SELATAN

Mohammad Fathur Rozi ^{1 a)}, Peter Eka Rosadi ²⁾, Gunawan Nusanto²⁾

¹UPN “Veteran” Yogyakarta

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

a) email korespondensi: rozifathur996@gmail.com

ABSTRACT

Surface mining is likely affected by weather condition, especially during raining condition. Therefore, it is needed for the study mine drainage system which suite to the mining condition, so that the mining operations can be run properly.

Based on the analysis of rainfall data from 2011 – 2020 using Gumbell distribution, the rainfall plan 109 mm/day, rainfall intensity 14,17 mm/hour with 5-years rainfall return period, and hydrological risks 89,26%. There are two catchment areas: catchment area I = 0,96 km², catchment area II = 0.51 km². Runoff water debit in each catchment as follows: catchment area I = 2,64 m³/s and catchment area II = 0,93 m³/s.

The location of the research has three open channels. The three open channels in the research location have different dimensions and runoff water discharge. Open Channels need to be repaired because conditions in the field experience siltation. Open channel 1 has water depth (d)= 1.07 m, channel depth (h) = 1.29 m, channel base width (b) = 1.24 m, open channel width (L) = 2.73 m, the length of the outside side of the channel (a) = 1.24 m. Open channel 2 has water depth (d) = 0.72 m, channel depth (h) = 0.87 m, channel base width (b) = 0.84 m, open channel width (L) = 1.84 m, the length of the outside side of the channel (a) = 0.84 m.

Keywords : Surface Mining, Gumbell, Open Channel

ABSTRAK

Sistem penambangan dengan tambang terbuka sangat dipengaruhi oleh cuaca setempat, terutama curah hujan. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian sistem penyaliran tambang yang memadai agar operasi penambangan dapat berjalan dengan baik.

Berdasarkan analisis data curah hujan menggunakan metode *gumbell* tahun 2011 – 2020, diperoleh curah hujan harian rencana 109 mm, dengan intensitas curah hujan sebesar 14,17 mm/jam, periode ulang hujan 5 tahun dan resiko hidrologi sebesar 89,26 %. Luas daerah tangkapan hujan pada lokasi penelitian dibagi menjadi dua daerah tangkapan hujan (DTH), sebagai berikut : DTH I = 0,96 km², DTH II = 0,51 km². Debit air limpasan pada setiap daerah tangkapan hujan adalah : DTH I = 2,64 m³/detik dan DTH II = 0,93 m³/detik.

Lokasi penelitian terdapat tiga saluran terbuka. Tiga saluran terbuka di lokasi penelitian tersebut memiliki dimensi dan debit air limpasan yang berbeda. Saluran terbuka perlu dilakukan perawatan karena kondisi di lapangan mengalami pendangkalan. Rekomendasi saluran terbuka I yaitu memiliki kedalaman air (d) = 1,07 m, kedalaman saluran (h) = 1,29 m, lebar dasar saluran (b) = 1,24 m, lebar saluran terbuka (L) = 2,73 m, panjang sisi luar saluran (a) = 1,24 m. Rekomendasi saluran terbuka II memiliki kedalaman air (d) = 0,72 m, kedalaman saluran (h) = 0,87 m, lebar dasar saluran (b) = 0,84 m, lebar saluran terbuka (L) = 1,84 m, panjang sisi luar saluran (a) = 0,84 m.

Kata Kunci : Tambang Terbuka, Gumbell, Saluran Terbuka

I. PENDAHULUAN

PT Kalimantan Prima Persada *Jobsite* Rantau menerapkan sistem penyaliran tambang dengan cara membuat saluran terbuka untuk mencegah air masuk ke lokasi penambangan. Air yang masuk ke dalam *sump* (ceruk) kemudian dipompakan keluar menuju kolam pengendapan. Bertambahnya debit air limpasan, adanya pendangkalan pada saluran terbuka serta kolam pengendapan membuat sistem penyaliran tambang tidak berfungsi dengan optimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dilakukan kajian teknis terhadap sistem penyaliran tambang yang diterapkan pada saat ini.

Kajian sistem penyaliran ini mencakup analisis curah hujan, dimensi paritan serta gorong – gorong, volume ceruk, kebutuhan pompa, dan waktu yang dibutuhkan untuk pengerukan endapan di kolam pengendapan.

Permasalahan yang terjadi pada sistem penyaliran di *Pit* Agathis PT Kalimantan Prima Persada *Jobsite* Rantau adalah sebagai berikut :

1. Bertambahnya debit air limpasan yang masuk ke dalam lokasi penambangan.
2. Bertumpuknya endapan pada saluran terbuka sehingga terjadi pendangkalan.

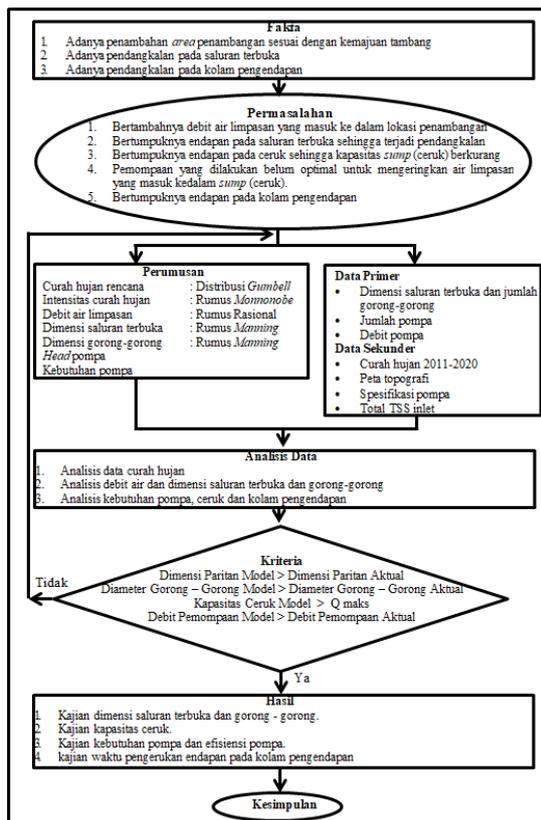
3. Bertumpuknya endapan pada ceruk sehingga kapasitas *sump* (ceruk) berkurang.
4. Pemompaan yang dilakukan belum optimal untuk mengeringkan air limpasan yang masuk kedalam *sump* (ceruk).
5. Bertumpuknya endapan pada kolam pengendapan

Tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Menghitung debit air limpasan.
2. Mengkaji dimensi saluran terbuka dan gorong - gorong.
3. Mengkaji kapasitas ceruk.
4. Mengkaji kebutuhan pompa dan efisiensi pompa.
5. Mengkaji waktu pengerukan endapan pada kolam pengendapan.

II. METODE/METHOD

Metode penelitian menggunakan tahapan penelitian yang tercantum pada Gambar 1 yang berisi tentang fakta dilapangan, permasalahan yang berada dilapangan, perumusan masalah, analisis data, kriteria, dan hasil.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Curah hujan rencana yaitu curah hujan yang memiliki kemungkinan akan terjadi kembali dalam jangka waktu tertentu, metode yang digunakan yaitu *Gumbell*, sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + k \cdot SD$$

$$k = \frac{(Y_t - \bar{Yn})}{S_n}$$

Keterangan:

- X_t = curah hujan harian rencana maksimum (mm / hari) dengan periode ulang hujan (PUH) tertentu
- \bar{X} = curah hujan rata-rata (mm)
- SD = standar deviasi
- k = faktor *reduced variate*
- S_n = standar deviasi dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n)
- Y_t = nilai reduksi variat
- \bar{Yn} = nilai rata - rata dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n)

Besarnya intensitas hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Rumus yang digunakan yaitu *mononobe*, sebagai berikut :

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

Keterangan :

- I = intensitas hujan (mm/jam)
- R_{24} = besarnya curah hujan maksimum (curah hujan rencana) dalam 24 jam (1hari)
- t = durasi hujan (jam)

Perhitungan debit air limpasan permukaan dari suatu daerah dapat dihitung dengan menggunakan rumus rasional sebagai berikut :

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

Keterangan :

- Q = debit air limpasan maksimum (m³/s)
- C = koefisien limpasan
- I = intensitas curah hujan (mm/Jam)
- A = luas daerah tangkapan hujan (Km²)

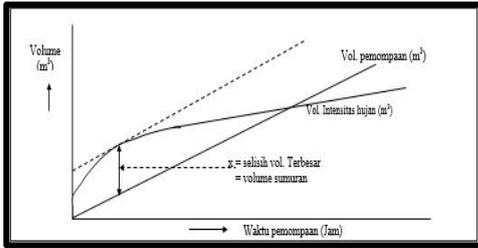
Saluran terbuka berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air menuju tempat penampungan (kolam pengendapan). Bentuk penampang saluran air umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material pembentuk saluran serta kemudahan dalam pembuatannya.

$$Q_{maks} = \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot R^{2/3} \cdot A$$

Keterangan :

- Q_{maks} = debit pengaliran maksimum (m³/s)
- n = koefisien kekasaran dinding *manning*
- S = kemiringan dasar saluran (%)
- R = jari - jari hidraulik (m)
- A = luas penampang saluran (m²)

Ceruk berfungsi sebagai tempat penampungan air sebelum dipompa keluar tambang. Dengan demikian dimensi ceruk ini sangat tergantung dari jumlah air yang masuk serta keluar dari ceruk. Volume ceruk ditentukan dengan menggabungkan grafik intensitas hujan yang dihitung dengan teori *Mononobe versus* waktu, dan grafik debit pemompaan versus waktu, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Penentuan Volume Ceruk Air Tambang (Gautama, 1999)

Pompa adalah mesin untuk menggerakkan fluida. Dalam suatu pemompaan dibutuhkan debit pemompaan atau julang pemompaan (*head*) yang lebih besar, sedangkan setiap pompa memiliki kemampuan untuk mencapai debit atau *head* tertentu. Oleh karena itu dapat diatur dua atau lebih pompa untuk dipasang secara bersamaan, baik secara paralel atau secara seri (Sularso dan Haruo Tahara, 2006).

Head total pompa untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang direncanakan, sehingga julang total pompa dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H_T = h_s + h_v + H_{f1} + H_{f2} + H_{f3}$$

Keterangan :

- H_T = *head* total pompa (m)
- h_s = *head* statis pompa (m)
- h_v = *velocity head* (julung kecepatan keluar) (m)
- H_{f1} = *friction loss* (kerugian karena gesekan) (m)
- H_{f2} = *shock loss* (kerugian karena belokan pipa dan sambungan pipa) (m)
- H_{f3} = *head* Katup isap (kerugian karena katup isap pada pipa) (m)

Head statis (h_s)

$$h_s = h_2 - h_1$$

Keterangan :

- h_1 = elevasi sisi isap (m)
- h_2 = elevasi sisi keluar (m)

Head kecepatan (h_v)

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

Keterangan :

- v = kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)
- g = kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)

Head gesekan (h_{f1})

$$h_{f1} = \lambda \left(\frac{Lv^2}{2Dg} \right)$$

Keterangan :

- λ = koefisien gesek (tanpa satuan)
- v = kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)
- L = panjang pipa (m)
- D = diameter pipa (m)
- g = kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)

Angka koefisien gesekan λ dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

Keterangan :

- k = koefisien kekasaran pipa (lihat Tabel 2)

D = diameter dalam pipa

Tabel 1. Koefisien Kekasaran Pipa (Sularso dan Haruo Tahara, 2006)

Bahan	Koefisien kekasaran pipa (mm)
Baja : baru	0,01
lapisan plastik non poros	0,03
Besi tuang : baru	0,1 – 1,00
lapisan bitumen	0,03 – 0,10
lapisan semen	0,03 – 0,10
Polyethylene	0,03 – 0,10
Kuningan, tembaga	0,10
Aluminium baru	0,15 – 0,16
Beton : baru <i>centrifuge</i>	0,03
baru rata	0,20 – 0,50
tanah yang diolah	1,00 – 2,00
Semen asbes baru	0,03 – 0,10
Bahan dari batu/kaca	0,10 – 1,00

Head belokan (h_{f2})

$$h_{f2} = k \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Keterangan :

- k = koefisien kerugian pada belokan
- $k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] x \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$

Keterangan :

- v = kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)
- g = kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)
- R = jari-jari lengkung belokan (m)
- θ = sudut belokan pipa

$$R = \frac{D}{\tan \frac{\theta}{2}}$$

Head katup isap (h_{f3})

$$h_{f3} = f \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Keterangan :

- f = koefisien kerugian pada katup isap
- v = kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)
- g = kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)

Perhitungan presentase pengendapan dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$V_t = \frac{g \times d^2 \times (\rho_c - \rho_{air})}{18\eta}$$

Keterangan :

- V_t = kecepatan pengendapan (m/dtk)
- g = gaya gravitasi (m/dtk²)
- d = diameter partikel padatan (m)
- ρ_c = kerapatan partikel padatan (kg/m³)
- ρ_{air} = kerapatan air (kg/m³)
- η = viskositas air (kg/m.dtk)

Debit padatan yang terkandung dalam lumpur pada kolam pengendapan (Prodjosumarto, 1994):

$$Q_{solid} (Q_s) = Q_{air} \times \%TSS$$

Keterangan:

- Q_s = debit padatan (m³/detik)
- Q_{air} = debit air (m³/detik)
- $\%TSS$ = nilai *Total Suspended Solid* (%), ($1\% TSS=10.000 \text{ mg/liter}$)

Waktu yang dibutuhkan oleh partikel untuk mengendap adalah :

$$t_v = \frac{h}{v_t} \text{ (detik)}$$

Keterangan :

- t_v = waktu pengendapan partikel (menit)
- v_i = kecepatan pengendapan partikel (m/detik)
- h = kedalaman Saluran (m)

$$v_h = \frac{Q_{total}}{A}$$

Keterangan :

- v_h = kecepatan mendarat partikel (m/detik)
- Q_{total} = debit aliran yang masuk ke kolam pengendapan (m³/detik)
- A = luas permukaan saluran (m²)

Waktu yang dibutuhkan partikel untuk keluar dari kolam pengendapan dengan kecepatan v_h adalah :

$$t_h = \frac{P}{v_h} \text{ (detik)}$$

Keterangan :

- t_h = waktu yang dibutuhkan partikel keluar kolam pengendapan
- P = panjang kolam pengendapan
- v_h = kecepatan mendarat partikel (m/detik)

Dalam proses pengendapan ini partikel mampu mengendap dengan baik jika t_v tidak lebih besar dari t_h , sebab jika waktu yang diperlukan untuk mengendap lebih kecil dari waktu yang diperlukan untuk mengalir ke luar kolam atau dengan kata lain proses pengendapan lebih cepat dari aliran air maka proses pengendapan dapat terjadi.

Presentase pengendapan, yaitu :

$$\frac{\text{waktu yang dibutuhkan air keluar (th)}}{((\text{waktu yang dibutuhkan air keluar (th)} + \text{waktu pengendapan (tv)})} \times 100 \%$$

Perhitungan waktu pengerukan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Suripin, 2004) :

$$V_{padatan} = \text{debit padatan perhari} \times \text{persentase pengendapan}$$

$$T = \frac{\text{volume kolam pengendapan}}{\text{volume padatan}}$$

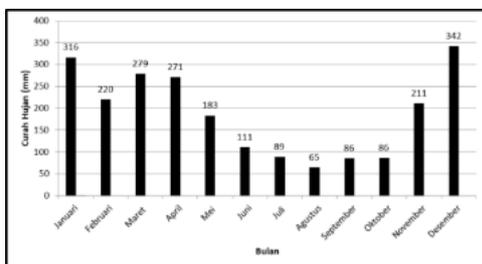
Keterangan :

- T = jadwal pengerukan (hari)

III. HASIL

3.1. Iklim dan Curah Hujan

Adapun grafik curah hujan rata-rata di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Curah Hujan Bulanan Rata-rata Tahun 2011-2020 di Lokasi Penelitian

3.2. Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana dapat dihitung dengan menggunakan metode *Gumbell*. Berdasarkan perhitungan didapatkan curah hujan harian rencana

sebesar 109 mm, dengan periode ulang hujan 5 tahun dan risiko hidrologi 89,26%

3.3. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan rumus *Mononobe*. Nilai t (durasi hujan) yang didapatkan dari rata-rata durasi hujan tahun 2011-2020 yaitu sebesar 4,34 jam. Setelah dilakukan pengolahan data dan dengan adanya data curah hujan rencana maka didapatkan intensitas curah hujan yaitu sebesar 14,17 mm/jam.

3.4. Daerah Tangkapan Hujan

Berdasarkan data, maka *pit* Agathis dibagi menjadi dua daerah tangkapan hujan dan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daerah Tangkapan Hujan

No	Daerah Tangkapan Hujan	Luas (Km ²)
1	DTH-I	0.96
2	DTH-II	0.51

3.5. Koefisien Limpasan

Daerah tangkapan hujan memiliki nilai koefisien limpasan yang berbeda. Hasil penentuan nilai koefisien air limpasan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Koefisien Air Limpasan

Daerah Tangkapan Hujan	Koefisien
DTH-I	0.70
DTH-II	0.46

3.6. Debit Air Limpasan

Parameter untuk menghitung debit air limpasan yaitu koefisien limpasan, luas daerah tangkapan hujan, dan intensitas curah hujan. Besarnya debit air limpasan dari masing - masing daerah tangkapan hujan pada *Pit* Agathis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Debit Air Limpasan Masing - Masing DTH

Daerah Tangkapan Hujan	C	Luas DTH (Km ²)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Debit Air Limpasan (m ³ /detik)	Debit Air Limpasan (m ³ /jam)
DTH-I	0.70	0.96	14.17	2.64	9494.17
DTH-II	0.46	0.51	14.17	0.93	3349.08

3.7. Saluran Terbuka dan Gorong-gorong

Pada lokasi penelitian terdapat tiga saluran terbuka yang digunakan untuk mengalirkan air serta terdapat tiga gorong – gorong yang digunakan untuk mengalirkan air dari saluran terbuka melintas jalan angkut.



Gambar 4. Kondisi Aktual Saluran Terbuka I



Gambar 5. Kondisi Aktual Saluran Terbuka II



Gambar 6. Kondisi Aktual Saluran Terbuka III

Jumlah gorong - gorong yang ada di lapangan dikaji agar mengetahui apakah kapasitas dari gorong - gorong di lapangan sudah mencukupi atau belum.



Gambar 7. Kondisi Aktual Gorong-gorong I



Gambar 8. Kondisi Aktual Gorong-gorong II



Gambar 9. Kondisi Aktual Gorong-gorong III

3.8. Ceruk

Berdasarkan data dari lokasi penelitian didapatkan volume ceruk sebesar 88.333 m³. Pada lokasi ceruk terdapat 1 pompa, yaitu Multiflo 420-EX dengan debit pompa aktual sebesar 848 m³/jam.



Gambar 10. Kondisi Aktual Ceruk di Pit Agathis

3.9. Pompa dan Pipa

Pompa yang digunakan adalah pompa Multiflo 420EX sebanyak 1 unit yang dipasang di ceruk Agathis dengan waktu pemompaan 20 jam/hari. Pompa yang dioperasikan pada ceruk *pit* Agathis memiliki debit aktual sebesar 848 m³/jam. Saat ini pompa diletakan pada elevasi - 9 mdpl (elevasi *inlet*) dan elevasi buang (*outlet*) pada elevasi 55 mdpl. Pada lokasi penelitian menggunakan pipa hisap dengan panjang 6 m dan total panjang pipa buangan sepanjang 1050 m.

3.10. Kolam Pengendapan

Pembuatan kolam pengendapan lumpur bertujuan untuk menampung air dari tambang yang mengandung material (lumpur) sebelum dialirkan ke perairan umum (sungai). TSS (*Total Suspended Solid*) dari data yang didapat pada PT Kalimantan Prima Persada *Jobsite* Rantau diperoleh TSS maksimal *outlet* kolam pengendapan adalah 1.980 mg/l.



Gambar 11. Kondisi Aktual Kolam Pengendapan

IV. PEMBAHASAN

4.1. Debit Air Tambang

Debit air tambang dapat dihitung berdasarkan curah hujan rencana, intensitas curah hujan dan luas daerah tangkapan hujan yang akan dibahas pada sub bab berikut ini :

4.1.1. Curah Hujan dan Intensitas Hujan

Data curah hujan harian diperoleh dari tahun 2011 hingga 2020. Curah hujan ditentukan dari data curah hujan maksimum selama 10 tahun sehingga didapatkan curah hujan rata-rata maksimum yaitu sebesar 88 mm, adapun nilai ambang batas pada lokasi penelitian yaitu sebesar 11,66 mm.

Curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan rumus dari persamaan *Gumbell* maka didapatkan curah hujan harian rencana 109 mm.

Setelah didapatkan nilai curah hujan rencana, maka intensitas curah hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Mononobe*, dimana rata - rata waktu hujan (durasi lamanya hujan) per hari sebesar

4,34 jam, didapatkan intensitas hujan 14,17 mm/jam.

4.1.2. Daerah Tangkapan Hujan

Daerah tangkapan hujan I merupakan daerah bukaan tambang. Keadaan daerah tangkapan hujan I berupa tanah gundul dan berdasarkan peta topografi memiliki kemiringan >20%. Daerah tangkapan hujan I koefisien limpasannya (c) adalah 0,7. Daerah tangkapan hujan II merupakan daerah di luar bukaan tambang berupa hutan dan berdasarkan peta topografi memiliki kemiringan >20 %. Daerah tangkapan hujan II koefisien limpasannya (c) adalah 0,46. Luas daerah tangkapan hujan masing – masing, daerah tangkapan hujan I seluas 0,96 km² dan daerah tangkapan hujan II seluas 0,51 km².

4.1.3. Sumber dan Debit Air Tambang

Sumber air tambang berasal dari air hujan yang langsung jatuh ke *area pit* Agathis. Debit total air yang masuk ke *pit* Agathis sebesar 2,64 m³/detik.

4.2. Kajian Sistem Penyaliran Tambang

Kajian sistem penyaliran tambang meliputi dimensi saluran terbuka serta gorong – gorong yang akan di bahas pada sub bab berikut ini :

4.2.1. Dimensi Saluran Terbuka

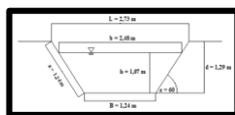
Bentuk dan dimensinya menggunakan kemiringan saluran 60° dan tinggi jagaan 20 % dari kedalaman aliran air. Hasil perhitungan dengan menggunakan rumus *Manning*.

4.2.1.1. Saluran Terbuka I

Saluran terbuka I terletak di daerah tangkapan hujan I. Debit yang masuk ke saluran terbuka I yaitu 2,64 m³/detik. Koefisien kekasaran *manning* yang digunakan adalah 0,0025.

Tabel 5. Perbandingan Dimensi Aktual dan Perhitungan Saluran Terbuka I

Dimensi	Aktual	Perhitungan
Kedalaman aliran (h)	0,78 m	1,07 m
Kedalaman saluran (d)	1,02 m	1,29 m
Lebar dasar saluran basah (B)	0,89 m	1,24 m
Lebar saluran terbuka (L)	1,81 m	2,73 m
Panjang sisi luar saluran (a)	1,12 m	1,24 m



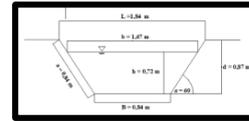
Gambar 12. Dimensi Saluran Terbuka I Hasil Perhitungan

4.2.1.2. Saluran Terbuka II

Saluran terbuka II terletak di daerah tangkapan hujan II. Debit yang masuk ke saluran terbuka II yaitu sebesar 0,93 m³/detik. Koefisien kekasaran *manning* yang digunakan adalah 0,0025.

Tabel 6. Perbandingan Dimensi Aktual dan Perhitungan Saluran Terbuka II

Dimensi	Aktual	Perhitungan
Kedalaman aliran (h)	0,43 m	0,72 m
Kedalaman saluran (d)	0,56 m	0,87 m
Lebar dasar saluran basah (B)	0,64 m	0,84 m
Lebar saluran terbuka (L)	1,14 m	1,84 m
Panjang sisi luar saluran (a)	0,68 m	0,84 m



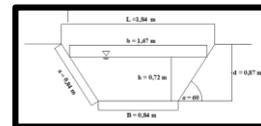
Gambar 13. Dimensi Saluran Terbuka II Hasil Perhitungan

4.2.1.3. Saluran Terbuka III

Saluran terbuka III terletak di daerah tangkapan hujan II. Debit yang masuk ke saluran terbuka III yaitu 0,93 m³/detik. Koefisien kekasaran *manning* yang digunakan adalah 0,0025.

Tabel 7. Perbandingan Dimensi Aktual dan Perhitungan Saluran Terbuka III

Dimensi	Aktual	Perhitungan
Kedalaman aliran (h)	1,05 m	0,72 m
Kedalaman saluran (d)	1,32 m	0,87 m
Lebar dasar saluran basah (B)	1,25 m	0,84 m
Lebar saluran terbuka (L)	2,20 m	1,84 m
Panjang sisi luar saluran (a)	1,15 m	0,84 m



Gambar 14. Dimensi Saluran Terbuka III Hasil Perhitungan

4.2.2. Gorong – Gorong

Pada lokasi penelitian terdapat 3 gorong – gorong yang digunakan untuk mengalirkan air limpasan melintasi jalan angkut.

4.2.2.1. Gorong – Gorong I

Gorong-gorong I terdapat di bagian saluran terbuka II yang berlokasi di daerah tangkapan hujan II. Debit air yang masuk ke dalam gorong-gorong I adalah sebesar 0,93 m³/detik. Gorong-gorong menggunakan bahan dari besi, sehingga koefisien yang digunakan yaitu 0,017.

Kondisi gorong – gorong I masih cukup layak dan jumlah gorong-gorong yang ada pada gorong-gorong I sudah memenuhi sesuai dengan perhitungan, sehingga tidak perlu dilakukan penambahan gorong-gorong.

Tabel 8. Dimensi Gorong – Gorong I Aktual dan Hasil Perhitungan

Dimensi Gorong - Gorong	Gorong – Gorong I	
	Aktual	Perhitungan
Diameter	0,80 m	0,50
Jumlah	1 batang (0,80 m)	1 batang (0,80 m)

4.2.2.2. Gorong – gorong II

Gorong-gorong II merupakan gorong-gorong yang berada di daerah tangkapan hujan II. Debit air yang masuk ke dalam gorong-gorong II adalah sebesar 4,50 m³/detik. Gorong-gorong menggunakan bahan dari besi, sehingga koefisien yang digunakan yaitu 0,017.

Kondisi gorong – gorong II masih cukup layak untuk mengalirkan air dan jumlah gorong-gorong yang ada pada gorong-gorong II sudah memenuhi sesuai

dengan perhitungan, sehingga tidak perlu dilakukan penambahan gorong-gorong.

Tabel 9. Dimensi Gorong – Gorong II Aktual dan Hasil Perhitungan

Dimensi Gorong - Gorong	Gorong – Gorong II	
	Aktual	Perhitungan
Diameter	0,80 m	0,91 m
Jumlah	2 batang (0,80 m)	2 batang (0,80 m)

4.2.2.3. Gorong – gorong III

Gorong-gorong III terdapat di bagian saluran terbuka III yang berlokasi di daerah tangkapan hujan II.. Debit air yang masuk ke dalam gorong-gorong III adalah sebesar 0,93 m³/detik. Gorong-gorong menggunakan bahan dari besi, sehingga koefisien yang digunakan yaitu 0,017.

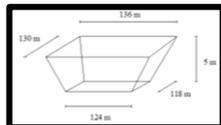
Kondisi gorong – gorong III masih cukup layak dan jumlah gorong-gorong yang ada pada gorong-gorong III sudah memenuhi sesuai dengan perhitungan, sehingga tidak perlu dilakukan penambahan gorong-gorong.

Tabel 10. Dimensi Gorong – Gorong III Aktual dan Hasil Perhitungan

Dimensi Gorong - Gorong	Gorong – Gorong III	
	Aktual	Perhitungan
Diameter	0,80 m	0,50
Jumlah	1 batang (0,80 m)	1 batang (0,80 m)

4.3. Kajian Volume Ceruk

Dari perhitungan dengan kondisi peningkatan rpm serta debit air yang dipompa maka didapatkan volume ceruk sebesar 77.000 m³. Volume ceruk ini tidak bergantung pada pompa, sehingga apabila pompa tidak dapat digunakan ceruk masih dapat menampung air limpasan yang masuk.



Gambar 15. Bentuk dan Dimensi Ceruk

4.4. Kajian Sistem Pemompaan

Pompa yang digunakan pada adalah Multiflo 420 EX dengan pengoperasian selama 20 jam/hari.

4.4.1. Perbandingan Kapasitas Pompa Spesifikasi dan Aktual

Kapasitas pompa aktual didapat dari PT Kalimantan Prima Persada yaitu 236 L/s.

Tabel 11. Perbandingan Kapasitas Pompa dan Head Spesifikasi dan Aktual

Pompa	Kapasitas Pompa Spesifikasi (L/s)	Kapasitas Pompa Aktual (L/s)	Head Spesifikasi (m)	Head Aktual (m)
Multiflo 420 EX	440	236	220	83,65

4.4.2. Perhitungan Julang Pompa

Air pemompaan akan mengalir menggunakan pipa hisap dengan panjang 6 m kemudian keluar melalui pipa buangan HDPE (diameter dalam 355 mm) dengan panjang 1.050 m pada ceruk ke kolam pengendapan. Sehingga didapatkan head pompa sebagai berikut :

1. Pompa Multiflo 420-EX

- a. Head Statis : 64 m
- b. Head Kecepatan : 0,29 m
- c. Head Gesekan : 18,35 m
- d. Head Katup Isap : 0,51 m

Head total untuk pompa Multiflo 420-EX sebesar 83,65 m.

4.4.3. Analisis Kebutuhan Pompa di Ceruk Agathis Berdasarkan data dari lokasi penelitian, debit yang dipompa sebesar 236 L/s atau 848 m³/s dengan rpm sebesar 1180. Dari hasil perhitungan, debit pompa masih dapat ditingkatkan dengan meningkatkan rpm menjadi 1200. Peningkatan rpm tersebut membuat debit yang di pompa menjadi 250 L/s atau 900 m³/s..

Tabel 12. Perbandingan Kapasitas Pompa Aktual dan Perhitungan

Pompa	Kapasitas Pompa Aktual (L/s)	Kapasitas Pompa Perhitungan (L/s)	rpm Aktual	rpm Perhitungan	Effisiensi Pompa (%)
Multiflo 420 EX	236	250	1180	1200	70

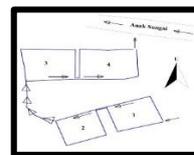
4.5. Kajian Kolam Pengendapan

Penentuan lama pengerukan kolam pengendapan didasarkan atas kecepatan pengendapan vertikal material dalam kolam pengendapan, debit keluaran pipa dan volume lumpur yang masuk. Prinsip pendendapan hanya memperkecil kecepatan horizontal, sehingga material yang tersuspensi mendapat kesempatan untuk mengendap.

Pada lokasi kolam pengendapan pit Agathis terdapat 4 kompartemen. Dimensi kompartemen kolam pengendapan yang terdapat pada pit Agathis dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Dimensi Kolam Pengendapan

Kompartemen Kolam	Panjang Atas (m)	Kedalaman (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)
Kolam 1	58	4	1971	7884
Kolam 2	68	4	2016	8064
Kolam 3	63	4	2712	10848
Kolam 4	71	4	2720	10880
Total			9419	37676



Gambar 16. Kolam Pengendapan

Dari hasil perhitungan Q_{solid} yang didapatkan dari kolam pengendapan pit Agathis yaitu 1,32 % dengan debit total yang masuk adalah sebesar 6,67 m³/detik, sehingga rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan pengendapan adalah dengan menggunakan hukum stokes.

Berdasarkan Tabel 13. luas kolam pengendapan pada lokasi penelitian sebesar 9419 m² sedangkan dari hasil perhitungan luas kolam pengendapan yang dibutuhkan sebesar 2431,64 m². Sehingga kolam pengendapan aktual masih mampu menampung air yang masuk ke dalam kolam pengendapan serta

mampu mengendapkan partikel padatan yang masuk ke dalam kolam pengendapan.

1. Kompartemen Kolam 1

Kompartemen 1 didapatkan kecepatan pengendapan material sebesar 0,00274 m/detik, waktu yang dibutuhkan material untuk mengendap (t_v) adalah 24,30 menit, sedangkan waktu yang dibutuhkan material suspensi dan air ke luar dari kolam pengendapan sebesar (t_h) = 286 menit, maka material suspensi yang terendapkan mencapai 92,16 % dan padatan yang berhasil diendapkan dalam waktu sehari adalah 190,16 m³/hari.

Dari hasil perhitungan dimensi kolam pengendapan, kolam akan penuh dengan endapan adalah selama 42 hari. Sehingga pengerukan kolam pengendapan lumpur dapat dilakukan setiap 42 hari sekali.

2. Kompartemen Kolam 2

Kompartemen 2 didapatkan kecepatan pengendapan material sebesar 0,00274 m/detik, waktu yang dibutuhkan material untuk mengendap (t_v) adalah 24,30 menit, sedangkan waktu yang dibutuhkan material suspensi dan air ke luar dari kolam pengendapan sebesar (t_h) = 343 menit, maka material suspensi yang terendapkan mencapai 93,37 % dan padatan yang berhasil diendapkan dalam waktu sehari adalah 192,67 m³/hari.

Dari hasil perhitungan dimensi kolam pengendapan, kolam akan penuh dengan endapan adalah selama 42 hari. Sehingga pengerukan kolam pengendapan lumpur dapat dilakukan setiap 42 hari sekali.

3. Kompartemen Kolam 3

Kompartemen 3 didapatkan kecepatan pengendapan material sebesar 0,00274 m/detik, waktu yang dibutuhkan material untuk mengendap (t_v) adalah 24,30 menit, sedangkan waktu yang dibutuhkan material suspensi dan air ke luar dari kolam pengendapan sebesar (t_h) = 427 menit, maka material suspensi yang terendapkan mencapai 94,61 % dan padatan yang berhasil diendapkan dalam waktu sehari adalah 195,23 m³/hari.

Dari hasil perhitungan dimensi kolam pengendapan, kolam akan penuh dengan endapan adalah selama 56 hari. Sehingga pengerukan kolam pengendapan lumpur dapat dilakukan setiap 56 hari sekali.

4. Kompartemen Kolam 4

Kompartemen 4 didapatkan kecepatan pengendapan material sebesar 0,00274 m/detik, waktu yang dibutuhkan material untuk mengendap (t_v) adalah 24,30 menit, sedangkan waktu yang dibutuhkan material suspensi dan air ke luar dari kolam pengendapan sebesar (t_h) = 483 menit, maka material suspensi yang terendapkan mencapai 95,20 % dan padatan yang berhasil diendapkan dalam waktu sehari adalah 196,45 m³/hari.

Dari hasil perhitungan dimensi kolam pengendapan, kolam akan penuh dengan endapan adalah selama 56

hari. Sehingga pengerukan kolam pengendapan lumpur dapat dilakukan setiap 56 hari sekali.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UPN “Veteran” Yogyakarta dan PT Kalimantan Prima Persada karena telah mendukung penyelesaian penelitian ini.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Data curah hujan yang digunakan adalah dari tahun 2011 – 2020. Diperoleh curah hujan rata – rata harian maksimum sebesar 88 mm dengan curah hujan harian rencana sebesar 109 mm, intensitas curah hujan sebesar 14,17 mm/jam dengan nilai ambang batas sebesar 11,66 mm yang termasuk dalam kategori hujan lebat.
2. Terdapat dua dari tiga saluran terbuka yang perlu diperbaiki. Rekomendasi dimensi yang direkomendasikan sebagai berikut :
 - a. Saluran terbuka I :
 $d = 0,78$ m; $h = 1,02$ m; $b = 0,89$ m; $L = 1,81$ m; $a = 1,12$ m menjadi
 $d = 1,07$ m; $h = 1,29$ m; $b = 1,24$ m; $L = 2,73$ m; $a = 1,24$ m.
 - b. Saluran terbuka II :
 $d = 0,43$ m; $h = 0,56$ m; $b = 0,64$ m; $L = 1,14$ m; $a = 0,68$ m menjadi
 $d = 0,72$ m; $h = 0,87$ m; $b = 0,84$ m; $L = 1,84$ m; $a = 0,84$ m.
3. Volume perhitungan ceruk *pit* Agathis sebesar 77.000 m³, dengan rekomendasi dimensi ceruk :

Panjang permukaan ceruk	= 136 m
Lebar permukaan ceruk	= 130 m
Panjang dasar ceruk	= 124 m
Lebar dasar ceruk	= 118 m
Kedalaman	= 5 m
4. Jumlah pompa pada *pit* Agathis sebanyak 1 pompa, yaitu Multiflo 420-EX yang memiliki debit pemompaan aktual sebesar 848 m³/detik masih dapat ditingkatkan menjadi 900 m³/detik dengan pengoperasian pompa 20 jam/hari dan perhitungan kerja pompa sudah mencapai efisiensi maksimal.
5. Kolam Pengendapan terdiri dari 4 kompartemen sudah memenuhi kapasitas yang dibutuhkan. Sementara waktu pengerukan yang dibutuhkan untuk kompartemen kolam 1 adalah 42 hari, kolam 2 adalah 42 hari, kolam 3 adalah 56 hari dan kolam 4 adalah 56 hari.

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Asdak. (2004). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
2. Awang, S. (2004). *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*. Bandung: Universitas Islam Bandung.

3. Triatmodjo, B. (2009). *Hidrogeologi Terapan*, Yogyakarta: Beta Offset.
4. Gautama, R, S. (1999). *Diktat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: FIKTM ITB.
5. Heryanto, R. (2010), *Geologi Cekungan Barito Kalimantan*. Bandung: Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
6. Sikumbang dan Heryanto R. (1994). *Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Skala 1 : 250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
7. Prodjosumarto, P. (1994). *Rancangan Kolam Pengendapan Sebagai Perlengkapan Sistem Penirisan Tambang*, Bandung.
8. Powers, J, P. (1992). *Contruccion Dewatering*. New York: John Wiley & Sons Inc.
9. Sosrodarsono, Suyono dan Kensuke Takeda. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
10. Sularso dan Haruo Tahara. (2006). *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.
11. Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : ANDI Offset.
12. _____, PT Kalimantan Prima Persada, 2021. Curah Hujan Tahunan Tahun 2011 – 2020, *Engineering Department*.
13. _____, PT Kalimantan Prima Persada, 2021. Dokumen *Mine Plan*, *Engineering Department*.
14. _____, PT Kalimantan Prima Persada. 2021. Dokumen *Survey*, *Engineering Department*.