

RANCANGAN TEKNIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG PADA PENAMBANGAN BATUGAMPING DI UP. PARNO, DESA KARANGASEM, KECAMATAN PONJONG, KABUPATEN GUNUNGKIDUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Raditya Mahardhika^{1*}, Hartono², Inmarlinianto³

^{1*), 2), 3)}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta,
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

*Penulis Korespondensi: mahardhikaradit@gmail.com

Received : Juli 2022; Accepted: Agustus 2022; Published : November 2022

ABSTRACT

UP. Parno is a limestone mining company operating in Karangasem Village, Ponjong District, Gunungkidul Regency. UP. Parno has an IUP with an area of 5.7 hectares by implementing an open mining system (surface mining) with the quarry method. Surface mining affects the surface due to climate. When it rains, the falling rainwater can pool in the mining area and around the lower mining openings. If it is dry, no rainwater enters the mining area. Thus, an adequate mine drainage system design is needed. Water discharge is the main thing to determine a good mine drainage system design. Based on the results of the calculation of rainfall data from 2011 to 2020, it is known that the planned rainfall is 101.70 mm/day, and the rainfall intensity is 43.77 mm/hour with a five-year return period of rain. The purpose of making an open channel is to drain rainwater that enters the mining area and drain runoff so that the mine road does not stagnate. The designed open channel has dimensions of $b = 1.50$ m; $B = 1.00$ m; $d = 0.60$ m; $h = 0.50$ m; $a = 0.60$ m. Culverts function to drain water from open channels that cut off haul roads. The culverts required are made of smooth cement surface, with a diameter of 0.35 m. The water flowing by the open channel will go to the settling pond to be purified first before flowing into the river around the mining area. The settling pond is designed to consist of three compartments with an area of 264 m² each and 666 m³ volume. Dredging of sediment in settling ponds must be carried out every 10 months and 13 days.

Keywords: *Rainfall analysis, rain catchment area, open channel, settling pond.*

ABSTRAK

UP. Parno adalah salah satu perusahaan pertambangan batugamping yang beroperasi di Desa Karangasem, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul. UP. Parno memiliki IUP dengan luas wilayah sebesar 5,7 Ha dengan menerapkan sistem penambangan terbuka (*surface mining*) dengan metode *quarry*. *Surface mining* berdampak pada permukaan kerja yang dipengaruhi oleh iklim. Apabila hujan, maka air hujan yang jatuh dapat menggenang di area penambangan dan sekeliling bukaan tambang yang letaknya lebih rendah. Jika kemarau, maka tidak adanya air hujan yang masuk ke area penambangan. Hal tersebut melatarbelakangi perlunya rancangan sistem penyaliran tambang yang memadai agar air tambang tidak mengganggu kegiatan penambangan. Debit air merupakan hal utama untuk menentukan rancangan sistem penyaliran tambang yang baik. Berdasarkan hasil perhitungan data curah hujan dari tahun 2011 hingga 2020, diketahui curah hujan rencana 101,70 mm/hari, intensitas curah hujan 43,77 mm/jam dengan periode ulang hujan lima tahun. Pembuatan saluran terbuka bertujuan untuk mengalirkan air hujan yang masuk ke area penambangan dan mengalirkan air limpasan agar jalan tambang tidak menggenang. Saluran terbuka yang dirancang berdimensi $b = 1,50$ m; $B = 1,00$ m; $d = 0,60$ m; $h = 0,50$ m; $a = 0,60$ m. Gorong-gorong berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran terbuka yang memotong jalan angkut. Gorong - gorong yang dibutuhkan terbuat dari permukaan semen halus, dengan diameter 0,35 m. Air yang dialirkan oleh saluran terbuka akan menuju kolam pengendapan untuk dijernihkan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sungai sekitar area penambangan. Kolam pengendapan dirancang terdiri dari tiga (3) kompartmen dengan luas 264 m² dan volume 666 m³. Pembersihan (pengerukan) endapan di kolam pengendapan harus dilakukan setiap 10 bulan 13 hari sekali.

Kata Kunci: Analisis curah hujan, Daerah tangkapan hujan, Saluran terbuka, Kolam pengendapan.

PENDAHULUAN

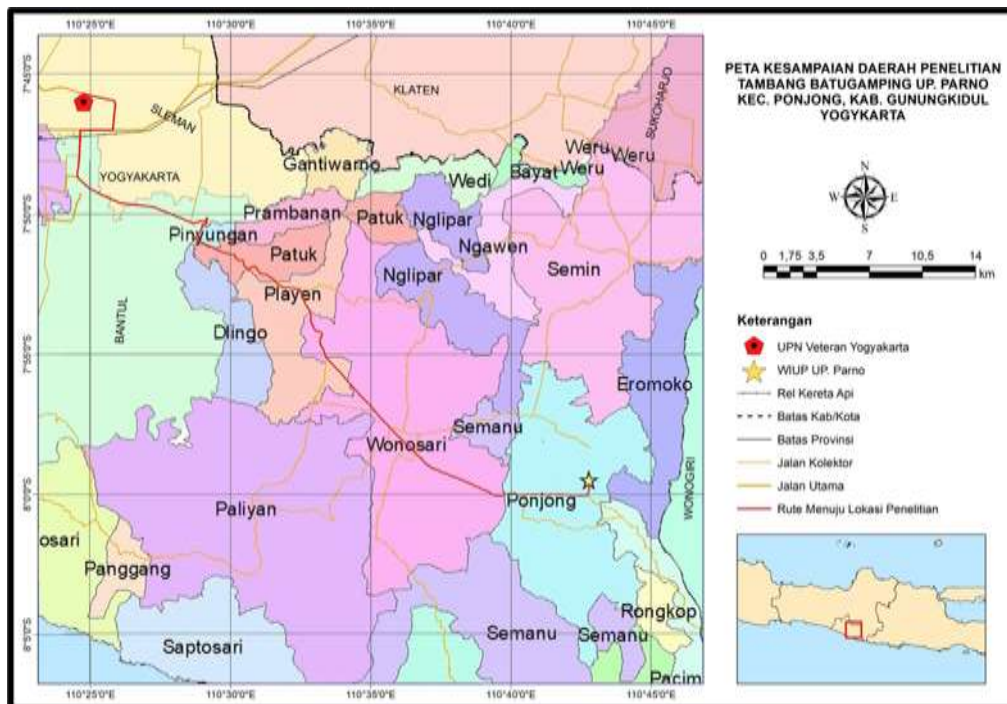
UP. Parno merupakan salah satu perusahaan penambangan batugamping yang beroperasi di wilayah Desa Karangasem, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sistem Penambangan yang diterapkan oleh UP. Parno adalah tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *quarry*. Sistem tambang terbuka sangat dipengaruhi oleh cuaca setempat, terutama air hujan yang masuk ke bukaan tambang berpotensi mengganggu aktifitas penambangan dan mobilitas peralatan tambang.

Kondisi ini mengakibatkan permukaan kerja dipengaruhi oleh iklim, artinya pada saat hujan maka air hujan yang jatuh dapat menggenang di area penambangan dan mengalir ke jalan tambang serta ke sekeliling bukaan tambang yang letaknya lebih rendah. Pada musim hujan kondisi jalan dan lantai jenjang penambangan pada beberapa titik tergenang air. Hal ini disebabkan oleh air hujan dan air limpasan yang masuk kedalam *front* penambangan tidak teralirkan dengan baik. Adapun permasalahan yang ada di daerah penelitian yaitu belum adanya rancangan saluran terbuka dan rancangan kolam pendendapan untuk menampung air limpasan agar tidak terganggunya kegiatan penambangan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung debit air yang

masuk ke area tambang dan merancang saluran terbuka, kolam pengendapan yang ada dilokasi penelitian. Dari permasalahan di atas, maka diperlukan analisis *mine dewatering system* dengan menganalisis aspek-aspek penyaliran yang menyebabkan terganggunya aktifitas penambangan sehingga masalah tersebut dapat ditangani dengan baik walaupun datang hujan dengan intensitas yang tinggi dimasa yang akan datang.

Tinjauan Geologi

Daerah penelitian merupakan daerah perbukitan dimana terdapat batugamping yang akan ditambang. Sebagian besar bukit yang terdapat di lokasi sekitar penambangan mempunyai bentuk kerucut dengan ketinggian antara 420–460 mdpl. Terdapat beberapa sungai di atas tanah, akan tetapi sungai tersebut mengalami kekeringan pada musim kemarau. tanah di daerah penelitian berkisar antara 60-120 meter di bawah permukaan tanah. Vegetasi di daerah penelitian didominasi oleh tanaman palawija dan rumput gajah yang dapat tumbuh dengan intensitas tanah yang sedikit dan didaerah yang relatif kering. Jenis tanah pada daerah penelitian adalah tanah mediteran yang merupakan hasil dari pelapukan batugamping.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

Jenis tanah mediteran merupakan jenis tanah yang umumnya memiliki solum yang dalam, reaksi tanahnya asam lemah sampai netral, sehingga membuat tanah ini bukan merupakan tanah yang sangat subur. Warna tanah ini berkisar antara merah sampai kecoklatan. Tebal top soil di daerah penelitian sangat kecil yang berkisar antara 0,25

sampai 1 meter karena pengaruh topografi yang menyebabkan tingkat erosi yang tinggi.

Stratigrafi batuan di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi dua macam satuan batuan, yaitu satuan batugamping keras (klastik dan kristalin) dan satuan batugamping lunak (bioklastik). Satuan batuan ini diperkirakan termasuk dalam Formasi

Wonosari yang berumur Miosen Tengah-Miosen Akhir. Batugamping klastik merupakan batugamping keras, mempunyai penyebaran yang paling luas membentuk bukit-bukit kecil yang tidak beraturan dan permukaannya kasar. Batugamping ini merupakan batugamping yang terendapkan secara sekunder dengan ciri kenampakan berlapis-lapis. Tebal setiap lapisan berkisar antara beberapa sentimeter hingga

Puluhan meter sehingga sekilas tampak seperti berstruktur pejal atau tidak berlapis. Di dalam suatu kompleks terumbu, kemungkinan terdapat batugamping non-klastik yang tersingkap bersama-sama dengan batugamping klastik. Batugamping kristalin terbentuk dari hasil rekristalisasi batugamping klastik, batugamping terumbu, atau batugamping afanitik, dan tidak terbentuk secara langsung dari pengendapan. Proses pembentukan batugamping kristalin terjadi pada saat diagenesis yang disebut *neomorphoisme*.

Batugamping bioklastik merupakan batugamping lunak. Batugamping ini terdiri dari batugamping nonklastik yang membentuk bukit-bukit kecil dengan permukaan yang relatif halus. Batugamping lunak secara umum terdapat di bagian bawah batugamping kristalin. Batugamping ini merupakan batugamping bioklastik yang secara megaskopis berwarna putih sampai kekuningan, terdiri dari cangkang-cangkang fosil moluska, koral, dan foraminifera, berbutir sedang, *porous* dan lunak.

METODE PENELITIAN

Sistem penyaliran tambang berguna untuk mencegah, mengeringkan, atau mengalirkan air yang masuk ke bukaan tambang yang mengganggu aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan terutama pada musim hujan, serta untuk memperlambat kerusakan alat, sehingga alat-alat mekanis yang digunakan pada daerah tersebut mempunyai umur yang lama. Selain itu, sistem penyaliran tambang dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menjaga agar tidak ada genangan air pada *front* penambangan sehingga tidak mengganggu proses penambangan. Curah hujan merupakan salah satu faktor penting dalam sistem penyaliran, karena besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi besar kecilnya debit air tambang yang harus diatasi. Besar curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada area tertentu, oleh karena itu besarnya curah hujan dinyatakan dalam meter kubik per satuan luas, secara umum dinyatakan dalam tinggi air (mm).

Pengolahan data curah hujan dilakukan untuk mendapatkan curah hujan rencana yang siap pakai. Pengolahan data curah hujan dapat dilakukan dengan beberapa cara, dan dalam penelitian ini curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan teori distribusi *Gumbell*, yaitu suatu metode yang didasarkan atas distribusi normal (distribusi harga ekstrim). *Gumbell* beranggapan bahwa distribusi variabel-variabel hidrologis tidak terbatas, sehingga

harus digunakan distribusi dari harga-harga yang terbesar (harga maksimal).

Penentuan curah hujan rencana dengan teori distribusi *Gumbell* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$X_t = \bar{X} + k \cdot SD \quad (1)$$

$$k = (Y_r - Y_n) / S_n \quad (2)$$

Di mana X_t adalah Hujan harian rencana maksimum (mm/hari) dengan periode ulang hujan (PUH) tertentu, \bar{X} adalah Curah hujan rata-rata (mm), k adalah *Reduced variate factor*, SD adalah Standar deviasi, S_n adalah Standar deviasi dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n). Y_t adalah Nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada PUH, Y_n adalah Nilai rata-rata dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n).

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu yang relatif singkat, biasanya satuan yang digunakan adalah mm/jam. Penentuan intensitas curah hujan menggunakan rumus *Mononobe*, karena data yang tersedia adalah data curah hujan harian. Perhitungan intensitas curah hujan satu jam dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Di mana I adalah Intensitas curah hujan (mm/jam), R_{24} adalah Curah hujan maksimum (mm), t adalah Lamanya waktu hujan (jam).

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau, dan laut. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan atau faktor lain misalnya kelerengan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah, serta vegetasi. Perhitungan jumlah (debit) air limpasan permukaan dari suatu daerah dapat menggunakan rumus rasional sebagai berikut:

$$Q_{maks} = 0,278 \times C \times I \times A \quad (4)$$

Di mana Q_{maks} adalah Debit air limpasan (m³/detik), C adalah Koefisien limpasan, I adalah Intensitas curah hujan (mm/jam), A adalah Luas daerah tangkapan hujan (km²).

Koefisien air limpasan (C) yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DTH. Nilai C berkisar antara 0 sampai 1. Nilai $C=0$ menunjukkan bahwa semua air hujan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai $C=1$

menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan. Koefisien air limpasan tiap-tiap daerah berbeda, dalam penentuan koefisien air limpasan faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah kondisi topografi, kondisi tanah dan kondisi vegetasi.

Tabel 1. Nilai Koefisien Limpasan (Suyono, 2004)

| Koefisien aliran (C) = Ct + Cs + Cv | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|------|---------------|------|
| Koefisien Topografi (Ct) | Koefisien Tanah (Cs) | Koefisien Vegetasi (Cv) | | | |
| Datar (<1%) | 0,03 | Pasir dan gravel | 0,04 | Hutan | 0,04 |
| Bergelombang (1-10%) | 0,08 | Lempung berpasir | 0,08 | Pertanian | 0,11 |
| Perbukitan (10-20%) | 0,16 | Lempung dan lanau | 0,16 | Padang rumput | 0,21 |
| Pegunungan (>20%) | 0,26 | Lapisan batu | 0,26 | Tanpa tanaman | 0,28 |

Saluran Terbuka berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air ke tempat pengumpulan (kolam penampungan atau saluran) atau tempat lain. Bentuk saluran terbuka, umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material serta kemudahan dalam pembuatannya. Sumber air utama pada tambang terbuka adalah air hujan, walaupun kadang kontribusi air tanah juga tidak dapat diabaikan dalam menentukan debit air. Penentuan debit aliran pada saluran terbuka dihitung menggunakan rumus Manning, yaitu:

$$Q_{maks} = \frac{1}{n} \times s^{1/2} \times R^{2/3} \times A \quad (5)$$

Di mana Q_{maks} adalah Debit air yang akan dialirkan (m^3/s), N adalah Koefisien kekasaran dinding saluran menurut Manning, S adalah Kemiringan dasar saluran terbuka (%), R adalah Jari-jari hidrolis (m), A adalah Luas penampang basah saluran (m^2).

Kolam pengendapan adalah kolam yang dibuat untuk menampung dan mengendapkan air limpasan yang berasal dari daerah penambangan yang berpotensi mengakibatkan air keruh, yang nantinya air tersebut akan dibuang menuju ke tempat penampungan air umum seperti sungai, maupun danau. Kecepatan pengendapan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V_t = g \times D^2 \cdot (\rho_p - \rho_a) / 18 \times \nu \quad (6)$$

Di mana V_t adalah Kecepatan pengendapan partikel (m/detik), g adalah Percepatan gravitasi (m/detik²), ρ_p adalah Berat jenis partikel padatan (kg/m³), ρ_a adalah Berat jenis air (kg/m³), ν adalah Kekentalan dinamik air (kg/m.detik), D adalah Diameter partikel padatan (m)

Debit padatan yang terkandung dalam lumpur pada kolam pengendapan:

$$Q_{solid} = Q_{air} \times \%TSS \quad (7)$$

Di mana Q_{solid} adalah Debit padatan ($m^3/detik$), Q_{air} adalah Debit air ($m^3/detik$), $\%TSS$ adalah Nilai Total *Suspended Solid* (%), ($1\%TSS=10.000$ mg/liter)

Waktu yang dibutuhkan oleh partikel untuk mengendap adalah:

$$t_v = h/v \text{ (detik)} \quad (8)$$

Di mana t_v adalah waktu pengendapan partikel (menit), v adalah Kecepatan pengendapan partikel (m/detik), h adalah Kedalaman Saluran (m).

$$v_h = Q_{total} / A \quad (9)$$

Di mana V_h adalah Kecepatan aliran partikel secara horizontal (m/detik), Q_{total} adalah Debit aliran yang masuk ke kolam pengendapan ($m^3/detik$), A adalah Luas permukaan saluran (m^2).

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

$$t_h = l / v_h \text{ (detik)} \quad (10)$$

Di mana L adalah Panjang kolam pengendapan

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: $\% \text{pengendapan} = \text{waktu yang dibutuhkan air keluar} / (\text{waktu yang dibutuhkan air keluar} + \text{waktu pengendapan}) \times 100\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada daerah penelitian, dilakukan penambangan batugamping dengan sistem tambang terbuka (*Surface Mining*) metode kuari (*Quary*), oleh karena itu aliran air tambang yang ada pada bukaan tambang maupun aliran air limpasan yang mengalir menuju bukaan tambang akan terus mengalir secara alami menuju titik paling rendah yaitu sungai. Aliran air yang mengalir secara alami pada bukaan tambang membuat kurang dibutuhkannya pompa untuk mengalirkan aliran air, oleh karena itu dibutuhkan saluran terbuka untuk menampung air limpasan serta mengarahkan aliran air menuju kolam pengendapan untuk memisahkan

partikel-partikel padatan yang dibawa oleh aliran air tambang sebelum dialirkan menuju sungai.

Saat ini, kondisi penyaliran di daerah penelitian belum adanya saluran terbuka di lokasi penelitian mengakibatkan air tambang mengalir dan menggenang tidak beraturan pada jalan tambang sehingga mengganggu kegiatan pengangkutan. Keberadaan kolam pengendapan di lokasi penelitian untuk mengendapkan partikel-partikel padatan sebelum dialirkan ke sungai juga belum tersedia dilokasi penambangan sehingga air tambang langsung dialirkan menuju ke sungai tanpa dilakukan pemisahan terlebih dahulu terhadap

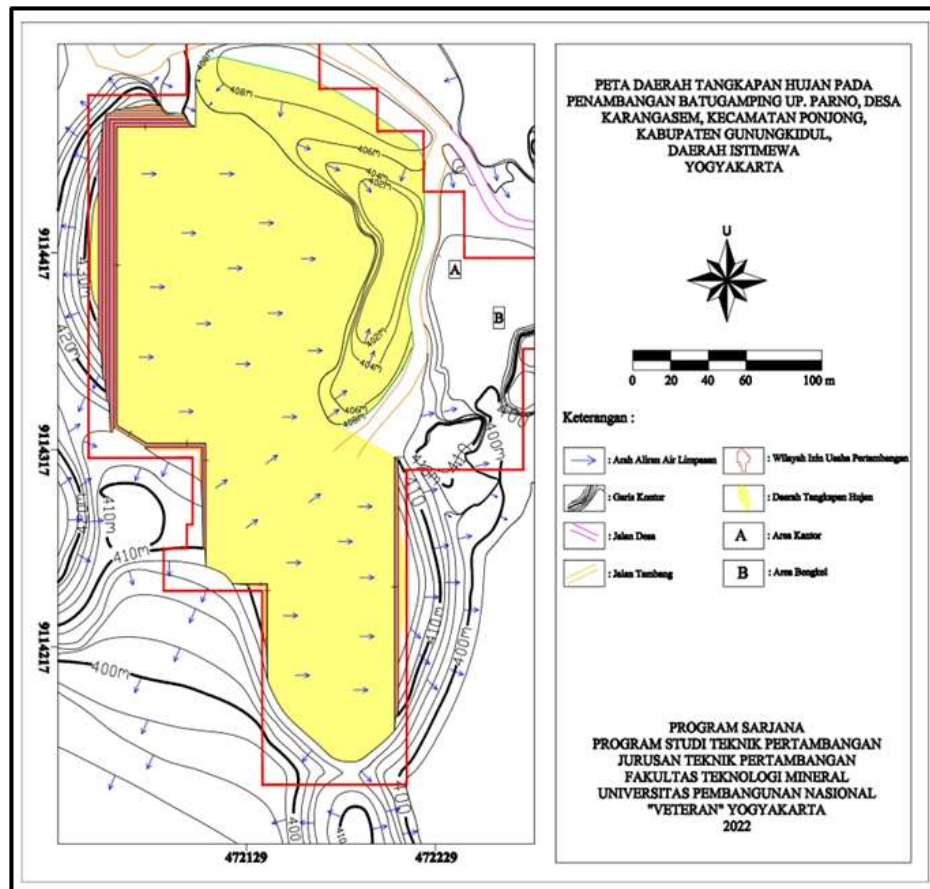
Parameter Rancangan Sistem Penyaliran Tambang

Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan pada peta rancangan penambangan tahun 2021. Pengamatan pada peta tersebut dimaksudkan untuk mengetahui arah aliran yang dapat membentuk daerah tangkapan hujan yang mengalir ke arah bukaan tambang. Dalam menentukan luas daerah tangkapan hujan dilakukan dengan cara menarik garis dari titik-titik tertinggi di sekeliling bukaan tambang hingga membentuk poligon tertutup, namun tetap memperhatikan arah aliran air limpasan yang menuju ke bukaan tambang.

partikel-partikel padatan yang terbawa bersama aliran air tambang.

Intensitas curah hujan merupakan salah satu parameter untuk menghitung debit air limpasan. Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan menggunakan beberapa rumus salah satunya yaitu rumus *Mononobe* karena data yang tersedia di daerah penelitian yaitu data curah hujan harian. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan curah hujan rencana pada periode ulang hujan 5 tahun sebesar 126,24 mm/hari. Hasil dari perhitungan diketahui intensitas curah hujannya sebesar 43,77 mm/jam dengan nilai $t = 1$ jam.

Hasil penentuan daerah tangkapan hujan didapatkan 1 luas daerah tangkapan hujan yang dapat berpengaruh di area penambangan. Luas daerah tangkapan hujan (DTH) pada penambangan UP. Parno sebesar 0,0412 km². Selain intensitas hujan dan luas daerah tangkapan hujan, koefisien air limpasan juga diperlukan untuk menghitung debit air limpasan. Koefisien limpasan merupakan bilangan yang menunjukkan besarnya limpasan permukaan dengan besarnya curah hujan. Hasil penentuan nilai koefisien air limpasan pada penambangan UP. Parno sebesar 0,48.



Gambar 2. Peta Daerah Tangkapan Hujan pada Tambang Batugamping

Sumber air tambang di daerah penelitian berasal dari air hujan yang langsung masuk ke *front*

penambangan dan air limpasan yang mengalir melalui daerah tangkapan hujan. Debit air limpasan

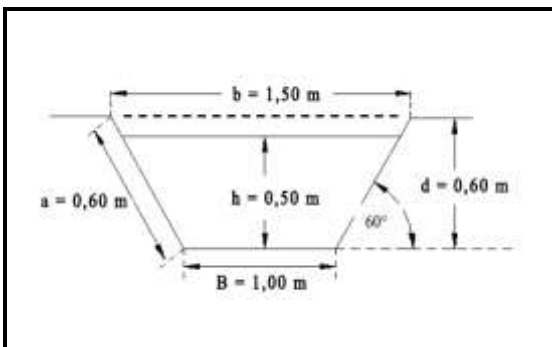
dihitung dengan menggunakan rumus *Rasional*. Parameter untuk menghitung debit air limpasan yaitu intensitas curah hujan, koefisien limpasan, dan luas daerah tangkapan hujan. Besarnya debit air tambang yang masuk ke dalam lokasi tambang adalah 0,245 m³/detik.

Rancangan Sistem Penyaliran Tambang

bentuk trapesium dengan sudut 60°. Penentuan lokasi saluran terbuka berdasarkan peta rancangan penambangan tahun terakhir. Saluran terbuka diletakkan disekitar daerah penambangan, kemudian dialirkan menuju kolam pengendapan melewati jalan tambang. Dimensi saluran terbuka dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Manning*.

Berikut dimensi saluran terbuka yang sudah dihitung berdasarkan debit air tambang yang harus ditanggulangi. Saluran terbuka memiliki dimensi:

- a. Kemiringan dinding saluran (α) = 60°
- b. Lebar dasar saluran (B) = 1,00 m
- c. Lebar bagian atas saluran (b) = 1,50 m
- d. Kedalaman air (h) = 0,50 m
- e. Kedalaman saluran (d) = 0,60 m
- f. Panjang dinding saluran (a) = 0,60 m
- g. Panjang Saluran Terbuka = 273,25 m



Gambar 3. Dimensi Saluran Terbuka Hasil Rancangan

Gorong-gorong diperlukan pada masing-masing saluran yang memotong jalan angkut. Penentuan dimensi dapat ditentukan dengan debit air tambang pada tiap-tiap saluran terbuka. Gorong-gorong menggunakan bahan dari permukaan semen halus, sehingga koefisien yang digunakan adalah 0,013. Saluran terbuka memiliki debit sebesar 0,245 m³/detik dengan kebutuhan diameter gorong-gorong sebesar 0,35 m.

Kolam pengendapan yang dirancang pada lokasi penelitian berada pada sebelah Timur wilayah IUP. Air yang masuk ke dalam kolam pengendapan berasal dari 1 saluran terbuka yang akan dialirkan menuju ke sungai. Debit air yang masuk ke dalam kolam pengendapan sebesar 0,245 m³/detik dengan kecepatan pengendapan 0,00279 m/detik. Penentuan dimensi kolam pengendapan didasarkan pada alat gali yang digunakan yaitu *Backhoe Komatsu PC 200*. Dari hasil perhitungan diketahui dimensi kolam pengendapan sebagai berikut:

- a. Kedalaman (h) = 3 m

Saluran terbuka bertujuan untuk mengalirkan air hujan yang masuk ke area penambangan agar tidak terjadi genangan air. Selain itu saluran tersebut juga digunakan untuk mengalirkan air limpasan agar tidak masuk ke bukaan tambang. Perhitungan dimensi saluran terbuka berdasarkan atas nilai debit air tambang. Bentuk saluran terbuka yang dipilih adalah:

- b. Lebar kolam (b) = 8 m
- c. Panjang kolam tiap kompartemen (l) = 11 m
- d. Jumlah kompartemen = 3
- e. Jumlah penyekat = 2
- f. Panjang penyekat = 7 m
- g. Lebar penyekat = 3 m
- h. Kedalaman penyekat = 3 m
- i. Panjang Total Kolam = 33 m

Dari dimensi tersebut maka didapatkan volume kolam pengendapan sebesar 666 m³. Padatan yang berhasil diendapkan adalah 75,42% dari total padatan yang masuk ke dalam kolam pengendapan, dalam satu hari padatan yang berhasil diendapkan adalah sebesar 2,13 m³/hari. Partikel padatan yang mengendap lama kelamaan akan menumpuk dan memenuhi kolam pengendapan, sehingga perlu dilakukan perawatan dengan cara melakukan pengerukan material endapan. Untuk waktu pengerukan diperlukan waktu setiap 10 bulan 13 hari sekali.

Pembahasan

Sistem penyaliran tambang yang baik dan tepat dapat mendukung rencana kemajuan tambang, sehingga semua faktor yang berhubungan dengan rancangan sistem penyaliran perlu diperhitungkan dengan tepat. Pada umumnya penanggulangan masalah air pada tambang terbuka dilakukan dengan dua sistem penyaliran yaitu *mine drainage system* dan *mine dewatering system*. Sistem penyaliran tambang yang tepat untuk daerah penelitian adalah *mine dewatering system*, yaitu upaya untuk mengeluarkan air yang masuk ke dalam area penambangan dengan cara mengalirkan air ke luar bukaan tambang.

Berdasarkan observasi langsung di lapangan, sumber air tambang di daerah penelitian berasal dari air hujan yang langsung masuk ke bukaan tambang dan air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan. Dari hasil pengamatan di lapangan dan perhitungan, debit air tambang mencapai 0,245 m³/detik. Saat ini, kondisi penyaliran di UP. Parno belum memadai dikarenakan tidak adanya saluran terbuka dan gorong-gorong di lokasi penelitian mengakibatkan air tambang mengalir dan menggenang tidak beraturan pada jalan tambang sehingga mengganggu kegiatan pengangkutan. Rancangan sistem penyaliran tambang ini dibuat untuk mendukung kegiatan penambangan batugamping di UP. Parno. Diharapkan dengan adanya sistem penyaliran tambang tersebut kegiatan penambangan dapat berjalan lancar dan target produksi dapat terpenuhi.

Dalam rancangan sistem penyaliran tambang, umumnya sulit untuk memprediksi kondisi iklim secara akurat. Oleh karena itu, kondisi iklim, khususnya curah hujan, perlu diperhatikan dengan cermat. Berdasarkan data curah hujan Dinas Pertanian dan Pangan Kab. Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2011-2020, setelah dilakukan analisis statistik diperoleh nilai curah hujan rencana sebesar 101,70 mm/hari dan nilai intensitas hujan sebesar 43,77 mm/jam yang termasuk daerah dengan curah hujan tinggi. Dalam hal ini perlu dilakukan pengolahan terhadap air yang masuk ke area penambangan. Sistem penyaliran tambang yang diterapkan pada area penambangan batugamping adalah *mine dewatering system* yaitu sistem untuk menurapkan air yang masuk ke area penambangan dengan metode saluran terbuka (*open channel*). Metode saluran terbuka (*open channel*) menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air ke kolam pengendapan. Metode ini dianggap cocok untuk UP. Parno karena membutuhkan biaya konstruksi yang relatif murah.

Bentuk saluran terbuka yang dipilih adalah trapesium. Beberapa alasan dipilihnya saluran terbuka dengan bentuk trapesium adalah karena memiliki kapasitas debit air yang besar, memiliki dinding saluran terbuka yang relatif lebih stabil jika dibandingkan dengan bentuk saluran terbuka lainnya, dinding saluran tidak mudah longsor, serta relatif lebih mudah dalam pembuatannya. Pembuatan saluran terbuka didasarkan pada peta rancangan penambangan tahun terakhir karena pada tahun terakhir menghasilkan debit air tambang paling besar sehingga penentuan letak dan perhitungan dimensi saluran terbuka dapat tetap setiap tahunnya. Pelaksanaan pembuatan saluran terbuka dilakukan bersamaan dengan proses penambangan karena termasuk dalam kegiatan pendukung penambangan. Pembuatan saluran terbuka diawali dengan merancang letak lokasi saluran terbuka terlebih dahulu, setelah itu dilakukan perhitungan dimensi saluran terbuka sesuai dengan debit air tambang. Peralatan yang digunakan untuk membuat saluran terbuka adalah *Excavator Komatsu PC 200*. Gorong-gorong dibutuhkan untuk mengatasi persoalan ketika saluran yang akan dibuat harus memotong jalan angkut. Pelaksanaan pembuatan gorong-gorong dilakukan bersamaan dengan pembuatan saluran terbuka karena bertujuan untuk mengalirkan air tambang, pada saluran terbuka terdapat 1 gorong-gorong. Letak gorong-gorong di lokasi penelitian direncanakan berada di bawah jalan angkut supaya tidak mengganggu akses jalan dan aliran air tambang tetap mengalir. Gorong-gorong dibuat dari bahan beton berbentuk lingkaran karena mudah didapatkan dan harganya terjangkau.

Kolam pengendapan berfungsi sebagai tempat untuk mengendapkan partikel-partikel padatan yang ikut bersama aliran air dari lokasi penambangan. Harga *Total Suspended Solid* berdasarkan penelitian sebesar 0,32%. Sesuai

dengan hukum *Stokes* untuk mengetahui kecepatan pengendapan pada kolam pengendapan yang akan dirancang, maka didapatkan nilai kecepatan pengendapan 0,00279 m/detik. Hukum *Stokes* dipilih karena persen (%) padatan kurang dari 40%. Pelaksanaan pembuatan kolam pengendapan bersamaan dengan proses penambangan dan pembuatan saluran terbuka. Lokasi kolam pengendapan direncanakan berada di sebelah Timur area penambangan dan berhubungan langsung dengan saluran terbuka. Lokasi tersebut dipilih karena berada di elevasi lebih rendah, memiliki area yang luas dan datar sehingga bisa digunakan untuk membuat kolam pengendapan dengan ukuran yang besar. Selain itu, lokasi kolam pengendapan juga berada di daerah yang terdiri dari batuan kompak sehingga lokasi kolam pengendapan tidak mudah longsor. Bentuk kolam pengendapan yang dibuat yaitu berbentuk persegi panjang dan bersekat-sekat.

Kolam pengendapan dibuat bersekat-sekat dengan tujuan supaya kecepatan air yang masuk dapat diperkecil. Pada aliran yang rendah, waktu yang dibutuhkan oleh air tambang untuk keluar dari kolam pengendapan semakin lama, sehingga material mempunyai waktu yang cukup untuk mengendap. Kolam pengendapan memiliki dimensi panjang keseluruhan (l) 33 m, lebar (b) 3 m, kedalaman (I) 3 m, lebar penyekat 3 m, dan panjang penyekat 7 m. Luas kolam pengendapan yang dibutuhkan tiap kompartemen adalah 264 m² dan volume kolam 666 m³.

Perhitungan waktu pembersihan (pengerukan) berdasarkan pada volume kolam pengendapan dan volume total padatan yang berhasil diendapkan per hari. Penyekat antar kolam dengan lebar penyekat dibuat sedemikian rupa agar memudahkan alat mekanis dalam melakukan pengerukan partikel padatan. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan kolam pengendapan di daerah penelitian adalah *Excavator Komatsu PC 200*. Selain digunakan untuk pembuatan kolam pengendapan, *Excavator Komatsu PC 200* juga digunakan untuk melakukan pembersihan dan perawatan kolam pengendapan dari partikel-partikel padatan yang mengendap. Berdasarkan perhitungan didapatkan waktu pembersihan (pengerukan) endapan yang harus dilakukan setiap 10 bulan 13 hari sekali.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan, perhitungan dan kajian hasil pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut:

1. Sistem penyaliran tambang yang dipilih untuk kuari batugamping di UP. Parno adalah *mine dewatering system* dengan metode saluran terbuka (*open channel*). Dari hasil perhitungan dengan intensitas curah hujan sebesar 43,77 mm/jam diketahui debit air limpasan dari DTH 1 = 0,245 m³/detik.

2. Rancangan saluran terbuka dan gorong-gorong berdasarkan debit air tambang yang masuk ke dalam bukaan tambang yaitu $0,245 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dimensi saluran terbuka dan gorong-gorong yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan adalah:
 - a. Saluran terbuka dimulai dari sisi sebelah Utara area penambangan, kemudian mengikuti sisi area penambangan yang mengalirkan air dari DTH dan air hujan yang langsung masuk ke area penambangan, sehingga dimensi yang dibutuhkan $b = 1,50 \text{ m}$; $B = 1,00 \text{ m}$; $d = 0,60 \text{ m}$; $a = 0,60 \text{ m}$; $h = 0,50 \text{ m}$, dan $L = 273,25 \text{ m}$.
 - b. Gorong-gorong berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran terbuka yang memotong jalan angkut. Saluran terbuka pada penambangan memiliki debit sebesar $0,245 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan diameter gorong-gorong yang dibutuhkan minimal $0,35 \text{ meter}$.
3. Kolam pengendapan dibutuhkan sebagai tempat untuk mengendapkan partikel-partikel padatan yang terbawa bersama aliran air tambang yang berasal dari saluran terbuka. Kolam pengendapan terdiri dari 3 kompartmen. Spesifikasi teknis kolam pengendapan sebagai berikut:
 - a. Dimensi kolam pengendapan:

| | |
|---------------------------------|--------|
| – Jumlah kompartmen | = 3 |
| – Kedalaman kolam (H) | = 3 m |
| – Lebar kolam (b) | = 8 m |
| – Lebar penyekat | = 3 m |
| – Panjang penyekat | = 7 m |
| – Kedalaman penyekat | = 3 m |
| – Panjang kolam tiap kompartmen | = 11 m |
| – Panjang kolam total | = 33 m |
 - b. Kolam pengendapan memiliki volume sebesar 666 m^3 dengan volume padatan yang mengendap sebanyak $2,13 \text{ m}^3/\text{hari}$.
 - c. Kolam pengendapan perlu dilakukan pembersihan (pengerukan) endapan padatan setiap 10 bulan 13 hari sekali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan ucapan terima kasih kepada Bapak Sukarmo selaku penanggung jawab, dalam hal mengizinkan untuk melakukan penelitian di lokasi penambangan serta membantu dalam menyediakan data di UP. Parno, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

Bemmelen, R. W. Van. (1948). *The Geology of Indonesia Vol IA General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. Batavia: The Hague 1949.

- Chay Asdak, 1995, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press, P.O.Box 14 Bulaksumur Yogyakarta, hal. 53-78.
- Partanto Prodjosumarto, 1994. Rancangan Kolam Pengendapan sebagai Pelengkap Sistem Penirisan Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung.
- Powers, J. Patrick, 1992, *Construction Dewatering: New Methods and Applications*, Jhon Wiley and Sons, New York, hal 177-188; 253-256.
- Read, John & Stacey, Peter. 2009. *Guidelines for Open Pit Slope Design*. Australia: CSIRO Publishing
- Rudy S. Gautama, 2019, Sistem Penyaliran Tambang, Institut Teknologi Bandung, hal. 2-3; 4-3; 5-10.
- Shapefile Nasional Badan Informasi Geospasial. (2018). (Pusat Pengelolaan dan Penyebarluasan Informasi Geospasial) Diakses pada Oktober 2021, dari Peta RBI Format shp: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>.
- Soedibyo. 2003. Teknik Bendungan. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soemarto, C.D., 1987. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono S. dan Takeda K. 1987. Hidrologi untuk Pengairan. Jalan Kebon Sirih No. 46 Jakarta: PT. Pradnya Paramita, hal. 2-8.
- Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Jalan Beo 38- 40 Yogyakarta: PT. Andi Offset, hal. 20 – 21; 50 – 53; 67-68; 77; 79-82; 144- 151.
- Surono, 2008, Jurnal Geologi Indonesia, Vol, 3 No, 4 Desember 2008: Litostratigrafi dan sedimentasi Formasi Kebo dan Formasi Butak di Pegunungan Baturagung, Jawa Tengah Bagian Selatan, Bandung: Pusat Survei Geologi, Hal 185.
- Surono, 2008, Sedimentasi Formasi Semilir di Desa Sendang, Wuryantor, Wonogiri, Indonesia, Bandung: Pusat Survei Geologi, Hal 33.
- Usaha Pertambangan Parno, 2017, Laporan Studi Kelayakan Usaha Pertambangan Parno, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Hal 2-6
- Tang, Yiqun. 2015. *Groundwater Engineering*. Singapore: Springer Environmental Science and Engineering.