

**RANCANGAN TEKNIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG PADA PENAMBANGAN BATU ANDESIT DI CV. HANDIKA KARYA, DESA HARGOREJO, KABUPATEN KULON PROGO, D. I. YOGYAKARTA**

Abyan Muzaky<sup>1a</sup>, Hartono<sup>2</sup>, Wawong Dwi Ratminah<sup>3</sup>

<sup>1/3</sup>UPN “Veteran” Yogyakarta

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta,  
JL. Padjajaran 104 (Lingkar Utara) Condong Catur, Depok, Sleman Yogyakarta 55283

Email : obib98@gmail.com

**ABSTRACT**

*CV. Handika Karya is one of the companies engaged in Andesite mining. The company is located in Hargorejo Village, Kokap Subdistrict, Kulon Progo Regency, Yogyakarta Special Region Province. CV. Handika Karya has an area of 30 Ha. The mining system implemented by this company is an open-pit mining system with quarry methods. The mining system with quarry methods applied, will be very influential with the climate and weather conditions directly, especially in the rainy season. During the rainy season, rainwater and runoff water will enter the mining front. These conditions can cause damage to the mine road and puddles in the mining area if not handled properly. Based on the analysis of rainfall data in 2011-2020, the planned rainfall value was 129,266 mm / day, rainfall intensity of 44,812 mm / hour with a 3-year rainfall re-period and hydrological risk of 86.83%. The area of rain catchment at the research site is 63799.4m<sup>2</sup> or 0.06km<sup>2</sup>. As for the maximum mining water discharge is as large as, QDTH = 0.4928 m<sup>3</sup> / sec. The creation of open channels and deposition pools using the Backhoe Komatsu PC-200. There is an open channel in this technical plan. Open channels drain the accumulation of runoff water from the rain catchment area. Open channels have trapezoidal shapes with the following dimensions: length (L) = 534 m, channel base width (B) = 1.1 m, upper width (b) = 1.8 m, water depth (h) = 0.7 m, channel depth (d) = 0.8 m, wall length (a) = 0.8 m. The dimensions of the channel are the result of rounding calculations, because it is to facilitate actual manufacturing in the field. With these dimensions, the maximum discharge that can be accommodated is 0.7026 m<sup>3</sup> / second. The deposition pool is rectangular, with 3 compartments, pool width (b) = 12 m, and depth (h) = 5 m. The deposition pool has a total pool length of 46.3 m, an area of 555.9 m<sup>2</sup>, volume = 2559.5 m<sup>3</sup>, and needs to be cleaned every 112 days.*

*Keyword : Andesite, quarry, rainfall, run-off, catchment area, settling pond, open channel*

**ABSTRAK**

CV. Handika Karya merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan Andesit. Perusahaan tersebut terletak di Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. CV. Handika Karya mempunyai luasan sebesar 30 Ha. Sistem penambangan yang diterapkan oleh perusahaan ini adalah sistem tambang terbuka dengan metode kuari. Sistem penambangan dengan metode kuari yang diterapkan, akan sangat berpengaruh dengan keadaan iklim dan cuaca secara langsung, terutama pada musim hujan. Pada saat musim hujan, air hujan maupun air limpasan akan langsung masuk ke *front* penambangan. Keadaan tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada jalan tambang dan terjadi genangan air pada area penambangan jika tidak ditangani dengan baik. Berdasarkan analisis data curah hujan pada tahun 2011-2020, diperoleh nilai curah hujan rencana 129,266 mm/hari, intensitas curah hujan 44,812 mm/jam dengan periode ulang hujan 3 tahun dan resiko hidrologi sebesar 86,83%. Luas daerah tangkapan hujan di lokasi penelitian adalah sebesar 63799,4m<sup>2</sup> atau 0,06km<sup>2</sup>. Sedangkan untuk debit air tambang maksimalnya adalah sebesar, QDTH = 0,4928 m<sup>3</sup>/detik. Pembuatan saluran terbuka dan kolam pengendapan menggunakan *Backhoe Komatsu PC-200*. Terdapat satu saluran terbuka di dalam rancangan teknis ini. Saluran terbuka mengalirkan akumulasi air limpasan dari daerah tangkapan hujan. Saluran terbuka mempunyai bentuk trapesium dengan dimensi dimensi sebagai berikut: panjang (L) = 534 m, lebar dasar saluran (B) = 1,1 m, lebar bagian atas (b) = 1,8 m, kedalaman air (h) = 0,7 m, kedalaman saluran (d) = 0,8 m, panjang dinding (a) = 0,8 m. Dimensi saluran tersebut adalah hasil dari pembulatan perhitungan, dikarenakan untuk memudahkan pembuatan aktual di lapangan. Dengan dimensi tersebut, didapat debit maksimal yang bisa ditampung adalah sebesar 0,7026 m<sup>3</sup>/detik. Kolam pengendapan hasil rancangan adalah berbentuk persegi panjang, dengan memiliki 3 buah kompartemen, lebar kolam (b) = 12 m, dan kedalaman (h) = 5 m. Kolam pengendapan memiliki panjang kolam total 46,3 m, luas 555,9 m<sup>2</sup>, volume = 2559,5 m<sup>3</sup>, dan perlu dilakukan pembersihan setiap 112 hari sekali.

Kata kunci: Andesit, Kuari, Curah Hujan, Limpasan, Daerah tangkapan hujan, Kolam Pengendapan, Saluran Terbuka

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha atau kegiatan yang dilakukan untuk mencegah masuknya air atau mengeluarkan air yang telah masuk ke *front* penambangan. Kegiatan ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan terutama pada saat musim hujan. Air yang menggenangi suatu daerah penambangan harus segera dialirkan keluar dari daerah tersebut melalui saluran penyaliran menuju ke luar daerah penambangan.

CV. Handika Karya merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang pertambangan, dengan komoditas yaitu batu Andesit. Perusahaan tersebut beroperasi di Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. CV. Handika Karya melakukan penambangan batu Andesit dengan sistem tambang terbuka (*surface mining*), metode kuari (*quarry*). Perusahaan ini menambang pada quarry dengan luasan sebesar 30 Ha, yang terletak pada salah satu lereng bukit (*sidehills*) dan memiliki jalan masuk secara langsung sehingga *front* penambangannya memanjang sepanjang lereng.

Sistem tambang terbuka sangat dipengaruhi oleh cuaca, terutama curah hujan. Pada saat kondisi cuaca ekstrem berupa adanya curah hujan yang tinggi, rentan terjadi adanya permasalahan. Kondisi yang ada pada saat ini di area penambangan CV. Handika Karya belum terdapat sistem penyaliran tambang. Oleh karena itu, perlu dibuat rancangan sistem penyaliran tambang yang memadai dan disesuaikan dengan metode penambangannya, agar operasional penambangan dapat berjalan dengan baik.

### 1.2. Rumusan Masalah

Dengan kondisi curah hujan yang ada dan juga belum terdapatnya sistem penyaliran tambang di daerah penelitian, serta berdasarkan sistem penambangan yang diterapkan, kondisi air hujan pada tambang tersebut perlu diantisipasi dengan baik sehingga tidak mengganggu operasional utama dari penambangan.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka untuk mendukung kegiatan penambangan batu Andesit di CV. Handika Karya perlu dibuat rancangan sistem penyaliran tambang yang memadai.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang saluran terbuka.
2. Merancang kolam pengendapan.

### 1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rancangan sistem penyaliran tambang

didasarkan pada peta rancangan penambangan tahun terakhir.

2. Air tanah tidak diperhitungkan karena tidak berpengaruh terhadap debit air tambang.

3. Penelitian dilakukan pada lingkup teknik dan tidak memperhitungkan aspek ekonomi.

4. Data curah hujan diambil dari Balai Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Kabupaten Kulon Progo Stasiun Beji selama 10 tahun (2011-2020).

### 1.5. Metode Penelitian

Metodologi yang akan diterapkan pada penelitian ini meliputi :

- Studi literatur
- Orientasi lapangan
- Observasi dan Pengamatan Lapangan. Pengumpulan data yang mencakup :
- 5. Pengolahan dan analisis data
- 6. Kesimpulan dan saran

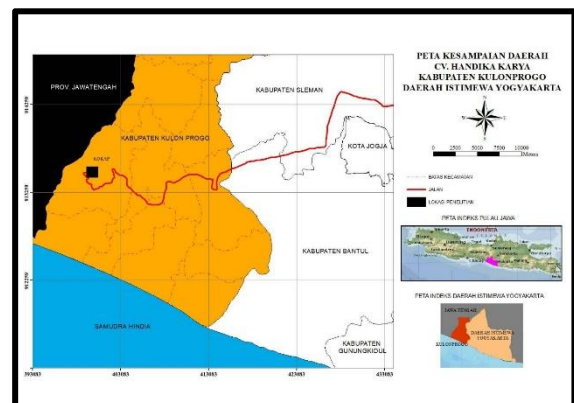
### 1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari rancangan sistem penyaliran tambang ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi atau acuan bagi perusahaan CV. Handika Karya dalam pembuatan sistem penyaliran tambang kedepannya.

## II. METODE

### 2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penambangan batu Andesit secara administratif terletak pada Dusun Gunung Rego, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo (Gambar 2.1). Lokasi penambangan dapat ditempuh melalui perjalanan darat berupa jalan aspal dengan menggunakan kendaraan bermotor baik sepeda motor maupun mobil melalui beberapa jalan alternatif.



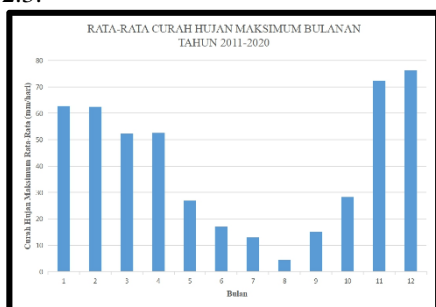
Gambar 2.1  
Peta Kesampaian Daerah

### 2.2. Iklim dan Curah Hujan

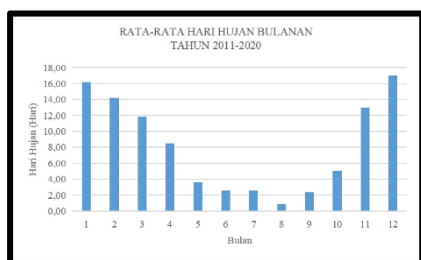
Secara umum, Kecamatan Kokap merupakan daerah yang beriklim tropis yang mempunyai dua musim dalam satu tahun, yaitu

musim kemarau dan musim hujan. Musim kemarau terjadi pada bulan April sampai dengan bulan September. Sedangkan musim hujan terjadi pada bulan Oktober sampai dengan bulan Maret. Meskipun kedua musim tersebut tidak selalu datang tepat pada waktunya.

Berdasarkan data curah hujan tahun 2011 - 2020, diperoleh jumlah rata-rata hujan pada bulan Oktober sampai Maret adalah 12,87 hari/bulan dengan rata-rata curah hujan 8,68 mm/bulan. Sedangkan pada bulan April sampai September jumlah hari hujan rata-rata adalah 3,43 hari/bulan dengan rata-rata curah hujan maksimum bulanan 111,7 mm/hari. Selengkapnya, lihat gambar 2.2 dan 2.3.



Gambar 2.2  
Rata-Rata Curah Hujan Bulanan Maksimum

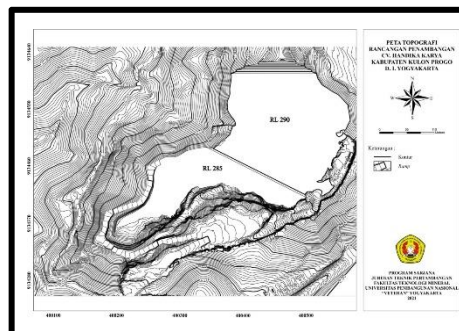


Gambar 2.3  
Rata-Rata Hari Hujan Bulanan

### III. HASIL

CV. Handika Karya melakukan penambangan andesit di Desa Hargorejo dengan menggunakan metode kuari. Salah satu pekerjaan pendukung dalam proses penambangan adalah sistem penyaliran.

Dalam merancang sistem penyaliran tambang, diperlukan data pendukung yaitu peta topografi rancangan penambangan (Gambar 3.1), data curah hujan, wilayah daerah tangkapan hujan, koefisien limpasan, debit air limpasan, intensitas curah hujan, dimensi saluran terbuka, dan dimensi kolam pengendapan.



Gambar 3.1  
Peta Topografi Rancangan Penambangan

### 3.1 Analisis Data Klimatologi

Kondisi iklim merupakan salah satu data pendukung yang digunakan untuk menentukan rancangan saluran terbuka dan kolam pengendapan. Hasil analisis klimatologi ini nantinya akan digunakan untuk perhitungan debit maksimal air limpasan.

#### 3.1.1. Curah Hujan di Desa Gunung Rego

Curah hujan merupakan banyaknya hujan yang terjadi pada suatu luasan daerah tertentu. Curah hujan sangat berpengaruh terhadap sistem penyaliran tambang terutama air yang langsung masuk ke lokasi penambangan, harus dialirkan ke saluran terbuka. Dalam menentukan nilai curah hujan rencana di lokasi penelitian, diperlukan data curah hujan harian dalam periode waktu tertentu.

Penentuan curah hujan rencana didasarkan pada data curah hujan bulanan maksimum pada daerah pengamatan selama sepuluh tahun terakhir. Data curah hujan, jumlah hari hujan, dan rata-rata curah hujan perbulan dalam tiap tahun disajikan dalam satu tabel agar mempermudah pengelompokan data. Berdasarkan data yang diperoleh, didapatkan nilai curah hujan rata-rata harian maksimum adalah sebesar 111,7 mm/hari.

Penentuan hujan harian menggunakan rata-rata curah hujan harian maksimum dimaksudkan untuk mengatasi permasalahan yang mungkin terjadi pada saat curah hujan mencapai angka maksimum sehingga desain saluran terbuka dan kolam pengendapan dapat menampung debit aliran air limpasan hujan dalam kondisi dan jumlah yang maksimum.

#### 3.1.2. Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan yang dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan tambang. Curah hujan rencana penting dalam perencanaan karena berguna dalam menentukan debit air yang akan masuk ke dalam area penambangan. Perhitungan curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan rumus distribusi *Gumbell*. Metode *Gumbell* ditentukan dengan cara parsial dari data curah hujan maksimum atau yang didasarkan atas distribusi harga ekstrim. Cara parsial yang dimaksud yaitu data yang diambil dari data curah hujan yang nilainya

melebihi data lainnya. *Gumbell* beranggapan bahwa distribusi variabel-variabel hidrologis tidak terbatas, sehingga digunakan data-data distribusi dengan harga yang terbesar (maksimum). Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai curah hujan harian rencana sebesar 129,27 mm/hari.

### 3.1.3. Periode Ulang Hujan (PUH)

Periode ulang hujan merupakan periode atau waktu saat hujan dengan tinggi intensitas yang sama akan berulang dalam jangka waktu tertentu. Dalam rancangan sistem penyaliran ini, digunakan periode ulang hujan 3 tahun.

### 3.1.4. Resiko Hidrologi

Resiko hidrologi adalah kemungkinan suatu kejadian akan terjadi minimal satu kali pada periode ulang tertentu. Berdasarkan data yang diperoleh dengan periode ulang hujan (PUH) yang digunakan 3 tahun, maka resiko hidrologi yang didapat adalah sebesar 86,83%.

### 3.1.5. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan curah hujan rencana harian pada periode ulang hujan 3 tahun yaitu 129,27 mm/hari. Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui nilai intensitas hujan sebesar 44,81 dengan nilai  $t = 1$  jam.

## 3.2 Parameter Rancangan Sistem Penyaliran Tambang

Air limpasan yang masuk ke dalam bukaan tambang akan teralirkan secara alami menuju sungai, sehingga tidak diperlukannya upaya pencegahan air limpasan (*drainage*). 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 padat yang dibawa aliran air tambang sebelum dialirkan menuju sungai.

### 3.2.1. Daerah Tangkapan Hujan

Dalam menentukan luas daerah tangkapan hujan, dengan cara membentuk poligon berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap peta topografi. Area daerah tangkapan hujan diberi segmen yang menandai perbedaan arah aliran air limpasan yang bersumber dari hujan. Hasil penentuan daerah tangkapan hujan yang didapatkan adalah memiliki luas daerah sebesar 63799,4 m<sup>2</sup> atau 0,06 km<sup>2</sup>.

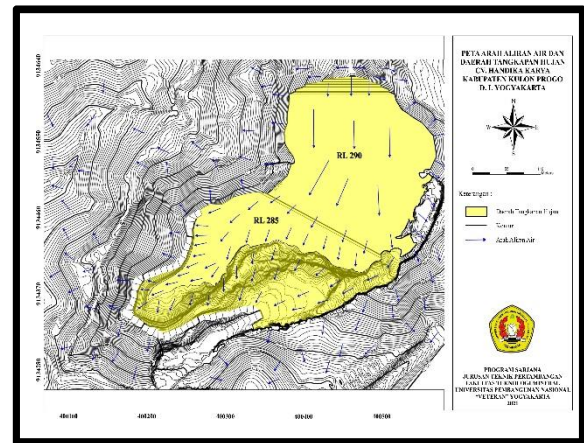
### 3.2.2. Koefisien Limpasan

Pada daerah tangkapan hujan berdasarkan pengamatan langsung yang dilakukan dan orientasi pada peta topografi, didapatkan nilai koefisien limpasan sebesar 0,62. Dikarenakan pada daerah tangkapan hujan yang ditentukan, kondisi topografi ( $C_t$ ) yang ada dikategorikan sebagai perbukitan (10-20%), kondisi tanah ( $C_s$ ) dikategorikan sebagai lapisan batu, dan kondisi

vegetasi ( $C_v$ ) dikategorikan sebagai lapisan tanpa tanaman.

### 3.2.3. Debit Air Tambang

Sumber air tambang di daerah penelitian berasal dari air hujan yang langsung masuk ke front penambangan dan air limpasan yang mengalir dari daerah tangkapan hujan. Debit maksimal air limpasan dihitung dengan menggunakan rumus rasional. Parameter untuk menghitung debit air limpasan yaitu intensitas curah hujan, koefisien limpasan, dan luas daerah tangkapan hujan. Besar maksimal debit air tambang yang didapat yaitu sebesar 0,4928m<sup>3</sup>/detik.



Gambar 3.2  
Peta Arah Aliran dan  
DTH

## IV. PEMBAHASAN

Pada umumnya, penanggulangan masalah air pada tambang terbuka dapat dilakukan dengan dua sistem. Yaitu *mine drainage system* dan/atau *mine dewatering system*. Sistem penyaliran tambang yang tepat untuk daerah penambangan di CV. Handika Karya adalah *mine dewatering system*. Yaitu upaya untuk mengeluarkan air yang masuk ke dalam area penambangan dengan cara mengalirkan air ke luar bukaan dan area tambang.

### 4.1. Rancangan Saluran Terbuka

Saluran terbuka berfungsi untuk menampung air tambang agar tidak menggenang di area penambangan dan mengalirkannya ke tempat penampungan air yang dalam hal ini adalah kolam pengendapan. Di lokasi penelitian, untuk mengalirkan air tambang menuju saluran terbuka memanfaatkan adanya gaya gravitasi. Pembuatan saluran terbuka didasarkan pada peta rancangan penambangan perusahaan. Saluran terbuka menggunakan penampang bentuk trapesium dengan tipe dinding saluran dari tanah. Saluran terbuka yang akan dibuat harus dapat mengalir secara alamiah sehingga ditetapkan gradien hidrolis sebesar 0,25-0,5% (*Pfleider E. P*) yang merupakan syarat agar tidak terjadi erosi pada dinding saluran serta pendangkalan saluran karena endapan partikel padatan.

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.

Lokasi saluran terbuka direncanakan akan terletak di sepanjang jalan tambang dari sisi barat daya hingga selatan *front* penambangan. Dan direncanakan berada di sisi jenjang, karena di sisi jenjang memiliki kemiringan sehingga akan memudahkan air tambang mengalir dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Air tambang dari saluran terbuka akan dialirkan langsung ke kolam pengendapan. Sumber air tambang di saluran terbuka berasal dari air hujan yang langsung masuk ke area penambangan dan air limpasan dari daerah tangkapan hujan. Berdasarkan perhitungan, saluran terbuka memiliki debit maksimum sebesar  $0,4928 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

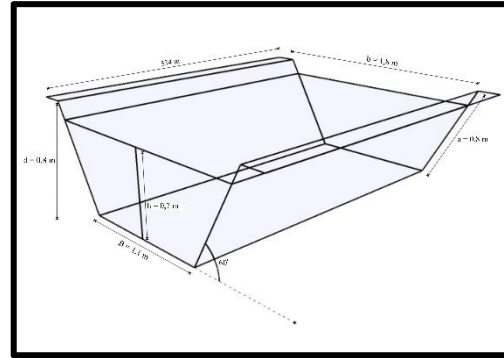
Peralatan yang digunakan untuk membuat saluran terbuka adalah *Backhoe Komatsu PC-200*. Apabila dalam melakukan penggalian tidak sesuai dengan perhitungan dimensi saluran terbuka, maka akan menyebabkan saluran terbuka tidak dapat menampung debit air tambang pada saat kondisi maksimal. Oleh karena itu, perhitungan dimensi

saluran terbuka harus menyesuaikan dengan debit air tambang yang masuk ke area penambangan. Perhitungan dimensi saluran terbuka menggunakan Rumus *Manning*.

Dimensi saluran terbuka dibuat dengan bentuk trapesium dengan kemiringan saluran sebesar  $60^\circ$  dikarenakan bentuk ini paling efisien dalam mengalirkan air. Dimensi saluran terbuka dapat dihitung dengan menggunakan Rumus *Manning*. Berikut dimensi saluran terbuka yang telah dihitung berdasarkan debit air tambang yang harus ditanggulangi.

Saluran terbuka memiliki dimensi:

1. Kemiringan dinding saluran ( $\alpha$ )=  $60^\circ$
2. Lebar dasar saluran (B)=1,0658 m
3. Lebar bagian atas saluran (b)=1,7736 m
4. Kedalaman air (h)= 0,6129 m
5. Kedalaman saluran (d)= 0,7355 m
6. Panjang dinding saluran (a)=0,7077 m
7. Panjang saluran terbuka=534 m



Gambar 4.1  
Penampang Dimensi Saluran Terbuka  
Hasil Rancangan

Pada perhitungan dimensi saluran terbuka, hasil yang didapatkan akan dibulatkan ke atas, karena untuk memudahkan ketika pembuatan saluran terbuka di lapangan. Debit air yang dapat ditampung oleh saluran terbuka hasil pembulatan tetap dapat menampung debit air limpasan maksimum berdasarkan perhitungan sebelumnya. Berdasarkan perhitungan, debit yang dapat ditampung adalah sebesar  $0,7026 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

#### 4.2. Rancangan Kolam Pengendapan

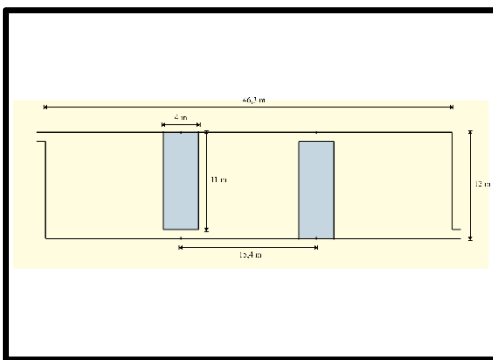
Air tambang dialirkan keluar dari area penambangan menggunakan saluran terbuka menuju kolam pengendapan. Hal ini dimaksudkan agar partikel padatan yang terkandung dalam air tambang dapat diendapkan secara maksimal, sehingga air tambang buangan menjadi jernih. Kolam pengendapan yang dirancang pada lokasi penelitian berada di selatan area penambangan, yang berhubungan langsung dengan saluran terbuka (Lampiran J). Air tambang tersebut selanjutnya dialirkan menuju sungai atau tempat pembuangan. Penentuan lokasi kolam pengendapan dapat dilakukan dengan memperhatikan letak dan lokasinya yang harus di luar area penambangan, tetapi tetap berada di dalam wilayah IUP (Izin Usaha Pertambangan). Selain itu juga letak dan lokasinya harus dekat dengan sarana penyaliran umum seperti sungai, dan berada di elevasi yang rendah dibandingkan dengan area penambangan sehingga air dapat mengalir secara alami. Serta berada di daerah yang stabil dan tidak mudah longsor.

Debit air tambang maksimal yang masuk ke kolam pengendapan adalah sebesar  $0,4928 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dengan kecepatan pengendapan sebesar  $2,66 \times 10^{-3} \text{ m}/\text{detik}$ . Berdasarkan hal tersebut, maka luas yang dibutuhkan untuk kolam pengendapan adalah  $185,26 \text{ m}^2$  disetiap kompartemennya. Perhitungan dimensi kolam pengendapan didasarkan pada alat gali yang digunakan yaitu *Backhoe Komatsu PC-200*. Dari hasil perhitungan, diketahui dimensi kolam pengendapan:

- a. Jumlah kompartemen = 3 buah.

- b. Kedalaman kolam (h) = 5 m.
- c. Lebar kolam (b) = 12 m.
- d. Lebar penyekat = 4 m.
- e. Panjang penyekat = 11 m.
- f. Kedalaman penyekat = 5 m.
- g. Panjang kolam tiap kompartemen = 15,4 m.
- h. Panjang kolam total = 46,3 m.

Pada dimensi tersebut, maka didapatkan volume kolam pengendapan adalah sebesar 2559,5 m<sup>3</sup>. Padatan yang berhasil diendapkan adalah 74,6% dari total padatan yang masuk ke kolam pengendapan. Sehingga, padatan yang berhasil diendapkan dalam waktu satu hari adalah sebanyak 10,47 m<sup>3</sup> (dengan asumsi jam hujan perhari adalah 1 jam). Partikel padatan yang mengendap di kolam pengendapan seiring



Gambar 4.2

Tampak Atas Dimensi Kolam Pengendapan

## V. SARAN

1. Perlu segera dilakukan pengerukan padatan secara berkala sesuai dengan perhitungan agar kolam pengendapan dapat berfungsi dengan baik.
2. Perlu dilakukan kajian mengenai air tanah untuk memastikan kondisi air tanah di daerah penelitian, sehingga asumsi air tanah terhadap debit air tambang dapat diketahui secara akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset Yogyakarta, Perum FT-UGM No. 3 Seturan Caturtunggal Yogyakarta 55281, hal. 216; 225-229.
2. Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidraulika II*, Beta Offset Yogyakarta, Perum FT-UGM No. 3 Seturan Caturtunggal Yogyakarta 55281, hal. 43.
3. Chay Asdak, 1995, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, P. O. Box 14 Bulaksumur Yogyakarta 55281, hal. 7-8; 151-161.
4. Currie, John M., 1973, *Unit Operations in Mineral Processing*, Department of Chemical and Metallurgical Technology, British Columbia, hal. 10-5 - 10- 11; 11-1 - 11-2.
5. Harjanto Agus, "Vulkanostratigrafi di Daerah Kulon Progo dan Sekitarnya, DIY", *Jurnal Ilmiah MTG*, Vol. 4, No. 8, Juli 2011, hal. 17.

berjalannya waktu akan mengalami penumpukan dan memenuhi kolam pengendapan. Sehingga, perlu dilakukan perawatan dengan cara melakukan pengerukan material endapan. Pengerukan endapan pada kolam pengendapan perlu dilakukan setiap 122 hari. Pengerukan atau *maintenance* kolam pengendapan ini berdasarkan perhitungan dilakukan pada saat kolam pengendapan terisi 50% material padatan yang berasal dari air tambang. Agar pada saat pengerukan kolam pengendapan tersebut tetap dapat digunakan, dan tidak mengganggu operasional penambangan.

9. Sosrodarsono S dan Takeda K., 2003, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramitha, Jalan Bunga 8-8A Jakarta 13140, hal. 7-8.
10. Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, CV. Andi Offset, Jalan Beo 38-40 Yogyakarta 55281, hal. 20-21; 50-53; 67-68; 77-81; 147-151.
11. \_\_\_\_\_, 2013, *Specifications & application handbook edition 31*, Komatsu, Japan.
12. Gautama, R, S., 1999, *Sistem Penyaliran Tambang*, Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, ITB, Bandung.