

## **EVALUASI TEKNIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG PADA PIT 3 TIMUR BANKO BARATPT. BUKIT ASAM (PERSERO), TBK UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN**

**Syahreza Husen<sup>1</sup>, Maulana Yusuf<sup>2</sup>, Abuamat HAK<sup>3</sup>.**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia  
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang 30139, Sumatera Selatan, Indonesia

Email: syahrezarbmd@yahoo.com

### **ABSTRAK**

*PT. Bukit Asam (Persero), Tbk adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan batubara. Sistem penambangan yang diterapkan adalah sistem Open Pit. Pit 3 Timur merupakan salah satu pit yang berada di Wilayah Tambang Banko Barat. Sistem penyaliran yang di gunakan pada lokasi penambangan Pit 3 Timur Banko Barat saat ini adalah sistem mine dewatering dengan menggunakan metode sumuran (sump) yaitu mengeluarkan air yang telah masuk ke tempat penambangan kemudian ditampung kedalam kolam penampung (sump) lalu dialirkan keluar tambang dengan pompa, dan air tersebut akan di netralkan terlebih dahulu untuk menetralkan kadar asamnya. Apabila sistem penyaliran tidak berjalan sebagaimana mestinya maka akan mengakibatkan masalah dalam kegiatan penambangan. Oleh karena itu, harus direncanakan evaluasi teknis sistem penyaliran tambang yang baik untuk mengatasi air yang akan masuk ke lokasi tambang terutama dalam menghadapi musim penghujan. Dimensi sump yang direncanakan berbentuk trapesium dengan volume 135.073 m<sup>3</sup> dengan panjang dan lebar permukaan sumuran adalah 164 meter, panjang dan lebar dasar sumuran 144 meter dengan kedalaman sump 10 meter dan kemiringan 45<sup>0</sup>. Untuk mengeluarkan debit total air yang masuk ke sump sebanyak 90.354,32 m<sup>3</sup>/hari maka diperlukan penambahan 4 buah pompa dari 2 buah pompa menjadi 6 buah pompa. Sedangkan untuk Kolam pengendapan Lumpur yang direncanakan adalah sebesar 11.076,28 m<sup>3</sup> tiap satu kompartemen yang memiliki 4 buah kompartemen. Dengan dimensi rencana 88 m x 25 m x 5 m per Kompartemen dengan waktu pengerukan adalah 4 kali dalam 1 tahun.*

Kata Kunci: catchment area, sump, pompa

### **ABSTRACT**

*PT. Bukit Asam (Persero), Tbk is a state-owned company engaged in coal mining. The mining system applied is the Open Pit system. Pit 3 Timur is one of the pits located in Tambang Banko Barat region. the drainage system used at Pit 3 Timur Banko Barat mine location is a mine dewatering system using the sump method of discharging water that has been entered into the mine and then collected into a sump pond then drained out of the mine by pump, and the water will be neutralized first to neutralize the acid levels. If the drainage system is not working properly it will cause problems in mining activities. Therefore, a technical evaluation of a good mine drainage system should be planned to address the water that will enter the mine site, especially in the face of the rainy season. The planned sump dimension of a trapezoidal shape with a volume of 135.073 m<sup>3</sup> with the length and width on the surface of the sump is 164 meters, the length and width on the bottom of a sump is 144 meter with a 10 meter sump depth and a slope of 45<sup>0</sup>. To discharge the total water that enters sump as much as 90.354,32 m<sup>3</sup> /day, it is necessary to add 4 pump from 2 pumps to 6 pumps. While for planned Mud Deposition pool is 11.076,28 m<sup>3</sup> per one compartment having 4 compartments. With a plan dimension of 88 m x 25 m x 5 m per Compartment with the required dredging time is every 4 times a year.*

Key Word: cathcment area, sump, pump

## 1. PENDAHULUAN

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan batubara yang berlokasi di Tanjung Enim Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) PTBA memiliki luas wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) sebesar 90.702 hektar. Areal yang telah memasuki tahap eksploitasi adalah Penambangan Air Laya (PAL), Banko Barat dan Muara Tiga Besar (MTB). *Pit 3 Timur* merupakan salah satu *front* penambangan di Banko Barat. Sebagaimana penambangan di Tambang Banko Barat pada umumnya, *Pit 3 Timur* juga menggunakan sistem *open pit*.

Sistem penyaliran yang di gunakan pada lokasi penambangan *Pit 3 Timur Banko Barat* saat ini adalah sistem *mine dewatering* dengan menggunakan metode sumuran (*sump*) yaitu mengeluarkan air yang telah masuk ke tempat penambangan kemudian ditampung kedalam kolam penampung (*sump*) lalu dialirkan keluar tambang dengan pompa, dan air tersebut akan di netralkan terlebih dahulu untuk menetralkan kadar asamnya lalu dialirkan langsung ke Kolam Pengendapan Lumpur (KPL).

Berdasarkan pengamatan dilapangan, pada *sump* di *Pit 3 Timur Banko Barat* masih terdapat banyak area di sekeliling *sump* yang tidak beraturan sehingga banyak sekali air limpasan yang masuk kedalam *sump*. Apabila terjadi hujan banyak ditemukan genangan air disekitar lantai kerja diluar *sump*, sehingga mengganggu aktivitas penambangan yang ada. Selain itu dimensi Saluran Terbuka pada *Pit 3 Timur* juga tidak beraturan. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi teknis sistem penyaliran tambang yang ada sekarang. Sehingga operasi dan proses penambangan dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan PT. Bukit Asam (Persero) Tbk yang dimulai tanggal 05 Februari 2017 hingga 05 April 2017. Metode penelitian bertujuan untuk mengumpulkan informasi aktual secara rinci keadaan di lapangan, sehingga pada akhirnya akan didapatkan hasil berupa solusi dalam penyelesaian masalah. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 2.1. Studi Literatur

Adalah pembelajaran atau suatu proses mendapatkan bahan pustaka yang menunjang keperluan penelitian yang berhubungan dengan sistem penyaliran tambang. Adapun bahan-bahan bisa didapat dari buku atau jurnal dan data perusahaan, seperti data curah hujan, *catchment area*, volume *sump*, pompa, serta Kolam Pengendapan Lumpur.

### 2.2. Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan dilakukan dengan cara pengamatan langsung untuk mendapatkan data yang di perlukan dalam penelitian. Adapun data – data tersebut adalah sebagai berikut :

#### 1) Data primer

Adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung dilapangan yang meliputi data dimensi *sump*, debit aktual pemompaan, data jumlah pompa dan data dimensi kolam pengendapan lumpur.

#### 2) Data sekunder

Yaitu data yang didapatkan dari laporan, dokumen-dokumen perusahaan dan buku-buku *handbook* yang dapat mendukung, data tersebut meliputi:

##### a. Data curah hujan, daerah tangkapan hujan, dan debit air tanah.

Data tersebut di peroleh dari *satuan kerja rencana hidrologi* yang didalamnya terdapat data curah hujan maksimum, data curah hujan bulanan, data jam hujan bulanan, jumlah hari hujan, debit air tanah dan luas *catchment area*.

##### b. Data spesifikasi pompa

Spesifikasi alat ini merupakan data berupa *debit* pompa, *head* pompa, diameter pipa, dan sebagainya. Data ini didapatkan dari *satuan kerja rencana hidrologi* di PT. bukit Asam (persero), Tbk.

### 2.3. Pengolahan data

Data data tersebut kemudian dianalisa dan diolah melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

#### 1) Menghitung Debit Total Air yang Masuk ke dalam *Pit*.

Dalam memperhitungkan debit air keseluruhan yang masuk ke dalam *pit* di dapatkan melalui tahapan sebagai berikut:

- Menghitung perkiraan curah hujan rencana dengan Metode Analisa Gumbel.
- Menghitung intensitas hujan rencana dengan menggunakan metode Mononobe.
- Menggambarkan batas-batas luas *catchment area* berdasarkan data dari *satuan kerja rencana hidrologi*.
- Menghitung debit air limpasan menggunakan persamaan Rasional.
- Menghitung debit evapotranspirasi menggunakan persamaan Dalton.
- Menghitung debit total air yang masuk ke tambang.

2) Menentukan Dimensi *Sump*

Dalam menentukan dimensi *sump* dapat dihitung melalui tahapan sebagai berikut:

- Menentukan dimensi *sump* berdasarkan selisih terbesar antara debit total air yang masuk kedalam tambang dengan debit pemompaan dalam variasi waktu 1-24 jam.
- Merancang tinggi, panjang, dan lebar permukaan *sump* maupun dasar *sump* menggunakan Rumus Trapesium

## 3) Jumlah Kebutuhan Pompa

Jumlah Kebutuhan pompa yang diperlukan dapat dihitung melalui tahapan sebagai berikut:

- Menghitung *head* total pompa.
  - Menentukan debit rencana pompa dengan menggunakan grafik pompa 315 dan 385 NS *Sulzer*.
  - Menyesuaikan jumlah pompa dengan membagikan debit total air yang masuk ke tambang dengan debit pemompaan rencana.
- 4) Dimensi Kolam pengendapan Lumpur
- Menghitung persen padatan yang masuk ke Kolam pengendapan dengan membagikan volume padatan dengan berat jenis partikel padatan menggunakan data dari *satuan kerja rencana dan lingkungan*.
  - Menghitung kecepatan pengendapan partikel menggunakan persamaan *Stokes*.
  - Menghitung debit air yang masuk ke kolam yang berasal dari debit pemompaan *Sump A* ditambah dengan debit air yang masuk dari saluran terbuka dan debit air limpasan yang ada di daerah Kolam Pengendapan Lumpur.
  - Mengukur dimensi Kolam Pengendapan Aktual.
  - Menentukan dimensi Kolam Pengendapan Lumpur menggunakan cara *trial and error*.
  - Menghitung volume padatan yang berhasil diendapkan dengan mengkalikan total padatan yang masuk ke kolam dengan persen padatan yang berhasil di endapkan.
  - Menentukan waktu pengerukan kolam dengan membagikan voume kolam pengendapan rencana dengan volume padatan yang berhasil diendapkan.

### 3. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk menentukan debit total air yang masuk ke *pit* 3 Timur dilakukan perhitungan curah hujan rencana terlebih dahulu. Data curah hujan menggunakan data curah hujan 10 tahun. Data yang dihasilkan nantinya adalah perkiraan tinggi hujan maksimum yang dianggap terjadi sekali dalam periode ulang hujan yang direncanakan. Data tersebut didapatkan menggunakan rumus Persamaan Gumbel [1].

$$X = \bar{x} + \frac{S}{S_n}(Y - Y_n) \quad (1)$$

Keterangan:

- X = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun  
 $\bar{x}$  = Harga rata-rata sampel data curah hujan (dalam hal ini curah hujan harian maksimum)  
 S = Simpangan baku (standar deviasi)  
 Y = *Reduce variate*  
 $Y_n$  = *Reduced mean*, yang tergantung pada jumlah sampel  
 $S_n$  = *Reduced standard deviation*

Setelah mendapatkan curah hujan rencana maka dilakukan perhitungan intensitas hujan untuk mendapatkan debit air limpasan yang masuk ke *pit*. Dalam menentukan tingkat intensitas hujan digunakan Persamaan Monobe [2].

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

Keterangan:

- I = Intensitas (mm/jam)  
 $R_{24}$  = Tinggi hujan harian maksimum dalam 24 jam  
 t = Waktu konsentrasi (jam)

Dalam menentukan Debit air total yang masuk ke dalam *pit* didapatkan dari jumlah debit air limpasan, debit air tanah, dan dikurangi debit evapotranspirasi [3]. Debit air limpasan dapat dihitung dengan Persamaan Rasional [2].

$$Q = C.I.A \quad (3)$$

Keterangan:

- Q = Limpasan permukaan maksimum ( $m^3$ /jam)

C = Koefisien limpasan  
 i = Intensitas curah hujan (m/jam)  
 A = Luas *catchment area* atau daerah tangkapan hujan (m<sup>2</sup>)

Perhitungan debit evapotranspirasi dihitung menggunakan Persamaan Dalton [4].

$$E_o = ce_s - e0,5 + 0,54u_2 \quad (4)$$

Keterangan:

$E_o$  = Evaporasi air permukaan bebas (mm/hari)  
 $E_s$  = Tekanan uap air jenuh (mmHg)  
 e = Tekanan uap aktual dalam udara (mmHg)  
 $U_2$  = Kecepatan angin pada ketinggian 2 meter dari permukaan (mm/s)

*Sump* adalah sumuran sementara yang dibuat untuk menampung air limpasan sebelum air tersebut dipompakan [5]. Dimensi *sump* dihitung berdasarkan selisih terbesar antara debit total air yang masuk kedalam tambang dengan debit pemompaan dalam variasi waktu 1-24 jam. Selanjutnya untuk merancang tinggi, panjang, dan lebar permukaan sump maupun dasar sump digunakan Rumus Trapesium [6].

Pompa adalah alat angkut yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat lain [7]. Pompa berfungsi mengeluarkan air dari tambang. Perhitungan head total pompa didapat dengan menggunakan persamaan Bernoulli dengan menjumlah head *static* dengan head *loss* [8]. Head *static* merupakan perbedaan tinggi elevasi antara pipa *inlet* dengan pipa *outlet* sedangkan head *loss* merupakan head kerugian yang dihasilkan oleh pipa [9].

$$H = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + z_1 \quad (5)$$

Keterangan:

P = tekanan (bar)  
 $\gamma$  = berat spesifik (kN/m<sup>3</sup>)  
 V = kecepatan aliran fluida (m/s<sup>2</sup>)  
 $Z_1$  = elevasi hisap (m)  
 g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Kolam pengendapan lumpur bertujuan untuk menampung air yang berasal dari *sump* dan saluran terbuka yang mengandung material lumpur sebelum dilirkan menuju sungai. Hal ini dilakukan supaya partikel-partikel halus yang terkandung didalam air mengalami pengendapan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sungai. Penentuan dimensi kolam pengendapan lumpur berdasarkan debit air yang masuk kedalam KPL, spesifikasi alat untuk pengurusan, dan lahan yang tersedia [10].

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kondisi Daerah Penelitian

Sump berfungsi untuk menampung air limpasan agar tidak masuk ke kawasan penambangan. Pada *pit 3* Timur Banko Barat air di dalam sump di pompakan menuju *ring kanal* yang kemudian akan dialirkan menuju kolam pengendapan lumpur dan kemudian dibuang ke sungai. Pada daerah penelitian masih banyak air yang masuk ke area tambang, serta saluran terbuka yang tidak beraturan.

### 4.2 Debit Air Masuk

#### 4.2.1. Curah Hujan Rencana

Untuk memperkirakan curah hujan rencana dalam satu hari dilakukan analisa curah hujan dalam waktu 10 tahun terakhir mulai dari tahun 2007 sampai 2017 (Februari). Data curah hujan harus memuat berbagai data, yaitu data rata-rata hujan pertahun, data curah hujan bulanan dan rata-rata hari hujan, (Lampiran A). Data tersebut diolah dengan menggunakan Metode Analisa Gumbel. Harga rata-rata sampel data curah hujan harian maksimum sebesar 244,05 mm/hari, simpangan baku sebesar (S) 149,32, *Reduce variate* (Y) sebesar 2,25, *Reduce mean* (Yn) sebesar 0,56 dan *Reduce standart deviation* sebesar (Sn) 1,22. Berdasarkan pengolahan data curah hujan menggunakan Metode Analisa Gumbel didapatkan hasil perkiraan curah hujan rencana di *pit 3* Timur sebesar 405,93 mm/hari.

#### 4.2.2. Intensitas Hujan

Untuk menentukan intensitas hujan di *pit* 3 Timur digunakan Persamaan Monobe dimana tingi hujan maksimum dalam 24 jam sebesar 129,02 mm/hari, dengan rata-rata jam hujan selama 3,05 jam/hari. Dengan mengolah data menggunakan Persamaan Monobe didapatkan bahwa intensitas hujan di *pit* 3 timur banko barat adalah 21,26 mm/jam.

#### 4.2.3. Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Luas daerah tangkapan hujan atau *catchment area* berdasarkan desain tambang yang diberikan oleh *Mine Plan Engineering* (MPE) PT.Bukit Asam (Persero) Tbk, setelah dilakukan pengukuran didapatkan luas daerah tangkapan hujan sebesar 49,15 Hektar atau 491.500 m<sup>2</sup>. Daerah tangkapan hujan sebagian besar adalah dari hutan atau daerah tambang yang masih dalam tahap land clearing dan *mine out* yang telah dijadikan *disposal area* dipadatkan yang mempunyai koefisien 0,9 dengan kemiringan sebesar 15%.

#### 4.2.3. Debit Air Limpasan

Untuk menghitung jumlah debit air limpasan yang masuk digunakan Metode Rasional. Koefisien limpasan di *pit* 3 timur sebesar 0,9, intensitas curah hujan sebesar 21,26 mm/jam. Dengan menggunakan persamaan rasional maka didapatkan jumlah debit air limpasan yang masuk kedalam *pit* 3 Timur adalah DTH sebesar 28332,51 m<sup>3</sup>/hari.

#### 4.2.4. Debit Air Tanah

Debit air tanah yang ada di *Pit* Taman didapatkan dari perhitungan yang dilakukan oleh *Satuan Kerja Rencana Hidrologi*. Debit air tanah yang didapatkan adalah 0,001 m<sup>3</sup>/detik atau 86,4 m<sup>3</sup>/hari.

#### 4.2.5. Perhitungan Debit Evapotranspirasi

Dari data iklim yang didapat dari satuan kerja Perencanaan Sipil dan Hidrologi tahun 2017, debit evapotranspirasi memiliki nilai 0,203 m<sup>3</sup>/jam atau 4,87 m<sup>3</sup>/hari.

#### 4.2.6. Perhitungan Debit Air Total

Jumlah debit air total yang masuk ke *pit* 3 Timur adalah jumlah dari debit air limpasan dengan debit air tanah kemudian di kurangi akibat terjadinya evapotranspirasi. Maka diperoleh debit air total DTH adalah 28423,78 m<sup>3</sup>/hari.

### 4.3. Perencanaan Dimensi *Sump* di *Pit* 3 Timur

Untuk melakukan perencanaan dimensi *sump* untuk menampung air yang masuk di *pit* 3 timur banko barat maka harus dicari terlebih dahulu perhitungan dengan menggunakan data selisih volume terbesar antara debit total air yang masuk ke dalam *sump* dikurang dengan debit pemompan dalam waktu yang sama. Bentuk dari *sump* yang akan direncanakan adalah bentuk trapesium dengan kemiringan 45°. Waktu hujan dalam perhitungan disamakan dengan waktu hidup pompa dam intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu hujan berkisar 1-24 jam. Curah hujan yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan yaitu perkiraan curah hujan rencana sebesar 405,93 mm/hari.

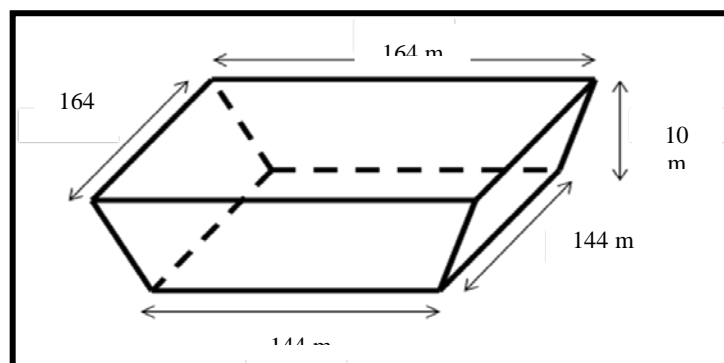
Berdasarkan perhitungan perencanaan *sump* yang dilakukan, diperoleh debit sisa air terbesar terjadi pada waktu hujan selama 24 jam pada intensitas hujan 14,96 m/jam. Debit total air yang masuk ke dalam *sump* adalah 158.920,57 m<sup>3</sup> sedangkan pada waktu yang sama pompa hanya mampu memompakan debit sebesar 20.736,00 m<sup>3</sup>. Maka selisih debit air yang masuk ke *sump* dan debit air yang dipompakan sebesar 138.184,57 m<sup>3</sup>. Selisih volume terbesar inilah yang dijadikan patokan sebagai volume *sump*.

Dimensi *sump* yang akan direncanakan untuk menampung air yang akan masuk ke *pit* 3 Timur adalah dengan panjang permukaan *sump* 164 m, panjang dasar *sump* 144 m, dan kedalaman *sump* 10 m seperti (Gambar 1).

$$V = \{(\text{luas permukaan sumuran} + \text{luas dasar sumuran})\} \times \frac{\text{Ketinggian}}{2} \quad (7)$$

$$V = \{(164 \text{ m} \times 164 \text{ m}) + (144 \text{ m} \times 144 \text{ m})\} \times \frac{1}{2} \times 10$$

$$= 135.073 \text{ m}^3$$



Gambar 1. Dimensi Rencana *Sump* di *Pit* 3 Timur

4.4. Pemompaan di *pit* 3 Tinur

4.4.1. Pompa dan Pipa yang digunakan pada *pit* Timur

Kebutuhan pompa pada areal penambangan diperoleh dengan mengetahui terlebih dahulu *head* total dari pompa. Diketahui lokasi tambang *pit* 3 Timur memiliki ketersediaan 2 jenis pompa yaitu pompa 315 dan 385 NS *Sulzer* (Gambar 2) dimana masing-masing pompa memiliki kapasitas debit pemompaan yaitu 0,17 m<sup>3</sup>/detik dan 0,14 m<sup>3</sup>/detik.

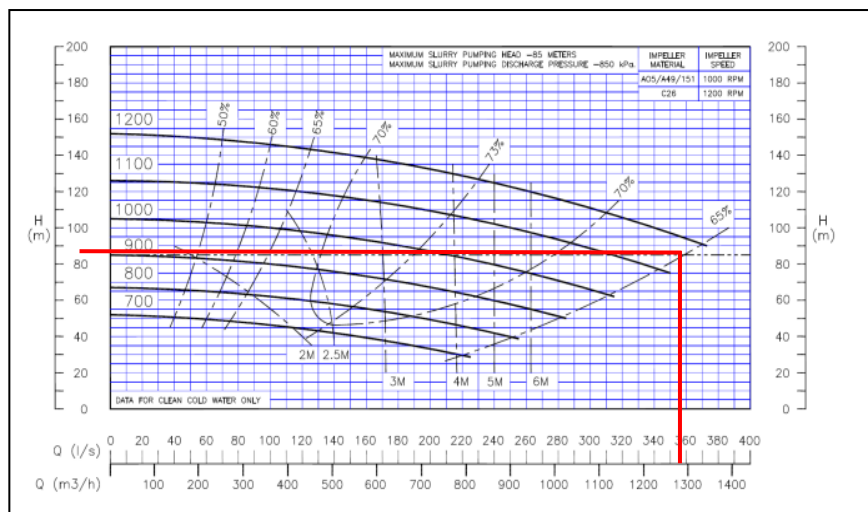
4.4.2. Perhitungan *Head* Pompa

Perhitungan *head* total pompa menggunakan persamaan Hazen-William yang bertujuan untuk menentukan kapasitas debit pompa. Adapun debit pompa 1 dengan total *head* sebesar 86,43 m adalah sebesar 0,30 m<sup>3</sup>/detik dengan menggunakan Rpm 1110 dan efisiensi 65% ( Gambar 3).

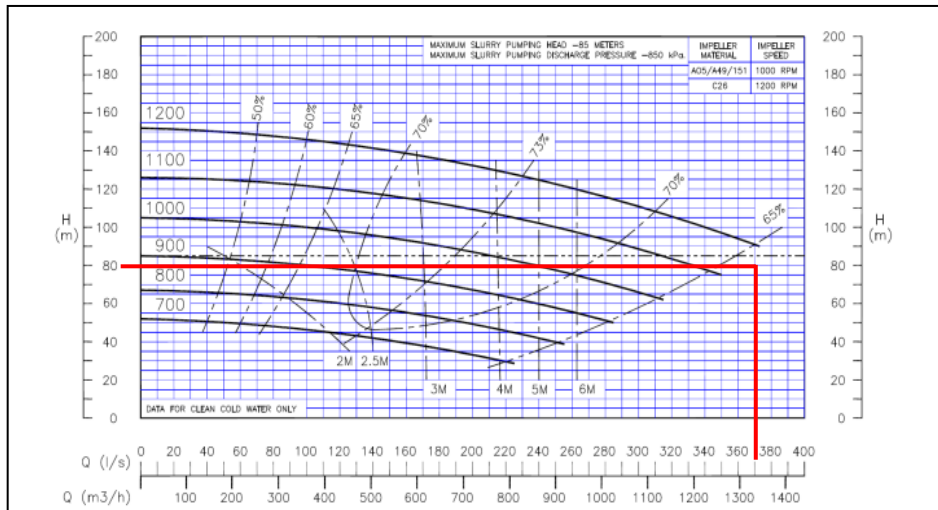
Untuk debit pompa 2 dengan total *head* sebesar 74,62 m adalah sebesar 0,35 m<sup>3</sup>/detik dengan menggunakan Rpm 1235 dan efisiensi 65%.



Gambar 2. Pompa 315 NS *Sulzer*



Gambar 3. Kurva Debit Pompa 315 NS *Sulzer*



Gambar 4. Kurva Debit Pompa 385 NS Sulzer

#### 4.5 Dimensi Kolam Pengendapan Lumpur

Pembuatan KPL bertujuan untuk menampung air yang berasal dari *sump* yang mengandung material (lumpur) sebelum di alirkan ke sungai. Hal ini dilakukan agar material halus yang berada didalam air diendapkan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sungai. Kolam Pengendapan Lumpur yang terdapat di *Pit 3 Timur* memiliki 4 kompartemen dengan panjang, lebar dan kedalaman rata-rata adalah 88 m x 25 m x 5 m. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan volume air yang masuk ke kolam memiliki volume 10.584 m<sup>3</sup>/Jam. Sedangkan volume maksimal dari kolam aktual hanya sebesar 4867 m<sup>3</sup>. Sehingga kolam pengendapan lumpur harus diperbesar sesuai dengan dimensi kolam pengendapan lumpur yang direncanakan. Maka dimensi kolam pengendapan lumpur yang akan direncanakan adalah dengan panjang 42 m, lebar 18 m dan kedalaman KPL 6 m.

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian laporan penelitian tugas akhir diatas, maka di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk *sump* debit air yang masuk adalah sebesar 28332,51 m<sup>3</sup>/hari
2. Dimensi *sump* yang diperlukan adalah sebesar 164 m x 144 m x 10 m dengan volume maksimum m<sup>3</sup> berbentuk trapesium dengan kemiringan 45<sup>0</sup>.
3. Jumlah pompa yang digunakan saat ini adalah 2 buah pompa. Dimana pompa yang digunakan adalah pompa 315 NS Sulzer dan 385 NS Sulzer.
4. Dimensi Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) harus diperbesar guna menampung debit air yang masuk ke dalam Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) yaitu sebesar 40 m x 25 m x 5 m dengan 4 kali pengurasan dalam 1 tahun.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Analisa Data jilid 1*. Bandung: Nova.
- [2] Soemarto, CD. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [3] Rachmawati, A. (2010). Aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) Untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase di Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 4 (02). 113.
- [4] Seyhan, E. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [5] Suwandhi, A. (2004). *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang, Diktat Perencanaan Tambang Terbuka*. Bandung: UNISBA.
- [6] Endrianto, M., dan Ramli, M. (2013). Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara pada Pit Seam 11 Selatan PT Kitadin Tandung Mayang. *Jurnal Geosains*. 09 (1). 30- 33.
- [7] Tahara, H. (2004). *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.
- [8] Olson, M.R., dan Wright, J. S. (1993). *Dasar-dasar Mekanika Fluida Teknik*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- [9] Sularso dan Tahara, H. (2000). *Pompa dan Kompresor (Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan)*. Jakarta: Pramidya Paramita.
- [10] Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.