

Evaluasi Sistem Penyaliran Tambang Batubara Di Pit 1 PT. Benal Aiti Bara Perkasa Jobsite Jpc Desa Pemusiran Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi

Silvi Anadia^{1*}, Rusli HAR^{1**}

¹ Mahasiswa Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

² Dosen Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

*silviaanadia190408@gmail.com

**ruslihar160363@gmail.com

Abstract. High rainfall in the mining industry can affect mining operations, an optimal form of effort for handling air entering the mining area through a form of mine drainage system study. The purpose of the research is to control runoff water entering the mine openings so that the mining process is not disturbed. The calculation of the planned day rainfall to determine the use of gumbel distribution, the planned rainfall is 186.290501 mm/day for a 25 year return period, the annual runoff discharge with a 25 year return period is 0.30804 m³/s. Based on the results of the analysis between the planned annual runoff discharge and the pump's capacity, there must be at least 2 selwood pumps available to cope with high-intensity rain, if not in the rainy season, one pump is sufficient to keep the air from disturbing mining activities. The designed sump has a base side of 90 m while the surface side of the sump is 84 m with a depth of 5 meters and a wall angle of 60° sump has a volume of 37,890 m³. The dimensions of the open channel that will be used are trapezoidal in shape because it is easier to manufacture.

Keywords: *Precipitation, sump, pump, open channel,s*

1. Pendahuluan

Sistem drainase tambang adalah Sebuah tindakan yang digunakan dalam aktivitas pertambangan untuk mencegah, mengalirkan atau membuang air ke lubang-lubang di tambang. Upaya tersebut bertujuan untuk mencegah tingginya muka air yang mengganggu aktivitas penambangan, terutama pada saat musim hujan. Salah satu sumber air tambang adalah air hujan, air limpasan dan air tanah.

Perencanaan sistem penyaliran tambang dengan sumuran (sump) digunakan di tambang terbuka. Air yang masuk ke dalam tambang, baik air permukaan maupun bawah tanah, ditampung dalam sebuah sumur yang biasanya dibuat di dasar tambang dan dari sumur inilah air dipompa keluar dari tambang. Karena fungsinya sebagai tempat menampung air sementara, maka perlu perencanaan yang matang dalam menentukan desain sump agar air yang ditampung tidak meluap.

Berdasarkan pengamatan di lapangan terlihat adanya menumpuknya air disatu titik di front penambangan batubara yang masih aktif. Penambangan dilakukan di pit 1 yang mana mengarah ke elevasi yang lebih rendah sehingga berpotensi menimbulkan genangan air saat dilakukan proses penambangan batubara. Karena bekas pengambilan batubara dapat menyebabkan tergenangnya air sehingga terganggunya atau menghambat aktifitas pengambilan batubara di simp atau lapisan selanjutnya. Oleh karena itu, tujuan dilakukannya evaluasi adalah untuk menentukan apakah Sump yang ada dapat menampung limpasan. Jika tidak maka akan mempengaruhi pompa yang digunakan nanti. Apakah untuk menambah jumlah pompa yang digunakan atau untuk mengganti jenis pompa saya perhatikan masalah lain yang saat ini kurang dalam pemeliharaan saluran terbuka untuk mengalirkan air dari lantai bawah area kerja pertambangan ke *sump*, hal ini disebabkan ukuran saluran terbuka belum mampu mengalirkan debit air limpasan yang ada di dalam tambang serta Adanya tanah

di lereng tambang di sekitar saluran air yang tersapu oleh hujan, mengakibatkan terjadinya penimbunan tanah pada saluran yang juga mempengaruhi perubahan ukuran saluran. ada yang kecil, sehingga aliran air ke bah tidak merata. Oleh karena itu perlu dirancang ukuran saluran yang baik untuk mengalirkan air ke lokasi tambang dan dimensi paritan juga tidak sama, disatu sisi ada yang lebar dan kecil.

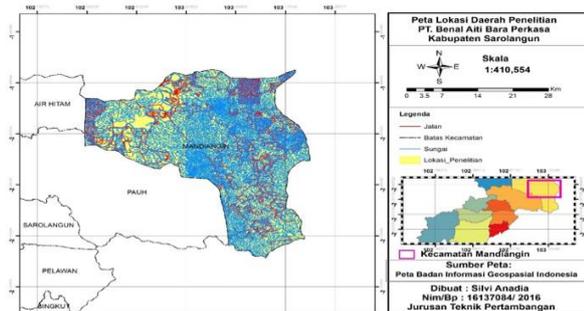
Oleh karena itu dibutuhkan evaluasi sistem penyaliran dengan baik dari area tergenang air menuju ke penampungan sementara (*sump*). Agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan maksimal dan kegiatan penambangan kedepannya tidak terganggu serta kondisi tempat kerja tetap aman, maka diperlukan evaluasi mengenai sistem penyaliran tambang dengan mengevaluasi aspek system drainase yang mengganggu operasi penambangan, seperti dimensi *sump*, saluran terbuka, kolam tailing, dan persyaratan pompa untuk menentukan apakah sistem yang ada berfungsi dengan baik. Oleh karena itu perusahaan harus membuat merencanakan dan mengevaluasi secara matang untuk mencapai hasil yang optimal.

2. Lokasi Penelitian

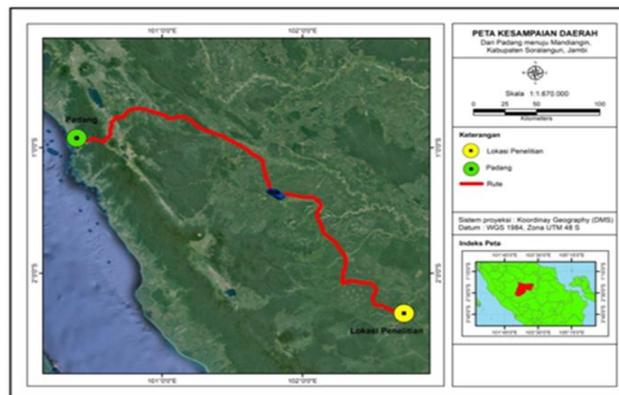
Daerah operasional penambangan Mandiangin merupakan salah satu wilayah operasional PT. Jambi Prima Coal yang terletak sekitar ± 15 km dari Kota Sarolangun. Secara administratif PT. Benal Aiti Bara Perkasa tepatnya pada Pit 1 masih termasuk pada daerah lokasi kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi.

Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Benal Aiti Bara Perkasa, Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi, ±174 km dari pusat kota Jambi. Wilayah IUP PT. Benal Aiti Bara Perkasa terletak pada LS 2°9'3.16" LS dan 102°57'30.13" BT, dibatasi oleh Muarobungo di utara, Bengkulu timur di selatan, Palembang di timur, dan seluruh sungai penuh.

Jarak antara kota Jambi dengan kawasan pertambangan Mandiangin sekitar ± 174 km melalui jalan aspal. Untuk dapat mencapai lokasi penelitian, dari kota Jambi perlu menempuh perjalanan darat menuju Mandiangin dengan waktu tempuh ± 3 - 4 jam. Setelah itu perjalanan dilanjutkan menuju lokasi penelitian dengan bus staff PT. Benal Aiti Bara Perkasa dengan jarak tempuh ± 45 menit perjalanan. Peta lokasi penelitian dan Peta kesampaian daerah dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian



Gambar 2. Peta Kesampaian Daerah

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan observasi lapangan untuk mendapatkan data primer dan dilanjutkan dengan pencarian data sekunder dan studi pustaka untuk menganalisis data dan teori yang ada. Data yang terkumpul diolah secara matematis. Selanjutnya ditentukan korelasi antara hasil pengolahan data dengan pertanyaan penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan yang menggunakan teori dan data dari lapangan untuk memecahkan masalah. Tujuan penelitian terapan adalah menggunakan teori untuk membantu memecahkan masalah praktis.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Penting untuk memiliki sistem yang mudah digunakan dan efisien untuk proses pengumpulan data yang terjadi dalam suatu perusahaan. File BABP mereferensikan beberapa file yang terkait dengan sebuah judul. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dapat berupa data yang dikumpulkan langsung di lapangan, atau data primer yang diperoleh dari pengamatan langsung. Data sekunder digunakan untuk mendukung atau membantu penelitian yang kami lakukan atau data yang kami berikan.

3.3 Teknik Pengolahan Data

Teknik yang digunakan dalam analisa data adalah kombinasi teori dengan data lapangan, primer maupun data sekunder. Untuk keduanya dapat menemukan solusi dari masalah tersebut.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Catchment Area

Catchment area yaitu Tangkapan air hujan di mana tangkapan ditentukan oleh titik ketinggian tinggi yang pada akhirnya berupa polygon tertutup yang bentuknya sesuai dengan kondisi topografi dan mengikuti arah pergerakan air. Untuk menentukan luas DAS, penulis menggunakan software Arcgis 10.4 dan Surpac 6.3 yang dihitung berdasarkan luas DAS.. Pengukuran dihitung berdasarkan peta topografi di wilayah penambangan PT. Benal Aiti Bara Perkasa.

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada software Arcgis 10.4, pada daerah catchment area satu didapatkan luas sebesar 630828,32 m² atau 63,082 Ha.

4.2 Curah Hujan

Curah hujan merupakan input kunci untuk perencanaan operasi drainase, karena mempengaruhi jumlah air tambang yang perlu diolah. Dari hasil perhitungan curah hujan maksimum, nilai maksimumnya adalah 96,4mm/tahun. Berdasarkan analisis data curah hujan, metode distribusi Gumbel digunakan untuk mendapatkan curah hujan tahunan maksimum seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Tahun Maksimum

No	Tahun	Xi
1	2010	118.7
2	2011	134.1
3	2012	125.9
4	2013	95.4
5	2014	67.6
6	2015	111.8
7	2016	63.3
8	2017	81.2
9	2018	96.2
10	2019	69.8
Jumlah		964
Rata-rata		96.4

Data curah hujan dianalisis menggunakan metode distribusi Gumbel, meliputi sbb :

a. Perhitungan Standar deviasi (Sd) dengan rumus :

$$SD = \frac{\sqrt{\sum (Xi - Xr)^2}}{\sqrt{\frac{n-1}{10-1}}}$$

$$= \frac{\sqrt{5890,68}}{\sqrt{\frac{10-1}{10-1}}}$$

$$= 25,58359$$

b. Perhitungan reduced variate (koreksi variasi) Untuk periode ulang (T) 25 tahun :

$$Yt = -\ln[-\ln\left\{\frac{T-1}{T}\right\}]$$

$$= -\ln[-\ln\left\{\frac{25-1}{25}\right\}]$$

$$= -\ln[0,0408]$$

$$= 3,198534$$

c. Penentuan reduced mean (koreksi rata rata)

Nilai *reduce mean* rata-rata dapat ditentukan menggunakan :

$$Yr = \frac{\sum Yn}{n}$$

$$= \frac{-1,14428 + -2,35062 + -1,60609 + 0,23768 + 0,533417 + 0,79411 + 0,874591 + 0,011534 + 0,533417 + 0,261813}{10}$$

$$= -0,3918$$

d. Perhitungan Reduced Mean

Nilai reduced mean dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Yn = -\ln[-\ln\left\{\frac{n+1-m}{n+1}\right\}]$$

$$= -\ln[-\ln\left\{\frac{10+1-10}{10+1}\right\}]$$

$$= -\ln(0,09)$$

$$= -1,14428$$

e. Perhitungan reduced standar deviation (Sn)

$$Sn = \frac{\sqrt{\sum (Yn - Yr)^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{9,397494878}}{10-1}$$

$$= 1.02184445$$

f. Perhitungan Curah Hujan Rencana (Xt)

Saat menghitung curah hujan harian, rencana tersebut dapat menggunakan metode Gumbel dengan menerapkan rumus:

$$Xt = Xr + k.SD$$

$$= 96,4 + 3,5136 \times 25,58359$$

$$= 186,290501 \text{ mm/hari}$$

4.3 Intensitas Curah Hujan

Nilai intensitas hujan diperoleh dari perhitungan menggunakan metode Mononobe. Untuk dapat menghitung intensitas curah hujan, terlebih dahulu perlu diperoleh nilai waktu konsentrasi (T_c) untuk Pit 1 dengan menggunakan metode Mc Dermot, seperti ditunjukkan pada Persamaan:

$$I = \frac{R}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{2/3}$$

Keterangan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R = Curah hujan rencana (mm)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

Maka, perhitungan intensitas hujan dapat dilakukan yaitu sebagai berikut :

Curah Hujan per Hari (R)

$$R = \frac{\text{Curah Hujan Per Bulan}}{30}$$

$$R = \frac{196,290501}{30} \text{ mm/hari}$$

$$R = 6,2096 \text{ mm/hari}$$

$$T_c = 0,76 \times A^{0,38}$$

$$T_c \text{ Cathment Area 1} = 0,76 \times 0,63082^{0,38}$$

$$= 0,63793 \text{ jam}$$

Penentuan intensitas curah hujan bertujuan untuk mengubah curah hujan harian menjadi curah hujan jam, dengan memperhatikan nilai T_c . Setelah diperoleh nilai waktu (T_c) konsentrasi, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \left(\frac{R}{24}\right) \left(\frac{24}{T_c}\right)^{2/3}$$

$$I \text{ Cathment Area I} = \left(\frac{6,2096}{24}\right) \left(\frac{24}{0,63793}\right)^{2/3}$$

$$= 2,90499 \text{ mm/jam}$$

4.4 Perhitungan Debit Limpasan

Mengetahui luas, curah hujan, nilai intensitas hujan, dan nilai koefisien limpasan untuk setiap cekungan, Anda dapat menentukan limpasan.

Tergantung tipe lokasi di sekitar *catchment area*, *pit* 1 dan area pertambangan memiliki koefisien limpasan 0,9. Oleh karena itu, dapat dimasukkan ke persamaan di atas

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

$$Q \text{ Cathment Area I} = 0,278 \times 0,9 \times 2,90499 \times 0,63082$$

$$= 0,458 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 1.648,8 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dari perhitungan tersebut didapat nilai debit limpasan sebesar 0,5209 m³/detik.

4.5 Debit Air Tanah

Perhitungan debit airtanah didasarkan pada pengamatan kondisi tapak dan memperhitungkan perbedaan antara elevasi awal dan akhir yang terjadi di *sump pit* 1.

$$Q = \frac{\bar{h} \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right)}{\Delta t}$$

dimana:

Q = Debit air tanah (m³/jam)

h = Rata-rata kenaikan permukaan air *sump* (m)

L_1 = Luas permukaan air pada saat pompa dimatikan (m²)

L_2 = Luas permukaan air pada saat pompa dihidupkan (m²)

Δt = Selisih waktu pompa dihidupkan dan dimatikan kembali (jam)

$$Q = \frac{\bar{h} \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right)}{\Delta t}$$

$$Q = \frac{0,05 \left(\frac{26706,25 + 26002,36}{2}\right)}{3}$$

$$Q = 439,2 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = 0,122 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4.6 Debit Total

Total limpasan air yang masuk ke tambang adalah limpasan limpasan dan limpasan air tanah. Sehingga total debit air yang masuk ke tambang PT. Dari Benal Aich Bara Perkasa Pit 1:

$$Q \text{ total} = Q \text{ limpasan} + Q \text{ air tanah}$$

$$= 0,30804 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,122 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 0,43004 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4.7 Pompa

Jumlah pompa yang akan digunakan dihitung dari kemampuan masing-masing pompa yang akan digunakan. Dalam hal ini, penulis hanya mendapat handbook dari tipe pompa Selwood HH200. Berdasarkan spesifikasi pompa, diketahui bahwa debit aliran maksimum pompa Selwood HH200 adalah sebesar 1100 m³/jam. Dalam hal availability kapasitas pompa, penulis hindari RPM 100% karena dikhawatirkan kerusakan pada mesin pompa, dan juga diasumsikan bahwa pompa dapat bekerja secara optimal jika head pompa lapangan kurang dari head pompa maksimum yang disarankan, sehingga penentuan head desain pompa harus disesuaikan dengan head maksimum pompa Selwood HH200. Tipe dan Kemampuan pompa H200 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tipe dan kemampuan Pompa Selwood H200

Pompa	Selwood H200	
Model	1 x Selwood H200	
Kapasitas Pompa	1100	m ³ /jam
Availability	85%	
Kapasitas Pompa Aktual	935	m ³ /jam
	259,72	lt/detik
EWB (aktual)	632,4	Jam
Kemampuan Pompa	591.294,00	m ³ /bulan

4.7.1 Jumlah Pompa

Perhitungan jumlah pompa didasarkan pada debit air tanah dan air hujan yang masuk ke dalam *temporary sump*. Jika hanya untuk mengatasi air tanah dengan debit 0,122 m³/dt maka cukup satu pompa saja yang mengeluarkan air dari dalam tambang. Kalkulasi akan berubah begitu datang hujan karena debit satu pompa tidak mampu mengatasi air yang masuk sehingga diperlukan analisa kembali.

Debit limpasan rencana tahunan = 0,43004 m³/detik
 Kemampuan pompa aktual = 0,259 m³/detik
 Jumlah pompa minimal = $\frac{\text{Debit limpasan rencana tahunan}}{\text{Kemampuan pompa aktual}}$
 Jumlah pompa minimal = $\frac{0,43004 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,259 \text{ m}^3/\text{detik}}$
 Jumlah pompa minimal = 1,6 ≈ 2 unit pompa

4.7.2 Perhitungan Daya Pompa pompa

Berdasarkan nilai *head* total yang didapat sebelumnya dan spesiikasi pompa yang digunakan, maka dapat dicari daya pompa yang dibutuhkan di *pit* penambangan sebagai berikut:

$$N = \frac{Q \times H_t \times \rho}{60 \times 75 \times \text{efisiensi pompa}} \quad (\text{HP})$$

Keterangan:

- N = Daya pompa (w)
- Q = debit pompa (m³/jam)
- Ht = *Head* total (m)
- ρ = Berat jenis air (Kg/dm³)

Efisiensi kerja pompa 85%, maka dapat dihitung:

$$N = \frac{1100 \times 265,74852 \times 1}{60 \times 75 \times 85\%}$$

N = 76,42441 HP
 1 HP = 0,736 KiloWatt (kW)
 N = 76,42441 x 0,736
 N = 56,24836 kW

4.8 Sump

Dimensi *Sump* yang dibuat harus dapat menampung volume air yang masuk ke dalam *pit* 1 PT. Benal Aiti Bara Perkasa. Rancangan dimensi *sump* dihitung dari debit limpasan dengan asumsi debit air maksimal yang masuk dalam 24 jam adalah sebagai berikut:

$$Q_{\text{total}} = 0,30804 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,122 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,43004 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \times 24$$

$$Q_{\text{total}} = 37.155,456 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dari perhitungan tersebut, diketahui volume minimal *temporary sump* yang harus dibuat adalah 37.155,456 m³. Bentuk dari *temporary sump* adalah limas terpancung sehingga untuk menampung volume total digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Volume} = \frac{(\text{luas atas} + \text{luas bawah})}{2} \times \text{kedalaman}$$

- Jika:
- X² = luas atas (m²)
- Y² = luas bawah (m²)
- Z = Kedalaman (m)
- V = Volume

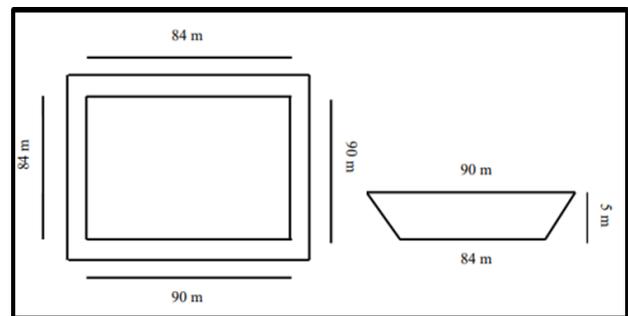
Maka:

$$V = \frac{(X^2 + Y^2)}{2} \times Z$$

$$V = \frac{(84^2 + 90^2)}{2} \times 5$$

$$V = 37.890 \text{ m}^3$$

Kemudian, volume *sump* yang optimum untuk menampung air yang masuk ke lokasi penambangan adalah 37.890 m³, seperti terlihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Bentuk penampang *temporary sump* dari atas dan dari samping.

Keterangan :

1. Panjang dasar *sump* = 84 m
2. Lebar dasar *sump* = 84 m
3. Panjang permukaan *sump* = 90 m
4. Lebar permukaan *sump* = 90 m
5. Kedalaman *sump* = 5 m

4.9 Saluran Terbuka

Air yang terkumpul pada *sump* dipompa melalui saluran terbuka ke kolam pengendapan lumpur sebelum dibuang aliran anak sungai .

Saluran yang direncanakan dibuat dengan bentuk penampang trapesium karena mudah dalam pembuatan dan perawatannya.

Jika dilihat *bench* pada *pit* 1 PT. Benal Aiti Bara Perkasa memiliki standar *grade* maksimal jalan 8%, maka kecepatan rata-rata yang diambil adalah 1,5 m/s. Dimensi puritan dan bentuk penampang puritan dapat dilihat ada tabel 3 dan gambar 4.

$$A = Q/V$$

Keterangan:

A = Luas penampang (m²)

Q = Debit limpasan (m³/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

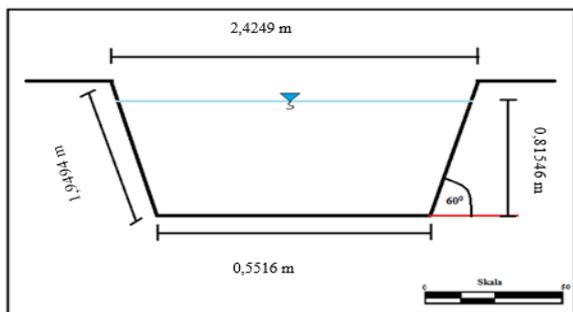
$$A = Q/V$$

$$A = 0,5931/1,5$$

$$A = 0,3953 \text{ m}^2$$

Tabel 3. Dimensi Paritan

Luas penampang (A)	Kedalaman paritan (h)	Lebar dasar paritan (b)	Panjang Sisi Luar Saluran (a)	Kemiringan dinding	Penampang Basah (d)	Lebar Permukaan (B)
0,3953 m ²	0,4777 m	0,5516 m	1,9494 m	60°	0,81546	2,4249



Gambar 4. Bentuk Penampang Paritan

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan pada bab sebelumnya adalah:

Stormwater Catchment atau In-Pit Catchment 1 PT.BAPP memasuki bukaan tambang seluas 63.082 ha.

1. Curah hujan rencana yang dihasilkan pada PT. BABP, sebesar 186,290 mm/hari dengan periode ulang 25 tahun dan Intensitas curah hujan yang dihasilkan sebesar 2,90499 mm/jam berdasarkan curah hujan dari tahun 2010 sampai 2019.

2. Debit limpasan tahunan dengan kala ulang 25 tahun adalah 0,30804 m³/s dan debit air tanah yang masuk kedalam *Sump* pit 1 adalah sebesar adalah 0,122 m³/detik.
3. Diketahui dimensi parit yang akan dibuat berbentuk trapesium dengan ukuran sebagai berikut:
 - Luas penampang (A) : 0,3953 m²
 - Kedalaman paritan (h): 0,4777 m
 - Lebar dasar paritan (b) : 0,5516 m
 - Lebar permukaan (B) : 2,4249 m
 - Kemiringan dinding : 60°
4. Berdasarkan hasil analisis *Head* total pompa pada *sump* 1 adalah 265,74852 meter dengan debit limpasan tahunan rencana dan kemampuan pompa, maka harus ada pompa yang tersedia minimal 2 pompa *selwood* untuk menanggulangi hujan dengan intensitas tinggi, sedangkan jika tidak dalam musim hujan, satu pompa cukup untuk menjaga agar air tidak mengganggu aktifitas penambangan.

5.2 Saran

Dari hasil pengamatan, penulis memberikan saran antara lain:

1. Untuk mengatasi debit limpasan yang tinggi, sebaiknya parit dibuat sesuai dengan *design* dan dilakukan normalisasi pada periode tertentu.
2. Sebaiknya pembuatannya *temporary sump* cepat, tepat, dan tidak mengganggu proses hauling di area pertambangan.
3. Pembuatan *channel* pada pojok *bench* bagian dalam dibuat bersamaan dengan pembuatan *bench* agar tidak membuang waktu dan bisa sekali jalan. Dengan adanya parit tersebut diharapkan air tidak melimpah ke *front* dan jalan penambangan.
4. Selalu lakukan pengecekan pada pompa agar saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi bisa bekerja optimal mengeluarkan air yang masuk ke dalam *sump*.
5. Pemeliharaan saluran terbuka perlu ditingkatkan untuk menghindari pengendapan akibat pengendapan saluran sehingga saluran terbuka dapat lebih optimal.

Daftar Pustaka

- [1] Andrianto, D., & Kasim, T. (2019). Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Batubara PT. Rajawali Internusa Jobsite PT. Indah Jaya Abadi Pratama Lahat, Sumatera Selatan. Jurnal Bina Tambang, 4(3), 89-97
- [2] Endriantho, Muhammad, dkk. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara. J. Geosains. Vol. 09 No. 01. Hlm. 29-39 (2013)
- [3] Girsang, R. T., Ibrahim, E., & Mukiat. (2017). Perencanaan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka di PT. Bara Anugrah Sejahtera Lokasi Pulau

- Panggung Muara Enim Sumatera Selatan. JP, 1(2), 1-7.
- [4] Haeruddin., Ansharian., Nurwaskito, A., & Munir., S. A. (2019). Kajian Sistem Penyaliran Tambang Batubara Bengalon Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Geomine, 7(1), 1-7.
- [5] Prhastini, D., & Gautama, S. R. (2012). Perancangan Aplikasi Untuk Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka. JTM, XIX(3), 150-156.
- [6] Putri, R. A. F. (2020). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pada Tambang Terbuka di PT. X. Jurnal IPTEK, 24(1), 59-66.