

PERENCANAAN TEKNIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG TERBUKA DI PT. BARA ANUGRAH SEJAHTERA LOKASI PULAU PANGGUNG MUARA ENIM SUMATERA SELATAN

Tumpol Richardo Girsang¹, Eddy Ibrahim², dan Mukiat³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,

Jl. Raya Palembang - Prabumulih Km. 32 Indralaya, 30662, Indonesia

E-mail: tumpolrichardo@yahoo.com

ABSTRAK

PT. Bara Anugrah Sejahtera adalah salah satu perusahaan tambang batubara dengan metode tambang terbuka yang memiliki lokasi di Pulau Panggung Muara Enim Sumatera Selatan. Tambang ini memiliki 3 front penambangan yang saling berdekatan, dimana yang aktif saat ini hanya 1 front penambangan saja, yaitu front penambangan III. Dua front penambangan lainnya, yaitu front penambangan I dan II sudah tidak beroperasi cukup lama, sehingga telah digenangi air dengan volume yang cukup besar. Penggabungan ketiga front penambangan tersebut direncanakan pada awal tahun 2015. Sehingga sebelum penggabungan dilakukan, maka air yang sudah menggenangi harus dikeluarkan terlebih dahulu dengan cara pemompaan. Total volume air yang telah menggenangi front penambangan diketahui sebesar 194.342,33 m³. Perencanaan sistem penyaliran menggunakan 1 unit pompa Deeflo DP2500-2 dengan kapasitas 300 m³/jam. Dengan jam kerja pompa sebesar 20 jam/hari, maka selama 39 hari diperkirakan total volume air yang menggenangi front penambangan akan habis dipompakan keluar tambang. Pemompaan ini juga bertujuan sebagai pengendali jumlah air yang akan masuk ke dalam tambang nantinya setelah dilakukan penggabungan ketiga front penambangan, baik dari air limpasan maupun dari air tanah. Air hasil pemompaan akan dialirkan melalui saluran terbuka dengan lebar dasar saluran 0,5 m, kedalaman saluran 0,52 m, dan lebar permukaan saluran 1,3 m, menuju kolam pengendapan lumpur. Kolam pengendapan lumpur dirancang sebanyak 3 buah kompartemen, dengan volume masing-masing sebesar 1.800 m³.

Kata kunci: pemompaan, air genangan, air limpasan, air tanah

1. PENDAHULUAN

PT. Bara Anugrah Sejahtera terletak di Pulau Panggung Muara Enim Sumatera Selatan [1]. Tambang ini merupakan jenis tambang terbuka, yaitu tambang yang berhubungan langsung dengan atmosfer. Diketahui dari 3 front penambangan, hanya 1 yang aktif, sedangkan 2 front penambangan lainnya sudah lama tidak beroperasi sehingga tergenangi air dengan volume yang cukup besar. Dan sesuai dengan perencanaan tambang karena adanya rencana penambahan jumlah produksi, maka akan dilakukan penggabungan ketiga front penambangan pada awal tahun 2015. Sehingga air yang sudah menggenangi harus dikeluarkan terlebih dahulu dengan cara pemompaan.

Selain itu, pemompaan juga akan bertujuan untuk menanggulangi air yang akan masuk ke lokasi tambang, baik dari air limpasan maupun dari air tanah. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan penyaliran yang baik, agar air yang telah menggenangi maupun air yang akan masuk ke lokasi tambang dalam dikendalikan tanpa harus mengganggu aktifitas penambangan. Perencanaan sistem penyaliran yang baik meliputi; perencanaan *sump* yang mampu menampung debit air limpasan dan air tanah, perencanaan sistem kerja pompa dan pemipaan, saluran terbuka yang mampu mengalirkan

air hasil pemompaan, serta kolam pengendapan lumpur yang mampu menampung endapan lumpur hasil pemompaan sebelum dialirkan ke sungai terdekat.

Banyaknya air yang masuk ke dalam tambang dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain infiltrasi, limpasan permukaan (Run off) dan evapotranspirasi. Infiltrasi merupakan proses masuknya air dari permukaan ke dalam tanah yang terjadi karena hujan yang jatuh di atas permukaan tanah sebagian atau seluruhnya akan mengisi pori-pori tanah [2].

Curah hujan yang mencapai permukaan tanah akan bergerak sebagai limpasan permukaan (*surface run off*) atau sebagai infiltrasi. Hal ini tergantung dengan besar kecilnya debit limpasan yang terjadi terhadap kapasitas infiltrasi. Jika daerah pengaliran itu terdiri dari daerah dengan lapisan tanah yang mempunyai permeabilitas rendah (lapisan *impermeable* seperti *clay* dan *silt*) [3], maka limpasan permukaannya akan lebih besar dari kapasitas infiltrasi.

2. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan mengenai masalah yang dibahas. Data yang dikumpulkan terbagi atas dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah jumlah pompa, panjang pipa, dan debit air tanah. Sedangkan data sekunder seperti data curah hujan, jumlah hari hujan, jumlah jam hujan, peta *catchment area*, spesifikasi pompa dan pipa.

Adapun pengolahan data pada penelitian ini antara lain: Menghitung curah hujan rencana dan intensitas hujan tahun 2015, menghitung debit dan volume air limpasan yang masuk ke dalam tambang, menghitung debit dan volume air tanah yang masuk ke dalam tambang, menghitung debit dan volume volume evapotranspirasi di lokasi tambang, menghitung debit, head, dan daya pompa, menghitung rencana waktu operasi pompa, menghitung rencana dimensi sump, saluran terbuka dan kolam pengendapan lumpur. Debit limpasan air hujan dihitung dengan menggunakan persamaan *Rational Method*, yaitu sebagai berikut [4]:

$$Q = C.I.A \quad (1)$$

Keterangan:

Q = Debit limpasan hujan (m^3/s)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (m/jam)

A = Luas *catchment area* (m^2)

Evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan rumus *Turc* sebagai berikut [5]:

$$E = \frac{P}{\left[0,9 + \left(\frac{P}{L(T)}\right)^2\right]^{0,5}} \quad (2)$$

Keterangan:

E = Evapotranspirasi (mm/tahun)

P = Curah hujan tahunan rata-rata (mm/tahun)

T = Temperatur rata-rata ($^{\circ}C$)

L(T) = Fungsi suhu

$$= 300 + 25T + 0,05T^3$$

Perhitungan periode ulang dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya adalah Metode *Extreem Gumbel* atau lebih lazim disebut Metode *Gumbel* [6].

$$X = \bar{x} + \left(\frac{S}{S_n}\right) (Y - Y_n) \quad (3)$$

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 bulanan maksimum)

S = Simpangan baku (standar deviasi) data sampel curah hujan

Y = *Reduce variate*, mempunyai nilai yang berbeda pada setiap periode ulang

Y_n = *Reduced mean*, yang tergantung pada jumlah sampel
 S_n = *Reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel

Dalam sistem penyaliran tambang, pompa berfungsi untuk mengeluarkan air dari tambang. *head* pompa dirumuskan sebagai berikut [7]:

$$H_p = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + Z_2 - Z_1 + H_L \quad (4)$$

Keterangan:

H_p = *Head* pompa (m)
 V_1 = Kecepatan aliran fluida hisap (m/s^2)
 V_2 = Kecepatan aliran fluida buangan (m/s^2)
 Z_1 = Elevasi hisap (m)
 Z_2 = Elevasi buangan (m)
 H_L = *Head loss* (m)

Head loss pada pipa dihitung menggunakan persamaan *Hazen-William* [8]:

$$H_L = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times (L + L_e) \quad (5)$$

Keterangan:

H_L = *Head loss* pipa (m)
 Q = Debit aliran pipa (m^3/s)
 C = Konstanta *Hazen-Williams*
 D = Dimameter pipa (m)
 L = Panjang pipa (m)
 L_e = Panjang pipa ekuivalen (m)

Total volume air yang masuk ke lokasi tambang dapat dihitung dengan rumus berikut [12]:

$$\text{Total volume air yang masuk} = \text{volume limpasan} + \text{volume air tanah} - \text{volume evapotranspirasi} \quad (6)$$

Setelah data-data diolah dan dianalisa, maka dapat ditarik kesimpulan dan diberikan saran yang sesuai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Debit Air Yang Masuk Ke Lokasi Tambang

Debit air yang masuk ke lokasi tambang dapat dipengaruhi oleh beberapa hal (Tabel 1).

a. Perhitungan infiltrasi

Infiltrasi merupakan proses masuknya air yang berasal dari permukaan ke dalam tanah. *Catchment area* PT. Bara Anugrah Sejahtera berupa tanah gundul dengan kemiringan $\geq 15^\circ$, sehingga infiltrasi di *catchment area* tambang dapat ditiadakan.

b. Perhitungan debit dan volume air limpasan permukaan

Air limpasan permukaan adalah air hujan yang sampai di permukaan dan tidak mengalami infiltrasi karena tanah yang gundul dan miring. Perhitungan debit air limpasan permukaan yang masuk ke dalam pit dipengaruhi oleh besarnya koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas *catchment area*.

Tabel 1. Total volume air yang masuk ke tambang tahun 2015

| No | Bulan | Volume Limpasan (m ³) | Volume Air Tanah (m ³) | Volume Evapotranspirasi (m ³) | Total Volume Air Yang Masuk Ke Tambang (m ³) |
|----|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| 1 | Januari | 30.381,83 | 6.459,78 | 6.300,13 | 30.541,48 |
| 2 | Pebruari | 33.033,16 | 5.834,64 | 6.061,63 | 32.806,17 |
| 3 | Maret | 37.261,93 | 6.459,78 | 8.326,40 | 35.395,31 |
| 4 | April | 40.332,98 | 6.251,40 | 10.148,61 | 36.435,77 |
| 5 | Mei | 26.679,83 | 6.459,78 | 11.102,23 | 22.037,38 |
| 6 | Juni | 18.110,10 | 6.251,40 | 13.872,52 | 10.488,98 |
| 7 | Juli | 26.732,58 | 6.459,78 | 9.459,88 | 23.732,48 |
| 8 | Agustus | 18.639,12 | 6.459,78 | 8.378,51 | 16.720,39 |
| 9 | September | 20.349,87 | 6.251,40 | 11.444,44 | 15.156,83 |
| 10 | Oktober | 65.245,79 | 6.459,78 | 14.037,73 | 57.667,84 |
| 11 | Nopember | 72.865,46 | 6.251,40 | 25.360,83 | 53.756,03 |
| 12 | Desember | 153.124,01 | 6.459,78 | 19.462,34 | 140.121,45 |

c. Perhitungan debit air tanah

Berdasarkan hasil percobaan, diperoleh debit air tanah yang masuk ke dalam pit sebesar 8,6825 m³/jam.

d. Perhitungan debit dan volume evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan gabungan antara penguapan oleh panas (evaporasi) dan penguapan oleh tumbuhan (transpirasi). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh debit evapotranspirasi sebesar 0,4516 mm/jam.

3.2. Perhitungan Head, Daya, Dan Debit Pompa, Serta Pemipaan

Berdasarkan perhitungan, diperoleh head total pompa sebesar 20,5315 meter dan daya pompa sebesar 25,1410 KW. Debit pompa diketahui sebesar 300 m³/jam. Jumlah pompa Deeflo DP2500-2 yang dipakai adalah 1 unit, sehingga apabila jam kerja pompa per hari adalah 20 jam, maka debit pompa per hari sebesar 6.000 m³/hari. Sedangkan untuk pemipaan akan menggunakan 6 batang pipa HDPE, dengan panjang masing-masing pipa 6 meter, sehingga panjang pipa keluar sebesar 36 meter.

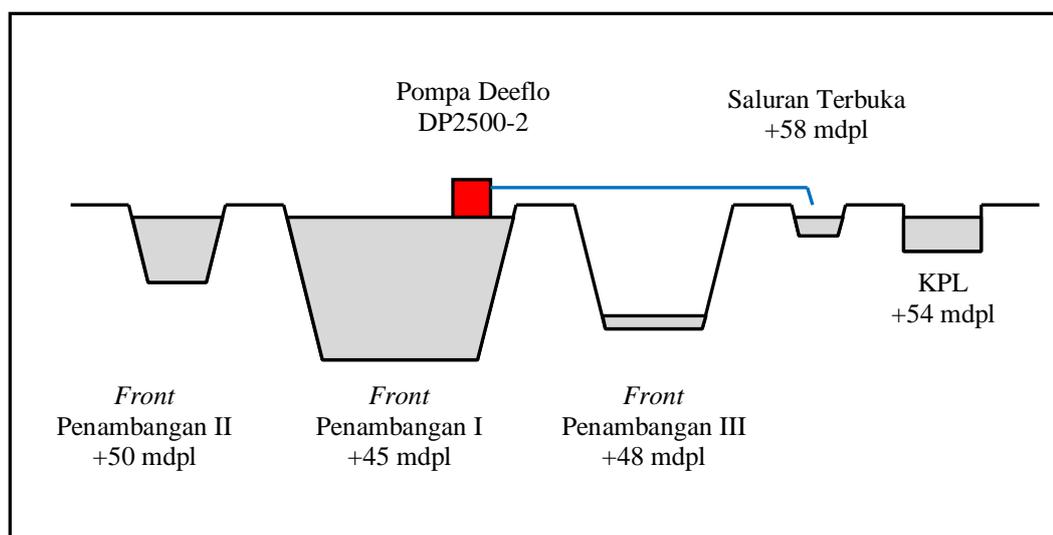
3.3. Perencanaan Sistem Pemompaan

Diketahui bahwa *front* penambangan I dan II sudah tidak beroperasi cukup lama, sehingga telah digenangi oleh air dengan volume yang cukup besar. Total volume air yang telah menggenangi *front* penambangan dan harus dipompakan diketahui sebesar 194.342,33 m³.

Tabel 2. Perencanaan sistem pemompaan tahun 2015

| No | Bulan | Jumlah Hari | Kerja Pompa (jam/hari) | Volume Awal (m ³) | Volume Air Masuk (m ³) | Volume Air Keluar (m ³) | Volume Sisa (m ³) | Volume Sump (m ³) |
|----|----------|-------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Januari | 31 | 20,00 | 194.342,33 | 30.541,48 | 186.000,00 | 38.883,81 | 4.800,00 |
| 2 | Pebruari | 8 | 20,00 | 38.883,81 | 9.373,19 | 48.000,00 | 257,00 | 4.800,00 |
| | | 20 | 3,50 | 257,00 | 23.434,06 | 21.000,00 | 2.691,06 | 4.800,00 |
| 3 | Maret | 31 | 3,75 | 2.691,06 | 35.395,31 | 34.875,00 | 3.211,37 | 4.800,00 |

| | | | | | | | | |
|----|-----------|----|-------|----------|------------|------------|----------|----------|
| 4 | April | 30 | 4,00 | 3.211,37 | 36.435,77 | 36.000,00 | 3.647,14 | 4.800,00 |
| 5 | Mei | 31 | 2,50 | 3.647,14 | 22.037,38 | 23.250,00 | 2.434,52 | 4.800,00 |
| 6 | Juni | 30 | 1,00 | 2.434,52 | 10.488,98 | 9.000,00 | 3.923,50 | 4.800,00 |
| 7 | Juli | 31 | 2,50 | 3.923,50 | 23.732,48 | 23.250,00 | 4.405,98 | 4.800,00 |
| 8 | Agustus | 31 | 2,00 | 4.405,98 | 16.720,39 | 18.600,00 | 2.526,37 | 4.800,00 |
| 9 | September | 30 | 1,50 | 2.526,37 | 15.156,83 | 13.500,00 | 4.183,20 | 4.800,00 |
| 10 | Oktober | 31 | 6,50 | 4.183,20 | 57.667,84 | 60.450,00 | 1.401,04 | 4.800,00 |
| 11 | Nopember | 30 | 6,00 | 1.401,04 | 53.756,03 | 54.000,00 | 1.157,07 | 4.800,00 |
| 12 | Desember | 31 | 15,00 | 1.157,07 | 140.121,45 | 139.500,00 | 1.778,52 | 4.800,00 |



Gambar 1. Penampang *front* penambangan

Pompa Deeflo DP2500-2 dilengkapi dengan *pontoon* sehingga dapat ditempatkan langsung di atas permukaan air. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pompa ini ditempatkan di atas genangan air pada *front* penambangan I. Hal ini dilakukan karena elevasi terendah pada lokasi penambangan saat ini berada pada *front* penambangan I, yaitu +45 mdpl. Dan direncanakan sump akan dirancang pada lokasi dan elevasi terendah dari *front* penambangan I tersebut.

Seiring dengan pemompaan dan berkurangnya volume air pada *front* penambangan I, maka diikuti juga dengan pengerukan dinding pembatas antara *front* penambangan I dengan II, sehingga air di *front* penambangan II akan mengalir ke *front* penambangan I dan dipompakan. Hal serupa juga dilakukan pada dinding pembatas *front* penambangan I dan III, dimana dinding pembatas ini juga akan dikeruk seiring dengan pengurangan volume air.

Pada Tabel 2 dapat dilihat sistem pemompaan, dimana pemompaan ini juga bertujuan untuk menjaga agar volume air di tambang tidak berlebihan lagi nantinya. Elevasi sump berada di level 45 mdpl, elevasi saluran tambang berada di level 58 mdpl, sedangkan elevasi kolam pengendapan lumpur berada di level 54 mdpl. Pemompaan akan mengeluarkan air yang dari dalam tambang keluar menuju kolam pengendapan lumpur, dan nantinya akan dialirkan ke aliran sungai terdekat.

3.4. Perencanaan Sump

Dimensi *sump* dipengaruhi oleh besarnya volume air bulanan tertinggi yang tidak dipompakan, yaitu sebesar 4.405,98 m³ (Tabel 2).

Perencanaan dimensi sump dihitung dengan metode *trial and error*, dan didapatkan hasil sebagai berikut:

| | |
|----------------|------------------------|
| Panjang sump | = 40 m |
| Lebar Sump | = 30 m |
| Kedalaman sump | = 4 m |
| Volume Sump | = 4.800 m ³ |

3.5. Perencanaan Saluran Terbuka

Pembuatan saluran terbuka dilakukan untuk mengalirkan air hasil pemompaan menuju kolam pengendap lumpur. Penampang saluran terbuka berbentuk trapesium. Data-data yang diperlukan dalam perencanaan dimensi saluran terbuka adalah:

- Harga koefisien *Manning*, keadaan dasar saluran adalah pecahan batu yang seragam, sehingga nilai koefisien *Manning*-nya sebesar 0,030.
- Kecepatan maksimum yang diizinkan sesuai dengan jenis materialnya yang berupa Φ 200 untuk air jernih sebesar 3,960 m/s, sedangkan untuk air keruh sebesar 4,5 m/s
- Kemiringan dasar saluran (S) adalah 1%, untuk menghindari pengendapan lumpur pada saluran.
- Debit air yang masuk berasal dari debit pompa dan debit limpasan permukaan di sekitar saluran terbuka. Debit pompa sebesar 0,0833 m³/s, sedangkan debit limpasan permukaan 0,1376 m³/s. Sehingga debit air yang masuk ke dalam saluran terbuka sebesar 0,2209 m³/s.

Perhitungan dimensi saluran terbuka dihitung dengan metode *trial and error* dan diperoleh dimensi sebagai berikut:

| | |
|---|----------|
| Lebar dasar saluran (b) | = 0,5 m |
| Tinggi dasar saluran ke permukaan air (y) | = 0,4 m |
| Kemiringan dinding saluran (z) | = 1:1 |
| Kemiringan dasar saluran (S) | = 1% |
| Lebar permukaan air (L) | = 1,3 m |
| Tinggi jagaan (f) | = 0,12 m |
| Kedalaman saluran (H) | = 0,52 m |

Saluran ini dapat mengalirkan air dengan debit sebesar 0,4382 m³/s dengan kecepatan aliran sebesar 1,2172 m/s. Jadi, syarat $Q_1 < Q_2$ (0,2209 m³/s < 0,4382 m³/s) dan $V_1 > V_2$ (4,5 m/s > 1,2172 m/s) terpenuhi.

3.6. Perencanaan Kolam Pengendap Lumpur

Kolam pengendapan lumpur adalah sarana agar dapat menghindari pencemaran perairan umum oleh air limpasan yang berasal dari tambang yang banyak mengandung material padat. Dalam menentukan dimensi kolam pengendap lumpur, hal yang perlu diperhatikan adalah debit air yang keluar dari pompa dan kemampuan alat gali untuk menguras kolam pengendap lumpur. Persen padatan yang terdapat pada air hasil pemompaan ditetapkan sebesar 7%. Berdasarkan perhitungan, volume total lumpur pada tahun 2015 sebesar 46.720 m³ dan dalam setahun akan dilakukan 12 kali pengurasan, sehingga volume lumpur 1 kali pengurasan adalah sebesar 3.893 m³.

Direncanakan kolam pengendapan lumpur memiliki 3 buah kompartemen, sehingga setiap kompartemen akan menampung lumpur sebesar 1.297,77 m³. Volume kolam pengendapan lumpur yang aman adalah jumlah volume lumpur yang masuk ditambah 30% volume lumpur, yaitu sebesar 1.687,10 m³.

Perencanaan dimensi kolam pengendapan lumpur dihitung dengan metode *trial and error*, dan didapat dimensi setiap kompartemen sebagai berikut:

| | |
|-----------|--------|
| Panjang | = 30 m |
| Lebar | = 20 m |
| Kedalaman | = 3 m |

Sehingga volume 1 kompartemen kolam pengendapan lumpur sebesar 1.800 m³, dan volume satu kompartemen kolam pengendapan lumpur sebesar ini akan mampu menampung volume lumpur yang akan masuk sebesar 1.687,10 m³.

4. KESIMPULAN

Dari uraian sebelumnya, dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan penyaliran menggunakan 1 unit pompa Deeflo DP2500-2 dengan debit 300 m³/jam, head total sebesar 20,5315 m dan daya sebesar 25,1410 KW.
2. Berdasarkan rencana pemompaan, diperkirakan volume air yang telah menggenangi *front* penambangan I dan II sebesar 194.342,33 m³ akan habis dipompakan keluar tambang dalam waktu 39 hari.
3. Perencanaan dimensi sump dihitung dengan metode *trial and error*, dan didapatkan hasil sebagai berikut: panjang *sump* sebesar 40 m, lebar *sump* sebesar 30 m, kedalaman *sump* sebesar 4 m, sehingga volume *sump* sebesar 4.800 m³.
4. Perencanaan dimensi saluran terbuka dihitung dengan metode *trial and error* dan diperoleh dimensi sebagai berikut: lebar dasar saluran (l) sebesar 0,5 m, tinggi dasar saluran ke permukaan air (y) sebesar 0,4 m, kedalaman saluran (H) sebesar 0,52 m, lebar permukaan air (L) sebesar 1,3 m.
5. Volume total lumpur yang masuk ke kolam pengendapan lumpur sebesar 46.720 m³. Kolam pengendapan lumpur dibagi menjadi 3 buah kompartemen, dengan dimensi sebagai berikut: panjang sebesar 30 m, lebar sebesar 20 m, kedalaman sebesar 3 m, sehingga volume sebesar 1.800 m³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Toyieb, (2009). Explorasi PT. Bara Anugrah Sejahtera. Muara Enim.
- [2] Kodoatie, R. J., (1996). Pengantar Hidrologi. Andi: Yogyakarta.
- [3] Chow, V. T., Maidment, D. R., dan Mays, L. W., (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill Book Company: New York.
- [4] Hartono, (2006). Sistem Penyaliran Tambang Terbuka. UPN: Yogyakarta.
- [5] Junisa, D., (2014). Evaluasi Sistem Penirisan Tambang Blok Air Getuk Garuk PT. Danau Mashitam Bengkulu Tengah. Jurnal Ilmu Teknik. 2 (3).
- [6] Sudjana, (1992). Metode Statistika. Tarsito: Bandung.
- [7] Sularso & Tahara, H., (2004). Pompa Dan Kompresor. PT. Pradnya Paramitha: Jakarta.
- [8] Wilson, E. M., (1993), Hidrologi Teknik. ITB: Bandung.
- [9] Soemarto, (1995). Hidrologi Teknik. Erlangga: Jakarta.
- [10] Suwandhi, A., (2004). Perencanaan Sistem penyaliran Tambang Terbuka. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka.
- [11] Putra, O. L., (2014). Kajian Teknis Sistem Penirisan Tambang Banko Barat Guna Menanggulangi Dan Mengoptimisasi Sistem Pemompaan Air Tambang Di Pit III Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim. Jurnal Ilmu Teknik. 2 (4).
- [12] Listianty, H. N., (2014). Evaluasi Pompa Sulzer 385 Kw (Engine) Sistem Penirisan Tambang Di Main Sump Pit 1 Barat Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim. Jurnal Ilmu Teknik. 2 (1).