

KAJIAN TEKNIS SISTEM PENIRISAN TAMBANG TERBUKA BATUBARA

Karina Shella Putri^{1*}, Uyu Saismana², Agus Triantoro²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

² Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

e-mail : *shellaputri88@gmail.com

ABSTRAK

Pit penambangan PT Darma Henwa, Tbk memiliki tiga daerah tangkapan hujan yang masing-masing memiliki satu *sump* yaitu *Sump I*, *Sump II*, dan *Sump III*. Sejalan dengan kemajuan tambang, pada lokasi *Sump III* dilakukan kegiatan penggalian batubara sehingga air yang seharusnya masuk ke *Sump III* dialirkan menuju *Sump I*. Hal ini menyebabkan air yang masuk melebihi daya tampung *Sump I*. Penelitian ini juga mengevaluasi *Sump II*, untuk mencegah meluapnya air dari *Sump II* menuju *Sump I*.

Metode yang digunakan untuk pengolahan data curah hujan rencana dan intensitas curah hujan adalah Log Person tipe III dan Mononobe. Sedangkan perhitungan debit limpasan permukaan, debit saluran, daya tampung *sump* menggunakan Persamaan Rasional, Manning, dan *Water Balance*. Luas daerah tangkapan hujan dan volume aktual *sump* didapatkan dengan bantuan *software* Autodesk LDD 2004.

Curah hujan harian rencana maksimum daerah Asam Asam sebesar 110,52 mm dengan intensitas curah hujan sebesar 268,07 mm/jam. Debit total yang masuk yaitu 15,28212 m³/detik untuk Daerah Tangkapan Hujan I dan 4,16392 m³/detik untuk Daerah Tangkapan Hujan II. Volume maksimal *Sump I* (504,85 m³) memiliki ketahanan selama 0,55 menit dan volume maksimal *Sump II* (538,31 m³) memiliki ketahanan selama 2,17 menit. Penambahan volume untuk *Sump I* menjadi 5.915,5 m³ dan *Sump II* menjadi 1.610,5 m³. Pompa Volvo Penta SE-405 pada 1700 rpm memiliki kapasitas 0,0778 m³/detik pada total *head* 52,214 m dengan efisiensi 76% dan daya poros sebesar 54 kW. Pompa Multiflo MF 160 pada 1700 rpm memiliki kapasitas 0,0254 m³/detik pada total *head* 24,107 m dengan efisiensi 25% dan daya poros sebesar 46 kW. Terdapat 1 parit yang perlu perbaikan dimensi.

Kata-kata kunci: *Sump*, *Log Person*, *Mononobe*, *water balance*, *head*

PENDAHULUAN

PT Darma Henwa, Tbk merupakan perusahaan kontraktor dari PT Arutmin Indonesia selaku pemegang PKP2B untuk melakukan kegiatan penambangan batubara dengan daerah operasi yang terletak di daerah Asam Asam. Kegiatan penambangan batubara PT Darma Henwa, Tbk menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode *open pit* sehingga seluruh rangkaian kerja penambangan dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.

Pit penambangan PT Darma Henwa, Tbk memiliki tiga daerah tangkapan hujan. Masing-masing daerah tangkapan hujan memiliki satu buah *sump* yaitu *Sump I*, *Sump II*, dan *Sump III*. Sejalan dengan kemajuan tambang, pada lokasi *Sump III* dilakukan kegiatan penggalian batubara sehingga air yang seharusnya masuk ke *Sump III* dialirkan menuju *Sump I*. Hal ini menyebabkan air yang masuk melebihi daya tampung *Sump I*.

Ketika musim penghujan, terjadi permasalahan di mana air yang masuk menuju *pit* penambangan melebihi dari daya tampung *sump* baik itu *Sump I* maupun *Sump II*. Pertambahan luas pada daerah tangkapan hujan di *Sump I* mengakibatkan debit air yang masuk pun menjadi lebih besar dari pada sebelumnya.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, perlu adanya pengkajian teknis pada sistem penyaliran tambang yang ada di *pit* penambangan PT Darma Henwa, Tbk terutama untuk memperlancar kegiatan penambangan agar dapat memenuhi target produksi yang diinginkan perusahaan. Perencanaan sistem penyaliran dan penirisan tambang yang dapat menanggulangi air limpasan dan air tanah yang mengalir di *pit* penambangan batubara dilakukan dengan pembuatan saluran penyaliran, *sump*, dan pemakaian pompa untuk mengelurakan sebagian lagi air limpasan dan air tanah yang telah masuk ke dalam lokasi di *pit* penambangan. Ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain curah hujan dan intensitas curah hujan, daerah

tangkapan hujan, air limpasan permukaan, air tanah, saluran penyaliran, *sump*, sistem pemompaan.

METODE PENELITIAN

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori-teori serta perkembangan keilmuan yang terkait dengan penentuan curah hujan maksimum dalam perencanaan dan rancangan terhadap penanggulangan banjir, perhitungan debit air limpasan permukaan serta rancangan saluran penyaliran untuk menganggulangi aliran limpasan, dan penggunaan persamaa kontinuitas *Water Balance* yang dikaitkan dengan daya tahan kapasitas *sump* terhadap kemampuan sistem pemompaan.

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam milimeter (Suyono dan Takeda, 1980: 27). Distribusi Log-Person Tipe III adalah suatu teknik statistik data distribusi frekuensi yang sesuai untuk memprediksi desain banjir.

$$\log x_T = \log \bar{x} + K \cdot s \quad (1)$$

Di mana koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) \cdot s^3} \quad (2)$$

Keterangan :

- x = nilai variat pengamatan,
- log x_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan,
- log $\bar{x}$ = nilai rata-rata hitung variat,
- s = deviasi standar nilai variat,
- G = koefisien kemencengan
- K = variable standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan

(Suripin, 2004: 42).

Besarnya intensitas curah hujan itu berbeda-beda yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Beberapa rumus intensitas curah hujan yang dihubungkan dengan hal-hal ini, telah disusun sebagai rumus-rumus eksperimental. Satu di antaranya yang sering digunakan di Jepang adalah sebagai berikut:

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

Rumus ini disebut rumus Mononobe digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian.

Keterangan :

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

m = konstanta

(Suyono dan Takeda, 1980: 32).

Debit limpasan permukaan yang masuk ke dalam pit dalam kegiatan penirisan dapat dihitung dengan rumus Rasional :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (4)$$

Keterangan :

Q = Debit air (m³/detik)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas tangkapan hujan (km²)

(Suwandhi, 2004: 11).

Untuk menentukan dimensi saluran digunakan Persamaan Manning sebagai berikut :

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (5)$$

Debit dapat ditulis menjadi:

$$Q = Av = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} = A \times K \times S^{1/2} \quad (6)$$

Di mana:

$K = \frac{1}{n} \times R^{2/3}$ disebut sebagai pembawa atau pengangkut (*conveyance*) aliran (Robert, 2002: 127-128).

Keterangan:

v = kecepatan aliran (m/detik)

Q = debit air saluran (m³/detik)

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis $\frac{1}{2}$ h (m)

S = kemiringan memanjang saluran (%)

A = luas penampang saluran (m²)

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah air seperti direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa (Sularso dan Tahara, 1991: 26). Perhitungan berbagai head pada pemompaan :

a) *Static Head* (H_s)

Static head adalah kehilangan energi yang disebabkan oleh perbedaan tinggi antara tempat penampungan dan tempat pembuangan.

$$H_c = h_2 - h_1 \quad (7)$$

Keterangan:

h₁ = elevasi sisi isap (m)

h₂ = elevasi sisi keluar (m)

b) *Velocity Head* (H_v)

Velocity head adalah kehilangan yang diakibatkan oleh kecepatan air yang melalui pompa.

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \quad (8)$$

Keterangan:

v = kecepatan air yang melalui pompa (m/detik)

g = gaya gravitasi bumi (m/detik²)

c) *Friction Head* (H_f)

Friction head adalah kehilangan akibat gesekan air yang melalui pipa dan dinding pipa, yang dihitung berdasarkan persamaan "Darcy-Weisbach".

$$H_f = \left(\frac{f \times L \times v^2}{D \times 2 \times g} \right) \quad (9)$$

Keterangan:

f = faktor kekasaran pipa

D = diameter dalam pipa (m)

v = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

L = panjang pipa (m)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

Untuk aliran laminar Re < 2.000, $f = \frac{64}{Re}$ (10)

Untuk aliran turbulen, menggunakan rumus Blasius yaitu:

$$f = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad (11)$$

Di mana Re = bilangan Reynold (Suwandhi, 2004: 14-15).

Bilangan Re diperoleh dari perhitungan:

$$Re = \frac{vD}{\gamma} \quad (12)$$

Keterangan:

Re = bilangan Reynold

v = kecepatan aliran (m/s)

D = diameter pipa (m)

γ = viskositas kinematika zat cair (m²/s)

(Sularso dan Tahara, 1991: 28 dan 29)

d) *Shock loss Head* (H_l)

Shock loss head adalah kehilangan pada jaringan pipa yang disebabkan oleh perubahan-perubahan mendadak dari geometri pipa. *Shock loss* dapat dinyatakan secara umum pada Persamaan 13. Nilai koefisien kerugian untuk belokan lengkung dinyatakan pada Persamaan 14.

$$H_l = f \frac{v^2}{2g} \quad (13)$$

$$f = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \quad (14)$$

Keterangan:

v = kecepatan pada penampang pipa (m/s)

f = koefisien kerugian

g = percepatan gravitasi (m/s²)

D = diameter dalam pipa (m)

R = jari-jari lengkung sumbu belokan (m)

θ = sudut belokan (°)

(Sularso dan Tahara, 1991: 32 dan 34)

Daya air adalah energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per satuan waktu, yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$P_w = \gamma Q H \quad (15)$$

Di mana γ dinyatakan dalam kN/m³ dan Q dalam m³/s.

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya di dalam pompa. Daya ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P = \frac{P_w}{\eta_p} \quad (16)$$

Keterangan:

P = Daya poros sebuah pompa (kW)

η_p = Efisiensi pompa (pecahan)

(Sularso dan Tahara, 1991: 53).

Hubungan antara aliran masuk, kapasitas pompa dan/atau aliran keluar, kapasitas tampungan dinyatakan

dalam persamaan kontinuitas dalam bentuk sebagai berikut:

$$Q_i - Q_o = \frac{dV}{dt} \quad (17)$$

Keterangan:

Q_i = debit aliran masuk, m³/dtk

Q_o = debit aliran keluar atau kapasitas pompa, m³/dtk

V = volume tampungan, m³

T = waktu, detik.

(Suripin, 2004: 205)

Observasi Lapangan

Observasi lapangan yang dilakukan antara lain pengamatan topografi daerah sekitar *pit* penambangan untuk mendapatkan batasan luas daerah tangkapan hujan, pengamatan topografi situasi dalam area *pit* penambangan untuk mendapatkan arah aliran air limpasan, lokasi dan kondisi saluran peyaliran, serta lokasi *Sump* di setiap daerah tangkapan hujan. Selain itu, observasi juga dilakukan terhadap sistem pemompaan yang diterapkan pada setiap daerah tangkapan hujan.

Pengambilan Data

Data primer yang diambil dan diukur yaitu:

- geometri dan dimensi saluran penyaliran,
- debit air tanah,
- geometri dan dimensi hose,
- kapasitas pompa, dan
- conto air sump

Data sekunder diambil dari laporan perusahaan dan instansi terkait antara lain:

- curah hujan harian tahun 1995-2009,
- peta lokasi,
- peta topografi, dan
- spesifikasi pompa.

Pengolahan Data dan Analisis

Pengolahan data dan analisa dilakukan yaitu:

- Curah hujan rencana dengan menggunakan Metode Log Pearson Tipe III
- Intensitas curah hujan dengan menggunakan Metode Mononobe
- Luas daerah tangkapan hujan dengan bantuan *Autodesk Land Development* 2004
- Debit air limpasan permukaan dengan menggunakan Persamaan Rasional
- Debit saluran penyaliran (parit dan gorong-gorong) ditentukan dengan Persamaan Manning
- Volume *sump* dihitung dengan bantuan *Autodesk Land Development* 2004
- Kemampuan sistem pemompaan dari perhitungan kapasitas pompa, *head* total, efisiensi dan daya poros pompa
- Daya tahan *sump* berdasarkan kemampuan pompa dengan menggunakan persamaan *water balance*.

HASIL DAN DISKUSI

Kondisi Penyaliran di Pit Penambangan

Pit penambangan PT Darma Henwa Site Asam Asam sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca dan iklim. Hujan yang terjadi akan menimbulkan air limpasan menuju *pit*, sehingga diperlukan sistem penyaliran dan penirisan yang dapat mengatur dan mengendalikan air limpasan tersebut.

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran, arah air limpasan permukaan pada *pit* terbagi pada dua *sump*, yaitu *Sump* I yang berlokasi pada sisi *high wall* timur dengan elevasi -18 m dan *Sump* II yang berlokasi pada sisi utara *barrier* dengan elevasi -2,3 m. Air limpasan dari luar tidak dapat masuk ke dalam *pit* karena di sepanjang tepi *pit* dibuat parit dan tanggul untuk mencegah aliran air yang menuju ke *pit*.

Rembesan air tanah pada *side wall* barat akan mengalir ke arah *Sump* I dan rembesan air tanah pada *low wall* timur akan mengalir ke arah *Sump* II.

Saluran penyaliran tambang dibuat berupa paritan pada sisi *hauling road* dan tepi *high wall* timur di mana air diarahkan menuju *Sump* I. Sedangkan aliran air pada sisi utara *barrier* dan *side wall* timur diarahkan pada *Sump* II. Gorong-gorong dibuat untuk saluran penyaliran yang menyeberangi *haul road*.

Curah Hujan dan Intensitas Hujan Rencana

Berdasarkan data curah hujan harian maksimum per tahun (Tabel-1), dilakukan perhitungan dengan metode Distribusi Log Person Tipe III. Nilai curah hujan harian rencana yang diperoleh adalah 110,52 mm dengan periode ulang hujan 2 tahunan. Intensitas curah hujan rencana yang dihitung dengan persamaan Mononobe ialah 268,07 mm/jam dengan penggolongan keadaan hujan sangat lebat.

Tabel-1. Data Curah Hujan Harian Maksimum per Tahun Stasiun Jorong Tahun 1995-2009

Tahun	Curah Hujan (mm)
1995	85
1996	155
1997	89
1998	98
1999	98
2000	172
2001	70
2002	244.5
2003	73
2004	90
2005	154
2006	87.5
2007	177
2008	146
2009	103

Sumber: BMKG, 2009

Penentuan curah hujan harian rencana menggunakan curah hujan harian maksimum dimaksudkan untuk mengatasi permasalahan yang mungkin terjadi pada saat curah hujan mencapai angka maksimum sehingga desain paritan maupun *Sump* dapat menampung debit aliran air limpasan hujan dalam kondisi dan jumlah yang maksimum.

Debit Total Rencana

Daerah penambangan batubara PT Darma Henwa dibagi menjadi dua daerah tangkapan hujan yaitu DTH I dengan luas 0,23 km² dan DTH II dengan luas 0,062 km², sehingga perhitungan debit total rencana berdasarkan air

limpasan permukaan dan air tanah akan dibagi sesuai dengan masing-masing daerah tangkapan hujan tersebut.

Tabel-2. Debit Total Rencana

Lokasi	Koefisien Limpasan	Debit (m^3/detik)		
		Air Limpasan	Air Tanah	Total
DTH I	0,9	15,28208	$4,125 \times 10^{-5}$	15,28212
DTH II		4,16368	$2,399 \times 10^{-4}$	4,16392

Saluran Penyaliran

Saluran penyaliran berfungsi untuk menampung air limpasan permukaan dan mengalirkannya ke *Sump*. Beberapa macam bentuk saluran penyaliran dapat dibuat, tetapi yang sederhana dan umum digunakan adalah saluran berbentuk penampang trapesium dengan pertimbangan dapat mengalirkan debit air yang besar, mudah dalam pembuatan, tahan terhadap erosi.

Gorong-gorong dibuat untuk saluran penyaliran yang menyeberangi *haul road*. Debit gorong-gorong berasal dari saluran Parit 2 dan Parit 3.

Geometri saluran penyaliran aktual diukur untuk mengetahui kesesuaiannya dengan geometri saluran penyaliran ideal. Selain itu, hasil pengukuran digunakan untuk menghitung debit air limpasan saluran penyaliran. Hasil pengukuran geometri gorong-gorong beserta debitnya dapat dilihat pada Tabel-3 dan hasil pengukuran geometri parit beserta debitnya dapat dilihat pada Tabel-4.

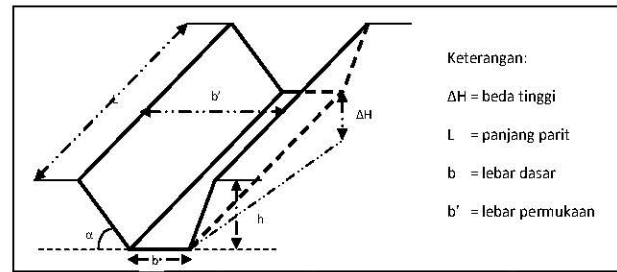
Tabel-3. Geometri dan Debit Gorong-Gorong

Diameter (m)	0,3937
Panjang (m)	29,1
Beda tinggi (m)	0,29
Debit (m^3/dtk)	0,1992

Tabel-4. Geometri dan Debit Parit

Nama	Beda Tinggi (m)	Panjang (m)	Lebar Dasar (m)	Lebar Atas (m)	H (m)	Sudut (...°)	Q (m^3/s)
DTH I							
Parit 1	6,02	72,93	1,03	2,67	0,36	32	2,007
Parit 2	0,276	14,22	1,71	4,29	0,84	29	6,551
Parit 3	0,222	41,80	1,43	4,61	0,66	24	2,334
Parit 4	4,077	79,98	1,25	3,45	0,3	15	4,363
DTH II							
Parit 5	2,169	79,32	0,91	2,58	0,7	41	10,131
Parit 6	0,203	90,15	1,62	2,77	0,28	23	0,261

Perhitungan debit parit berdasarkan debit total rencana dibandingkan dengan debit berdasarkan pengukuran aktual didapatkan bahwa secara keseluruhan debit saluran tersebut telah dapat menampung debit rencana. Namun pada Parit 6 tidak dapat menampung debit rencana sehingga perlu adanya perbaikan geometri pada sudut kemiringan dinding menjadi 60° , lebar dasar menjadi 0,43 m, serta lebar atas menjadi 0,85 m.



Gambar-1. Sketsa Parit Penampang Trapesium

Sump

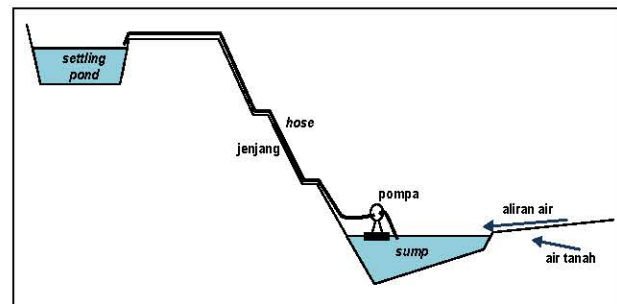
Sump berfungsi sebagai tempat penampungan air dan lumpur sementara sebelum dilakukan pemompaan ke *settling pond*. *Pit* PT Dharma Henwa Site Asam-Asam memiliki dua *Sump*, yaitu *Sump* I untuk DTH I dan *Sump* I untuk DTH II. Volume tampung maksimal *Sump* I adalah $504,85 \text{ m}^3$ dan volume tampung maksimal *Sump* II adalah $538,31 \text{ m}^3$.

Berdasarkan perhitungan daya tampung *Sump*, *Sump* I dan *Sump* II dengan dimensi aktual tidak dapat menampung debit total rencana. *Sump* I hanya dapat menampung debit rencana selama 33,2044 detik atau 0,55 menit dan *Sump* II hanya dapat menampung debit rencana selama 130,0734 detik atau 2,17 menit dengan perkiraan durasi hujan selama 194,53 detik.

Penyebab daya tampung pada *Sump* I sangat kecil adalah perubahan pada situasi tambang. *Pit* penambangan PT Dharma Henwa, Tbk memiliki 3 (tiga) daerah tangkapan hujan. Masing-masing daerah tangkapan hujan memiliki satu buah *Sump* yaitu *Sump* I, *Sump* II, dan *Sump* III. Berdasarkan kemajuan kegiatan penambangan, pada lokasi *Sump* III terdapat kegiatan penggalian batubara sehingga air yang masuk pada daerah tangkapan tersebut dialirkan menuju *Sump* I. *Sump* yang masih ada pada saat penelitian tidak ada penyesuaian volume sehingga daya tampungnya menjadi kecil.

Sistem Pemompaan

Posisi *settling pond* memiliki elevasi yang lebih tinggi dari pada elevasi dasar *pit* sehingga diperlukan pemompaan untuk mengalirkan air ke elevasi yang lebih tinggi. Masing-masing *Sump* menggunakan satu buah pompa yaitu *Sump* I menggunakan Pompa Volvo Penta SE-405 dan *Sump* II menggunakan Pompa Multiflo MF 160.



Gambar-2. Sketsa Penirisan di Pit Penambangan

Kapasitas pompa diketahui dengan perhitungan berdasarkan data pengukuran menggunakan kecepatan 1500 rpm, 1600 rpm, dan 1700 rpm. Kapasitas pompa masing-masing kecepatan dapat dilihat pada Tabel-5.

Tabel-5. Kapasitas Pompa Volvo Penta SE-405 dan Multiflo MF-160

Kecepatan (rpm)	Kapasitas Pompa (m ³ /det)	
	Volvo Penta SE-405	Multiflo MF-160
1500	0,0389	0,0085
1600	0,0584	0,0127
1700	0,0778	0,0254

Kemampuan pompa dalam bekerja dapat ditentukan dengan efisiensi dan daya poros ketika pompa bekerja. Penentuan efisiensi menggunakan grafik daya guna pada masing-masing pompa dan perhitungan daya poros pompa memerlukan data kapasitas pompa dan *head* total. Kemampuan aktual pompa Volvo Penta SE-405 dan Multiflo MF 160 dapat dilihat pada Tabel-6 dan Tabel-7.

Tabel-6. Kemampuan Pompa Volvo Penta SE-405

Keterangan	1500 rpm	1600 rpm	1700 rpm
Head Statis (m)	39,437	39,437	39,437
Head kecepatan (m)	0,232	0,523	0,929
Head Gesek (m)	3,32	6,75	11,74
Head Loss (m)	0,164	0,356	0,674
Total Head (m)	43,155	47,069	52,214
Kapasitas (m ³ /jam)	140	210	280
Efisiensi (%)	65	73	76
Daya Poros (kW)	26	37	54

Tabel-7. Kemampuan Total Pompa Multiflo MF 160

Keterangan	1500 rpm	1600 rpm	1700 rpm
Head Statis (m)	23,437	23,437	23,437
Head kecepatan (m)	0,011	0,025	0,099
Head Gesek (m)	0,079	0,161	0,543
Head Loss (m)	0,003	0,007	0,029
Total Head (m)	23,531	23,630	24,107
Kapasitas (l/det)	8,5	13	25
Efisiensi (%)	26,4	30	46
Daya Poros (kW)	8	10	13

Perbandingan kemampuan pompa secara teoritis terhadap aktual dapat dilihat pada Tabel-8.

Tabel-8. Perbandingan Kemampuan Pompa Volvo Penta SE-405 dan Multiflo MF 160 Secara Teori dan Aktual

Keterangan	Kecepatan Putaran (rpm)					
	1500		1600		1700	
	Teori	Aktual	Teori	Aktual	Teori	Aktual
Volvo Penta SE-405						
Kapasitas (m ³ /jam)	300	140	340	210	360	280
Efisiensi (%)	76	65	76	73	76	76
Daya Poros (kW)	38	26	60	37	75	54
Multiflo MF 160						
Kapasitas (l/det)	62	8,5	73	13	82	25
Efisiensi (%)	62	26,4	55	30	49	46

Berdasarkan hasil perbandingan kemampuan pompa pada Tabel-8, didapatkan bahwa kemampuan Pompa Volvo Penta SE-405 secara aktual lebih kecil dari

pada kemampuan secara teoritis. Walaupun pada 1700 rpm secara aktual memiliki efisiensi yang sesuai dengan teoritis yaitu 76%, namun kapasitas dan daya poros pompa masih lebih kecil dibandingkan teori. Begitu juga kemampuan Pompa Multiflo MF 160 secara aktual jauh lebih kecil dibandingkan kemampuan seharusnya secara teoritis. Selisih kapasitas dan efisiensi yang ada sangat besar bila dibandingkan dengan selisih kapasitas pada Pompa Volvo Penta SE-405.

Faktor-faktor yang menyebabkan kemampuan pompa aktual lebih kecil dari kemampuan pompa secara teoritis antara lain:

a. Berat jenis fluida

Kondisi berat jenis fluida secara aktual berbeda dengan teoritis. Secara teoritis fluida yang ditetapkan untuk pompa adalah air. Keadaan aktual di lapangan, fluida yang dipompa tidak murni air yaitu terdapat partikel bawaan air pada saat menuju *sump*. *Total suspended solid* pada *sump* sebesar 32 mg/L dengan berat jenis fluida 9,946 kN/m³.

b. Umur pompa

Pompa yang digunakan pada saat penelitian bukan merupakan pompa baru. Pengaruh umur pompa dapat dilihat pada efisiensi pompa. Pada Pompa Volvo Penta SE-405 selisih efisiensi antara kondisi aktual dan teoritis tidak besar dibandingkan dengan Pompa Multiflo MF 160. Hal ini dikarenakan umur Pompa Multiflo lebih tua dibandingkan Pompa Volvo Penta SE-405.

Water Balance

Sump yang masih ada pada saat penelitian belum dilakukan penyesuaian volume sehingga daya tampungnya menjadi kecil jika dibandingkan dengan luas daerah tangkapan hujannya. Rencana penambahan volume *sump* dihitung berdasarkan rumus *water balance* yang kemudian disesuaikan dengan rancangan dimensi *sump*.

Terdapat penambahan pompa pada *Sump I* yaitu pompa Multiflo MF-420 dengan kapasitas 0,273 m³/detik sebanyak 2 unit. Penampang rancangan *sump* adalah trapesium. Rancangan geometri *sump* dapat dilihat pada Tabel-9.

Tabel-9. Rancangan Geometri *Sump*

Geometri	<i>Sump I</i>	<i>Sump II</i>
Kemiringan dinding ₁ (...°)	31	31
Kemiringan dinding ₂ (...°)	45	37
Kedalaman (m)	2,5	1,8
z ₁ (m)	4,16	3
z ₂ (m)	2,5	2,39
Lebar atas (m)	17	11
Lebar bawah (m)	8,68	5,01
Panjang <i>sump</i> (m)	85	63
Volume (m ³)	2.905	942

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan pada PT Darma Henwa *site* Asam-Asam dan perhitungan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Curah hujan harian rencana maksimum daerah Asam-Asam sebesar 110,52 mm dengan periode ulang 2 tahunan dan intensitas curah hujan sebesar 268,07 mm/jam.

2. Luas pada DTH I adalah 0,23 km² dan luas pada DTH II adalah 0,062 km².
3. Debit limpasan permukaan maksimum pada DTH I adalah 15,28208 m³/detik dan pada DTH II adalah 4,16368 m³/detik.
4. Debit air tanah pada DTH I adalah 4,125 x 10⁻⁵ m³/detik dan pada DTH II adalah 2,399 x 10⁻⁴ m³/detik
5. Bentuk, lokasi, dan debit saluran penyaliran pada daerah penelitian sebagai berikut:
 - Bentuk saluran berupa gorong-gorong dan parit dengan penampang trapesium.
 - Parit 1 (2,007 m³/detik), Parit 2 (6,551 m³/detik), Parit 3 (2,334 m³/detik), Parit 4 (4,363 m³/detik), dan gorong-gorong (0,39 m³/detik) terletak pada DTH I sedangkan Parit 5 (10,131 m³/detik) dan Parit 6 (0,261 m³/detik) terletak pada DTH II.
6. Lokasi penelitian memiliki 2 buah *sump* antara lain:
 - Sump I memiliki volume 504,85 m³ dengan daya tampung selama 0,55 menit.
 - Sump II memiliki volume 538,31 m³ dengan daya tampung selama 2,17 menit.
7. Setiap *sump* memiliki satu buah pompa antara lain:
 - Pompa Volvo Penta SE-405 di *Sump* I pada 1700 rpm memiliki kapasitas 0,0778 m³/detik dengan total head 52,214 m, efisiensi 76% dan daya poros sebesar 54 kW
 - Pompa Multiflo MF 160 di *Sump* II pada 1700 rpm memiliki kapasitas 0,0254 m³/detik dengan total head 24,107 m, efisiensi 25% dan daya poros sebesar 46 kW.
8. Sistem penyaliran pada *pit* tidak dapat berjalan dengan baik saat musim penghujan karena pada Parit VI, *Sump* I, dan *Sump* II tidak dapat menampung debit air yang masuk.

SARAN

1. Terkait dengan muka air tanah yang ada pada lokasi penambangan, perlu dilakukan kajian lebih lanjut guna mendapatkan data yang akurat dan teliti sebagai dasar penyusunan sistem penirisan yang baik pada pit penambangan.
2. Perlu adanya perbaikan dimensi saluran pada Parit 6 agar sesuai dengan debit rencana.
3. Sump perlu diperbesar volumenya yaitu pada Sump I menjadi 2.905 m³ dan pada Sump II menjadi 942 m³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suwandhi, A. 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. UNISBA. Hal. 10-15.
- [2] BMKG. 2009. Data Curah Hujan Harian Tahun 1995-2009. Stasiun Jorong. Banjarbaru.
- [3] Budiarto. 1997. *Diklat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang*. UPN. Yogyakarta. Hal. 19-94.
- [4] Linsley, R., M. Kohler, and J. Paulhus. 1975. *Hydrology for Engineers*. McGraw-Hill, Inc. United State of America. p. 91.
- [5] Gautama, R. S., 1999. *Sistem Penyaliran Tambang*. ITB. Bandung. Hal. 4.4.

- [6] Serrano, S. E., 1997. *Hydrology for Engineers, Geologist and Enviromental Professionals*. HydroScience Inc. U.S.A. p. 331.
- [7] Sularso, dan H. Tahara. 1991. *Pompa dan Kompresor*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. Hal. 22-34.
- [8] Suyono, S., dan K. Takeda. 1993. Hidrologi untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. Hal. 7-32.
- [9] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta. hal. 205-206.