

ANALISA PENYEBAB TERJADINYA KAVITASI PADA POMPA SENTRIFUGAL TIPE 6/4D-AH DI PT ANTAM UBPE PONGKOR

Muhammad Bima Alamsyah¹, Alviani Hesthi Permata Ningtyas²
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia
e-mail : alambima230@gmail.com

ABSTRAK

Pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH adalah salah satu jenis pompa sentrifugal yang dirancang untuk aplikasi yang mengandung padatan. Prinsip kerja pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH melibatkan pengubahan energi mekanis menjadi energi kinetis fluida yang kemudian diubah menjadi energi tekanan, sehingga *slurry* dapat dipindahkan dengan efektif. Pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH memegang peran penting dalam memindahkan *slurry* dalam proses pengolahan bijih emas di pabrik pengolahan PT ANTAM UBPE Pongkor. Dalam proses pemindahan *slurry* ini pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH mengalami kavitasi yang menyebabkan kinerja dan keandalan pompa menurun. Kavitasi adalah sebuah fenomena di mana gelembung uap terbentuk dan pecah secara tiba-tiba akibat perubahan tekanan pada sisi hisap pompa dan dapat mengganggu fungsi pompa dan juga berdampak negatif pada kinerja serta keandalannya. Kavitasi dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada komponen-komponen pompa seperti impeler dan *casing*, serta menurunkan efisiensi aliran dan *head* pompa. Tujuannya untuk mengetahui penyebab terjadinya kavitasi pada pompa, dampak apa saja yang ditimbulkan serta cara menangani dan meminimalisir terjadinya kavitasi pada pompa. Dalam menganalisa terjadinya kavitasi pada pompa penulis menggunakan metode observasi, wawancara dan studi literatur. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai NPSHr (25m) lebih besar daripada NPSHa (10m) ini menunjukkan terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH. Dampak yang ditimbulkan dari terjadinya kavitasi yakni, kerusakan komponen dalam pompa, terganggunya aliran fluida dalam pompa, menyebabkan pompa mengalami getaran berlebihan dan kebisingan. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan maka kesimpulannya adalah pompa yang mengalami kavitasi disebabkan oleh adanya udara yang masuk dari luar kedalam sistem pompa.

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, kavitasi, Lumpur

ABSTRACT

The 6/4D-AH type centrifugal pump is one type of centrifugal pump designed for applications containing solids. The working principle of the 6/4D-AH type centrifugal pump involves converting mechanical energy into fluid kinetic energy which is then converted into pressure energy, so that the slurry can be moved effectively. The 6/4D-AH type centrifugal pump plays an important role in moving slurry in the gold ore processing process at the PT ANTAM UBPE Pongkor processing plant. In the process of moving this slurry, the 6/4D-AH type centrifugal pump experiences cavitation which causes the performance and reliability of the pump to decrease. Cavitation is a phenomenon in which vapor bubbles form and burst suddenly due to changes in pressure on the suction side of the pump and can interfere with the function of the pump and also have a negative impact on its performance and reliability. Cavitation can cause significant damage to pump components such as the impeller and casing, as well as reduce the efficiency of the pump flow and head. The aim is to find out the cause of cavitation in the pump, what impacts are caused and how to handle and minimize cavitation in the pump. In analyzing the occurrence of cavitation in the pump, the author uses the observation method, interviews and literature studies. From the calculation results, the NPSHr value (25m) is greater than the NPSHa (10m), this indicates cavitation in the 6/4D-AH type centrifugal pump. The impacts caused by cavitation are damage to components in the pump, disruption of fluid flow in the pump, causing the pump to experience excessive vibration and noise. Based on the results of the analysis and calculations, the conclusion is that the pump that experiences cavitation is caused by air entering the pump system from outside.

Keywords: Centrifugal pump, Cavitation, Slurry

Jejak Artikel

Upload artikel : 25 April 2025

Revisi : 29 April 2025

Publish : 3 Mei 2025

1. PENDAHULUAN

Pompa Sentrifugal atau *centrifugal pumps* adalah pompa yang mempunyai elemen utama yakni berupa motor penggerak dengan sudu *impeller* yang berputar dengan kecepatan tinggi (Brama, 2021). Pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH adalah salah satu jenis pompa sentrifugal yang dirancang untuk aplikasi yang mengandung padatan (Global.weir, 2018). Prinsip kerja pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH melibatkan perubahan energi mekanis menjadi energi kinetis fluida yang kemudian diubah menjadi energi tekanan, sehingga *slurry* dapat dipindahkan dengan efektif. Pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH memegang peran penting dalam memindahkan *slurry* dalam proses pengolahan bijih emas di pabrik pengolahan PT ANTAM UBPE Pongkor.

Dalam proses pengolahan bijih emas meliputi beberapa proses seperti *milling*, *cyanidation*, *carbon in leaching*, *electrowinning* dan *casting*. Limbah (*slurry*) dari hasil proses pengolahan diolah di tangki detox untuk menurunkan kandungan sianida pada *slurry* menjadi di bawah batas 0,5 ppm (*parts per million*). Setelah diolah *slurry* dipompa menggunakan pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH ke tangki *backfill silo*. Dalam proses pemindahan *slurry* ini pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH mengalami kavitasi yang menyebabkan kinerja dan keandalan pompa menurun.

Kavitasi adalah sebuah fenomena di mana gelembung uap terbentuk dan pecah secara tiba-tiba akibat perubahan tekanan pada sisi hisap pompa dan dapat mengganggu fungsi pompa dan juga berdampak negatif pada kinerja serta keandalannya (Wiratama, 2024). Kavitasi dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada komponen-komponen pompa seperti *impeller* dan *casing*, serta menurunkan efisiensi aliran dan head pompa. Selain itu, kavitasi dapat menimbulkan getaran berlebihan dan kebisingan, yang mengindikasikan adanya masalah serius dalam pompa dan dapat mempercepat keausan serta meningkatkan biaya operasional.

Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai kavitasi dan dampaknya sangat penting untuk memastikan operasional pompa yang optimal dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat meningkatkan biaya pemeliharaan dan mengganggu operasi. Penelitian dan manajemen yang efektif terhadap fenomena ini

menjadi krusial untuk mempertahankan efisiensi dan keandalan sistem pompa dalam industri pertambangan.

Berdasarkan uraian diatas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa yang menyebabkan pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH mengalami kavitasi.
2. Dampak apa saja yang ditimbulkan pada pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH yang mengalami kavitasi.
3. Cara menangani dan meminimalisir terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH.

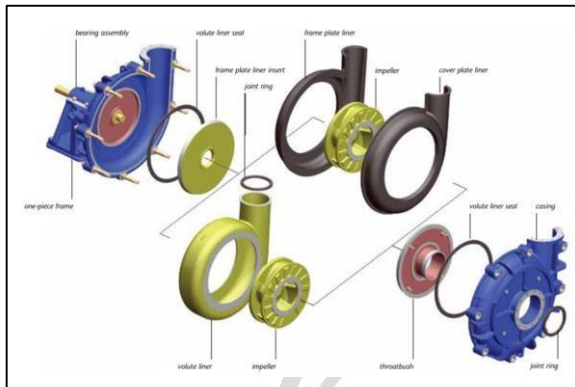
2. DASAR TEORI

2.1 Pengertian Pompa Sentrifugal Tipe 6/4 D-AH

Pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH adalah salah satu jenis pompa sentrifugal yang dirancang dengan satu tahap, satu hisapan, dan horizontal dengan desain cantilever. Pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH terutama digunakan dalam aplikasi yang mengandung padatan (Tobee, n.d.). Pompa ini memiliki diameter *inlet* (6 inch) dan diameter *outlet* (4 inch). Tanda "D" adalah frame kerangka pompa type D dan tanda "AH" adalah jenis pompa (pompa *slurry* dengan liner). Pompa ini sering digunakan dalam sistem penyaliran tambang untuk mengalirkan air atau lumpur dari area penambangan ke *sump* atau tempat penampungan lainnya.

Prinsip kerja pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH ialah mengubah energi mekanis alat penggerak menjadi energi kinetis fluida (kecepatan) kemudian fluida di arahkan ke saluran buang dengan memakai tekanan (energi kinetis sebagian fluida diubah menjadi energi tekanan) dengan menggunakan *impeller* yang berputar di dalam casing. Casing tersebut dihubungkan dengan saluran hisap (*suction*) dan saluran tekan (*discharge*), untuk menjaga agar di dalam casing selalu terisi dengan cairan sehingga saluran hisap harus dilengkapi dengan katup kaki (*foot valve*) (Brama, 2021).

2.2 Komponen Pompa Sentrifugal Tipe 6/4 D-AH



Gambar 1. Komponen Pompa Sentrifugal Tipe 6/4 D-AH

Pada pompa Sentrifugal tipe 6/4D-AH terdapat beberapa komponen yang penting untuk memastikan kinerja pompa agar optimal. Adapun beberapa bagian tersebut yakni, *bearing* digunakan untuk mengatur gerakan relatif antara motor dan pompa agar bergerak sesuai dengan arah yang diinginkan. *Frame plate* berfungsi sebagai penompang dan pelindung bagian-bagian internal pompa, termasuk *impeller* dan *casing*. *Volute liner* adalah bagian yang berbentuk corong melengkung yang luasnya bertambah ke arah port pembuangan yang bertujuan untuk membantu menyeimbangkan tekanan hidrolik pada poros pompa. *Impeller* adalah bagian yang berputar dari pompa yang digunakan untuk mentransfer energi dari motor dengan mempercepat cairan keluar dari pusat rotasi. Terakhir, *Throatbush* adalah bagian basah dalam pompa yang menghubungkan lapisan pelat dan membentuk ruang pompa untuk bekerja dengan *impeller*.

2.3 NPSH (Net Positive Suction Head)

NPSH adalah apa yang dibutuhkan pompa, persyaratan minimum untuk menjalankan tugasnya. Oleh karena itu, NPSH adalah apa yang terjadi di sisi hisap pompa, termasuk apa yang terjadi di lubang *impeller*. Secara sederhana, kita dapat mengatakan bahwa NPSH adalah alasan mengapa *nozzel* hisap umumnya lebih besar daripada *nozzel* pembuangan. Jika ada lebih banyak cairan yang keluar dari pompa lebih cepat daripada cairan yang masuk ke dalam pompa, maka pompa kekurangan cairan (Larry Bachus, 2003).

2.4 NPSHa (Net Positive Suction Head Available)

NPSHa adalah energi dalam cairan pada sambungan hisap pompa diatas dan diatas tekanan uap cairan. Nilai NPSHa harus lebih besar daripada NPSHr ($NPSHa \geq NPSHr$) agar pompa tidak mengalami kavitasi (Rosmiati, 2019).

2.5 NPSHr (Net Positive Suction Head Required)

NPSHr adalah energi dalam cairan yang dibutuhkan untuk mengatasi kerugian gesekan dari nosel hisap ke mata *impeller* tanpa menyebabkan penguapan. Ini adalah karakteristik pompa dan ditunjukkan pada kurva pompa. Ini bervariasi berdasarkan desain, ukuran, dan kondisi pengoperasian (Li, 2022).

2.6 Kavitasi

Kavitasi adalah salah satu indikator penting kondisi operasi sebuah pompa sentrifugal. Fenomena kavitasi ditunjukkan dengan terbentuknya formasi gelembung udara yang kemudian pecah secara tiba-tiba akibat perubahan tekanan pada sisi hisap pompa. Kavitasi dapat menyebabkan kerusakan yang parah komponen pompa terutama bagian sudu atau *impeller*. Kavitasi biasanya dapat diidentifikasi melalui suara bising dan timbulnya getaran yang berlebihan (BERLI P KAMIEL, 2019).

Kavitasi adalah fenomena terbentuknya gelembung-gelembung uap di dalam fluida yang dipompa sebagai akibat turunya tekanan hingga mencapai dibawah tekanan uap fluida pada temperatur operasi pompa. Akibat tekanan yang rendah pada temperatur operasi pompa menyebabkan fluida mendidih dan berubah fase menjadi gelembung-gelembung uap. Gelembung-gelembung uap akan terbawa oleh aliran fluida sampai pada daerah yang memiliki tekanan lebih tinggi dari tekanan uap jenuh fluida. Gelembung uap tersebut akan terkondesasi dan pecah sehingga fluida disekitarnya akan masuk secara tiba-tiba mengisi ruang yang terbentuk akibat pecahnya gelembung uap tadi sehingga menyebabkan tumbukan antara fluida dan dinding disekitarnya (Wiratama, 2024).

3. METODOLOGI PENELITIAN

1. Metode Observasi

Melakukan pengamatan dan melihat secara langsung kondisi yang ada dan mencatat semua hal yang terjadi pada saat di lapangan.

2. Metode Wawancara

Melakukan wawancara secara langsung kepada karyawan atau narasumber terkait dengan data yang dibutuhkan.

3. Metode Studi Literatur

Membaca dan menganalisis literatur yang telah ada baik sebuah buku maupun jurnal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pompa Sentrifugal Tipe 6/4 D-AH

Tabel 1. Spesifikasi teknis pompa sentrifugal tipe 6/4 D-AH

Pump model	6/4D-AH
Head	39m
Debit aliran	0.023m ³ /s
Kecepatan	1185 r/min
Effisiensi	43%
Diameter pipa	153mm
NPSHa	10m
Atmospheric head	10,3m
Head vapor Pressure	0,24m
Pressure gauge suction	15 bar



Gambar 2. Pompa sentrifugal tipe 6/4 D-AH

4.2 Pengolahan Data

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data teknis pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1. Hasil perolehan data tersebut selanjutnya digunakan untuk mencari penyebab terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH dengan

dilakukan perhitungan untuk mencari nilai NPSHr sebagai berikut:

4.2.1 Menghitung Kecepatan Aliran Dan Velocity Head

1. Menghitung kecepatan aliran.

Dari Tabel 1 spesifikasi teknis pompa sentrifugal 6/4D-AH diketahui debit aliran $Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ dan diameter pipa $D = 0,153 \text{ m}$. Untuk menghitung kecepatan aliran (v) dapat menggunakan persamaan berikut:

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (1)$$

$$v = \frac{4 \times 0,023}{3,14 \times 0,153^2} \quad (2)$$

$$v = 1,2 \text{ m/s} \quad (3)$$

2. Menghitung velocity head.

Untuk mencari nilai H_v bisa menggunakan persamaan:

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

$$H_v = \frac{1,2^2}{2 \times 9,81} \quad (5)$$

$$H_v = 0,07 \text{ m} \quad (6)$$

4.2.2 Menghitung NPSHr

Untuk menghitung nilai NPSHr dapat menggunakan persamaan:

$$NPSHr = ATM + P_{gs} + H_v - H_{vp} \quad (7)$$

dari Tabel 1 diperoleh *atmospheric head* $ATM = 10,3 \text{ m}$, *pressure gauge suction* $P_{gs} = 15 \text{ bar}$, *head vapour pressure* $H_{vp} = 0,24 \text{ m}$ dan *head velocity* $H_v = 0,07 \text{ m}$. Sehingga:

$$NPSHr = 10,3 + 15 + 0,07 - 0,24 \quad (8)$$

$$NPSHr = 25 \text{ m} \quad (9)$$

4.3 Pembahasan

Hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh nilai NPSHr lebih besar daripada NPSHa ($NPSHa < NPSHr$) ini menunjukkan terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH. Penyebab nilai NPSHr lebih besar daripada nilai NPSHa ini dikarenakan adanya penurunan volume cairan pada overflow tangki detok yang menyebabkan penurunan tekanan di lubang hisap pompa. Dalam kondisi ini, tekanan di dalam pompa turun di bawah tekanan uap cairan yang menyebabkan pembentukan pusaran dan gelembung uap di dalam aliran.

Pembentukan gelembung ini, saat dibawa oleh cairan yang mengalir ke tempat yang tekanan lebih tinggi akan tiba-tiba pecah dan mengakibatkan pompa mengalami kavitasi dan menyebabkan kerusakan pada komponen bagian dalam pompa.



Gambar 3. Kondisi dalam overflow tangki detok

4.3.1 Dampak Terjadinya Kavitasi

1. Kerusakan komponen dalam pompa.

Ketika gelembung uap runtuh disekitar *impeller*, gelombang kejut yang dihasilkan dapat menyebabkan terjadinya pengikisan pada permukaan komponen dalam. Berikut foto komponen yang mengalami pengikisan akibat kavitasi:



Gambar 4. Kerusakan pada *impeller*



Gambar 5. Kerusakan pada *frame plate*



Gambar 6. Kerusakan pada throatbush



Gambar 7. Kerusakan pada volute liner

2. Terganggunya aliran fluida.

Gelembung uap yang terbentuk selama kavitasi mengurangi volume aliran fluida yang sebenarnya, sehingga pompa tidak dapat memindahkan fluida sebanyak yang dirancang.

3. Kebisingan dan getaran berlebihan.

Akibat runtuhnya gelembung uap secara tiba-tiba membuat pompa menghasilkan getaran berlebihan yang dapat merusak struktur pompa dan suara kebisingan yang khas, seperti bunyi ketukan atau gemuruh yang mengindikasikan adanya masalah dalam pompa.

5. KESIMPULAN

Terjadinya kavitasi pada pompa disebabkan oleh adanya udara masuk dari luar kedalam sistem pompa yang menyebabkan pompa mengalami kavitasi. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa nilai NPSHr lebih besar daripada NPSHa ($NPSHa < NPSHr$). Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi kavitasi pada pompa. Nilai $NPSHa < NPSHr$ terkonfirmasi pada kondisi *overflow* tangki detok yang mengalami penurunan volume cairan. Akibat terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH yakni, kerusakan pada komponen dalam pompa, terganggunya aliran fluida, kebisingan dan getaran berlebihan.

6. SARAN

1. Melakukan penyesuaian untuk memastikan volume cairan di *overflow* tangki detok cukup untuk mempertahankan nilai NPSHa diatas NPSHr.
2. Melakukan monitoring dan menjaga tekanan pada sisi hisap pompa agar tidak berada pada tekanan dibawah tekanan uap jenuh cairan.

DAFTAR PUSTAKA

- BERLI P KAMIEL, D. A. (2019). Deteksi Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Spektrum Getaran dan Spektrum Envelope. *Semesta Teknika*, XXII.
- Brama, S. W. (2021). *Pengertian Pompa Sentrifugal Dan Prinsip Kerjanya*. Retrieved September 30, 2024, from [https://swb.co.id/id/blog/117-pengertian-pompa-sentrifugal-dan-prinsip-kerjanya#:~:text=Pompa%20Sentrifuga%20atau%20centrifugal%20pumps,katup%20kaki%20\(foot%20valve\).](https://swb.co.id/id/blog/117-pengertian-pompa-sentrifugal-dan-prinsip-kerjanya#:~:text=Pompa%20Sentrifuga%20atau%20centrifugal%20pumps,katup%20kaki%20(foot%20valve).)
- Global.weir. (2018). *Warman® Heavy-duty Centrifugal Slurry Pumps (AH® and AHPP) | Weir*. Retrieved September 28, 2024, from <https://www.global.weir/product-catalogue/pumps/warman-ah-heavy-duty-slurry-pumps/>
- Larry Bachus, A. C. (2003). *Know and Understand Centrifugal Pumps* (1nd ed.). United Kingdom: Elsevier Science.
- Li, W.-G. (2022). Verifying performance of axial-flow pump impeller with low NPSHr by using CFD. *Verifying performance of axial-flow pump impeller with low NPSHr by using CFD*, 28(5), 557-577.
- Rosmiati, T. I. (2019). Analisa NPSH Kerusakan Impeller Pompa Centrifugal Cairan CH₃OH. *Jurnal Mekanova*, 5, 105.
- Tobee. (n.d.). *6x4D-AH slurry pumps, 6/4 pump Warman - Tobee*. Retrieved September 12, 2024, from <https://www.slurrypumpsupply.com/a-h-slurry-pump/warman-6x4d-ah-slurry-pump.html>

Wiratama, C. (2024). *Kavitasi (Cavitation) – PT TENSOR*. Retrieved September 12, 2024, from <https://pttensor.com/2024/02/15/kavitasi-cavitation/>

LAMPIRAN

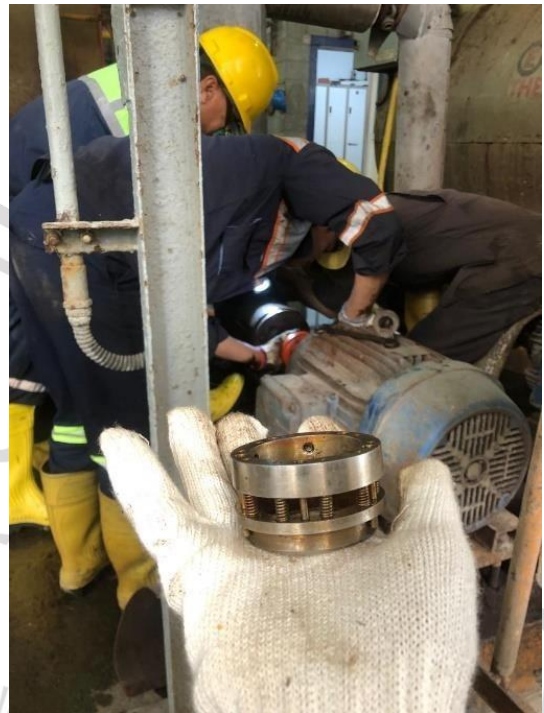
Lampiran 1. Tangki Detok



Lampiran 2. Tangki back filling



Lampiran 3. Penggantian kopling pompa tangki geko



Lampiran 4. Foto bersama pembimbing dan staff plant maintenance PT ANTAM UBPE Pongkor



Lampiran 5. Penggantian packing pompa
tailing di plant 2

