`

Case Study of Pressure Drop in the Centrifugal Pump System at CV. KYZ

Studi Kasus Penurunan Tekanan pada Sistem Pompa Sentrifugal di CV. KYZ

Moch Franschelino Uri[1], Mulyadi[2],

[1, 2, 3, 4, 5] Department of Mechanical Engineering, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: mochfranschelinouri@gmail.com [1], mulyadi@umsida.ac.id [2]

Abstract. *General Background Centrifugal pumps play a critical role in industrial fluid transport systems by converting rotational kinetic energy into hydrostatic head. Specific Background In industrial plant operations such as waste water treatment processes, maintaining consistent suction pressure is essential for reliable pumping operations. Knowledge Gap Although flow resistance causes head loss, severe discharge pressure loss caused by suction strainer fouling in industrial process pumps requires detailed empirical investigation. Aims This study investigates the root causes of a critical pressure drop in a centrifugal pump system at CV. KYZ and evaluates corrective maintenance interventions. Results Field observations and fishbone analysis revealed that suction strainer clogging by solid waste reduced normal discharge pressure from 4 bar to nearly 0 bar, inducing severe cavitation. Novelty Systematic field diagnosis demonstrates the direct empirical correlation between suction strainer blockage, severe head loss, and NPSHa reduction in industrial waste water lines. Implications Implementing structured preventive maintenance, routine strainer flushing, and differential pressure monitoring restores normal discharge performance and prevents operational downtime.*

Keywords *Centrifugal Pump, Pressure Drop, Suction Strainer, Head Loss, Preventive Maintenance*

Abstrak Latar Belakang Umum Pompa sentrifugal memainkan peran penting dalam sistem transportasi fluida industri dengan mengubah energi kinetik rotasi menjadi tekanan hidrostatik. Latar Belakang Khusus Dalam operasi pabrik industri seperti proses pengolahan air limbah, menjaga tekanan hisap yang konsisten sangat penting untuk kelancaran operasi pemompaan. Kesenjangan Pengetahuan Meskipun hambatan aliran menyebabkan kehilangan tekanan, kehilangan tekanan keluaran yang parah akibat penyumbatan saringan hisap pada pompa proses industri memerlukan penyelidikan empiris yang terperinci. Tujuan Penelitian ini menyelidiki akar penyebab penurunan tekanan kritis pada sistem pompa sentrifugal di CV. KYZ dan mengevaluasi intervensi pemeliharaan korektif. Hasil Pengamatan lapangan dan analisis fishbone mengungkapkan bahwa penyumbatan saringan hisap oleh limbah padat menurunkan tekanan keluaran normal dari 4 bar menjadi hampir 0 bar, yang memicu kavitasi parah. Keunikan Diagnosis lapangan yang sistematis menunjukkan korelasi empiris langsung antara penyumbatan saringan hisap, kehilangan tekanan yang parah, dan penurunan NPSHa pada saluran air limbah industri. Implikasi Penerapan pemeliharaan preventif terstruktur, pembilasan saringan secara rutin, dan pemantauan tekanan diferensial memulihkan kinerja keluaran normal serta mencegah waktu henti operasional.

Kata Kunci Pompa Sentrifugal, Penurunan Tekanan, Saringan Hisap, Kehilangan Ketinggian, Pemeliharaan Preventif

I. PENDAHULUAN

Pompa sentrifugal merupakan salah satu mesin fluida yang banyak digunakan pada sistem industri untuk memindahkan fluida dari satu titik ke titik lain dengan meningkatkan energi tekanan dan energi kinetik fluida. Performa pompa sentrifugal dipengaruhi oleh karakteristik impeller, kecepatan putar, kondisi fluida, konfigurasi perpipaan, serta keseimbangan antara kebutuhan sistem dan kapasitas pompa [1], [2]. Dalam sistem industri, gangguan pada salah satu komponen aliran dapat menyebabkan penurunan tekanan, penurunan debit, peningkatan konsumsi energi, bahkan kerusakan komponen mekanis apabila tidak segera ditangani [3].

Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada sistem pompa sentrifugal adalah pressure drop, yaitu kehilangan tekanan akibat hambatan aliran di sepanjang sistem perpipaan. Pressure drop dapat disebabkan oleh gesekan fluida dengan dinding pipa, perubahan arah aliran, penyempitan jalur, valve yang tidak terbuka optimal, akumulasi kotoran pada strainer, atau penyumbatan pada sisi suction. Hambatan tersebut meningkatkan head loss sehingga tekanan discharge yang dihasilkan pompa menjadi lebih rendah dari kondisi normal [4], [5].

Pada sisi suction, kondisi aliran yang tidak stabil sangat berpengaruh terhadap nilai Net Positive Suction Head Available (NPSHa). Apabila NPSHa menurun dan mendekati atau lebih rendah dari Net Positive Suction Head Required (NPSHr),

pompa berpotensi mengalami kavitasi. Kavitasi ditandai oleh terbentuknya gelembung uap pada tekanan lokal rendah, munculnya suara abnormal, getaran, penurunan performa, serta potensi kerusakan pada impeller [6], [7]. Oleh sebab itu, analisis pressure drop tidak hanya perlu melihat tekanan discharge, tetapi juga harus mengevaluasi kondisi suction line, strainer, valve, dan kemungkinan masuknya udara ke dalam sistem.

Kasus yang dianalisis dalam laporan ini terjadi pada sistem pompa sentrifugal di CV. KYZ. Berdasarkan observasi lapangan, ditemukan adanya penurunan tekanan discharge, penurunan debit aliran, peningkatan differential pressure pada strainer, serta indikasi kavitasi. Pemeriksaan visual menunjukkan bahwa strainer pada sisi suction tersumbat oleh lumpur, pasir, dan material asing. Kondisi ini menunjukkan bahwa pressure drop kemungkinan besar terjadi akibat restriksi aliran pada sisi suction. Tujuan kajian ini adalah menganalisis penyebab pressure drop pada sistem pompa sentrifugal, mengevaluasi dampaknya terhadap performa sistem, dan menyusun rekomendasi perawatan untuk mencegah kejadian serupa.

II. METODE

A. Tinjauan pustaka dan dasar analisis

Tinjauan pustaka dalam laporan ini digunakan sebagai dasar analisis teknis terhadap fenomena pressure drop pada sistem pompa sentrifugal. Secara teoritis, pompa sentrifugal bekerja dengan memanfaatkan putaran impeller untuk menambah energi fluida. Energi tersebut kemudian dikonversi menjadi head dan tekanan pada sisi discharge [1], [8]. Kinerja pompa dapat menurun apabila terdapat hambatan aliran pada sisi suction maupun discharge, karena hambatan tersebut meningkatkan rugi-rugi energi pada sistem.

Head loss merupakan kehilangan energi aliran yang terjadi akibat gesekan sepanjang pipa dan kerugian minor pada fitting, valve, strainer, elbow, serta perubahan penampang. Dalam konteks kasus ini, strainer yang tersumbat menjadi sumber minor loss yang dominan. Ketika luas efektif aliran pada strainer mengecil, kecepatan lokal dan turbulensi meningkat, sehingga differential pressure melewati strainer juga meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan debit menuju impeller menurun dan tekanan discharge tidak dapat mencapai kondisi normal [4], [5], [9].

NPSH menjadi parameter penting dalam analisis sistem pompa. NPSHa menunjukkan head absolut yang tersedia pada sisi suction untuk mencegah pembentukan uap, sedangkan NPSHr merupakan kebutuhan minimum pompa berdasarkan karakteristik pabrikan. Penyumbatan pada suction strainer meningkatkan head loss pada sisi suction sehingga NPSHa menurun. Apabila NPSHa tidak mencukupi, risiko kavitasi meningkat dan dapat menyebabkan suara abnormal, getaran, penurunan efisiensi, serta kerusakan impeller [6], [7], [10].

B. Objek dan lokasi studi kasus

Objek kajian adalah sistem pompa sentrifugal di area plant CV. KYZ yang digunakan untuk mengalirkan fluida proses produksi menuju area *Waste Water Treatment Plant*. Pompa yang diamati merupakan pompa sentrifugal single stage merek Lowara dengan dukungan motor listrik induksi tiga fasa Siemens seperti pada Gambar 1. Data teknis pada Tabel 1 dan 2 diperoleh dari nameplate pompa dan motor, observasi instalasi, pengukuran tekanan operasi, serta inspeksi visual terhadap komponen suction system.



Gambar 1. Data nameplate pompa sentrifugal dan motor penggerak

Tabel 1. Data nameplate pompa sentrifugal

Parameter	Nilai	Keterangan
PN (tekanan nominal)	1200 / 1000 kPa	Tekanan kerja maksimum sekitar 12 / 10 bar
t max	50 / 120 °C	Suhu cairan maksimum sesuai versi material
t min	-10 °C	Suhu cairan minimum
Diameter impeller	209 mm	Diameter impeller pompa
Debit aliran (Q)	18-87 m³/h	Rentang kapasitas aliran fluida
Head (H)	5,5-54,5 m	Total head atau tinggi angkat pompa
Putaran (n)	1450 / 2900 rpm	Kecepatan putaran

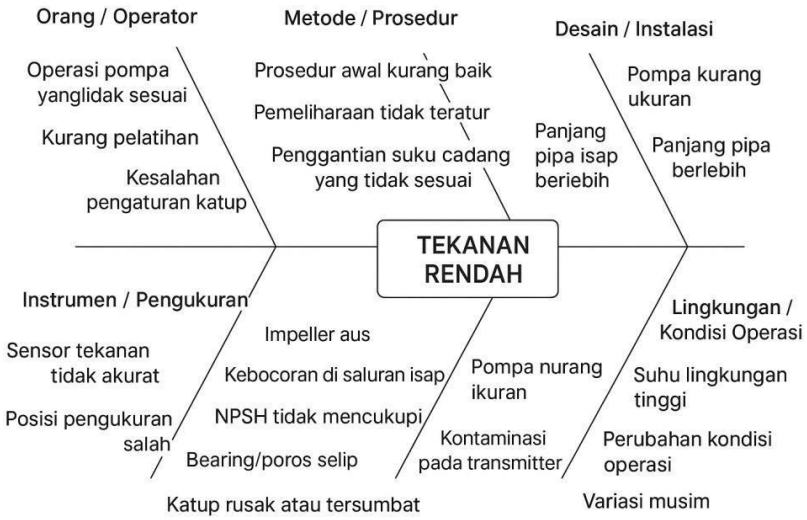
Parameter	Nilai	Keterangan
		berdasarkan motor penggerak
Daya keluaran (P2)	1,5 kW / 11 kW	Daya keluaran poros pompa
Efisiensi (η)	0,40	Efisiensi hidrolik pompa
Material body	SSA / AISI 316	Pompa berbahan stainless steel
Kategori produk	Single stage centrifugal pump	Jenis pompa yang digunakan

Tabel 2. Data nameplate motor penggerak

Parameter	Nilai	Keterangan
Tegangan	380 / 660 V Y; 400 / 690 V Y	Tegangan kerja tiga fasa
Frekuensi	50 / 60 Hz	Dapat digunakan pada dua frekuensi
Daya	11 kW (50 Hz); 12,6 kW (60 Hz)	Daya output motor
Arus	22,5 / 12,9 A (50 Hz); 22,0 A (60 Hz)	Arus nominal
Efisiensi	87,6% (50 Hz); 87,5% (60 Hz)	Efisiensi motor
Power factor	0,85	Faktor daya
Kecepatan	±1465 rpm (50 Hz); ±1760 rpm (60 Hz)	Kecepatan nominal motor
Proteksi / isolasi	IP55 / Class F	Kesesuaian untuk lingkungan industri

C. Tahapan studi kasus

Tahapan penelitian dilakukan melalui pendekatan studi kasus. Tahap pertama adalah observasi lapangan untuk mengidentifikasi gejala pressure drop, yaitu penurunan discharge pressure, penurunan flow, peningkatan differential pressure pada strainer, dan indikasi kavitasi. Tahap kedua adalah identifikasi data teknis pompa dan motor berdasarkan nameplate untuk mengetahui kapasitas desain sistem. Tahap ketiga adalah inspeksi visual terhadap strainer, suction line, valve, dan area instalasi. Tahap keempat adalah analisis akar penyebab menggunakan diagram fishbone yang ditunjukkan pada Gambar 2. Tahap kelima adalah evaluasi tindakan korektif melalui pembersihan strainer dan flushing pipa suction.



Gambar 2. Diagram fishbone analisis penyebab pressure drop pada sistem pompa sentrifugal

D. Instalasi sistem pompa

Instalasi pompa pada Gambar 3 terdiri atas pompa sentrifugal, motor penggerak, base plate, coupling, suction line, discharge line, valve, flexible joint, serta strainer pada sisi suction. Sistem perpipaan menggunakan material stainless steel dan dilengkapi komponen pendukung untuk memudahkan isolasi aliran saat proses perawatan. Fokus analisis diarahkan

pada sisi suction karena indikasi lapangan menunjukkan adanya peningkatan differential pressure pada strainer dan gejala pasokan fluida menuju impeller yang tidak stabil.



Gambar 3. Instalasi pompa sentrifugal pada area plant

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil observasi lapangan

Berdasarkan observasi lapangan, pressure drop pada sistem pompa ditandai oleh penurunan tekanan discharge dan penurunan aliran pada beberapa jalur pompa. Pada kondisi normal, tekanan discharge berada pada kisaran 4 bar. Ketika terjadi gangguan, tekanan menurun menjadi 1 bar pada Pompa Pit Proses 1, 0,9 bar pada Pompa Pit Proses 2, serta mendekati 0 bar pada Pompa Proses WTL dan Pompa Dilling WTL. Penurunan tekanan tersebut menunjukkan bahwa pompa tidak mampu mempertahankan head operasi akibat adanya hambatan aliran yang cukup besar pada sistem.

Inspeksi visual pada Gambar 4 menunjukkan bahwa strainer mengalami penyumbatan oleh lumpur, pasir, dan benda asing berupa tutup botol. Penyumbatan ini mengurangi luas penampang efektif aliran sehingga fluida yang masuk ke pompa menjadi terbatas. Akibatnya, aliran menuju impeller tidak stabil, differential pressure pada strainer meningkat, dan muncul indikasi kavitasi berupa suara abnormal pada pompa. Secara hidraulik, kondisi ini sesuai dengan konsep bahwa restriksi pada suction side akan meningkatkan head loss dan menurunkan NPSHa [6], [7].



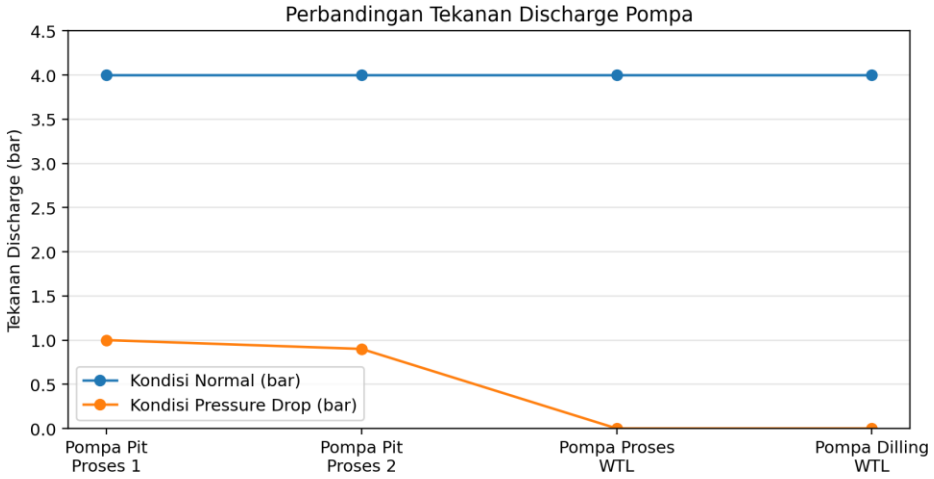
Gambar 4. Kondisi strainer tersumbat material asing

B. Perbandingan tekanan discharge

Perbandingan tekanan discharge dilakukan untuk melihat perbedaan kondisi operasi normal dan kondisi saat terjadi pressure drop. Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh pompa mengalami penurunan tekanan, tetapi tingkat penurunannya berbeda sesuai tingkat hambatan dan karakteristik jalur aliran. Pompa Proses WTL dan Pompa Dilling WTL menunjukkan penurunan paling ekstrem karena tekanan discharge mendekati nol. Hal ini mengindikasikan adanya gangguan aliran yang sangat besar pada jalur tersebut.

Tabel 3. Perbandingan tekanan discharge kondisi normal dan pressure drop

Unit Pompa	Normal (bar)	Pressure Drop (bar)	Penurunan (%)
Pompa Pit Proses 1	4,0	1,0	75,0
Pompa Pit Proses 2	4,0	0,9	77,5
Pompa Proses WTL	4,0	0,0	100,0
Pompa Dilling WTL	4,0	0,0	100,0



Gambar 5. Grafik perbandingan pressure discharge kondisi normal dan pressure drop

C. Analisis penyebab pressure drop

Penyebab utama pressure drop pada kasus ini seperti hasil olah data pada Gambar 5 adalah restriksi aliran pada strainer sisi suction. Ketika strainer tersumbat, fluida tidak dapat mengalir secara bebas menuju impeller. Kondisi tersebut menyebabkan kehilangan energi aliran meningkat sebelum fluida memasuki pompa. Dalam sistem pompa sentrifugal, hambatan pada sisi suction lebih kritis dibandingkan hambatan pada discharge karena dapat langsung menurunkan NPSHa dan memperbesar kemungkinan terjadinya kavitasi [6], [10].

Secara fisik, penyumbatan strainer menyebabkan tiga dampak utama. Pertama, luas efektif aliran mengecil sehingga debit masuk berkurang. Kedua, head loss meningkat karena fluida harus melewati celah strainer yang sebagian tertutup material asing. Ketiga, tekanan lokal pada sisi suction menurun sehingga terbentuk kondisi yang mendekati batas kavitasi. Kombinasi ketiga dampak tersebut menyebabkan tekanan discharge tidak dapat dipertahankan pada nilai normal 4 bar.

Analisis fishbone menunjukkan bahwa penyebab pressure drop tidak hanya berasal dari komponen strainer, tetapi juga berkaitan dengan metode perawatan dan kontrol operasi. Jadwal inspeksi strainer yang tidak teratur, tidak adanya monitoring differential pressure secara rutin, potensi masuknya material asing ke dalam fluida, dan kurangnya prosedur flushing berkala dapat memperbesar peluang terjadinya penyumbatan. Oleh karena itu, tindakan perbaikan harus mencakup aspek teknis dan prosedural.

D. Tindakan korektif dan hasil perbaikan

Tindakan korektif pada Gambar 6 dilakukan dengan membuka dan membersihkan strainer untuk menghilangkan material padat yang menutup permukaan saringan. Setelah itu, dilakukan flushing pada pipa suction untuk memastikan tidak terdapat sisa deposit yang dapat kembali menyumbat aliran. Pembersihan juga dilakukan pada area sekitar strainer agar partikel besar tidak kembali masuk ke dalam sistem.

Setelah tindakan korektif dilakukan, hambatan aliran pada sisi suction berkurang sehingga aliran fluida menuju pompa kembali stabil. Penurunan head loss menyebabkan NPSHa meningkat kembali dan tekanan discharge dapat kembali mendekati kondisi normal. Hasil ini menunjukkan bahwa tindakan cleaning strainer dan flushing suction line efektif untuk mengatasi pressure drop yang disebabkan oleh penyumbatan.



Gambar 6. Proses cleaning strainer dan pemeriksaan komponen

E. Rekomendasi preventive maintenance

Berdasarkan hasil analisis, rekomendasi utama adalah penerapan preventive maintenance yang lebih terjadwal pada suction system. Inspeksi strainer perlu dilakukan secara berkala berdasarkan jam operasi dan kondisi fluida. Selain itu, sistem sebaiknya dilengkapi indikator differential pressure sebelum dan sesudah strainer agar operator dapat mengetahui peningkatan hambatan aliran lebih awal. Apabila differential pressure melebihi batas yang ditentukan, strainer harus segera dibersihkan.

Rekomendasi lain adalah melakukan flushing suction line secara periodik, memastikan valve berada pada posisi operasi yang benar, memeriksa kemungkinan kebocoran udara pada suction line, serta memberi pelatihan operator mengenai gejala awal pressure drop dan kavitasi. Dengan prosedur tersebut, potensi kerusakan pompa dapat dikurangi dan keandalan sistem dapat ditingkatkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi kasus, pressure drop pada sistem pompa sentrifugal di CV. KYZ disebabkan terutama oleh penyumbatan strainer pada sisi suction oleh lumpur, pasir, dan material asing. Penyumbatan tersebut menyebabkan peningkatan hambatan aliran, peningkatan head loss, penurunan debit masuk pompa, penurunan NPSHa, serta munculnya indikasi kavitasi. Dampaknya terlihat dari penurunan tekanan discharge dari kondisi normal sekitar 4 bar menjadi 1 bar, 0,9 bar, bahkan mendekati 0 bar pada beberapa jalur pompa. Tindakan korektif berupa cleaning strainer dan flushing pipa suction terbukti efektif dalam mengembalikan aliran dan tekanan sistem ke kondisi normal. Untuk mencegah kejadian serupa, diperlukan preventive maintenance yang mencakup inspeksi strainer berkala, monitoring differential pressure, flushing suction line, pemeriksaan valve, serta peningkatan pemahaman operator terhadap gejala awal pressure drop dan kavitasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada CV. KYZ atas kesempatan pelaksanaan kegiatan praktik kerja lapangan dan akses observasi pada sistem pompa sentrifugal. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing lapangan dan pihak Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan arahan dalam penyusunan laporan ini.

REFERENSI

[1] F. Mohammadi, H. Mirsaeedghazi, and M. F. Z. Mohammadi, "Centrifugal pumps," in Transporting Operations of Food Materials Within Food Factories, vol. 1, pp. 155–200, 2023.

[2] J. Sodik and R. P. Wibowo, "Analisa kinerja pompa sentrifugal double stage PT Chevron Pacific Indonesia Selat Makassar Lapangan," Jurnal Teknik Mesin, vol. 2, no. 1, pp. 14–25, 2021.

[3] L. B. T. Capurso, "Performance analysis of double suction centrifugal pumps with a novel impeller configuration," Energy Conversion and Management: X, vol. 17, p. 100227, 2022, doi: 10.1016/j.ecmx.2022.100227.

[4] L. Zheng and X. Chen, "A review of pressure fluctuations in centrifugal pumps without or with clearance flow," Energies, vol. 11, no. 3, pp. 2–22, 2023.

[5] S. Umartono and F. A. F., "Analisis penurunan kapasitas pompa Natrium Hidroksida (NaOH) dengan kapasitas 60 m3/jam," Jurnal Rekayasa Mesin, vol. 5, no. 1, pp. 35–45, 2016.

[6] Al-Obaidi, "Experimental investigation of cavitation characteristics within a centrifugal pump based on acoustic analysis technique," Archives of Acoustics, vol. 47, no. 6, pp. 501–515, 2020.

[7] X. Ma, H. Wang, and Z. Li, "Development and prospect of the acetylene production chain based on the process systems engineering: A focus on the polyvinyl chloride production," Reviews in Chemical Engineering, vol. 40, no. 8, pp. 917–949, 2024.

[8] Fakhruddin, "Analisa penyebab kerusakan pada impeller pompa sentrifugal dengan menggunakan metode Failure Mode Effects

Analysis (FMEA) di PT. Meskom Agro Sarimas," Jurnal Teknik Mesin Terap, vol. 16, no. 2, pp. 45–55, 2020, doi: 10.26905/jtmt.v16i2.4888.

[9] European Commission, "Commission Regulation (EU) No 547/2012 implementing Directive 2009/125/EC with regard to ecodesign requirements for water pumps," Official Journal of the European Union, L 165, pp. 28–36, 2012.

[10] J. Karassik, J. P. Messina, P. Cooper, and C. C. Heald, Pump Handbook, 4th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2008.

[11] Sulzer Pumps, Centrifugal Pump Handbook, 3rd ed. Oxford, U.K.: Elsevier, 2010.

[12] Hydraulic Institute, Rotodynamic Pumps Guideline for NPSH Margin, ANSI/HI 9.6.1. Parsippany, NJ, USA: Hydraulic Institute, 2017.

[13] G. B. Santoso, Susanto, A. Nuriyanis, and A. B. Nugroho, "Numerical simulation of centrifugal pump performance under impeller blade and suction diameter variations," Journal of Mechanical Engineering Science and Technology, vol. 10, no. 1, pp. 129–141, 2026, doi: 10.17977/2580-2402.1235.

[14] H. Xie, J. Feng, X. Luo, and Y. Wang, "Effects of cavitation on the radial force and pressure pulsation of a centrifugal pump," Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, vol. 41, no. 4, pp. 32–39, 2025, doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.202407083.

[15] X. Q. Jia, X. Q. Yang, and Z. C. Zhu, "Study on pressure pulsations and transient fluid forces in centrifugal pump under different degrees of cavitation," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, vol. 238, no. 6, pp. 2834–2844, 2024, doi: 10.1177/09544089231182451.