



Evaluasi Efisiensi Pompa Sentrifugal di Site Mapur PT Mitra Stania Prima

Hasan Mustafa Widayat^{1*}, Agus Suprihanto^{1,2}, Sulardjaka^{1,2}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,

²Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*Corresponding author: hasanmustafa3010@gmail.com

(Received: January 23, 2026; Accepted: February 25, 2026)

Abstract

Efficiency Evaluation of Centrifugal Pump site Mapur PT Mitra Stania Prima. Centrifugal pumps play an important role in the mining industry, particularly in washing plant operations, generator cooling, and dewatering processes. Pump efficiency greatly determines the sustainability of operations as well as energy effectiveness. However, several factors such as component wear, improper pump selection, and cavitation phenomena can significantly reduce efficiency. This study aims to evaluate and compare the efficiency of centrifugal pumps at the Mapur site of PT Mitra Stania Prima through operational data analysis and reference to the Ebara Pump Performance Chart. The calculated pump efficiency obtained from field measurements was 32.31%. The comparison between the field calculation results and the manufacturer's design efficiency shows a significant difference. Based on the performance chart of the Ebara 300×250 CNHA pump, the actual operating point ($Q = 6 \text{ m}^3/\text{min}$ and $H = 30\text{-}31 \text{ m}$) lies within an efficiency range of approximately 65%, while the field calculation shows only 32.31%. To maintain optimal pump performance, regular inspection and maintenance are required to ensure operation remains close to the Best Efficiency Point (BEP). Considering that the pumped fluid contains fine sand and slurry, it is recommended to regularly test viscosity and density so that operational parameters can be adjusted to actual field conditions. In addition, the inlet fluid should undergo pre-treatment, such as sedimentation or coarse filtration, to reduce suspended solids content.

Keywords: pump, centrifugal pump, pump efficiency, energy efficiency, mining industry

Abstrak

Pompa sentrifugal memiliki peran penting dalam industri pertambangan, khususnya pada proses *washing plant*, pendinginan genset dan *dewatering*. Efisiensi pompa sangat menentukan keberlanjutan operasional serta efektivitas energi. Namun, beberapa faktor seperti keausan komponen, pemilihan pompa yang tidak tepat dan fenomena kavitasi dapat menurunkan efisiensi secara signifikan. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan efisiensi pompa sentrifugal di *site* Mapur PT Mitra Stania Prima melalui analisis data operasional dan *Ebara Pump Performance Chart*. Hasil perhitungan efisiensi pompa yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 32,31%. Perbandingan antara hasil perhitungan lapangan dan efisiensi desain pabrikan menunjukkan selisih efisiensi yang signifikan. Berdasarkan *performance chart* pompa Ebara 300×250 CNHA, titik operasi aktual ($Q = 6 \text{ m}^3/\text{min}$ dan $H = 30\text{-}31 \text{ m}$) berada pada area efisiensi sekitar 65%, sedangkan hasil perhitungan lapangan hanya menunjukkan 32,31%. Untuk menjaga kinerja pompa tetap optimal, perlu dilakukan pemeriksaan dan perawatan berkala, memastikan operasi mendekati *Best Efficiency Point* (BEP). Mengingat fluida yang digunakan mengandung lumpur dan pasir halus, disarankan dilakukan pengujian viskositas dan densitas secara rutin agar parameter operasi dapat

disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan. Selain itu, fluida umpan perlu menjalani proses *pre-treatment* seperti sedimentasi atau penyaringan kasar untuk menurunkan kandungan padatan tersuspensi.

Kata kunci: pompa, pompa sentrifugal, efisiensi pompa, efisiensi energi, industri mining

How to Cite This Article: Widayat, H. M., Suprihanto, A., & Sulardjaka, S. (2026). Evaluasi Efisiensi Pompa Sentrifugal di Site Mapur PT Mitra Stania Prima. *JPII*, 4(1), 14-18. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2026.32293>

PENDAHULUAN

Pompa adalah alat mekanis yang berfungsi untuk memindahkan atau mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat lain dengan cara menciptakan perbedaan tekanan. Alat ini sangat penting dalam berbagai industri, termasuk distribusi air, pengolahan air limbah dan pendinginan industri. Pompa memiliki peran vital dalam operasi tambang timah, baik dalam proses penambangan maupun pengolahan. Salah satu fungsi vital pompa dalam proses pengolahan yaitu proses *washing plant*, pendinginan genset, *dewatering* dan lain-lain.

Pompa yang digunakan di industri pertambangan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu pompa perpindahan positif dan pompa sentrifugal. Pompa perpindahan positif bekerja dengan cara menampung sejumlah tetap fluida atau gas, lalu mendorongnya melalui saluran keluar pompa. Pompa-pompa ini umumnya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan laju aliran yang konstan, seperti dalam pengolahan kimia, produksi minyak dan gas, dan produksi makanan dan minuman (Stoican et al., 2021). Pompa sentrifugal bekerja dengan mengubah energi rotasi dari motor menjadi energi kinetik pada fluida yang dipompa. Pompa sentrifugal umumnya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan laju aliran yang tinggi, seperti dalam sistem HVAC, pabrik pengolahan air dan sistem irigasi (Maeda et al., 2019).

Pada sistem pengolahan di PT Mitra Stania Prima, pompa sentrifugal digunakan untuk mengalirkan air proses dalam unit *washing plant*. Dari hasil observasi di lapangan, diketahui bahwa hanya satu pompa yang telah dilengkapi dengan sistem pengatur kecepatan putaran motor atau *Variable Speed Drive* (VSD), sedangkan pompa lainnya masih beroperasi pada kecepatan tetap (*fixed speed*). Kondisi ini menimbulkan dugaan adanya perbedaan kinerja dan efisiensi antara pompa yang menggunakan VSD dan yang tidak. Karena itu, dilakukan pengukuran dan perhitungan efisiensi untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penerapan VSD terhadap performa dan konsumsi energi pompa.

Beberapa faktor diketahui dapat menurunkan efisiensi pompa, seperti keausan komponen (impeler, *bearing* dan *mechanical seal*), pemilihan kapasitas pompa yang tidak sesuai dengan kebutuhan aliran, serta kondisi fluida seperti viskositas dan kandungan partikel padat. Selain itu, pengoperasian pompa di luar rentang desain optimal juga menyebabkan peningkatan rugi

gesek, konsumsi energi dan memperpendek umur pompa (Ramsey, 2019). Dalam konteks ini, evaluasi efisiensi tidak hanya bertujuan untuk mengetahui kinerja pompa saat ini, tetapi juga sebagai dasar pertimbangan apakah penerapan VSD memberikan manfaat signifikan dalam efisiensi energi dan reliabilitas sistem.

Pompa merupakan alat mekanik yang digunakan untuk memindahkan fluida (cairan atau gas) dari satu tempat ke tempat lain melalui peningkatan tekanan. Prinsip dasar dari pompa adalah memberikan energi kepada fluida agar dapat mengalir melintasi sistem perpipaan. Dalam konteks industri, pompa memiliki peran vital, mulai dari sistem distribusi air bersih, pengolahan air limbah, hingga proses pendinginan dan pemindahan bahan dalam industri kimia dan pertambangan (Ramsey, 2019).

Dalam industri pertambangan, pompa digunakan untuk berbagai keperluan penting seperti *dewatering* (pengeringan area tambang), proses pencucian bijih (*washing plant*) dan pendinginan mesin genset. Efisiensi operasional pompa sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses produksi dan keselamatan kerja di *site* tambang (Maeda et al., 2019). Pompa merupakan komponen penting dalam sistem perpipaan yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dengan menambah energi pada fluida tersebut. Berdasarkan prinsip kerjanya, pompa dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu pompa perpindahan positif (*positive displacement pump*) dan pompa dinamis (*dynamic pump*). Pompa perpindahan positif bekerja dengan memindahkan volume tertentu fluida pada setiap siklus, sedangkan pompa dinamis memberikan energi kinetik pada fluida melalui elemen berputar seperti impeler. Menurut Stepanoff (1957), pemilihan jenis pompa yang tepat harus mempertimbangkan karakteristik fluida, kapasitas alir dan kondisi operasi sistem. Berikut ini adalah jenis-jenis pompa yaitu pompa perpindahan positif dan pompa dinamis.

Pompa sentrifugal adalah jenis pompa dinamis yang paling banyak digunakan karena konstruksinya sederhana, perawatannya mudah dan dapat mengalirkan fluida secara terus-menerus tanpa pulsa. Pompa ini menggunakan impeler yang berputar untuk memberikan gaya sentrifugal pada fluida, sehingga fluida terdorong dari pusat impeler menuju tepi luar *casing* dengan peningkatan energi kinetik. Energi tersebut kemudian

dikonversi menjadi tekanan pada bagian *volute*. Kinerja pompa sentrifugal digambarkan melalui kurva hubungan antara kapasitas aliran (*flow rate*) dan *head*, yang menunjukkan titik efisiensi terbaik atau *Best Efficiency Point* (BEP). Pengoperasian di luar titik BEP dapat menyebabkan penurunan efisiensi, peningkatan getaran dan bahkan potensi kavitasi (Stepanoff, 1957).

Selain pompa sentrifugal, jenis pompa dinamis lainnya adalah pompa aliran aksial. Pada pompa ini, fluida mengalir sejajar dengan sumbu impeler. Pompa aliran aksial cocok digunakan untuk sistem yang membutuhkan debit sangat besar dengan *head* rendah hingga sedang, seperti sistem irigasi, sirkulasi pendingin dan drainase tambang. Menurut White (2016), efisiensi pompa aliran aksial dapat mencapai 85% pada debit tinggi, tetapi menurun drastis ketika beroperasi pada kapasitas rendah. Sedangkan pompa aliran campuran (*mixed flow pump*) memiliki karakteristik perpaduan antara pompa sentrifugal dan aksial dengan arah aliran fluida keluar impeler membentuk sudut terhadap sumbu pompa. Jenis ini cocok untuk aplikasi dengan kebutuhan *head* menengah dan kapasitas sedang.

Efisiensi pompa sentrifugal dipengaruhi oleh sejumlah variabel teknis dan operasional. Efisiensi yang rendah bukan hanya menyebabkan pemborosan energi, tetapi juga dapat mengindikasikan adanya kerusakan internal yang berpotensi menyebabkan kegagalan sistem secara keseluruhan. Berikut ini adalah faktor-faktor utama yang dapat memengaruhi efisiensi pompa:

- Komponen seperti impeler, *casing* dan *seal* yang mengalami keausan akan mengubah pola aliran internal pompa dan meningkatkan gesekan. Misalnya, celah antara impeler dan *casing* yang terlalu besar akibat aus akan memungkinkan fluida kembali ke sisi isap, menyebabkan kebocoran internal (*internal leakage*) dan mengurangi efisiensi pompa (Stoican & Băran, 2021). Kavitasi terjadi saat tekanan fluida turun di bawah tekanan uapnya, menyebabkan terbentuknya gelembung-gelembung uap yang pecah secara tiba-tiba di dalam pompa. Proses ini menimbulkan kerusakan pada permukaan impeler dan *casing*, serta mengganggu kontinuitas aliran. Kavitasi tidak hanya menurunkan efisiensi tetapi juga mengurangi umur pakai pompa (Maeda et al., 2019).
- Pemilihan pompa yang tidak tepat terhadap karakteristik sistem (*flow rate* dan *head*) dapat menyebabkan pompa beroperasi di luar titik *Best Efficiency Point* (BEP). Jika pompa bekerja terlalu jauh dari BEP-nya, maka akan timbul getaran, kebisingan dan penurunan efisiensi drastis. Idealnya, pompa sebaiknya dioperasikan pada 85-110% dari kapasitas BEP-nya (Ramsey, 2019).
- NPSH merupakan parameter penting dalam perancangan dan pengoperasian pompa, yang

menggambarkan kemampuan fluida untuk masuk ke sisi hisap pompa tanpa mengalami kavitasi. NPSH menunjukkan selisih antara tekanan absolut fluida pada sisi isap pompa dengan tekanan uap jenuh fluida pada suhu operasi. Secara fisik, nilai NPSH menunjukkan seberapa jauh kondisi fluida dari titik di mana fluida akan mulai menguap membentuk gelembung. Kavitasi dapat terjadi apabila tekanan di sisi isap pompa turun di bawah tekanan uap jenuhnya, menyebabkan terbentuknya gelembung uap yang kemudian pecah ketika memasuki area tekanan tinggi di dalam impeler. Gelembung ini dapat menyebabkan kerusakan serius seperti erosi pada sudu impeler, peningkatan getaran dan penurunan efisiensi pompa (White, 2016). Oleh karena itu, menjaga nilai NPSH agar lebih tinggi dari batas minimum yang disyaratkan pabrikan menjadi hal yang sangat penting dalam mencegah kavitasi.

- Pengoperasian pompa dalam kondisi *on-off* yang sering dapat menyebabkan keausan lebih cepat, terutama pada komponen mekanik seperti *bearing* dan *seal*. Penerapan *Variable Frequency Drive* (VFD) dapat membantu mengurangi beban *start* dan menjaga kecepatan putaran impeler pada tingkat optimal.

Tanpa program perawatan yang baik, kerusakan kecil pada komponen dapat berkembang menjadi masalah besar. Misalnya, debu atau pasir yang masuk melalui *seal* dapat menyebabkan keausan impeler, sedangkan pelumasan *bearing* yang kurang akan meningkatkan gesekan rotasi. Pemeliharaan prediktif dan preventif menjadi kunci dalam menjaga efisiensi jangka panjang (Stoican & Băran, 2021).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi pompa sentrifugal di unit *Washing Plant* 1 PT Mitra Stania Prima. Melalui perhitungan parameter seperti *head total*, *pressure head* dan daya fluida, diharapkan dapat diketahui besarnya efisiensi pompa serta penyebab utama penurunannya. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan dasar teknis dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan efisiensi energi dengan penerapan sistem kendali kecepatan seperti VSD pada unit pompa lainnya.

METODE PENELITIAN

Studi kasus yang akan dilakukan adalah evaluasi dan analisis kinerja pompa yang terdapat pada *site* tambang mapur di PT Mitra Stania Prima. Unit ini merupakan bagian dari rangkaian 3 unit pompa sentrifugal di *washing plant*. Laporan ini berfokus pada evaluasi kinerja pompa 1 pada *washing plant* yang merupakan pompa sentrifugal.

Tujuan dilakukannya perhitungan nilai efisiensi dari mesin pompa yaitu untuk mengetahui nilai performa dari alat tersebut, apabila nilai efisiensi rendah dapat

dicari solusi permasalahannya sehingga tidak menimbulkan kerugian yang terlalu besar.

Tahapan penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data, yaitu mengidentifikasi data teknis fluida, data kondisi operasi, serta spesifikasi pompa. Data fluida yang dikumpulkan meliputi densitas dan viskositas, sedangkan data operasi mencakup laju alir, temperatur. Selain itu, spesifikasi pompa seperti kapasitas aliran, *head total* dan data katalog pabrikan digunakan sebagai acuan dalam analisis.

Tahap berikutnya adalah pengolahan data, yaitu memasukkan semua parameter yang telah diperoleh ke dalam perhitungan. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan daya fluida, daya pompa, diakhiri dengan persamaan efisiensi pompa.

Tahap analisis data dilakukan dengan mengevaluasi hasil perhitungan parameter kinerja pompa, yaitu *head total*, rugi-rugi tekanan (mayor dan minor), daya hidrolik (*water horsepower*), daya poros pompa, serta efisiensi. Efisiensi pompa dihitung dengan membandingkan daya hidrolik terhadap daya poros yang dibutuhkan.

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dari hasil analisis efisiensi pompa. Dari hasil perhitungan, ditentukan seberapa besar efisiensi pompa pada kondisi operasi yang ditinjau, apakah sesuai dengan standar efisiensi pompa yang berlaku, dan faktor-faktor apa saja yang memengaruhinya.

Alur perhitungan efisiensi pompa sentrifugal:

1. Menghitung *headloss minor*

$$hf, \text{minor} = f \frac{\sum L_e v^2}{D \cdot 2g} \quad (1)$$

dengan D adalah diameter, L_e adalah panjang ekivalen pipa, f adalah faktor friksi dan g adalah percepatan gravitasi.

2. Menghitung daya fluida

$$P_{\text{fluida}} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (2)$$

dengan ρ adalah densitas fluida, g adalah percepatan gravitasi, Q adalah debit fluida dan H adalah *head total*.

3. Menghitung efisiensi pompa

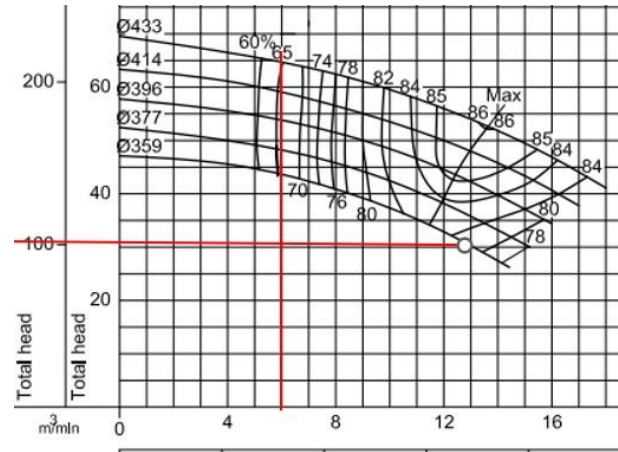
$$\eta = \left(\frac{P_{\text{fluida}}}{P_{\text{terukur}}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

dengan P_{fluida} adalah daya fluida dan P_{terukur} adalah daya pompa yang terukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, sistem pompa *Washing Plant* 1 di PT Mitra Stania Prima menggunakan pompa sentrifugal Ebara tipe 300×250 CNHA. Pompa ini digunakan untuk mengalirkan *river water* dengan debit aktual sebesar 6 m³/min (0,1 m³/s) dan *head total* terukur 30-31 m. Fluida yang digunakan memiliki densitas tinggi yaitu 1.557,5 kg/m³, karena mengandung material padat dari proses pencucian bijih timah.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya input motor sebesar 138,5 kW, sedangkan daya fluida (*output*) yang dihasilkan hanya 44,79 kW, sehingga efisiensi aktual pompa adalah 32,31%. Nilai ini menjadi dasar untuk membandingkan performa lapangan dengan performa ideal yang ditetapkan oleh pabrikan. Untuk memvalidasi hasil perhitungan efisiensi, dilakukan analisis dengan memplot data aktual ke dalam *Performance Chart Ebara CNHA Series*.



Gambar 1. Plotting pada Pump Performance Chart

Berdasarkan hasil *plotting* (garis merah pada Gambar 1), posisi operasi pompa berada pada: *Head total*: 30-31 m, kapasitas: sekitar 6 m³/min. Dari kurva efisiensi pabrikan, titik operasi tersebut berada pada zona efisiensi sekitar 65%.

Tabel 1. Perbandingan efisiensi pompa

Efisiensi Pabrik	65%
Efisiensi Perhitungan	32,31%

Nilai efisiensi pompa sebesar 32,31% menandakan bahwa terdapat potensi kehilangan energi yang cukup besar dalam sistem pompa di *Washing Plant* 1. Salah satu penyebab utama rendahnya efisiensi adalah kemungkinan pompa beroperasi di luar titik efisiensi terbaiknya atau *Best Efficiency Point* (BEP). Pompa beroperasi di bawah *Best Efficiency Point* (BEP), yaitu pada *head* 30-31 m dengan kapasitas 6 m³/min, padahal BEP-nya di *range* 40-60 m dan 12-15 m³/min. Berdasarkan ASME B73.1 (2018), penyimpangan >10% dari BEP dapat mengurangi efisiensi hingga 15%.

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan dan analisis menggunakan *Performance Chart* dari pompa Ebara 300×250 CNHA, diketahui bahwa pompa ini seharusnya mampu beroperasi dengan kapasitas hingga 13 m³/menit pada *head total* sekitar 30-31 m, apabila fluida yang digunakan adalah air bersih dengan densitas 1000 kg/m³.

Namun, pada kondisi aktual di lapangan, fluida yang dipompa bukan air murni melainkan campuran air dan material padat hasil proses pencucian bijih timah, dengan densitas sekitar 1500-1557 kg/m³. Perbedaan karakteristik fluida ini memberikan dampak besar terhadap performa pompa, baik dari sisi daya input, *head* aktual, maupun efisiensi total sistem.

Data pengukuran dari *Power Quality Analyzer* (PQA) menunjukkan daya input motor sebesar 138,5 kW, yang mencerminkan kondisi aktual fluida berat tersebut. Bila dibandingkan dengan daya *input* desain pabrikan sebesar 132 kW untuk air bersih, terdapat peningkatan daya sebesar 6,5 kW ($\approx 5\%$) akibat kenaikan densitas dan viskositas fluida. Semakin besar densitas fluida, semakin besar pula energi yang dibutuhkan pompa untuk mempertahankan debit dan *head* yang sama, sehingga efisiensi sistem menurun.

Peningkatan densitas sebesar $\pm 50\%$ dari air bersih ini menyebabkan peningkatan *hydraulic losses*, torsi beban motor yang lebih besar dan penurunan *volumetric efficiency* akibat *slip* fluida di dalam impeler. Dampaknya, pompa hanya mampu menghasilkan debit sekitar 6 m³/menit dengan efisiensi turun drastis menjadi 32,31%. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian Bachchu et al. (2018) dan panduan Hydraulic Institute (2015) yang menunjukkan bahwa peningkatan densitas dan viskositas fluida dapat menurunkan efisiensi pompa sentrifugal hingga 20-30% apabila tidak dilakukan penyesuaian kecepatan operasi, desain impeler, atau koreksi terhadap karakteristik fluida yang digunakan.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan menunjukkan P_{fluida} sebesar 44.79 KW, dan daya pompa sebesar 138.5 kW. Efisiensi pompa yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 32,31%. Perbandingan antara hasil perhitungan lapangan dan efisiensi desain pabrikan menunjukkan selisih efisiensi yang signifikan. Berdasarkan *performance chart* pompa Ebara 300×250 CNHA, titik operasi aktual ($Q = 6$ m³/min dan $H = 30-31$ m) berada pada area efisiensi sekitar 65%, sedangkan hasil perhitungan lapangan hanya menunjukkan 32,31%.

DAFTAR PUSTAKA

- ASME. (2018). *ASME B73.1-2018: Specification for horizontal end suction centrifugal pumps for chemical process*. American Society of Mechanical Engineers.
- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2018). *Fluid mechanics: Fundamentals and applications* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Colla, V., Matino, I., Branca, T. A., Fornai, B., & Romaniello, L. (2017). Efficient use of water resources in the steel industry. *Water*, 9(11), 874. <https://doi.org/10.3390/w9110874>
- Ebara Corporation. (2020). *Technical data book: Horizontal split casing pump*. Ebara Industrial Pumps Division.
- Hydraulic Institute. (2024). *ANSI/HI 9.6.3: Rotodynamic pumps—Guideline for operating regions*. Hydraulic Institute.
- Idelchik, I. E. (2019). *Handbook of hydraulic resistance* (4th ed.). Begell House.
- Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P., & Heald, C. C. (2001). *Pump handbook* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Maeda, T., Tsuru, W., Kang, D., Tsuneda, T., Kagawa, S., An, B., ... & Yokota, K. (2019). The suppression of cavitation surge in a double-suction centrifugal pump by using branch-type and slit-type accumulations installed at a pump outlet pipe. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 240(3), Article 032049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/240/3/032049>
- Puspawan, A. (2022). *Analisa head losses dan efisiensi pompa sentrifugal Vogel dari instalasi menara pendingin ke penampung utama* (Disertasi doctoral, Universitas Andalas).
- Ramsey, M. S. (2019). Pumps. In *Practical wellbore hydraulics and hole cleaning* (pp. 271–282). Elsevier.
- Stepanoff, A. J. (1957). *Centrifugal and axial flow pumps: Theory, design, and application*. John Wiley & Sons.
- Stoican, M. M., & Băran, N. (2021). Designing and dimensioning of a new type of pump that can be used in the field of land reclamation. *E3S Web of Conferences*, 286, Article 04001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128604001>
- White, F. M. (2016). *Fluid mechanics* (8th ed.). McGraw-Hill Education.