

RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIK PENGOPERASIAN POMPA SENTRIFUGAL

Muhammad Khusairi Ilham

Politeknik Energi dan Mineral AKAMIGAS, Indonesia

*Corresponding author: Khuilhamwow123@gmail.com

Abstract: This project aims to design a centrifugal pump practicum simulation tool for students of the Akamigas PEM Refinery Engineering Department. This simulation tool is designed to provide in-depth practical experience of the operation and characteristics of centrifugal pumps, thus supporting theoretical learning with real applications in the laboratory. In its design, the author made a careful selection of pumps based on the specific needs of the laboratory, such as the required flow capacity and head. The selection of the right pump is very important to ensure that this simulation tool is by educational objectives and can reflect realistic operational conditions. To support pump operations, the author chooses the right fittings such as pipes, elbows, and valves. The selection of fittings is based on technical considerations to ensure efficient fluid flow and reduce pressure loss in the system. Each component is carefully selected to ensure compatibility and optimal performance. In addition, supporting systems such as sturdy brackets and base plates are designed to provide stability and safety of the tool during use. The material and design of the brackets and base plates are selected to be able to withstand the loads and vibrations generated during operation, ensuring that the tool remains stable under various conditions. This simulation tool is not only designed to be functional and efficient, but also to have high durability and be safe to use in an educational environment. The author ensures that this tool meets high safety and quality standards, so it can be used for a long time without reducing performance.

Keywords: Pumps, Centrifugal, Akamigas.

Abstrak: Proyek ini bertujuan untuk merancang alat simulasi praktikum pompa sentrifugal bagi mahasiswa Teknik Mesin Kilang PEM Akamigas. Alat simulasi ini dirancang untuk memberikan pengalaman praktis yang mendalam tentang operasi dan karakteristik pompa sentrifugal, sehingga mendukung pembelajaran teori dengan aplikasi nyata di laboratorium. Dalam perancangannya, penulis melakukan pemilihan pompa yang teliti berdasarkan kebutuhan spesifik laboratorium, seperti kapasitas aliran dan head yang diperlukan. Pemilihan pompa yang tepat sangat penting untuk memastikan alat simulasi ini sesuai dengan tujuan pendidikan dan mampu mencerminkan kondisi operasional yang realistis. Untuk mendukung operasional pompa, penulis memilih fitting yang tepat seperti pipa, elbow, dan valve. Pemilihan fitting didasarkan pada pertimbangan teknis untuk memastikan aliran fluida yang efisien dan mengurangi kehilangan tekanan dalam sistem. Setiap komponen dipilih dengan cermat untuk memastikan kompatibilitas dan performa yang optimal. Selain itu, sistem pendukung seperti bracket dan base plate yang kokoh dirancang untuk memberikan stabilitas dan keamanan alat selama digunakan. Material dan desain bracket serta base plate dipilih agar mampu menahan beban dan getaran yang dihasilkan selama operasional, memastikan alat tetap stabil dalam berbagai kondisi. Alat simulasi ini tidak hanya dirancang agar fungsional dan efisien, tetapi juga untuk memiliki ketahanan yang tinggi dan aman digunakan di lingkungan pendidikan. penulis memastikan bahwa alat ini memenuhi standar keselamatan dan kualitas yang tinggi, sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama tanpa mengurangi performa.

Kata kunci: Pompa, Sentrifugal, Akamigas.

PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas memiliki berbagai peralatan yang saling berkaitan dalam mendukung proses produksi, salah satunya adalah pompa (Ellyzabeth Sukmawati et al., 2022; Gunawan, 2018; Manik, 2018; Royani et al., 2022a). Pompa memegang peran krusial dalam setiap tahapan operasi, mulai dari memindahkan fluida dari satu lokasi ke lokasi lain hingga distribusi produk akhir (Agustian, 2019; Anam et al., 2022; Rasyid et al., 2023; Royani et al., 2022b). Pemahaman yang mendalam mengenai cara kerja dan pemeliharaan pompa menjadi salah satu keterampilan utama yang harus dikuasai (Kristiyono & Gunarti, 2018; Saputra, 2020; Saragih & Adawiyah, 2020; Sasongko et al., 2020). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pompa sentrifugal merupakan pompa yang paling banyak digunakan karena mempunyai bentuk yang sederhana dan harga yang relatif murah (Muis et al., 2019; Rivaldy & Mulyono, 2022; Yohana et al., 2012).

Rancang bangun alat simulasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai prinsip kerja pompa sentrifugal serta cara pengoperasiannya sesuai dengan standar prosedur operasional (SOP) yang berlaku di lapangan (Akbar Muhammad et al., 2019; Gunarto et al., 2021; Saputra, 2020; Taufiqullah, 2023). Dengan menggunakan alat simulasi ini, mahasiswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga memperoleh pengalaman praktis yang berharga dalam pengoperasian dan pemeliharaan pompa (Akbar Muhammad et al., 2019; UWURATUW, 2022).

Tujuan dari proyek ini adalah merancang alat praktikum simulasi pengoperasian pompa yang akan menjadi fasilitas utama dalam mata kuliah praktikum pompa. Alat ini tidak hanya bertujuan untuk membantu mahasiswa memahami prinsip dasar operasi pompa, tetapi juga memberikan mereka kemampuan untuk mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam situasi yang lebih realistis. Dengan adanya alat ini, diharapkan proses belajar menjadi lebih efektif dan interaktif, sehingga mahasiswa dapat lebih siap menghadapi tuntutan industri.

Adapun batasan masalah dalam proyek ini meliputi pemilihan komponen-komponen utama seperti pompa, pipa, valve, tangki, dan struktur pendukung lainnya yang diperlukan untuk simulasi pengoperasian pompa. Komponen-komponen tersebut dipilih dan dirancang sedemikian rupa agar sesuai dengan skala pembelajaran, tanpa mengurangi esensi dari pengoperasian sebenarnya di industri. Dengan demikian, alat ini dapat

berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif dan efisien bagi mahasiswa dalam memahami sistem kerja pompa sentrifugal.

METODE

Pada tahap awal proyek ini, penjadwalan dilakukan untuk mengatur alur kerja yang terstruktur selama pelaksanaan Proyek Kerja Wajib (PKW). Penjadwalan ini dirinci berdasarkan minggu dan mencakup setiap tahapan pekerjaan. Minggu pertama (01 April hingga 7 April 2024) difokuskan pada studi literasi, di mana tim akan mempelajari berbagai alat dan komponen yang akan digunakan dalam perancangan alat simulasi pompa. Tahap ini sangat penting karena pemahaman awal terhadap alat dan teknologi yang relevan akan menjadi fondasi untuk proses perancangan selanjutnya. Di minggu kedua, perancangan desain alat dimulai dengan memvisualisasikan struktur dan komponen yang dibutuhkan.

Tabel 1. Jadwal dan Luaran Kegiatan PKW

Minggu	Tanggal	Kegiatan	Luaran
I	01 April sd 7 April 2024	Studi Literasi	Mempelajari alat alat yang akan di rancang
II	8 April sd 14 April 2024	Perancangan Desain Alat	Melakukan perancangan pada desain alat yang akan di rancang
III	15 April sd 21 April 2024	Perhitungan Kelayakan Sistem	Melakukan perhitungan mekanika teknik dan kavitasi
IV	22 April sd 28 April 2024	Pembelian Alat dan Bahan	Melakukan pembelian alat yang akan digunakan pada alat simulasi praktikum pompa
V	29 April sd 5 Mei 2024	Konstruksi	Melakukan pembangunan alat simulasi praktikum pompa
VI	6 Mei sd 12 Mei 2024	Pengujian	Melakukan pengujian alat simulasi praktikum pompa
VII	13 Mei sd 19 Mei 2024	Penyusunan Laporan	Melakukan penyusunan akhir PKW
VIII	20 Mei sd 31 Mei 2024	Pembuatan Desain 3D	Membuat desain 3D dari seluruh komponen

Selanjutnya, minggu ketiga didedikasikan untuk melakukan perhitungan kelayakan sistem. Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap aspek teknis seperti perhitungan mekanika teknik dan potensi kavitasi yang mungkin terjadi pada sistem pompa sentrifugal. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain yang akan dibangun memiliki efisiensi dan keandalan operasional yang tinggi. Minggu keempat berfokus pada

pembelian alat dan bahan yang diperlukan. Semua komponen yang telah teridentifikasi pada tahap sebelumnya akan dibeli untuk memulai proses konstruksi.

Proses konstruksi dimulai pada minggu kelima (29 April hingga 5 Mei 2024). Pada tahap ini, seluruh komponen yang telah dibeli akan dirakit sesuai dengan desain yang telah dibuat. Konstruksi ini melibatkan penyusunan komponen seperti pompa sentrifugal, valve, tangki penyimpanan, dan pipa yang akan membentuk sistem simulasi. Setelah konstruksi selesai, minggu keenam difokuskan untuk pengujian alat simulasi. Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap kinerja alat dalam mengalirkan fluida, memastikan tidak ada kebocoran, serta memverifikasi apakah alat berfungsi sesuai dengan prinsip kerja yang diinginkan.

Setelah pengujian berhasil, penyusunan laporan dilakukan pada minggu ketujuh. Laporan ini mencakup seluruh proses perancangan, konstruksi, pengujian, serta hasil evaluasi terhadap alat yang telah dibangun. Penyusunan laporan ini juga melibatkan pembuatan dokumentasi teknis dan hasil analisis kinerja alat. Minggu kedelapan ditujukan untuk pembuatan desain 3D menggunakan software Solid Work 2023. Desain 3D ini akan memvisualisasikan seluruh komponen dari alat simulasi, memberikan gambaran rinci mengenai bentuk, ukuran, dan tata letak setiap bagian.

Tabel 2. Alat dan Bahan

No	Nama Alat	Fungsi
1.	Pompa Sentrifugal	Untuk mengalirkan fluida
2.	<i>Foot Valve</i>	Mencegah aliran balik fluida
3.	<i>Check Valve</i>	Mencegah aliran balik fluida
4.	<i>Globe Valve</i>	Mengatur aliran fluida
5.	<i>Gate Valve</i>	Membuka dan menutup aliran fluida
6.	Tangki Penyimpanan	Untuk menyimpan fluida yang akan digunakan
7.	<i>Pressure Gauge</i>	Mengukur tekanan fluida
8.	Pipa Baja 4 inch	Sarana transportasi fluida
9.	Besi siku 5 x 5	Sebagai support penopang alat
10.	<i>Fitting dan Flange</i>	Menghubungkan satu pipa dengan pipa lainnya
11.	<i>Microsoft Office</i>	Menyusun Laporan
12.	<i>Solid Work 2023</i>	Membuat Desain 3D

Detail pekerjaan dalam proyek ini mencakup beberapa tahapan penting. Pertama, dilakukan pengonsepan dan penentuan alat yang akan dirancang. Setelah itu, desain 3D alat praktikum pompa dibuat untuk memvisualisasikan keseluruhan sistem. Tahap selanjutnya melibatkan survei alat yang akan digunakan, diikuti oleh perancangan dan pembangunan alat simulasi pompa sentrifugal. Setelah alat selesai dirancang, evaluasi

dilakukan untuk menilai efektivitas alat tersebut. Proyek ini ditutup dengan penyusunan laporan lengkap yang mencakup seluruh tahapan proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan ini, dilakukan serangkaian perhitungan untuk menghitung momen beban pada support alat dan menganalisis kemungkinan kavitasi pada pompa. Salah satu perhitungan yang penting adalah momen beban tangki berisi air. Diketahui luas alas tangki sebesar $0,36 \text{ m}^2$ dan tinggi tangki 1,2 meter, dengan densitas air 1000 kg/m^3 . Dari data ini, volume air dalam tangki dihitung sebagai hasil perkalian luas alas dengan tinggi, yaitu $0,36 \text{ m}^2 \times 1,2 \text{ m}$, menghasilkan volume air sebesar $0,432 \text{ m}^3$. Dengan volume tersebut, berat air dapat dihitung dengan mengalikan volume air dengan densitasnya, menghasilkan berat total air sebesar 432 kg.

Selanjutnya, dihitung pula berat material tangki. Luas dinding tangki dihitung berdasarkan keliling alas dikalikan dengan tinggi tangki. Keliling alas tangki dihitung dari dimensi tangki berbentuk persegi panjang, menghasilkan luas dinding tangki sebesar $2,88 \text{ m}^2$. Jika digabungkan dengan luas alas, total luas permukaan tangki menjadi $3,6 \text{ m}^2$. Berat pelat dihitung dengan mengalikan volume pelat (total luas permukaan dikalikan dengan ketebalan pelat $0,01 \text{ m}$) dengan densitas material besi (7850 kg/m^3), menghasilkan berat pelat sebesar 282,6 kg. Dengan demikian, total berat tangki, termasuk air dan material tangki, mencapai 715 kg.

Selain itu, volume pipa juga dihitung, baik volume luar maupun volume dalam pipa. Volume luar pipa (OD) dihitung menggunakan rumus $\pi r^2 t$, menghasilkan volume sebesar $0,019 \text{ m}^3$. Sedangkan volume dalam pipa (ID) dihitung dengan cara yang sama, tetapi dengan radius dalam pipa, sehingga menghasilkan volume sebesar $0,0155 \text{ m}^3$. Selisih antara volume luar dan dalam pipa memberikan volume material pipa sebesar $0,0035 \text{ m}^3$. Dengan densitas baja sebesar 7850 kg/m^3 , berat pipa dihitung menjadi 27,5 kg. Berat air di dalam pipa juga dihitung berdasarkan volume dalam pipa, yaitu sebesar 15,5 kg, sehingga total berat pipa berisi air adalah 43 kg.

Setelah menghitung berat keseluruhan tangki dan pipa, total beban yang harus ditopang oleh rangka batang adalah sebesar 758 kg. Untuk menganalisis gaya aksial yang bekerja pada rangka batang, digunakan metode Cremona. Pada metode ini, dilakukan pembagian titik simpul dan batang, di mana terdapat 6 titik simpul dan 9 batang yang menopang sistem. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem rangka stabil, dengan total

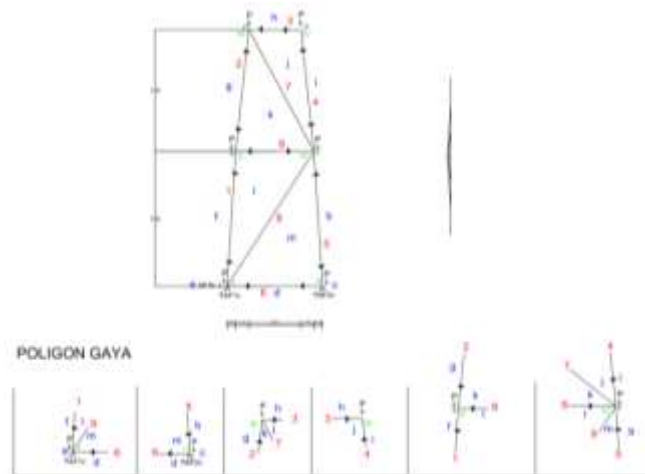
gaya aksial yang bekerja pada batang diukur dalam satuan kilogram (kg). Beban terbesar bekerja pada batang 1, dengan gaya aksial sebesar 1430 kg, sementara batang lainnya memiliki beban yang bervariasi.

Selanjutnya, tegangan tarik pada batang 1 dihitung dengan membagi beban aksial terbesar dengan luas penampang batang yang diambil dari tabel properties material. Luas penampang batang dari tabel properti baja sebesar 316 mm² digunakan untuk menghitung tegangan tarik pada batang 1. Dengan beban sebesar 1516 kg (termasuk berat pipa berisi air), tegangan tarik yang dihasilkan adalah 4,79 kg/mm². Untuk menentukan keamanan struktur, tegangan tarik material ASTM A36 dibandingkan dengan tegangan tarik batang, di mana tensile strength material ini berkisar antara 400 hingga 550 MPa, yang kemudian dibagi dengan safety factor.

Tabel 3. Gaya pada Batang

Batang	Gaya (Kn/Kg)	
	Tekan (-)	Tarik (+)
1	1430 Kg	
2	715 Kg	
3	71,5 Kg	
4	715 Kg	
5	1430 Kg	
6	-	125,125 Kg
7	0	0
8	145,625 Kg	-
9	0	0

Dari perhitungan, tegangan tarik material sebesar 66,67 MPa dibandingkan dengan tegangan tarik batang 4,79 kg/mm² (atau 46,94 MPa), menunjukkan bahwa tegangan tarik pada batang masih jauh di bawah tegangan maksimal material. Hal ini membuktikan bahwa rangka batang yang digunakan untuk menopang tangki dan pipa berada dalam kondisi aman dan stabil. Struktur tersebut mampu menahan beban tanpa mengalami kegagalan material, yang sesuai dengan prinsip-prinsip keamanan dalam desain struktur mekanik.



Gambar 1. Cremona dan Poligon Gaya

Analisis ini menunjukkan bahwa rangka batang yang digunakan dalam alat simulasi pengoperasian pompa sentrifugal dinyatakan kokoh, stabil, dan aman. Hasil perhitungan membuktikan bahwa seluruh elemen sistem, mulai dari berat tangki, pipa, hingga gaya aksial yang bekerja pada rangka, telah dirancang sesuai dengan standar teknis dan mampu berfungsi dengan baik tanpa risiko kegagalan struktural.

Kavitasi

Pada perhitungan kavitasi, dilakukan analisis untuk menentukan besarnya *Net Positive Suction Head Available* (NPSHa) dan *Net Positive Suction Head Required* (NPSHr) yang dibutuhkan untuk menghindari kavitasi pada pompa. Kavitasi terjadi jika tekanan pada sisi isap pompa turun di bawah tekanan uap air, yang dapat menyebabkan terbentuknya gelembung udara dan merusak impeller pompa. Dalam perhitungan NPSHa menggunakan persamaan yang ada, diperoleh nilai NPSHa sebesar 7,529 meter. Nilai ini menunjukkan bahwa tekanan pada sisi isap pompa masih cukup tinggi untuk mencegah terbentuknya kavitasi.



Gambar 2. Grafik NPSHr

Nilai NPSHr yang diperlukan agar pompa dapat beroperasi normal dilihat dari kurva performa pompa. Dari tabel grafik performa, diketahui bahwa nilai NPSHr tertinggi adalah 7 meter. Karena nilai NPSHa (7,529 meter) lebih besar dari NPSHr (7 meter), maka kondisi pompa dinyatakan aman dan terhindar dari risiko kavitasi. Hal ini menunjukkan bahwa pompa yang digunakan dalam simulasi sudah sesuai dengan persyaratan operasional, di mana tekanan sisi isap cukup tinggi untuk menjaga stabilitas aliran dan mencegah kerusakan akibat kavitasi.

SIMPULAN

Berdasarkan dari laporan Proyek Kerja Wajib yang telah penulis lakukan, dapat disimpulkan bahwasannya dari support yang telah dirancang mampu untuk menopang beban dari suatu alat dan dinyatakan aman, kokoh, dan stabil. Kavitasi dari suatu pompa juga dinyatakan aman dikarenakan $NPSHa > NPSHr$, dengan begitu diharapkan pompa yang dipakai memiliki umur yang lebih lama. Dengan adanya Proyek Kerja Wajib Rancang Bangun Alat Praktik Pengoperasian Pompa Sentrifugal ini layak digunakan sebagai alat praktik pengoperasian pompa sebagai tambahan alat bantu mahasiswa untuk memahami cara kerja pompa serta pengoperasiannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustian, R. R. (2019). Analisa Performa Pompa Sentrifugal. *Journal of Chemical Information*.
- Akbar Muhammad, A., Rekaudri, D., Syuriadi, A., Indra Silanegara, dan, Studi Teknik Konversi Energi, P., Teknik Mesin, J., Negeri Jakarta, P., & A Siwabessy, J. G.

- (2019). Rancang Bangun Alat Perbandingan Performa Pompa Sentrifugal antara Susunan Seri dan Paralel. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*.
- Anam, C., Wahyudi, D., & T, K. I. S. (2022). Pengaruh Jumlah Variasi Sudu Impeller Terhadap Tekanan Fluida Dan Efisiensi Pompa Sentrifugal. *Teknik Mesin*, 1(1).
- Ellyzabeth Sukmawati, Iwan Adhicandra, & Nur Suchayo. (2022). Information System Design of Online-Based Technology News Forum. *International Journal Of Artificial Intelligence Research*, 1.2. <https://doi.org/https://doi.org/10.29099/ijair.v6i1.2.593>
- Gunarto, G., Suje'i, S., Irawan, D., & Julianto, E. (2021). Rancang bangun alat uji pompa sentrifugal bahan bakar solar sebagai media pembelajaran dan praktikum mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak skala laboratorium. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v10i2.1675>
- Gunawan, P. (2018). Rancang Bangun Alat Peraga Sistem Pompa Sentrifugal. *Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.
- Kristiyono, A. E., & Gunarti, M. R. (2018). PENGARUH JUMLAH SUDU SENTRIFUGAL IMPELLER TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL. *Jurnal 7 Samudra*, 3(1). <https://doi.org/10.54992/7samudra.v3i1.30>
- Manik, E. C. (2018). Rancang Bangun Prototype Alat Pengisap Sampah (Seabin) dengan 3 Variasi Volume Bin yang Berbeda dengan Menggunakan Pompa Hisap Sentrifugal. *Manik, Edo Chistofel*, 1.
- Muis, A., Muchsin, & Basri, M. H. (2019). Karakteristik Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal. *Jurnal Mekanikal*, 10(2).
- Rasyid, M. A., Ritonga, D. A. A., Aldori, Y. R., Sukmawati, Yusnita, E., Wijayanto, E. H., & Idris, M. (2023). Analisis Pengaruh Tinggi Hisap Pompa Sentrifugal Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Pompa. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 7(2). <https://doi.org/10.31289/jmemme.v7i2.6189>
- Rivaldy, R. A., & Mulyono, D. (2022). Optimalisasi Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal P1302 di PT Petrokimia Gresik. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, 2(1). <https://doi.org/10.53026/sntem.v2i1.853>
- Royani, A., Hanafi, M., Julistiono, H., & Manaf, A. (2022a). BIODOROSI DAN TEKNOLOGI PENCEGAHANNYA DI INDUSTRI MINYAK DAN GAS. *Metalurgi*, 36(3). <https://doi.org/10.14203/metalurgi.v36i3.608>
- Royani, A., Hanafi, M., Julistiono, H., & Manaf, A. (2022b). Korosi yang Dipengaruhi Mikrobiologi dan Teknologi Pencegahannya di Industri Minyak dan Gas : Review. *Metalurgi*, 36(3).
- Saputra, H. (2020). Rancang Bangun Peralatan Uji Karakteristik Pompa Sentrifugal Susunan Seri dan Paralel untuk Pembelajaran Sistem Pompa dan Perpipaian. *Jurnal Teknologi Dan Riset Terapan (JATRA)*, 2(1). <https://doi.org/10.30871/jatra.v2i1.2857>

- Saragih, N. E., & Adawiyah, R. (2020). Rancang Bangun Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Obsessive Compulsive Disorder Dengan Metode Dempster Shafer. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 8(02), 151–156. <https://doi.org/10.33884/jif.v8i02.2478>
- Sasongko, N. A., Agustiani, R., & Khotimah, K. (2020). ANALISIS BIAYA MANFAAT BERBAGAI TEKNIK REMEDIASI AIR TERPRODUKSI DARI KEGIATAN INDUSTRI MINYAK DAN GAS BUMI. *Jurnal Energi Dan Lingkungan (Enerlink)*, 13(2). <https://doi.org/10.29122/elk.v13i2.4269>
- Taufiqullah. (2023). Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal. *TN Sipil*.
- UWURATUW, Y. (2022). Optimalisasi Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal P-4C. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, 2(1). <https://doi.org/10.53026/sntem.v2i1.754>
- Yohana, E., Ardhelas, K. A., & Khamdani, F. (2012). Analisis Performansi Pompa Sentrifugal Terhadap Kapasitas Crude Oil - Water Flow. In *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta, Snttm Xi*.