

Rancang Bangun Pompa Air Aliran Aksial Pipa Pvc 5 Inchi Berpenggerak Motor Listrik

¹⁾*Rendi, ²⁾Muhammad Firman, ³⁾Budi Hartadi

^(1,2,3)Program Studi Teknik Mesin, Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin,
Jl. Adhyaksa No.2, Sungai Miai, Kec. Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Indonesia

*Email: rendi.teknikmesin@gmail.com

Diterima: 31.08.2023, Disetujui: 07.11.2023, Diterbitkan: 09.11.2023

ABSTRACT

Axial pumps are one type of pump that is widely used for industrial purposes to move fluids from low places to higher places with large capacities. The axial pump has very complicated components so it has a very expensive price. This study aims to design and build an axial flow pump with a 5-inch PVC pipe casing driven by an electric motor. The design process begins with the determination of pump specifications including the capacity of the fluid you want to flow and the height of the fluid you want to move, then proceed with calculations including the capacity of the electric motor, shaft and bearings, then proceed with the process of making components according to the calculations that have been done and the final stage is the process assembly and testing. The result of the calculation is that for an axial pump specification with a maximum head of 0.5 m, a pipe diameter of 0.14 m and a maximum capacity of fluid that can flow 0.02 m³/s, a ½ Hp motor is required with a drive shaft diameter of 10 mm. The test results show that the pump can operate properly, the water capacity that can be moved is 0.0138 m³/s for the variation in the number of blades 2 and 0.0161 m³/s for the variation in the number of blades 3. So the efficiency for the variation in the number of blades 2 is 46.54% and for blade 3 is 54.53%

Keywords: Design, Axial Pump, efficiency

ABSTRAK

Pompa aksial adalah salah satu jenis pompa yang banyak digunakan untuk keperluan industri untuk memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Pompa aksial memiliki komponen yang sangat rumit sehingga memiliki harga yang sangat mahal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun pompa aliran aksial ber pipa PVC 5 inci penggerak motor listrik. Proses rancang bangun dimulai dengan penetapan spesifikasi pompa meliputi kapasitas fluida yang ingin di alirkan dan ketinggian fluida yang ingin dipindahkan kemudian dilanjutkan dengan perhitungan meliputi kapasitas motor listrik, poros dan bantalan kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan komponen sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan dan tahap akhir adalah proses perakitan dan pengujian. Hasil perhitungan adalah untuk spesifikasi pompa aksial dengan head maksimum 0.5 m, diameter pipa 0.14 m dan kapasitas maksimum fluida yang dapat dialirkan 0.02 m³/s diperlukan motor penggerak sebesar ½ Hp dengan diameter poros penggerak 10 mm. Hasil pengujian adalah pompa dapat beroperasi dengan baik, kapasitas air yang mampu dipindahkan sebesar 0.0138 m³/s pada variasi jumlah sudu 2 dan 0.0161 m³/s pada variasi jumlah sudu 3. Sehingga efisiensi pada variasi jumlah sudu 2 adalah 46.54% dan pada sudu 3 adalah 54.53%.

Kata Kunci: Rancang Bangun, Pompa Aksial, efisiensi

I. Pendahuluan

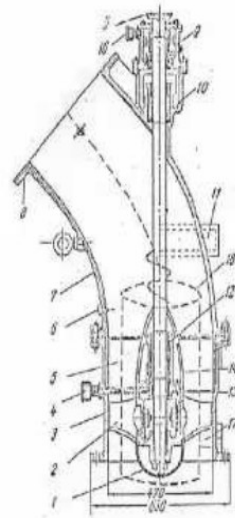
Penggunaan pompa aliran aksial untuk memindahkan fluida air dari suatu tempat ke tempat lain sering kita temui dalam dunia industri maupun dalam kehidupan sehari-hari. Pompa aksial juga disebut dengan pompa propeler. Pompa ini menghasilkan sebagian besar tekanan dari propeller dan gaya lifting dari sudu terhadap fluida. Pompa ini banyak

digunakan di sistem drainase dan irigasi. Pompa aksial vertikal single-stage lebih umum digunakan, akan tetapi kadang pompa aksial two-stage (dua stage) lebih ekonomis penerapannya. Pompa aksial horisontal digunakan untuk debit aliran fluida yang besar dengan tekanan yang kecil dan biasanya melibatkan efek sifon dalam alirannya.

Pompa jenis aliran aksial memang sudah banyak dijual di pasaran dengan harga yang sangat mahal bila dibandingkan dengan jenis pompa sentrifugal hal ini di nilai wajar karena dalam proses pembuatannya pompa aliran aksial lebih kompleks bila dibandingkan dengan pompa sentrifugal. Ada beberapa komponen yang menjadikan pompa aliran aksial mahal yaitu pertama propeller yang harus dibuat dari bahan alumunium atau kuningan dengan pengerjaan mesin CNC, kedua rumah pompa yang terbuat dari besi, ketiga Guide vane yang terbuat dari aluminium atau kuningan dan yang keempat adalah motor listrik yang biasanya berkapasitas besar.

Solusi yang pernah dilakukan untuk mengatasi permasalahan terkait mahalnya dalam pembuatan pompa aliran aksial. Beberapa peneliti mencoba untuk membuat pompa aliran aksial dari bahan dasar pipa PVC seperti yang dilakukan oleh I. Firmansyah, dkk. (2020) berjudul "Desain dan Analisa Pompa Air Aliran Aksial Berpenggerak Motor Listrik". Penelitian yang hampir sama dilakukan oleh Ervin Wiratno Handoyo (2021) dengan judul "Analisis kapasitas pompa aksial pipa PVC 8 inchi menggunakan mesin diesel berdaya 10,5 hp dengan variasi ketinggian air 30 cm, 50 cm, dan 70 cm dari dasar permukaan tanah" kemudian oleh Zelimkhan (2022) dengan judul "Rancang Bangun Pompa Air Sistem Aksial" kemudian oleh Jayaram.V (2021) dengan judul "Design, Analysis, and Optimization of Axial Flow Pump ForEnhancing Performance. Dari keempat penelitian yang pernah dilakukan, telah berhasil membuat pompa air aliran aksial yang lebih murah dan ekonomis karena bahan utamanya hanya terbuat dari pipa PVC.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi menentukan spesifikasi dari pompa aliran aksial diantaranya adalah ketinggian Head, diameter pipa, kecepatan putaran motor listrik, jenis fluida yang akan dipindahkan dan kapasitas atau debit air yang akan dipindahkan. Maka pada penelitian ini akan mencoba melakukan perhitungan desain sekaligus pembuatan pompa aliran aksial berbahan dasar pipa PVC berukuran diameter 5 inci. Dalam pengujian, dilakukan variasi jumlah sudu propller yaitu sudu 2 dan sudu 3 untuk mempelajari pengaruh jumlah sudu terhadap nilai kinerja pompa aliran aksial



Keterangan Gambar :

1. Penutup hub
2. Impeller
3. Pipa suction
4. Mangkok pelumas
5. Sudu antar
6. Pressure tap
7. Pipa discharge
8. Flens
9. Rumah bantalan
10. Bantalan luncur
11. Pengikat rangka
12. Bantalan luncur
13. Pengikat sudu
14. Pemegang sudu
15. Kopling

Gambar 1 Pompa Aliran Aksial

II. Bahan dan Metode

2.1. Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan pompa air aliran aksial ini adalah sebagai berikut:

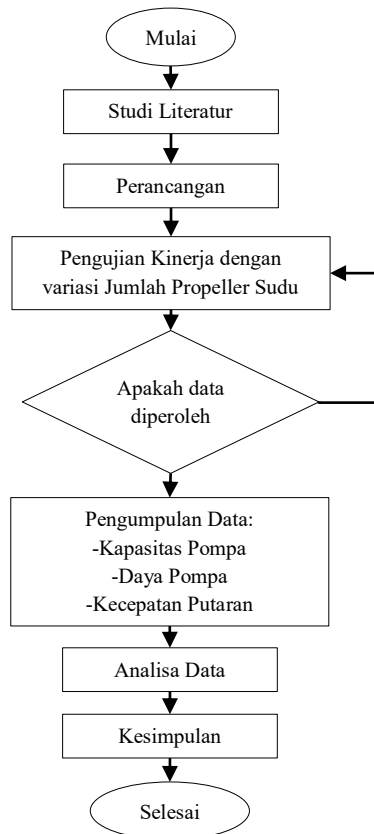
1. 1 buah Propeller
2. 2 buah Flexsible joint
3. Pipa PVC panjang 1 meter
4. Besi Strip 6 meter
5. Besi siku 4 meter
6. Beso kotak 6 meter
7. Baut dan mur 1 paket
8. 2 buah bearing
9. As diameter 19 mm
10. 2 buah Sambungan kunci shock
11. Mata kunci shoch ukuran 19 mm
12. Motor listrik ½ hp
13. Tacometer
14. Stopwatch
15. Dimer
16. Laptop yang terinstal software Solidworks
17. Alat tulis
18. Peralatan kerja bangku

2.2. Metode

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.2.1 Diagram Alir

Diagram alir ini menjelaskan tahapan desain dan analisa pompa aliran aksial yang disusun secara sistematis dari tahapan desain, pembuatan, pengujian sampai analisa data.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2.2. Perancangan Desain

Dalam melakukan perancangan desain, terlebih dahulu menentukan asumsi awal seperti pada tabel 1

Tabel 1 Asumsi Data Awal Perancangan

Nama	Satuan
Diameter Pipa	5 inci = 0.14 m
Debit aliran air	0.02 m ³ /s
Ketinggian Head	0.5 m

Kemudian dilakukan perhitungan awal dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

A. Perhitungan daya motor sebagai penggerak awal

1. Luas Penampang pipa

$$A_1 = A_2$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \dots\dots\dots(1)$$

2. Kecepatan rata-rata aliran air yang masuk dan keluar dalam pipa

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2)$$

3. Head Pompa

$$H = \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z \dots\dots\dots(3)$$

4. Daya air
- $$P_w = \gamma Q H \dots\dots\dots(4)$$

5. Daya Poros
- $$P = \frac{P_w}{\eta p} \dots\dots\dots(5)$$

6. Daya nominal penggerak mula
- $$P_m = \frac{P(1 + \alpha)}{\eta t} \dots\dots\dots(6)$$

7. Kecepatan Spesifik
- $$N_s = 3.65n \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} \dots\dots\dots(7)$$

8. Bilangan Bilangan Reynold
- $$Re = \frac{V.D}{\nu} \dots\dots\dots(8)$$

B. Perhitungan Poros

1. Penentuan nilai fc
2. $Pd = f_c \cdot P \dots\dots\dots(9)$

3. $T = 9.74x \frac{Pd}{n_1} \dots\dots\dots(10)$

4. Pemilihan bahan poros, Sfi dan Sf2
5. $\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 - Sf_2} \dots\dots\dots(11)$

6. Mementukan nilai Cb dan Kt
7. $d_s = \left[\frac{5.1}{\tau_a} x C_b x K_t x T \right]^{1/3} \dots\dots\dots(12)$

C. Perhitungan Efisiensi Pompa

1. Daya yang diperlukan pompa untuk menggerakkan baling-baling

$$BHP = V.I. \cos \theta = 331 \text{ watt}$$

Pada kasus ini BHP pompa langsung diukur menggunakan alat ukur listrik untuk mendapatkan nilai BHP

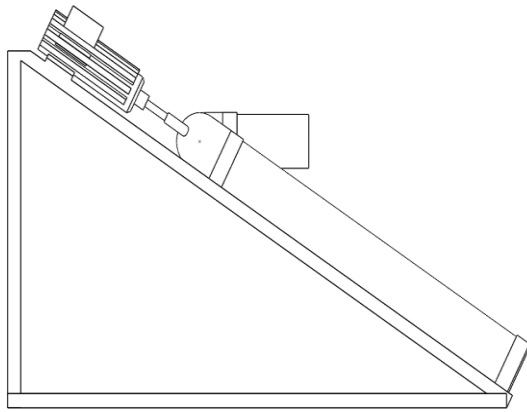
2. Daya air yang dipindahkan oleh pompa

$$WHP = H.Q.\rho.g \dots\dots\dots(13)$$

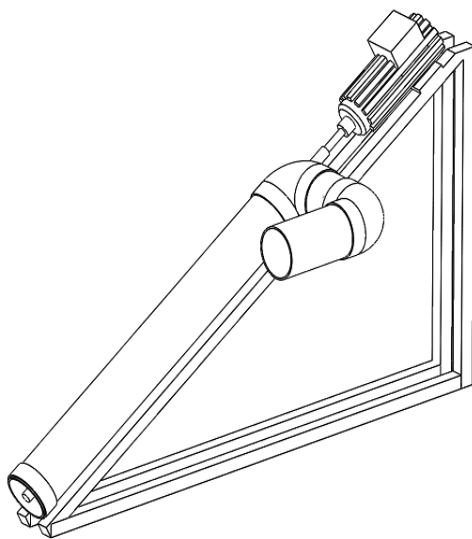
3. Efisiensi Pompa
- $$\eta = \frac{WHP}{BHP} \dots\dots\dots(14)$$

D. Desain Pompa

Pada penelitian ini, desain pompa yang digunakan seperti ditunjukkan gambar 2 dan gambar 3 berikut:



Gambar 3 Desain Pompa Aksila dilihat dari pandangan samping



Gambar 4. Desain Pompa aliran Aksial dilihat dari pandangan depan

III. Hasil dan Pembahasan

I. Perancangan Desain

Dalam melakukan desain dan perencanaan pompa aliran aksial berbahan dasar pipa PVC 5 inci ada beberapa hal yang diasumsikan terlebih dahulu, yaitu:

Tabel 2 Asumsi Data Awal Perancangan

Nama	Satuan
Diameter Pipa	5 inci = 0.14 m
Debit aliran air	0.02 m ³ /s
Ketinggian Head	0.5 m

Asumsi-asumsi ini ditetapkan sebagai data awal perancangan untuk mendapatkan spesifikasi desain pompa aliran aksial yang akan menggunakan casing pipa PVC 5 inci

1.1. Perhitungan daya motor Listrik

Penentuan Daya motor pada rancangan pompa aliran aksial sangat penting dilakukan supaya pompa aliran aksial yang akan dibuat dapat bekerja dengan baik. Berikut adalah beberapa langkah yang dilakukan untuk menentukan daya motor listrik

1. Luas Penampang pipa

$$A_1 = A_2$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A = \frac{(3.14)}{4} \times (0.14^2)$$

$$A = 0.0153 \text{ m}^2$$

2. Kecepatan rata-rata aliran air yang masuk dan keluar dalam pipa

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.02}{0.015386}$$

$$V = 1.29 \text{ m/s}$$

3. Head Pompa

$$H = \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z$$

$$H = \frac{30}{1000} + \frac{1.29^2}{2(10)} + 1$$

$$H = 1.159 \text{ m}$$

4. Daya air

$$P_w = \gamma Q H$$

$$P_w = (1000) \times (10) \times (0.02) \times (1.159)$$

$$P_w = 231.99 \text{ Watt}$$

5. Daya Poros

$$P = \frac{P_w}{\eta p}$$

$$P = \frac{321.99}{0.8}$$

$$P = 289.99 \text{ watt}$$

6. Daya nominal penggerak mula

$$P_m = \frac{P(1 + \alpha)}{\eta t}$$

$$P_m = \frac{(289.99)x(1+0.2)}{0.95}$$

$$P_m = 366.3120951 \text{ watt}$$

7. Kecepatan Spesifik

$$N_s = 3.65n \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}}$$

$$N_s = (3.65) x (1400) \frac{\sqrt{0.02}}{\sqrt[4]{1.159^3}}$$

$$N_s = 646.54 \text{ rpm}$$

8. Bilangan Bilangan Reynold

$$Re = \frac{V.D}{\nu}$$

$$Re = \frac{(1.29) x (0.14)}{0.0000008}$$

$$Re = 227479.5268$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh bahwa tipe aliran fluida yang akan mengalir di dalam pompa aksial adalah tipe aliran turbulen dengan bilangan reynold = 227479.5268, daya penggerak mula yang diperlukan 366.31 watt dengan kecepatan spesifik pompa 646.54 rpm maka motor listrik yang diperlukan minimal memiliki daya ½ HP

1.2. Perhitungan Poros

Penentuan diameter poros penting dilakukan agar saat pengoperasian pompa aksial tidak terjadi kerusakan pada poros. Berikut adalah perhitungan yang dilakukan untuk menentukan diameter poros.

$$P = 326 \text{ watt} = 0.366 \text{ kW}, n = 1400 \text{ rpm}$$

$$fc = 1.4$$

$$Pd = (1.4)x(0.326)$$

$$Pd = 0.43 \text{ kW}$$

$$T = (9.74x10^5) \frac{0.43}{1400} = 305.81 \text{ kg.mm}$$

bahan poros menggunakan besi St 37,

$$\text{St 37, } \sigma_B = 37 \text{ kg/mm}^2, Sf_1 = 6.0, Sf_2 = 3.0$$

$$\tau_a = \frac{37}{(6.0)x(3.0)} = 2.05$$

$$C_b = 1.5 \text{ dan } K_t = 1.5$$

$$d_s = \left[\frac{5.1}{2.05} x (1.5)x(1.5)x(305.8) \right]^{1/3} = 9.32 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan bahwa poros menggunakan bahan ST 37 minimal memiliki diameter 10 mm

2. Pembuatan Pompa

Setelah proses perencanaan selesai selanjutnya dilakukan proses pembuatan pompa aliran aksial berdasarkan spesifikasi hasil rancangan Seperti ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 5 Pompa Aliran Aksial

3. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memperoleh data debit air yang mampu dipindahkan oleh pompa dan data BHP pompa berdasarkan variasi jumlah sudu baling-baling pompa yaitu sudu 2, sudu 3, sudu 4 dan sudu 5.

Tabel 3. Hasil pengukuran Debit dan BHP pompa air aliran aksial berdasarkan variasi jumlah sudu

Jumlah sudu	Debit (m ³ /s)	BHP (watt)
2	0.0138	331
3	0.0161	335



Gambar 6 Persiapan Pengujian



Gambar 7. Pengujian Pompa

3.1. Perhitungan Efisiensi

Perhitungan efisiensi pompa berdasarkan data penelitian terhadap variasi jumlah sudu adalah sebagai berikut: contoh perhitungan untuk variasi sudu 2

1. Kecepatan aliran air dalam casing pompa

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.0138}{0.015386}$$

$$V = 1.11 \text{ m/s}$$

2. Head Pompa

$$H = \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z$$

$$H = \frac{30}{1000} + \frac{(1.11)^2}{2(10)} + 1$$

$$H = 1.11 \text{ m}$$

3. Daya yang diperlukan pompa untuk menggerakkan baling-baling

$$BHP = V \cdot I \cdot \cos \theta = 331 \text{ watt}$$

Pada kasus ini BHP pompa langsung diukur menggunakan alat ukur listrik untuk mendapatkan nilai BHP

4. Daya air yang dipindahkan oleh pompa

$$WHP = H \cdot Q \cdot \rho \cdot g$$

$$WHP = (1.11) \times (0.0138) \times (1000) \times (10)$$

$$WHP = 154.517486 \text{ watt}$$

5. Efisiensi Pompa

$$\eta = \frac{WHP}{BHP}$$

$$\eta = \frac{154.517486}{331} \times 100 = 46.68\%$$

Tabel 4 Hasil perhitungan kinerja Pompa Aliran Aksial berdasarkan variasi jumlah sudu

Jumlah sudu	WHP (watt)	Efisiensi (%)
2	154.51	46.54
3	182.62	54.53

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, untuk membuat pompa air aliran aksial menggunakan pipa PVC 5 inci dengan head maksimal 0.5 m memerlukan motor listrik ½ Hp. Terjadi perbedaan antara kapasitas aliran fluida antara perhitungan secara teoritis dengan aktual ini dikarenakan bentuk propeller yang masih tidak sesuai. kapasitas air yang mampu dipindahkan sebesar 0.0138 m³/s pada variasi jumlah sudu 2 dan 0.0161 m³/s pada variasi jumlah sudu 3. Sehingga efisiensi pada variasi jumlah sudu 2 adalah 46.54% dan pada sudu 3 adalah 54.53%

IV Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait yaitu:

1. Telah dilakukan rancang bangun pompa aliran aksial menggunakan pipa PVC 5 inci dengan spesifikasi motor listrik yang sesuai ½ Hp untuk head 0.5 m
2. Pompa air hasil rancang bangun dapat beroperasi dengan baik, kapasitas air yang mampu dipindahkan sebesar 0.0138 m³/s pada variasi jumlah sudu 2 dan 0.0161 m³/s pada variasi jumlah sudu 3. Sehingga efisiensi pada variasi jumlah sudu 2 adalah 46.54% dan pada sudu 3 adalah 54.53%

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Kalimantan yang telah membiayai penelitian ini melalui skema Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2023.

Daftar Pustaka

Firmansyah, I., Mulyana, A., & Muchlis, F. (2020). Desain dan Analisa Pompa Air Aliran Aksial Berpenggerak Motor Listrik. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 14(2), 4196-4204.

- Hidayat, S., Muhamad, S., & Kurniawan, A. (2019). Optimasi Desain Pompa Air Aliran Akasial dengan Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics. *Journal of Applied Sciences*, 19(7), 1139-1144.
- Wibowo, N., Widayatno, E., & Irawan, D. (2018). Analisa Performa Pompa Air Aliran Akasial Berdasarkan Variasi Diameter Impeller. *Journal of Applied Sciences*, 18(8), 982-987.
- Zelimkhan (2022). Rancang Bangun Pompa Air Sistem Aksial. *Journal of Mechanical Engineering*, 7(1), 43-49.
- Pradhana, R. Y. (2017). Analisa Pengaruh Variasi Diameter Pipa Tekan Pvc Pada Pompa Aksial Untuk Kecepatan Gaya Dorong Air. *Journal of Applied Sciences*, 17(6), 734-739.
- Jayaram, V. (2021). Design, Analysis, and Optimization of Axial Flow Pump For Enhancing Performance. *Journal of Mechanical Engineering*, 6(3), 123-128.
- Stickney, R.E. and Salazar, G.C., 1989. Axial-flow propeller pump for small rice farms and fishponds. *Waterlines*, 8(2), pp.10-12.
- Koehuan, V.A., Gusnawati, G. and Logo, P.G.T., 2021. Pengujian Performa Pompa Air DAB Tipe DB-125B Sebagai Turbin. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, 8(01), pp.50-60.
- Hasbiullah, I., 2016. Perancangan Pompa Sentrifugal Untuk Sistem Saluran Air Laut Pada Areal Penggaraman. *J-Innovation*, 5(1), pp.29-35.
- Fahrudin, A., 2020. Perancangan Pompa Air Sentrifugal, Tinggi Kenaikan (H 14), Kapasitas (Q) 40 M³/Jam Dengan Putaran 1450 RPM. *Jurnal TEDC*, 14(2), pp.145-152.
- Sihombing, V. and Huzein, R., 2021. Perencanaan pompa sentrifugal untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Sun Plaza Medan. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 2(2), pp.38-42.