

# Studi Kinerja Pompa Sentrifugal Sebagai Pendistribusi Air Pada *Finish Water Pump* Di PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal

## *Performance Study Of A Centrifugal Pump As A Water Distributor For The Finish Water Pump At PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal*

Oleh :

William Timothy Sirait

Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan

Jl. Almamater No.1 Kampus USU 20155 Medan

williamtimothy@gmail.com

### Abstract

*Water is a crucial resource for human and other living beings in the current era of globalization. Regional Drinking Water Companies (PDAM), including PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal, play a vital role in pumping and distributing water to the public. This research aims to evaluate the performance of centrifugal pumps and the volume of water they can pump daily. The methodology involves literature review, data collection from operational records, calculations of motor power, hydraulic power, and pump efficiency in distribution units. The research findings reveal that pump Q1 can pump an average of 15,361.9 m<sup>3</sup>/day with an efficiency of 56.64%, pump Q2 pumps an average of 12,539.5 m<sup>3</sup>/day with an efficiency of 62.74%, pump Q3 pumps an average of 13,913.2 m<sup>3</sup>/day with an efficiency of 66.92%, pump Q6 pumps an average of 14,938.5 m<sup>3</sup>/day with an efficiency of 56.88%, and pump Q7 pumps an average of 5,711 m<sup>3</sup>/day with an efficiency of 23.42%. This research provides valuable insights into efficiency in providing water to the community, potentially positively impacting the sustainability of water resources.*

*Keywords: Centrifugal Pump, Efficiency, Debit, Volume*

### Abstrak

Air merupakan aspek krusial bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya dalam konteks globalisasi saat ini. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), termasuk PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal, berperan penting dalam memompa dan mendistribusikan air kepada masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja pompa sentrifugal dan volume air yang dapat dipompa setiap harinya. Metodenya melibatkan studi literatur, pengumpulan data operasional, perhitungan daya motor, daya hidrolis, dan efisiensi pompa di unit distribusi. Hasil penelitian menunjukkan pompa Q1 mampu memompa rata-rata 15.361,9 m<sup>3</sup>/hari dengan efisiensi 56,64%, pompa Q2 memompa rata-rata 12.539,5 m<sup>3</sup>/hari dengan efisiensi 62,74%, pompa Q3 memompa rata-rata 13.913,2 m<sup>3</sup>/hari dengan efisiensi 66,92%, pompa Q6 memompa rata-rata 14.938,5 m<sup>3</sup>/hari dengan efisiensi 56,88%, dan pompa Q7 memompa rata-rata 5.711 m<sup>3</sup>/hari dengan efisiensi 23,42%. Penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai efisiensi dalam penyediaan air bagi masyarakat, berpotensi berdampak positif pada berkelanjutan sumber daya air.

Kata Kunci: Pompa Sentrifugal, Efisiensi, Debit, Volume

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Air adalah sumber daya penting bagi manusia, terutama di era globalisasi. PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal, sebuah perusahaan daerah air minum di Sumatera Utara, memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan air masyarakat dengan menggunakan pompa sentrifugal. Penelitian ini akan mengevaluasi kinerja pompa sentrifugal dalam mendistribusikan air ke masyarakat.

Tugas akhir ini terfokus pada pompa sentrifugal yang digunakan oleh PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal. Pompa sentrifugal merupakan pompa yang paling banyak digunakan di PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal karena daerah operasinya yang luas, dari tekanan rendah sampai tekanan tinggi dan

dari kapasitas rendah sampai kapasitas tinggi. Untuk itu perlu dianalisis seperti apa kinerja pompa sentrifugal memompakan air dalam memenuhi kebutuhan air masyarakat.

## 2. TINJAUAN TEORITIS

### Landasan Teori

Pompa adalah alat untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan cara tekanan cairan dinaikkan, di mana tekanan cairan tersebut dinaikkan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran tersebut antara lain perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Pompa yang umum digunakan untuk memompakan cairan dalam jumlah yang besar adalah pompa sentrifugal.

Pompa sentrifugal adalah pompa yang memindahkan atau mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain dengan menggunakan media perantara yaitu pipa. Bentuk pompa sentrifugal dapat dilihat pada Gambar 1. Pompa sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu *impeller* atau lebih dengan sudu-sudu yang dipasangkan pada poros yang berputar dan diselubungi dengan/oleh sebuah rumah (*casing*).



Gambar 1. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal beroperasi pada kecepatan- kecepatan yang tinggi dan biasanya dihubungkan langsung dengan penggeraknya sehingga rugi transmisi menjadi kecil. Disebabkan kecepatannya yang tinggi, unit-unit ini biasanya adalah relatif kecil untuk kapasitas dan tinggi-tekan (*head*) yang sama. Bagian-bagian dari pompa sentrifugal yaitu *casing*, *impeller*, poros, *bearing*, kopling, sistem *packing*, sistem pelumasan, *inlet*, *outlet*, *nozzle*, sudu, *volute*, dan *seal*.

Prinsip kerja pompa sentrifugal pada umumnya, di mana fluida memasuki *impeller* secara aksial di dekat poros dan mempunyai energi, baik energi kinetik maupun energi potensial, yang diberikan padanya oleh sudu-sudu. Begitu fluida meninggalkan *impeller* pada kecepatan yang relatif tinggi, fluida terkumpul dalam 'volute' atau seri laluan diffuser yang mentransformasikan energi kinetik menjadi tekanan. Hal ini diikuti pengurangan kecepatan. Sesudah konversi selesai, fluida dikeluarkan dari mesin tersebut. Adapun faktor yang digunakan untuk menghitung *losses* pompa yaitu efisiensi pompa dengan rumus :

$$\eta_{\text{pompa}} = \frac{P_h}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

dan daya hidrolisis dapat dicari dengan persamaan

$$P_h = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000} \dots\dots\dots(2.2)$$

### Motor Induksi

Motor Induksi merupakan motor listrik arus bolak-balik (AC) yang umum digunakan. Motor induksi yang sering dijumpai di industri adalah motor induksi 3 fasa. Motor induksi 3 fasa terbagi atas 2 tipe, yaitu motor sangkar tupai (*squirrelcage motor*) dan motor rotor lilitan (*wound-rotor motor*). Bentuk motor induksi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Motor Induksi

Dalam motor DC, arus ditarik dari satu tegangan dan diteruskan ke konduktor jangkar melalui sikat-sikat dan komutator. Jika konduktor jangkar mengalirkan arus dalam medan magnetik yang dihasilkan oleh rangkaian medan, maka konduktor dikenai gaya yang berusaha menggerakkannya dalam arah tegak lurus medan. Dalam motor induksi, tidak ada hubungan listrik ke rotor, arus rotor merupakan arus induksi. Tetapi ada kondisi yang sama seperti dalam motor DC, yaitu konduktor rotor mengalirkan arus dalam medan magnetik sehingga terjadi gaya padanya yang berusaha menggerakkannya dalam arah tegak lurus medan.

Daya listrik yang masuk ke motor 3 fasa yang menggerakkan pompa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.4) berikut :

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \theta \dots\dots\dots(2.4)$$

Efisiensi diartikan sebagai perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukannya. Daya keluaran sama dengan daya masukan dikurangi dengan semua rugi-rugi yang ada. Oleh karena itu, jika dua dari tiga variabel (keluaran, masukan, atau rugi-rugi) telah didapatkan nilainya, maka nilai efisiensi dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.5) berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi yaitu usia, kapasitas, kecepatan, jenis, suhu, dan beban. Opsi efisiensi energi yang sangat penting diperhatikan untuk motor listrik adalah sebagai berikut :

1. Mempertahankan tingkat pasokan tegangan dengan penyimpangan maksimum 5% dari nilai yang tertera dalam *nameplate*.
2. Mempertahankan faktor daya tinggi dengan memasang kapasitor sedekat mungkin ke motor
3. Menjamin bahwa motor dibebani lebih dari 60%.
4. Menggunakan penggerak variabel kecepatan (VSD) atau sistem dua kecepatan
5. Mengganti motor yang ukurannya berlebih, dengan motor yang lebih kecil dan efisien energinya.
6. Penggulungan ulang motor yang terbakar oleh ahlinya.
7. Mengoptimalkan efisiensi transmisi dengan pemasangan dan perawatan poros, *belt*, rantai, serta gir yang benar.

### 3. METODE PENELITIAN

#### Teknik Pengambilan Data

1. Data laporan operasional distribusi air oleh *Finish Water Pump* (FWP) PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal.
2. Studi literatur, jurnal, dan tugas akhir peneliti terdahulu.
3. *Name plate* beserta data peralatan Instalasi Sunggal seperti pompa, motor listrik/elektro motor.

#### Waktu dan Tempat Pengambilan Data

Pengambilan data ini dilakukan pada tanggal 26, 27, 29 dan 30 April 2022 di PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal, Jalan Sunggal Pekan No.1A, Sunggal, Kecamatan Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara. Data yang diambil merupakan data operasional distribusi pada tanggal 26, 27, dan 29 April 2022, data peralatan instalasi, dan data jaringan distribusi ke masyarakat.

#### Data Peralatan Instalasi

Berdasarkan data atau informasi yang didapat dari Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Sunggal, *Finish Water Pump* (FWP) merupakan bagian untuk mendistribusikan air ke masyarakat. *Finish Water Pump* (FWP) terdiri dari pompa sentrifugal, dan pompa vertikal yang memompakan air dari *reservoir* yang merupakan tempat penampungan air.

#### A) Pompa Sentrifugal

*Finish Water Pump* yang merupakan bagian pendistribusi air di PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal, memiliki 7 unit pendistribusi yang bertugas untuk mendistribusikan air ke masyarakat. Unit-unit tersebut adalah Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, dan Q7. Lima unit yang menggunakan pompa sentrifugal yaitu Q1, Q2, Q3, Q6, dan Q7 dengan masing-masingnya mempunyai pompa distribusi. Bentuk pompa-pompa sentrifugal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pompa Sentrifugal pada *Finish Water Pump* (FWP)

#### B) Elektromotor

Elektromotor pada pompa sentrifugal berfungsi sebagai penggerak, di mana motor listrik tersebut langsung terhubung dengan pompa sentrifugal. Bentuk dari motor induksi yang terhubung dengan pompa dapat dilihat pada Gambar 4.

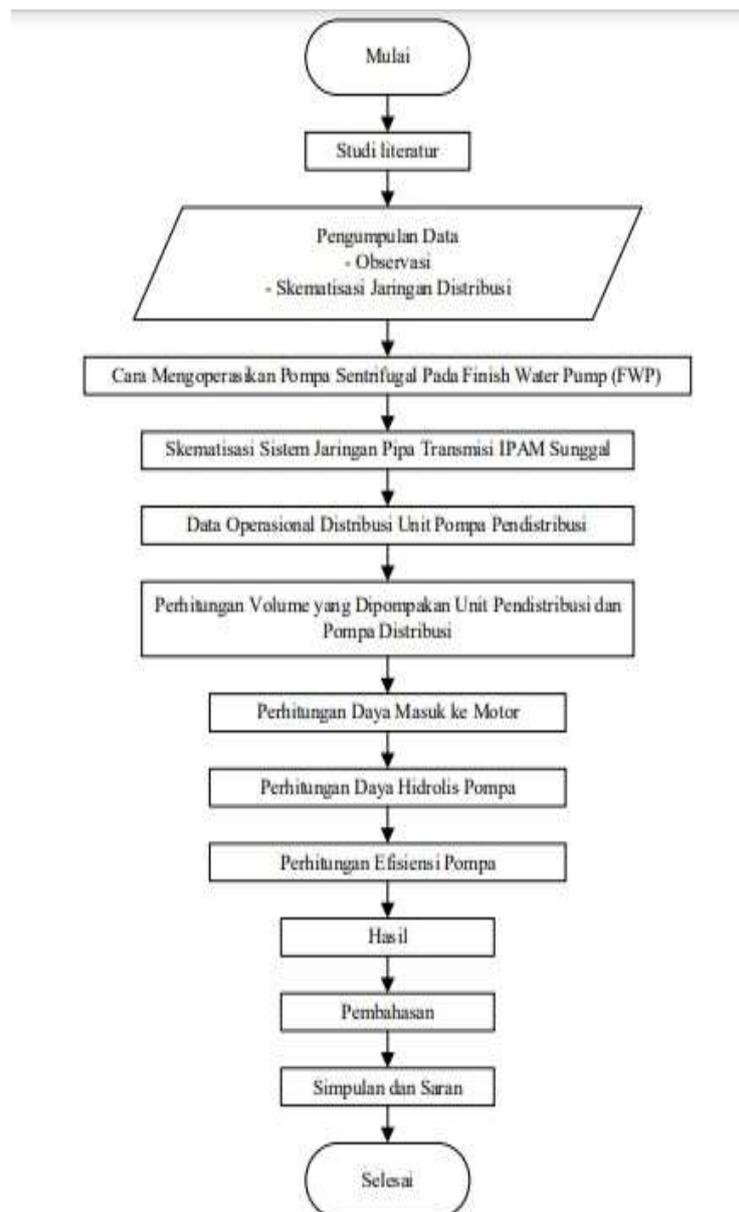


Gambar 4. Elektromotor pada Pompa Sentrifugal

#### Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dengan menggunakan data-data yang sudah dikumpulkan yang kemudian akan dianalisis dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus sederhana untuk mengetahui kinerja pompa sentrifugal dalam memompakan air.

## Diagram Alur Penelitian



Gambar 5. Diagram Alur Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dan informasi yang penulis terima dari pegawai yang bekerja pada PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal, untuk saat ini perusahaan tersebut sudah melakukan pelayanan sebesar 40%-42%. Aktivitas pelayanan yang dilakukan oleh perusahaan ini sudah meliputi pengambilan air dari sungai, pengolahan air, dan kemudian pendistribusian air.

Pendistribusian dari bagian *Finish Water Pump* (FWP) di PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal ini seperti pelayanan langsung ke masyarakat dan juga mendistribusikan air ke beberapa *reservoir* cabang yang nantinya akan disalurkan ke masyarakat dengan *booster pump*.

## Data Operasional Distribusi Pompa

Pengoperasian pompa pada *Finish Water Pump* (FWP) harus mengikuti instruksi yang ada. Tujuan unit pendistribusi yang menggunakan pompa sentrifugal yaitu Q1, Q2, Q3, Q6, dan Q7. Unit pendistribusi ini mempunyai pompa distribusi masing-masing dengan jumlah keseluruhan 11 pompa distribusi yang bekerjadari seluruh unit pendistribusi.

Data operasional yang didapat, yaitu data distribusi pada tanggal 26,27 dan 29 April 2022, dapat dilihat pompa mana saja yang bekerja tiap jamnya dan seberapa tinggi level air pada *reservoir*.

Tabel 1. Debit Rata-Rata Air yang Dihasilkan Unit Pendistribusi Pompa Sentrifugal pada *Finish Water Pump* (FWP) pada tanggal : 26, 27 dan 29 April 2022

Unit Pendistribusi	Debit Rata-Rata (liter/detik)			Rata-Rata Debit (liter/detik)
	Hari/Tanggal			
	Selasa/26 April 2022	Rabu/27 April 2022	Jumat/29 April 2022	
Q1	353,9	354,4	358,7	355,6
Q2	444,5	431,7	430,2	435,4
Q3	490,7	477,8	480,9	483,1
Q6	332,5	335,3	369,6	345,8
Q7	70,4	63,7	64,3	66,1
Total	1.692	1.662,9	1.703,7	1.686,2

Tabel diatas, menunjukkan operasional distribusi bahwa setiap harinya debit air yang dihasilkan unit pendistribusi pada *Finish Water Pump* (FWP) menghasilkan debit air dengan rata-rata 1.686,2 liter/detik atau volume yang dipompakan dapat dihitung sebagai berikut.

Jika diketahui debit aliran air 1.686,2 liter/detik, volumenya adalah :

$$\left(1 \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = 86,4 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}\right)$$

$$V_{\text{total}} = 1.686,2 \text{ liter/detik} \times 86,4$$

$$V_{\text{total}} = 145.687,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka, volume air yang dipompakan unit pendistribusi pada *Finish Water Pump* (FWP) dalam sehari rata-rata sebesar 145.687,6 m<sup>3</sup>/hari. Rata-rata volume air yang dipompakan dari masing-masing unit pendistribusi juga dapat dihitung berdasarkan data dari Tabel diatas.

## Data Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan perhitungan di atas, maka diperoleh daya masuk ke motor, daya hidrolis pompa, dan efisiensi pompa yang berada di *Finish Water Pump* (FWP) di PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal dalam mendistribusikan air ke masyarakat yang dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Daya Masuk ke Motor, Daya Hidrolis, dan Efisiensi Pompa Sentrifugal di *Finish Water Pump* (FWP) PDAM Tirtanadi IPAM Sunggal

Unit Motor & Pompa	$P_{in}$ (KW)	$P_h$ (KW)	Eff Pompa (%)
Q1	246,02	139,356	56,64
Q2	117,15	73,5	62,74
Q3	117,15	78,4	66,92
Q6	146,44	83,3	56,88
Q7	146,44	34,3	23,42

Dari Tabel 2, dapat dilihat efisiensi pompa sentrifugal sebagai pompa distribusi untuk memompakan air. Di mana pada unit pendistribusi Q1 dengan 2 unit pompa distribusi yang bekerja, satu pompa distribusi bekerja memompakan air dengan efisiensi 56,64%. Pada unit pendistribusi Q2 dengan 3 unit pompa distribusi bekerja, satu pompa distribusi bekerja memompakan air dengan efisiensi 62,74%. Pada unit pendistribusi Q3 dengan 3 unit pompa distribusi bekerja, satu pompa distribusi bekerja memompakan air dengan efisiensi 66,92%. Pada unit pendistribusi Q6 dengan 2 unit pompa distribusi bekerja, satu pompa distribusi bekerja memompakan air dengan efisiensi 56,88% dan pada unit pendistribusi Q7 dengan 1 unit pompa distribusi bekerja memompakan air dengan efisiensi 23,42%.

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Hasil analisis menunjukkan bahwa unit pompa sentrifugal di *Finish Water Pump* Tirtanadi IPAM Sunggal mampu memompa volume air rata-rata sebesar 145.687,6 m<sup>3</sup>/hari, melebihi target sebesar 129.600 m<sup>3</sup>/hari untuk unit pendistribusi yang menggunakan pompa sentrifugal. Evaluasi kinerja pompa sentrifugal dalam unit pendistribusi dilakukan dengan mempertimbangkan volume air yang dapat dipompakan dan efisiensi pompa. Hasilnya, beberapa pompa menunjukkan kinerja yang baik, seperti pompa Q2 dengan volume rata-rata 12.539,5 m<sup>3</sup>/hari dan efisiensi 62,74%, serta pompa Q3 dengan volume rata-rata 13.913,2 m<sup>3</sup>/hari dan efisiensi 66,92%. Namun, ada pompa seperti pompa Q7 yang memiliki efisiensi lebih rendah, yaitu 23,42%. Kesimpulannya, sebagian besar pompa sentrifugal di unit pendistribusi mampu memenuhi kebutuhan air masyarakat dengan baik, sementara beberapa pompa memerlukan perbaikan efisiensi untuk meningkatkan kinerja mereka.

### Saran

Tingkatkan *maintenance* di bagian *Finish Water Pump* (FWP) dengan pemeriksaan rutin dan perbaikan saat ada tanda-tanda kerusakan. Hindari lingkungan berkelembapan tinggi dan temperatur tinggi yang dapat merusak pompa akibat korosi. Operasikan pompa secara bergantian untuk menghindari pemanasan berlebih pada motor. Pertimbangkan penambahan pompa distribusi di unit-unit pendistribusi untuk meningkatkan kinerja dan produktivitas perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

Alkonusa. (2016, 10 Februari). PENGERTIAN POMPA SENTRIFUGAL DAN PRINSIP KERJANYA. Alkonusa. Diakses pada 10 mei 2022 melalui <http://www.alkonusa.com/news/pengertian-pompa-sentrifugal-dan-prinsipkerjanya/>.

- Caramesin. (2021, 23 September). Fluida Adalah: Pengertian, Klasifikasi, Sifat Dan Karakteristik, Serta Penerapan. Caramesin. Diakses pada 10 mei 2022 melalui <https://caramesin.com/fluida-adalah/>.
- Wikielektronika. (2022, 24 Maret). Pengertian dan Cara Kerja Motor Induksi. wikielektronika. Diakses pada 10 mei 2022 melalui <https://wikielektronika.com/motor-induksi/>.
- Saputra, Ari. 2016. ANALISA EFISIENSI PENGGUNAAN MOTOR AC 3 PHASA SEBAGAI PENGGERAK POMPA CENTRIFUGAL PADA BOOSTER PUMP MENARA AIR PDAM TIRTANADI SUMATERA UTARA. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Church, Austin H. 2015. POMPA DAN BLOWER SENTRIFUGAL. Cetakan Kelima. Jakarta: Erlangga. Lister, Eugene C. 2020. Mesin dan Rangkaian Listrik. Edisi Keenam. Cetakan Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Hartono Muji Akhmad., Aziz Amiral. 2018. EVALUASI EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL PADA UNIT PENGOLAHAN AIR MINUM PUSAT DISTRIBUSI CILINCING. Volume 14(1). 1-10.
- Saksono, Puji. ANALISIS EFISIENSI POMPA CENTRIFUGAL PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR KAMPUNG DAMAI BALIKPAPAN.