

## Analisa Pengaruh Frekuensi 40 Hz Terhadap Performa Dan Efisiensi Pompa Sentrifugal Di Pdam Tirta Trubuk Bengkalis

M.Ferdian<sup>(1)</sup>, Erwen Martianis S.T., M.T.<sup>(2)</sup>

Politeknik Negeri Bengkalis

Jl.Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia, 28711

[Ferdian0433@gmail.com](mailto:Ferdian0433@gmail.com), [erwin@polbeng.ac.id](mailto:erwin@polbeng.ac.id)

### ABSTRAK

Pompa adalah perangkat yang di gunakan untuk meningkat kan tekanan fluida agar bisa mengalir dari satu tempat ke tempat lainnya, pompa bertanggung jawab untuk mengalirkan air dari sumber ke konsumen, dan merupakan bagian penting dari sistem penyediaan air bersih. Penelitian ini menganalisis penurunan efisiensi dan performa pompa sentrifugal yang digunakan dalam sistem penyediaan air di perusahaan daerah air minum (PDAM) Tirta Terubuk Bengkalis. Fokus utama dalam penelitian yang di lakukan ialah mengukur pengaruh atau dampak frekuensi 40 Hz terhadap performa pompa maupun efisiensi motor listrik, dari segi penurunan efisiensi motor, efisiensi pompa, rugi-rugi daya, penurunan performa RPM motor, serta terhadap daya pompa yang di gunakan oleh PDAM Tirta Terubuk Bengkalis. Penelitian ini menganalisa pompa berjenis sentrifugal (*groundfos* 1) dan data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data *real time* dari voltase pompa terukur (*v*), arus pompa terukur (*i*), frekuensi listrik motor 40 Hz yang di gunakan, debit air 17 l/s, *Head* pompa 75,8 m, data spesifikasi dari pompa dan motor listrik sesuai *name plate*, hasil pengukuran di dapat bahwa efisiensi pompa berada di 62%, efisiensi motor listrik di 40 Hz 65,7 % mengalami penurunan efisiensi motor sebesar 23,6% dari standar internasional 50 Hz di 89,3%, rugi-rugi daya sebesar 6.3 kW, dan penurunan kecepatan putar pompa atau RPM pompa di 579 RPM, studi ini menunjukkan bagaimana pompa sentrifugal berfungsi dalam kondisi tertentu di PDAM Tirta Terubuk Bengkalis.

**Kata kunci:** Frekuensi Pompa, Pompa Sentrifugal, Efisiensi Pompa, Performa Pompa, Performa Motor PDAM Tirta Terubuk

### PENDAHULUAN

Pompa distribusi saat ini menghadapi masalah yang sudah lama ada seperti pemakaian pompa yang sudah lama, serta kurangnya perawatan, dan lain-lain. Agar bisa memenuhi kebutuhan air untuk pelarutan bahan kimia saat digunakan setiap hari, pompa harus dioperasikan secara teratur. Pada kenyataan bahwa tidak ada data sekunder yang dapat mendukung proses perawatan pompa, dan juga untuk mengetahui seberapa efisien sistem pemompaan yang dipasang.

Penggunaan motor listrik dalam sistem pompa di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) juga merupakan komponen penting dalam penyediaan air bersih untuk masyarakat. Motor listrik tiga fasa (3-phase) adalah salah satu jenis motor yang paling umum digunakan karena kehandalannya dan efisiensi energinya. Namun, penggunaan motor listrik juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah frekuensi pengoperasian. Frekuensi pengoperasian motor listrik biasanya berada pada 50 Hz, tetapi dalam beberapa kasus, frekuensi dapat diubah untuk mengoptimalkan kinerja motor. Frekuensi 40 Hz merupakan salah

satu frekuensi yang sering digunakan dalam beberapa aplikasi industri, termasuk dalam sistem pompa PDAM. Perubahan frekuensi ini dapat mempengaruhi kecepatan putaran motor, efisiensi energi, dan kinerja overall sistem.

Karena efisiensi pompa sangat penting untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat, analisis dan evaluasi perlu dilakukan terhadap efisiensi pompa yang digunakan di PDAM untuk meningkatkan kinerja dan mengurangi biaya operasional.

Penelitian yang di lakukan oleh Muhammad Rafi dan Dian Budhi Santoso (2023), berjudul "Analisis Efisiensi Pompa Distribusi Pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Leuwiliang Perumda Tirta Kahuripan Bogor" yang bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi kinerja pompa distribusi dan total efisiensi pompa dengan menggunakan berbagai spesifikasi untuk setiap pompa, seperti daya pompa atau daya input (PI), daya poros, dan daya hidrolisis, serta efisiensi pompa (efisiensi total, efisiensi pompa, dan efisiensi motor) yang digunakan untuk menentukan apakah pompa layak digunakan atau tidak. Hasil dari penelitian yang di

lakukan menunjuk kan bahwa terdapat 2 pompa yang memiliki total efisiensi yang baik dari jumlah 3 pompa yang ada, seperti 58% pada pompa distribusi grand sutra dan 76% pada pompa distribusi sadeng, di mana kedua pompa tersebut tidak memerlukan Tindakan perbaikan, namun terdapat 1 pompa yaitu pompa distribusi kandang sapi di mana memiliki total efisiensi 50% dan memerlukan Tindakan perbaikan.

Penelitian yang di lakukan oleh (Junaidi, Ginda Simamora, Arlewes Gultom. 2019) penelitian ini melakukan pengukuran dan perhitungan tentang bagaimana frekuensi berdampak pada arus dan rpm pada pompa motor listrik dengan inverter sebagai penggerak kecepatan variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat eror pada setiap frekuensi seperti di frekuensi 40 Hz terdapat *error* ± 0,8 di ampere dan 0,43% RPM, di frekuensi 45 terdapat *error* di ampere ± 0,11, dan 1,14% eror di rpm, lalu di frekuensi 50 Hz eror ampere ± 0,8, 0,00% di RPM di mana tidak di temukak *error*, namun di frekuensi 55 Hz *error* ampere ± 0,9 dan *error* di RPM mencapai -1,27%.

Berdasarkan dari permasalahan tersebut Penulis mengambil judul skripsi/tugas akhir yang berjudul “Analisa Pengaruh Frekuensi 40 Hz Terhadap Performa Dan Efisiensi Pompa Sentrifugal Di PDAM Tirta Trubuk Bengkulu”, di mana Penelitian ini akan menganalisis performa pompa dan efisiensi pompa di PDAM Tirta Terubuk Bengkulu dengan menggunakan metode analisis yang tepat dan teknologi yang tersedia, dengan demikian di perlukan evaluasi serta riset yang mendalam terhadap performa dan efisiensi pompa yang di gunakan agar bisa mengambil tindakan perbaikan yang di perlukan, dan dapat mengetahui nilai daya pompa, nilai dari rugi-rugi daya, nilai dari penurunan RPM pompa yang di akibatkan frekuensi 40 Hz pada pompa sentrifugal di PDAM Tirta Terubuk Bengkulu. Serta dapat mengetahui total penurunan efisiensi motor dan efisiensi pompa yang menurut standar 50 Hz ke 40 Hz yang telah di *setting* pada instalasi pompa di PDAM Tirta Terubuk Bengkulu serta analisa dan tindakan perawatan apa yang perlu di ambil berdasarkan tabel kriteria efisiensi pompa yang sudah di tentukan.

## 1. METODE

### Teknik Pengumpulan Dan Analisa Data

Teknik pengumpulan dan analisa data adalah serangkaian prosedur yang digunakan dalam pengumpulan dan analisis informasi untuk penelitian ilmiah. Penulis melakukan beberapa serangkaian prosedur dalam teknik pengumpulan data tugas akhir atau skripsi ini agar bisa menyempurnakan penelitian yang di lakukan. Berikut serangkaian prosedur yang di lakukan:

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi bahan ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Tujuan dari studi literatur adalah untuk memberikan gambaran umum tentang apa yang sudah diketahui tentang topik penelitian, menemukan tema, perdebatan, dan perbedaan dalam penelitian sebelumnya, dan menunjukkan bagaimana penelitian masa depan dapat mengisi atau menambah apa yang sudah ada.

#### 2. Observasi

Observasi adalah kegiatan mengamati secara langsung dan mendalam suatu objek untuk mendapatkan informasi yang akurat tentang objek yang di teliti. Observasi juga mencakup pencatatan sistematis semua gejala objek yang akan diteliti. Peneliti melakukan pemeriksaan langsung terhadap kondisi yang ada di PDAM Bengkulu untuk mendapatkan data yang diperlukan.

#### 3. Interview (Wawancara)

Untuk mendapatkan data yang diperlukan, pengambilan data dilakukan melalui wawancara, yang melibatkan pertanyaan langsung atau tatap muka dan seksi tanya jawab. untuk mendapatkan informasi lebih, narasumber yang di pilih adalah *Engineer* PDAM Sebagai narasumber dalam pengambilan data yang digunakan atau di analisa.

#### 1.1 Head Pompa

*Head* pompa adalah ukuran daya pompa yang menunjukkan ketinggian tertinggi yang dapat dicapai oleh pompa dalam memompa cairan melawan gravitasi. Secara sederhana, *head* pompa adalah ketinggian tertinggi yang dapat dicapai oleh pompa dalam memompa cairan, dalam mencari nilai *Head* pada pompa secara umum dapat menggunakan persamaan di bawah ini:

$$H = h_2 + \Delta h_p + h_1 + \frac{v^2 d}{2 x g} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- H : Head total (m)
- h<sub>a</sub> : Head statis total (m)
- Δh<sub>p</sub> : Perbedaan head tekanan yang berkerja pada kedua permukaan air (m)
- h<sub>1</sub> : Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan dan lain sebagainya (m)
- $\frac{v^2}{g}$  : Head kecepatan keluar (m)
- g : percepatan gravitasi (=9,81 m/s<sup>2</sup>)

Dalam hal ini, satuan bar digunakan untuk menunjukkan *head* (tekanan) pompa, dan head pompa yang harus tersedia agar bisa mengalirkan sejumlah zat cair yaitu dapat di tentukan dengan instalasi yang akan di layani oleh pompa tersebut sesuai dengan yang telah di rencanakan.

**1.2 Debit Air (Q)**

Debit air adalah ukuran volume air yang mengalir melalui pipa atau saluran dalam satuan volume per satuan waktu. Ini biasanya ditunjukkan dalam satuan liter per menit (L/min) atau galon per menit (GPM). Sangat penting untuk mengetahui berapa banyak daya yang diperlukan oleh pompa air untuk mengalirkan volume tertentu.

Rumus debit air adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

- Q : debit air (L/min atau GPM),
- V : volume air yang mengalir (L),
- T : waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan volume air tersebut (menit).

**1.3 Daya Pompa**

a. *Input power* (daya input)

Daya input (Pi) pompa adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk beroperasi. yang terukur melalui meter daya yang terpasang pada masing-masing motor.

Persamaan daya inputnya adalah sebagai berikut:

$$P_i = \frac{1,73 \times V_r \times I_r \times \text{Cos } \Theta}{1000} \dots\dots\dots(3)$$

Di mana:

- Pi : daya input,
- V Rata-rata : rata-rata tegangan (Volt) terukur,
- I Rata-rata : rata-rata arus (Ampere) terukur,
- Cos Θ : faktor daya.

b. *Shaft power* (daya poros)

Daya yang harus ditransmisikan oleh poros ke pompa air dikenal sebagai daya poros, di mana daya yang di transmisikan melalui poros agar bisa memutar kan *impeller*, hal Ini diperlukan untuk memungkinkan pompa beroperasi dengan baik.

Dengan menggunakan rumus berikut, daya poros dapat dihitung dengan perkalian efisiensi motor (ηm) dan daya *input* motor (Pi):

$$PS = \eta_m \times P_i \dots\dots\dots(4)$$

Di mana:

- PS : daya poros,
- ηm : efisiensi motor,
- Pi : daya input.

c. *Daya hidrolis* atau daya air (phid)

Daya *hidrolis* adalah daya yang dibutuhkan pompa air untuk mengatasi tekanan hidrolis yang terjadi saat pompa mengalirkan air melalui pipa.

Daya *hidrolis* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Ph = \frac{q \times H \times g \times P}{1000} \dots\dots\dots(5)$$

Di mana:

- Ph : daya *hidrolis*,
- Q : debit air (m³/s),
- H : head dalam meter,
- g : gaya gravitasi bumi (9,8 m/s²),
- p : masa jenis air (1000 kg/m³).

**1.4 Efisiensi Motor**

Efisiensi motor pompa adalah ukuran seberapa efektif pompa dalam menghasilkan energi mekanik dari energi listrik. Efisiensi motor sangat penting untuk penggunaan sehari-hari karena dapat mempengaruhi biaya operasional dan kinerja pompa.

Secara umum, persamaan digunakan untuk Menghitung nilai efisiensi motor listrik 3 fasa, seperti di bawah ini:

$$\eta_m = \frac{P_{Input}}{P_{Output}} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Dimana,

- P Input* : *input power* (daya input)
- P Output*: *output power* (berdasarkan *name plat*)

Berdasarkan *komite elektronik internasional* atau *international electrical commision* (IEC) 60034-30-1, efisiensi motor induksi dibagi menjadi 4 kategori, yaitu:

1. *Standard Efficiency* (IE 1)
2. *High Efficiency* (IE 2)
3. *Premium Efficiency* (IE 3)
4. *Super Premium Efficiency* (IE 4)

**1.5 Rugi-Rugi Daya**

Dalam motor pompa, "rugi-rugi daya" adalah istilah yang mengacu pada kehilangan energi yang terjadi selama proses pengoperasian motor. Rugi daya ini berdampak langsung pada efisiensi motor. Persamaan rugi-rugi daya:

$$\text{Rugi} = P_{output} - P_{input} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana,

- P Input* : *input power* (daya input) watt
- P Output* : *output power* (berdasarkan *name plat*) watt

Secara keseluruhan, memahami rugi-rugi daya motor pompa sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi penggunaan daya.

**1.6 Jumlah Kutub**

Untuk menentukan RPM per frekuensi, kita memerlukan informasi tentang banyaknya jumlah kutub motor listrik. Namun, motor listrik yang diteliti dalam penelitian ini tidak di ketahui jumlah kutubnya. Untuk itu perlu menggunakan rumus agar bisa menghitung jumlah katub berdasarkan data yang di peroleh, berikut rumus untuk

menentukan jumlah kutub pada motor listrik pompa.

Rumus menentukan jumlah kutub pada motor listrik pompa:

$$p = \frac{120 \times f}{ns} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana,  
 p = katub  
 f = frekuensi  
 ns = RPM

**1.7 Menghitung Kecepatan Putar Motor Listrik 40 Hz**

Kecepatan pompa (RPM) adalah metrik yang menunjukkan berapa kali poros pompa berputar dalam satu menit.

Rpm pada frekuensi 40 Hz yang sudah di seting oleh pdam tirta terubuk bengkalis:

$$Ns = \frac{120 \times f}{p} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana,  
 p = katub  
 f = frekuensi  
 ns = RPM

**1.8 Efisiensi Pompa**

Efisiensi pompa adalah perbandingan daya air atau hidrolis (daya air) dan daya motor atau penggerak dalam satuan persen. Persamaan efisiensi pompa adalah:

$$\eta_p = \frac{P_s}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$

Di mana:

- $\eta_p$  : efisiensi pompa
- Q : kapasitas pompa sesuai name plat
- H : head pompa (m)
- Pi : input daya (kw)
- $\eta_m$  : efisiensi motor listrik

Perlu di ingat bahwa desain pompa, kondisi operasional, dan jenis transmisi yang digunakan dapat memengaruhi efisiensi pompa, efisiensi motor, dan efisiensi transmisi. Oleh karena itu, ketika melakukan analisis efisiensi pompa yang lebih kompleks, faktor-faktor ini harus dipertimbangkan secara terpisah dan digabungkan untuk mendapatkan tingkat efisiensi keseluruhan yang tepat.

Kemudian data diolah untuk menghitung nilai efisiensi total dan efisiensi motor pompa. Hasilnya dapat digunakan untuk menentukan apakah pompa masih layak digunakan jika nilainya lebih dari (60 %), memerlukan perbaikan total jika nilainya kurang dari (50%), atau memerlukan perbaikan

sebagian jika nilainya lebih dari (50%) atau kurang dari (60%).

Berikut tabel menurut kementrian PUPR (2014), yang di gunakan dalam menentukan tindakan atau langkah-langkah apa perlu perlu di lakukan pada pompa yang berdasarkan efisiensi pompa:

Kriteria Efisiensi Pompa	Tindakan
$\eta_t \geq 60\%$	Pompa Masih Baik, Tidak Diperlu Tindakan Apapun
$\eta_t = 55 \sim 60\%$	Penyetelan Kembali Impeller, Pembersihan
$\eta_t = 50 \sim 55\%$	Rekondisi, Perbaikan Impeller Dan Penyetelan Kembali
$\eta_t \leq 50\%$	Perbaikan Total Impeller Atau Penggantian Pompa Keseluruhan

**2. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilakukan di PDAM tirta trubuk Bengkalis, dengan melakukan pengukuran dan pengumpulan data secara manual menggunakan alat ukur yang tepat. Selain itu, untuk mendukung analisis data yang akurat dan valid, penelitian ini juga menggunakan perhitungan matematis dan referensi spesifikasi yang tersedia.

**2.1 Pengumpulan data**

**a. Pengumpulan Data Primer**

Data primer ini terdiri dari nilai tegangan, arus, faktor daya, dan daya input yang ditampilkan oleh meter daya. Berikut tabel data primer:

Tabel 2.1 Data Primer *Centrifugal Pump*

Merk Pompa	V ukur (V)	I ukur (A)	P ukur (kW)	FAKTOR DAYA
<b>Grundfos (1)</b>	390	19.6	12.166	0,92

Untuk mencari nilai P ukur atau daya input (Pi) menggunakan Persamaan 2.3.

Tabel 2.2 Data actual *Centrifugal Pump*

Merk Pompa	Debit l/s	Debit m <sup>3</sup> /s	H (m)
<b>Grundfos (1)</b>	17	0.017	75.8

**b. Pengumpulan Data Sekunder**

Data sekunder berasal dari *name plate* motor, yang mengandung nilai tegangan, arus, dan daya yang *Output* dari motor. Berikut tabel data sekunder:

Tabel 2.3 Data sekunder *Centrifugal Pump*

Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Output (kW)
380	31.5	18.5

**2.2.1 Analisa Perhitungan**

Debit :  $Q = 17 \text{ l/s} = 0.017 \text{ m}^3/\text{s}$   
 H : 75,8 m.  
 Cos  $\Theta$  : 0.92

**2.2.2. Electrical Power/ Daya Pompa (Daya Listrik)**

Daya pompa terdiri dari tiga komponen yaitu daya *input* (Pi), daya poros (Pp), dan daya *hidrolis* (Phid), berikut adalah persamaan yang di gunakan:

1. *Input power* (daya input)

Berikut di bawah ini perhitungan dari persamaan dengan data yang telah di dapat dengan menggunakan persamaan 2.3:

$$P_i = \frac{1,73 \times V_r \times I_r \times \text{Cos } \Theta}{1000} \dots\dots\dots(3)$$

Diketahui:

- Pi : daya *input*
- $\sqrt{3}$  : 1,73
- Vr : 390 V
- Ir : 19,6 A
- Cos  $\Theta$  : 0,92

Penyelesaian:

$$P_i = \frac{1,73 \times 390 \times 19,6 \times 0,92}{1000} = \frac{12\,166,190}{1000} = 12,166 \text{ w} = 12,1 \text{ kW}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa nilai Pi (daya *input*) dari perhitungan sesuai data yang di olah adalah sebesar 12.166 watt, atau 12.1 kW.

2. *Shaft power* (daya poros)

Berikut cara mencari nilai daya poros sesuai data yang telah di dapat menggunakan rumus 2.4:

$$P_s = \eta_m \times P_i \dots\dots\dots(4)$$

Diketahui:

- Ps : daya poros
- $\eta_m$  : 65 %
- Pi : 12.166 watt

Penyelesaian:

$$P_s = 65 \% \times 12,166 \text{ w} = 7,9079 \text{ w} = 7,9 \text{ kW}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa nilai *Shaft power* (daya poros) dari perhitungan sesuai data yang di olah adalah sebesar 7.9079 watt, atau 7.9 kW.

3. Daya *hidrolis* atau daya air (Phid)

Berikut cara mencari nilai daya *hidrolis* sesuai dengan data yang telah di dapat menggunakan persamaan 2.5:

$$P_h = \frac{q \times H \times g \times P}{1000} \dots\dots\dots(5)$$

Diketahui:

- Ph : daya *hidrolis*
- Q (*Debit*) : 0,017 m<sup>3</sup>
- H (*Head*) : 75.8 m
- G (*Grafitasi*) : 9.8 m/s<sup>2</sup>
- P (masa jenis air) : 1000 Kg/m<sup>3</sup>

Penyelesaian:

$$P_h = \frac{0,017 \text{ m}^3/\text{s} \times 75,8 \text{ m} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 1000 \text{ kg/m}^3}{1000} = \frac{12628,28}{1000} = 12,628 \text{ w} = 12,6 \text{ kW}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa daya *hidrolis* atau daya air (phid) dari perhitungan sesuai data yang di olah adalah sebesar 12.628 watt, atau 12.6 kW.

**2.2.3 Efisiensi Motor**

1. Menghitung nilai efisiensi motor listrik 3 fasa

Untuk mencari efisiensi motor pompa menggunakan persamaan 2.7:

$$\eta_m = \frac{P_{\text{Input}}}{P_{\text{Output}}} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Diketahui:

- $\eta_m$  : efisiensi motor
- P. *input* : 12.6 kW = 12.166 w
- P. *output* : 18.5 kW = 18500 w

Ditanya: efisiensi motor listrik?

Penyelesaian:

$$\eta_m = \frac{12,166}{18,500} \times 100\% = 0,657\,621 \times 100 \% = 65,7\%$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa efisiensi motor pompa dari perhitungan sesuai data yang di olah adalah sebesar 65,7%

2. Menghitung rugi-rugi daya

Untuk mencari rugi-rugi daya menggunakan persamaan 2.8:

$$\text{Rugi} = P_{\text{output}} - P_{\text{input}} \dots\dots\dots(7)$$

Diketahui:

- P. *input* : 12.166 watt = 12.1 kW
- P. *output* : 18.500 watt = 18.5 kW

Ditanya: Rugi-rugi?

Penyelesaian:

$$\text{Rugi} = P_{\text{output}} - P_{\text{input}} = 18,500 - 12,166 = 6,334 \text{ watt} = 6,3 \text{ kW}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa rugi-rugi daya dari perhitungan sesuai data yang di olah adalah sebesar 6.334 watt, atau 6.3 kW.

### 3. Jumlah katup pada motor listrik

Untuk menentukan jumlah katup pada motor listrik, menggunakan persamaan 2.9:

$$p = \frac{120 \times f}{ns} \dots\dots\dots (8)$$

diketahui:

- P : jumlah katup
- Frekuensi : 50 Hz (berdasarkan spesifikasi pompa)
- Rpm : 2920 (berdasarkan name plat)

Penyelesaian:

$$p = \frac{120 \times f}{ns}$$

$$p = \frac{120 \times 50}{2920}$$

$$p = 2,05$$

Bisa di simpulkan bahwa jumlah katup pada motor ini adalah 2.05 atau di simpulkan menjadi 2 pole.

### 4. Menghitung kecepatan putar motor listrik 40 hz

Kecepatan pompa (RPM) adalah metrik yang menunjukkan berapa kali poros pompa berputar dalam satu menit, untuk mencari nilai dari RPM dari frekuensi 40 Hz menggunakan persamaan dari 2.10:

$$Ns = \frac{120 \times f}{p} \dots\dots\dots (9)$$

RPM pada frekuensi 40 Hz yang sudah di seting oleh PDAM Tirta Terubuk Bengkalis:

Diketahui

- Ns : RPM
- f : 40 Hz
- P : 2.05 katub atau 2 pole

Penyelesaian:

$$Ns = \frac{120 \times f}{p}$$

$$Ns = \frac{120 \times 40}{2,05}$$

$$Ns = \frac{4800}{2,05}$$

$$Ns = 2.341 \text{ RPM}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa RPM dari 40 Hz dari perhitungan sesuai data yang di olah adalah sebesar 2.341 RPM.

Nilai dari hasil efisiensi motor pompa dengan frekuensi 40 Hz yang di dapat, maka akan di bandingkan dengan nilai Efisiensi energi atau nilai batas dan kelas efisiensi standar sesuai spesifikasi motor yang digunakan. untuk melihat penurunan efisiensi ketika di gunakan frekuensi 40 Hz pada motor pompa.

Dari perhitungan untuk menentukan jumlah kutub di dapati bahwa jumlah kutub pada pompa ialah 2,05 katub atau 2 pole, dengan nilai *ouput* pompa (*power*) adalah 18.5 Kw. maka sesuai tabel *International Electronical Commision (IEC) 60034-30-1* nilai dari standar efisiensi pompa 50 Hz ini adalah 89,3 %.

Setelah di ketahui nilai standar efisiensi motor pompa maka akan di lakukan perhitungan penurunan efisiensi dengan menggunakan nilai dari efisiensi yang sudah di lakukan perhitungan sebelumnya pada pompa PDAM Tirta Terubuk yang telah di seting pada frekuensi 40 Hz. Berikut cara pengurangan untuk mengetahui nilai penurunan efisiensi yang terjadi, seperti di bawah ini:

Diketahui.

- Nilai efisiensi m.pompa 50 Hz : 89,3 %
- Nilai efisiensi m.pompa 40 Hz : 65,7 %

Penyelesaian:

$$\text{Penurunan efisiensi m.pompa} = 89,3 \% - 65,7 \%$$

$$= 23,6\%$$

Bisa di simpulkan bahwa terjadi penurunan nilai efisiensi sebesar 23,6%.

### 2.2.4 Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa adalah perbandingan daya hidrolis (daya air) dan daya motor atau penggerak dalam satuan persen. Persamaan efisiensi pompa adalah sebagai berikut:

Berikut cara mencari nilai efisiensi pompa sesuai data yang telah di dapat menggunakan persamaan 2.12:

$$\eta p = \frac{Ps}{Ph} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

diketahui,

- $\eta p$  : efisiensi pompa
- Ps (daya poros) : 7.9079 w
- Ph (hidrolis) : 12.628 w

Penyelesaian:

$$\eta p = \frac{7,9079}{12,628} \times 100\%$$

$$= 0.626 \text{ 219 w} \times 100\%$$

$$= 62 \%$$

Maka dari hasil persamaan di atas, di dapati nilai dari efisiensi pompa adalah 62%.

Setelah di ketahui nilai dari efisiensi pompa maka akan di cocokkan pada tabel yang di gunakan dalam menentukan tindakan atau langkah-langkah apa perlu perlu di lakukan pada pompa yang berdasarkan efisiensi pompa, berikut hasil data menurut tabel yang perlu di lakukan. bisa di lihat tabel di bawah ini:

Tabel 2.4 Kriteria Efisiensi Pompa

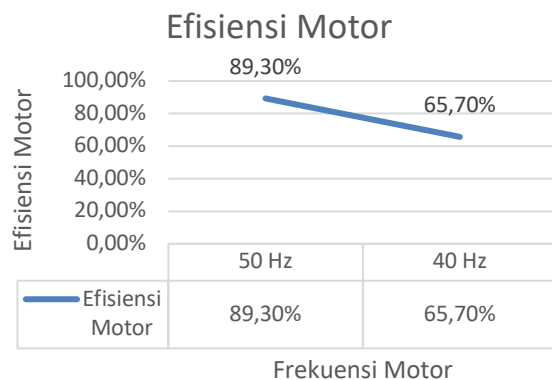
KRITERIA EFISIENSI POMPA	TINDAKAN
$\eta_t \geq 60\%$	Pompa Masih Baik, Tidak Diperlu Tindakan Apapun
$\eta_t = 55 \sim 60\%$	Penyetelan Kembali Impeller, Pembersihan
$\eta_t = 50 \sim 55\%$	Rekondisi, Perbaikan Impeller Dan Penyetelan Kembali
$\eta_t \leq 50\%$	Perbaikan Total Impeller Atau Penggantian Pompa Keseluruhan

Dari data tabel di atas bahwa pompa memiliki efisiensi di atas 60% di mana tergolong dalam kondisi baik atau layak pakai.

Berikut tabel dari hasil nilai perhitungan dari pompa sentrifugal (vertical) distribusi 1 di PDAM Tirta Terubuk bengkalis.

Tabel 2.5 Hasil nilai perhitungan (1) performa dan efisiensi *Centrifugal Pump*

Daya Input	Daya Poros	Daya Hidrolis	Efisiensi Motor Pompa		Efisiensi Pompa
kW	kW	kW	40 Hz	50 Hz	%
12.1	7.9	12.6	65,7 %	89,3 %	62



Gambar 2.1 Grafik Efisiensi Motor (Sumber. Data Excel)

1. kesimpulan awal (1)

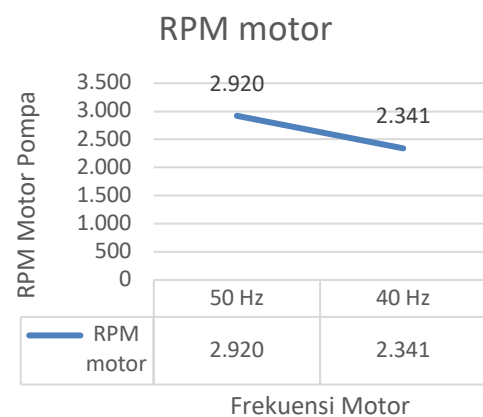
Dari data tabel 4.5 hasil nilai perhitungan (1) performa dan efisiensi *Centrifugal Pump* di dapati bahwa pompa sentrifugal yang bermerk Groundfos (1) memiliki:

- a. Daya pompa yaitu:
  - daya input di 12.1 kW,
  - daya poros di 7.9 kW,
  - daya hidrolis di 12.6 kW.

- b. Diketahui juga nilai dari masing-masing frekuensi terhadap efisiensi motor seperti di bawah ini:
  - efisiensi motor frekuensi 40 Hz: 65,7 %
  - efisiensi motor frekuensi 50 Hz: 89,3 %
- c. Nilai dari efisiensi pompa sebesar 62 %

Tabel 2.6 Hasil nilai perhitungan (2) performa dan efisiensi *Centrifugal Pump*

Penurunan Nilai Efisiensi	Jumlah Katub Motor	RPM Motor Pompa		Rugi Daya
%	Pole	40 Hz	50 Hz	Kw
23,6	2	2.341	2.920	6.3



Gambar 2.2 Grafik RPM Motor (Sumber. Data Excel)

2. Kesimpulan awal (2)

Dari data tabel 4.6 hasil nilai perhitungan (2) performa dan efisiensi *Centrifugal Pump* di dapati bahwa pompa sentrifugal yang bermerk Groundfos (1) memiliki:

- a. Nilai penurunan efisiensi motor yang dari frekuensi menurut standar internasional di 50 Hz ke yang di *setting* menjadi 40 Hz yaitu sebesar 23.6 %.
- b. Jumlah katub pada motor di ketahui yaitu 2 pole.
- c. Diketahui juga nilai dari masing-masing frekuensi terhadap kecepatan putar motor atau RPM (*revolution per minute*) seperti di bawah ini:
  - RPM motor frekuensi 40 Hz: 2.341 RPM
  - RPM motor frekuensi 50 Hz: 2.920 RPM
- d. Didapati juga rugi-rugi dari kehilangan daya saat pompa berkerja yaitu sebesar 6.3 kW

### 3. KESIMPULAN

Berikut Ini adalah kesimpulan yang dapat dibuat dari “Analisa Pengaruh Frekuensi 40 Hz Terhadap Performa Dan Efisiensi Pompa Sentrifugal Di PDAM Tirta Trubuk Bengkalis”.

1. Terdapat penurunan performa pompa dari yang mengikuti standar pompa frekuensi 50 Hz ke yang di *setting* frekuensi 40 Hz, di dapati bahwa, nilai:

- a) daya pompa:
  - daya input di 12.1 kW,
  - daya poros 7.9 kW,
  - daya hindrolis 12.6 kW,
- b) Nilai dari rugi-rugi pada pompa yang di dapat dari hasil perhitungan:
  - rugi-rugi daya sebesar 6,3 kW,

c) Diketahui juga nilai dari masing-masing frekuensi terhadap kecepatan putar motor atau RPM (*revolution per minute*) seperti di bawah ini:

- RPM motor frekuensi 40 Hz: 2.341 RPM
- RPM motor frekuensi 50 Hz: 2.920 RPM
- selisih kedua RPM frekuensi 40 dan 50 Hz adalah 579 RPM.

2. Dari data efisiensi motor pompa yang menggunakan standar frekuensi 50 Hz dengan menggunakan output 18,5 Kw dan 2 pole di dapati:

- efisiensi standar motor di 89,3%.

Lalu menganalisa nilai efisiensi motor pompa yang menggunakan frekuensi 40 Hz di dapati nilai:

- efisiensi motor di 65,7 %.

a) Maka, dari kedua nilai yang di dapat, akan di analisa selisih nilai efisiensi motor nya, yang dimana mengikuti standar 50 hz dengan pompa yang di seting ke 40 Hz mencapai:

- nilai selisih efisiensi motor di 23,6 %.

b) Untuk nilai dari efisiensi pompa itu sendiri di dapati 62%.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak memberikan saran, bimbingan serta bantuannya selama menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Jhony Custer, ST., MT selaku Direktur Politeknik Negeri Bengkalis.
2. Bapak Ibnu Hajar, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Bambang Dwi Haripriadi, ST., MT selaku Ketua Prodi Sarjana Terapan Teknik Mesin.

4. Bapak Erwen Martianis, ST, MT Selaku dosen pembimbing Skripsi Penulis

5. Bapak dan ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin.

6. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dorongan dan bantuan secara moral dan materi, serta do'a yang tiada hentinya kepada penulis.

7. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin yang selalu menyertai penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis mohon maaf atas segala kesalahan dan perkataan dalam penulisan proposal ini. Penulis berharap semoga Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan bagi mahasiswa Jurusan Tknik Mesin khususnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Muhammad Rafi, Dian Budhi Santoso, 2023, *Analisis Efisiensi Pompa Distribusi Pada Instalasi Pengolahan Air (Ipa) Leuwiliang Perumda Tirta Kahuripan Bogor*, Fakultas Teknik – Universitas Singaperbangsa Karawang, mustek Anim Ha, (Vol. 12, No. 02).
- Dadang Arip Sujatmika, Ali Masduqi, Bustami, 2023, *Analisis Peningkatan Efisiensi Energi Sistem Distribusi Kertonatan Perumda Air Minum Tirta Makmur Kabupaten Sukoharjo*, Institut Teknologi, Surabaya, Jurnal Darma Agung, (Vol. 31, No. 1).
- Roshana Lailia Ramadhany, Hardjono, (2020), *Perhitungan Energi Mekanis Pada Efisiensi Pompa Feed Boiler Water Di Unit Waste Sulphuric Acid*, Jurusan Teknik Kimia, Distilat Jurnal Teknologi Separasi, (Vol. 6, No. 2).
- Akhmad Muji Hartono, Amiral Aziz, (2020), *Evaluasi Efisiensi Pompa Sentrifugal Pada Unit Pengolahan Air Minum Pusat Distribusi Cilincing*, Departemen Teknik Mesin Universitas Islam Assyaf'iyah Jakarta, (Vol.14, No.1).
- Fira Riza Aulia, Ali Masduqi, Muhammad Sundoro, (2021), *Studi Efisiensi Energi Pompa Wilayah Distribusi Intan Pakuan Perumda Tirta Pakuan Kota Bogor*, Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia, (Vol.6, No.2).
- Puji Saksono, (2011), *Analisis Efisiensi Pompa Centrifugal Pada Instalasi Pengolahan Air Kampung Damai Balikpapan*, Proton: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin,
- Rizeki Nanda Utama, Agus Slamet, Ade Syaiful Rachman, (2021), *Alternatif Peningkatan Efisiensi Energi Sistem Distribusi Instalasi Kota Wisata Perumda Air Minum Tirta Kahuripan*, Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia, (Vol.6, No7).



- Muhammad Riza Hidayat, Muhammad Firman, Muhammad Suprpto, (2018), *Analisa Tekanan Dan Efisiensi Pada Pompa Air Sentrifugal Dengan Rangkaian Seri*, Jurnal Teknik Mesin UNISKA (Vol. 03 No.02).
- Rachmat Subagyo, Bagaskoro Rizqining Hendratno, (2021), *Analisa Performance Pompa Sentrifugal Di Unit 2 Pt. Pupuk Kalimantan Timur*, Elemen: Jurnal Teknik Mesin, (Vol.8 No.1).
- Fahmi Awaludien, (2022), *Perawatan Dan Analisa Efisiensi Pompa Sentrifugal Distasiun Gilingan PT. Pg Rajawali II Unit Jatitujuh*, Senaris, (Vol.4).
- Junaidi, Ginda Simamora, Arlewes Gultom, (2024), *Analisa Pengaruh Frekuensi Terhadap Arus Dan Rpm Pada Pompa Motor Listrik Yang Menggunakan Inverter Sebagai Variable Speed Drive Di Gedung Park 5 Cilandak - Jakarta Selatan*, Jurnal Cahaya Mandalika, (Vol.3, No.3).