

Analisis Efisiensi Penggunaan Daya Pada Motor Feed Water Pump Terhadap Sistem Submerged Electrode Tanpa Menggunakan Variable Frequency Drive dan Membandingkan Menggunakan Variable Frequency Drive yang Disimulasikan Dengan Software ETAP di Boiler PT.XYZ

Analysis of Power Usage Efficiency in Feed Water Pump Motor Against Submerged Electrode System Without Using Variable Frequency Drive and Comparing Using Variable Frequency Drive Simulated with ETAP Software in PT. XYZ

¹Bayu Purnomo, ²Ilham Pratama, ³Fajar Gumilang Fauzy ⁴Buwana Pradikma
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Tangerang Indonesia
³Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Tangerang Indonesia
e-mail: bayupur67@gmail.com, jempratama@gmail.com fajar.gumilang86@gmail.com
fauzibp97@gmail.com

Received: 07 Juni 2024

Accepted: 05 Juli 2024

Abstract

A steam boiler is a device in the form of a closed vessel made of steel and used to produce steam. To analyze the efficiency of energy use in the motor feed water pump in the submerged electrode system, a descriptive method with a quantitative approach was used. The data obtained after going directly to the research location will be a reference for analyzing the efficiency of energy use in the feed water pump motor and energy saving analysis. The energy used for 15 days for motor feed water pump number 1 was 4738.627 kWh and motor feed water pump number 2 was 4490.6 kWh. To increase the efficiency of using a motor feed water pump, change the system using a VFD (variable frequency drive) and simulate it with Etap software. Simulations carried out using a VFD (variable frequency drive) obtained energy usage obtained from analytical calculations of 3000 kWh for motor number 1 and 3096 kWh for motor number 2. The percentage of energy savings obtained from the comparison using the submerged electrode system without VFD and with VFD (variable frequency drive) of 36.7% for motor number 1 and 31.05% for motor number 2.

Keywords: Boiler, Motor Feed Water Pump, VFD (variable frequency drive), Energy Saving, ETAP Software.

Abstrak

Ketel uap adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang terbuat dari baja dan digunakan untuk menghasilkan uap (steam). Untuk menganalisa efisiensi penggunaan energi pada motor feed water pump pada sistem submerged electrode maka digunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Data yang telah diperoleh setelah turun langsung ke lokasi penelitian akan menjadi acuan untuk menganalisa efisiensi penggunaan energi pada motor feed water pump dan analisa energi saving. Didapat untuk energi pemakaian selama 15 hari pada motor feed water pump nomor 1 sebesar 4738,627 kWh dan motor feed water pump nomor 2 sebesar 4490,6 kWh. Untuk meningkatkan efisiensi pada penggunaan motor feed water pump adalah dengan cara mengubah Sistemnya menggunakan VFD (variable frequency drive) dan disimulasikan dengan software etap. Simulasi yang dilakukan dengan menggunakan VFD (variable frequency drive) didapatkan energi pemakaian yang didapat dari perhitungan analisa sebesar 3000 kWh untuk motor nomor 1 dan 3096 kWh untuk motor nomor 2. Persentase energi saving yang didapat dari perbandingan menggunakan sistem

submerged electrode tanpa VFD dan dengan VFD (variable frequency drive) sebesar 36,7 % untuk motor nomor 1 dan 31,05 % untuk motor nomor 2.

Kata kunci: *Boiler, Motor Feed Water Pump, VFD (variable frequency drive), Energi Saving, Software ETAP.*

PENDAHULUAN

Pada PT. XYZ memiliki 4 mesin Boiler dengan kapasitas 15 t/h. Mesin boiler pada PT. XYZ menggunakan tipe water tube (pipa air), tipe boiler pipa air yaitu dimana air mengalir di dalam pipa sedangkan gas panas beredar di sekitar pipa itu. Jadi bidang pemanas boiler terdapat pada bidang luar pipa dan bidang yang dipanaskan terdapat di dalam pipa (Widodo et al., 2021). Sebuah tangki air yang biasa disebut dengan steam drum, menjadi salah satu karakteristik boiler pipa air. Steam drum berfungsi sebagai tangki air yang dijaga levelnya untuk memastikan selalu ada air tersirkulasi ke pipa-pipa air. Sistem pengisian air pada Steam drum boiler di PT. XYZ ini menggunakan submerged electrode system, sistem ini menggunakan electrode yang ditempatkan didalam steam drum untuk mendeteksi perubahan level air boiler. Selanjutnya sinyal dari electrode diteruskan ke controller yang mengolah data ketinggian air atau level air dan memberikan perintah kepada motor pompa boiler feed water untuk start dan stop sesuai perintah. Salah satu persoalan yang timbul pada pengoperasian ini adalah arus pengasutan yang tinggi. Dalam pengoperasian motor induksi sangatlah penting untuk memperhatikan arus awal pada saat motor dijalankan. Pengasutan tegangan penuh yang dilakukan dengan beban yang tinggi pada motor-motor yang besar menyebabkan motor akan menarik arus yang sangat besar, dimana hal ini akan mengakibatkan voltage dip pada beban-beban yang lain. Pada motor boiler feed water pump ini menggunakan pengasutan start delta yang mana pengasutan dengan metode star delta ini memanfaatkan penurunan tegangan yang dicatu ke motor saat stator motor terhubung dalam rangkaian star. Pada waktu pengasutan, yakni saat stator berada pada rangkaian bintang, arus motor hanya mengambil sepertiga (30%) ketika motor sudah mencapai kecepatan nominalnya maka hubungan belitan stator pada motor diubah menjadi delta. Berdasarkan masalah tersebut maka akan dilakukan analisa aliran daya pada motor feed water pump dengan menggunakan software ETAP dan menggunakan VFD (Variable Frequency Drive) pada motor feed water pump untuk membandingkan penggunaan daya pada motor feed water pump tanpa menggunakan VFD (Variable Frequency Drive).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah menganalisa perbandingan aliran daya pada motor feed water pump menggunakan system submerged electrode tanpa menggunakan VFD (Variable Frequency Drive) dan menggunakan VFD (Variable Frequency Drive) dengan menggunakan software etap. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kuantitatif merupakan suatu metode penelitian yang menggunakan proses data berupa angka sebagai alat menganalisis dan melakukan kajian penelitian, terutama tentang apa yang sudah diteliti sebelumnya (Pratiwi & Suryanto, 2021).

Sesuai dengan karakteristik yang diperlukan untuk penelitian ini, maka metode pengumpulan data yang digunakan sebagai berikut:

<http://jurnal.umat.ac.id/index.php/jt/index>

a. Observasi

Observasi atau penelitian dilakukan di PT. XYZ. Dalam observasi dilakukan untuk mengetahui secara langsung kondisi motor induksi 3 fasa dan pengambilan data seperti data arus (A), tegangan (V) dan siklus waktu start-stop pada motor boiler feed water pump.

b. Studi Literatur

Dengan mencari referensi atau teori-teori yang relevan dari berbagai penelitian yang sudah dilakukan dan manual book dengan tujuan untuk memperoleh data-data yang diperlukan sebagai pedoman penelitian tugas akhir ini.

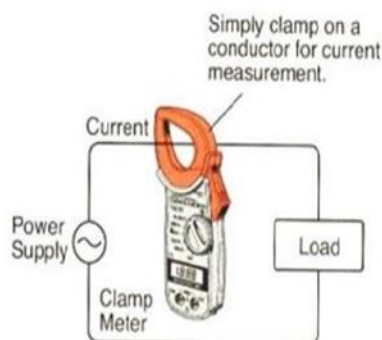
c. Wawancara

Penulis melakukan tanya jawab secara langsung kepada pembimbing lapangan untuk memperoleh data-data dengan pihak yang memahami permasalahan ini.

Pada penelitian analisa efisiensi daya pada motor induksi boiler feed water pump dengan menggunakan submerged electrode system akan dilakukan pengambilan data pada spesifikasi motor, arus motor saat running, tegangan motor dan waktu siklus start-stop motor dalam pengambilan data peneliti dibantu dengan beberapa alat penelitian yaitu:

a. Tang Ampere

Tang ampere adalah clamp meter adalah sebuah alat ukur yang sangat nyaman digunakan yang memberikan kemudahan pengukuran arus listrik tanpa mengganggu rangkaian listriknya (Hindom et al., n.d.).



Gambar 1 Tang Ampere

b. Multimeter

Multimeter adalah sebuah perlatan khusus untuk mengukur komponen listrik. Multimeter dapat mengukur arus listrik (ampere), tegangan listrik, hambatan serta resistansi

Dari suatu rangkaian. Alat ukur multimeter yang sering disebut juga dengan nama multitester atau AVO meter memiliki beberapa bagian penting dengan fungsi dan kegunaan berbeda-beda juga (Martias, 2017).



Gambar 2 Multimeter

Pada penelitian analisa efisiensi daya pada motor induksi boiler feed water pump dengan menggunakan submerged electrode system akan dilakukan pengambilan data pada spesifikasi motor, arus motor saat running, tegangan motor dan waktu siklus start-stop motor. Pengambilan data ini bertujuan untuk mendapatkan nilai pada daya nominal, pemakaian energi listrik, kecepatan putar dan energi saving.

a. Menghitung Daya Nominal

Dalam hal ini pengukuran tegangan dan arus dilakukan secara langsung pada motor. Untuk mengetahui nilai daya nominal dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut (Tanjung, 2018):

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (1)$$

b. Menghitung Pemakaian Energi Listrik

Untuk mengetahui seberapa besar pemakaian energi listrik pada motor boiler feed water pump ini selama waktu pengumpulan data. Maka dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut (Tanjung, 2018):

$$W = P \times t \quad (2)$$

c. Menghitung Kecepatan Putar

Untuk mengetahui berapa kecepatan putar pada motor saat beroperasi dan saat frekuensi diubah atau diatur. Maka dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut (Mahrifatika & Darmawan, n.d.):

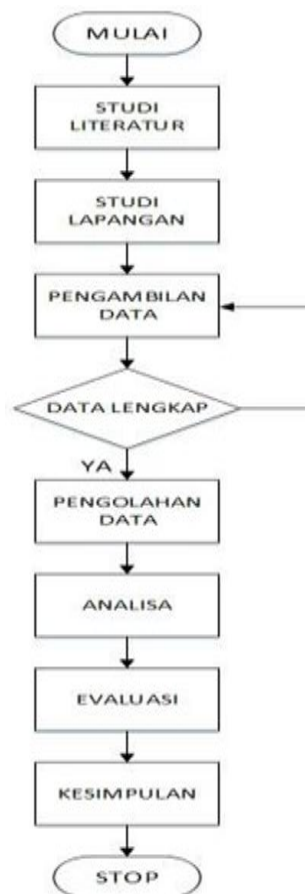
$$n_s = 120 \cdot f/P \quad (3)$$

d. Menghitung Energi Saving

Untuk mengetahui seberapa besar persentase hasil penghematan energi maka dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Multi & Febryane, 2012):

$$\text{Energi Saving} = \frac{\text{Total energi penghematan}}{\text{total energi pemakaian}} \times 100\% \quad (4)$$

Adapun diagram alir dari penelitian ini, sebagai berikut:



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini peneliti melakukan penelitian dan pengumpulan data di PT. XYZ. Data yang diambil oleh peneliti yaitu data arus, tegangan, siklus waktu start-stop pada motor boiler feed water pump dan spesifikasi motor. Data yang diambil akan dilakukan perhitungan untuk menemukan daya nominal, energi listrik dan energi saving.

Kemudian data-data yang didapat dari perhitungan akan dilakukan analisa dan evaluasi untuk memperoleh hasil seberapa efisien penggunaan daya pada motor boiler feed water pump menggunakan sistem submerged electrode tanpa VFD (Variable Frequency Drive) dan membandingkan dengan penggunaan sistem yang menggunakan VFD (Variable Frequency Drive) disimulasikan menggunakan software etap.

Pada penelitian ini, proses observasi dan pengumpulan data dilakukan selama 30 hari dan hasil pengukuran pada motor feed water pump dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Motor boiler feed

Motor boiler feed water pump no. 1										
Tanggal	Siklus Waktu	Tegangan (V)			Rata-Rata	Arus (A)			Rata - Rata	Arus Starting
		R	S	T		R	S	T		
01/06/2023	30	380	380	380	380	27,4	27	27,27,2674	62,7	
02/06/2023	28	380	380	380	380	27,2	27	27,27,1332	62,3	
03/06/2023	30	380	380	380	380	27	27	27 27	62,1	
04/06/2023	30	379	379	379	379	27	27.1	27 27	62,1	
05/06/2023	30	379,6	379,6	379,6	379,6	26,8	27	26,8 26,867	61,7	
06/06/2023	28	380	380	380	380	26,5	27	26,6 26,7	61,4	
07/06/2023	30	380	380	380	380	26	26.8	26,3 26,15	61	
15/06/2023	26	379	379	379	379	26,6	27	26,5 26,7	61,4	
16/06/2023	25	379,1	379,1	379,1	379,1	26	26	26 26	61	
17/06/2023	26	380	380	380	380	25,8	26	25.8 25,9	61	
18/06/2023	27	380	380	380	380	25,6	25	25.6 25,3	59,2	
19/06/2023	26	380	380	380	380	25,3	26	25,3 25,533	59	
20/06/2023	27	380	380	380	380	25	25	25 25	59	
21/06/2023	27	378	378	378	378	25,5	25	25,5 25,333	59,2	
29/06/2023	27	378	378	378	378	25,9	25	25,9 25,6	59,4	
Rata - rata	27,8				379,513			26,232	60,8	

Tabel 2 Motor boiler feed water pump no. 2

Motor boiler feed water pump no. 2											
Tanggal	Siklus Waktu	Tegangan (V)			Rata-Rata	Arus (A)			Rata-Rata	Arus Starting	Steam (T/h)
		R	S	T		R	S	T			
08/06/2023	30	380	380	380	380	24,5	25	24,5	24,67	56,8	11
09/06/2023	28	379	379	379	379	24	24	24	24	56,5	10,8
10/06/2023	30	379	379	379	379	24,8	24	24,8	24,53	56,5	11
11/06/2023	30	380	380	380	380	25	25	25	25	57,5	11,2
12/06/2023	28	379,5	379,5	379,5	379,5	24	24	24	24	56,5	10,8
13/06/2023	28	378	378	378	378	23	24	23	23,33	55	10,8
14/06/2023	28	378	378	378	378	24,3	24	24,3	24,2	56,1	10,5
22/06/2023	27	379	379	379	379	24,6	25	24,6	24,73	56,8	10,3
23/06/2023	30	379,7	379,7	379,7	379,7	25	25	25	25	57,5	11
24/06/2023	26	380	380	380	380	25	25	25	25	57,5	10
25/06/2023	26	380	380	380	380	24	24	24	24	56,5	10
26/06/2023	25	380,4	380,4	380,8	380,54	24,4	25	24,4	24,6	56,7	9,6
27/06/2023	26	381	381	381	381	25	25	25	25	57,5	10
28/06/2023	25	380,9	380,9	380,3	380,7	24	24	24	24	56,5	9,6
06/07/2023	26	380	380	380	380	24	24	24	24	56,5	10
Rata – rata	27,6				379,631				24,404	56,69	10,45

Tabel 3 Daya Nominal Motor Feed Water Pump Nomor 1

Daya Nominal Motor Feed Water Pump Nomor 1					
Tanggal	$\sqrt{3}$	V	I (A)	Cos ϕ	P (KW)
01/06/2023	$\sqrt{3}$	380	27,27	0,88	15,789
02/06/2023	$\sqrt{3}$	380	27,13	0,88	15,715
03/06/2023	$\sqrt{3}$	380	27	0,88	15,638
04/06/2023	$\sqrt{3}$	379	27	0,88	15,597
05/06/2023	$\sqrt{3}$	379,6	26,87	0,88	15,545
06/06/2023	$\sqrt{3}$	380	26,7	0,88	15,465
07/06/2023	$\sqrt{3}$	380	26,15	0,88	15,146
15/06/2023	$\sqrt{3}$	379	26,7	0,88	15,423
16/06/2023	$\sqrt{3}$	379,1	26	0,88	15,023
17/06/2023	$\sqrt{3}$	380	25,9	0,88	15,001
18/06/2023	$\sqrt{3}$	380	25,3	0,88	14,653

19/06/2023	$\sqrt{3}$	380	25,53	0,88	14,789
20/06/2023	$\sqrt{3}$	380	25	0,88	14,479
21/06/2023	$\sqrt{3}$	378	25,33	0,88	14,711
29/06/2023	$\sqrt{3}$	378	25,6	0,88	14,749
Rata - Rata					15,18 153

Tabel 4 Daya Nominal Motor *Feed Water Pump* Nomor 2

Daya Nominal Motor *Feed Water Pump* Nomor 2

Tanggal	$\sqrt{3}$	V	I (A)	Cos ϕ	P (KW)
08/06/2023	$\sqrt{3}$	380	24,67	0,88	14,289
09/06/2023	$\sqrt{3}$	379	24	0,88	13,864
10/06/2023	$\sqrt{3}$	379	24,53	0,88	14,1703
11/06/2023	$\sqrt{3}$	380	25	0,88	14,479
12/06/2023	$\sqrt{3}$	379,5	24	0,88	13,882
13/06/2023	$\sqrt{3}$	378	23,33	0,88	13,441
14/06/2023	$\sqrt{3}$	378	24,2	0,88	13,942
22/06/2023	$\sqrt{3}$	379	24,73	0,88	14,285
23/06/2023	$\sqrt{3}$	379,7	25	0,88	14,476
24/06/2023	$\sqrt{3}$	380	25	0,88	14,479
25/06/2023	$\sqrt{3}$	380	24	0,88	13,9
26/06/2023	$\sqrt{3}$	380,54	24,6	0,88	14,268
27/06/2023	$\sqrt{3}$	381	25	0,88	14,518
28/06/2023	$\sqrt{3}$	380,7	24	0,88	14,506
06/07/2023	$\sqrt{3}$	380	24	0,88	13,9
Rata - Rata					14,15995

Didapat nilai rata-rata daya nominal dari motor nomor 1 dan 2 yaitu sebesar 15,18153 KWatt untuk motor nomor 1 dan untuk motor nomor 2 sebesar 14,15995 KWatt.

Berdasarkan persamaan (2), setelah diketahui waktu pemakaian motor dan daya nominal maka penggunaan energi listrik dapat diketahui. Berikut ini hasil perhitungan dari pemakaian energi listrik dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 untuk perhitungan pemakaian energi listrik pada motor no 1 dan 2.

Tabel 5 Pemakaian Energi listrik Motor No. 1

Tanggal	P (KW)	t	(KWH)
01/06/2023	15,789	19,2	303,1
02/06/2023	15,715	21,3	334,7
03/06/2023	15,638	19,2	300,3
04/06/2023	15,597	19,2	299,5
05/06/2023	15,545	19,2	298,5
06/06/2023	15,465	21,3	329,4
07/06/2023	15,146	19,2	290,8
15/06/2023	15,423	22	339,3
16/06/2023	15,023	23	345,5
17/06/2023	15,001	22	330
18/06/2023	14,653	21,2	310,6
19/06/2023	14,789	22	325,4
20/06/2023	14,479	21,2	307
21/06/2023	14,711	21,2	311,9
29/06/2023	14,749	21,2	312,7
Total			4739

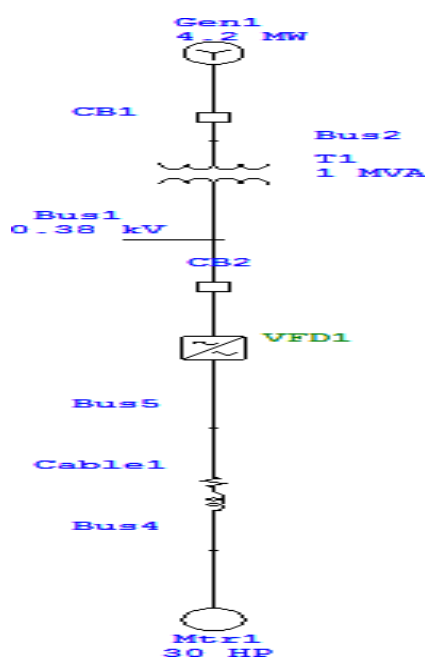
Tabel 6 Pemakaian Energi listrik Motor No.2

Pemakaian Energi listrik Motor No. 2			
Tanggal	P (KW)	t	W (KWh)
08/06/2023	14,289	19,2	274,3
09/06/2023	13,864	21,3	295,3
10/06/2023	14,1703	19,2	272,1
11/06/2023	14,479	19,2	278
12/06/2023	13,882	21,3	295,7
13/06/2023	13,441	21,3	286,3
14/06/2023	13,942	21,3	297
22/06/2023	14,285	21,2	302,8
23/06/2023	14,476	19,2	277,9
24/06/2023	14,479	22	318,4
25/06/2023	13,9	22	305,8
26/06/2023	14,268	23	328,2
27/06/2023	14,518	22	319,4
28/06/2023	14,506	23	333,6
06/07/2023	13,9	22	305,8
Total			4491

Didapat Total pemakaian energi listrik pada motor feed water pump nomor 1 sebesar 4739 kW dan untuk motor feed water pump nomor 2 sebesar 4491 kW.

1. Simulasi Dengan *Software* Etap

Simulasi dengan software etap merupakan untuk menganalisa aliran daya (Load Flow Analysis) dilakukan analisa ini bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan, faktor daya, arus dan aliran daya pada motor induksi yang menggunakan VFD (Variable Frequency Drive) yang akan dianalisa. Untuk memulai simulasi maka diperlukan data – data yang perlu diisikan ke software etap untuk keperluan simulasi load flow seperti: single line diagram, data sumber tegangan, data transformator, data VFD (Variable Frequency Drive), data kabel dan data motor. Berikut ini gambar single line diagram pada software etap.



Gambar 4 simulasi motor feed water pump

Untuk melakukan simulasi motor feed water pump menggunakan VFD (Variable Frequency Drive) pada software etap maka diperlukan data steam pressure untuk mengatur frekuensi pada VFD (Variabel Frekuensi Drive) yang nantinya akan mengatur kecepatan motor, karena semakin tinggi kebutuhan steam maka semakin banyak juga air yang dibutuhkan untuk menghasilkan steam. Berikut ini data steam dan data variable frekuensi sesuai kebutuhan steam.

Kemudian setelah melakukan perhitungan pada kecepatan putar motor selanjutnya akan dilakukan perhitungan pemakaian energi listrik pada motor boiler feed water pump nomor 1 dan 2 menggunakan sistem submerged electrode dengan VFD (Variable Frequency Drive). Yang nantinya akan diketahui seberapa besar energi saving yang didapat dari penggunaan daya pada motor boiler feed water pump dengan menggunakan sistem

submerged electrode dengan VFD (Variable Frequency Drive). dibandingkan menggunakan sistem submerged electrode tanpa VFD (Variable Frequency Drive).

Berikut ini perhitungan simulasi penggunaan energi listrik pada motor boiler feed water pump nomor 1 dan 2 menggunakan sistem submerged electrode dengan VFD (Variable Frequency Drive). pada tanggal 1 juni 2023 sampai dengan 30 juni 2023.

Setelah dilakukan simulasi perhitungan pemakaian energi listrik pada motor feed water pump no. 1 dan 2 didapat total pemakaian energi listrik pada motor no.1 sebesar 3000 kWh dan untuk motor no. 2 sebesar 3096 kWh.

Selanjutnya untuk mengetahui energi saving yang didapat dari motor feed water pump dengan sistem submerged electrode tanpa VFD (Variable Frequency Drive) dengan VFD (Variable Frequency Drive) menggunakan persamaan (4).

a. Berikut ini perhitungan energi saving pada motor feed water pump nomor 1 terdiri dari:

1. Energi penghematan = (energi sebelum penghematan – energi setelah penghematan)
2. Energi penghematan = 4738,627 – 3000
3. Energi penghematan = 1738,627

1. Energi penghematan = 1738,627

$$\text{Energo Saving} = \frac{\text{Total energi penghematan} \times 100\%}{\text{total energi pemakaian}}$$

$$\text{Energi Saving} = \frac{1738,627 \times 100}{4738,627} = 36,7\%$$

$$\text{Energi Saving} = 36,7\%$$

a. Berikut ini perhitungan energi saving pada motor feed water pump nomor 2 terdiri dari:

1. Energi penghematan = (energi sebelum penghematan – energi setelah penghematan)
2. Energi penghematan = 4490,6 – 3096
3. Energi penghematan = 1394,6

$$\text{Energi Saving} = \frac{\text{Total energi penghematan} \times 100\%}{\text{total energi pemakaian}}$$

$$\text{Energi Saving} = \frac{1394,6 \times 100\%}{4490,6}$$

$$\text{Energi Saving} = 31,05\%$$

Hasil analisa energi saving yang didapat pada motor feed water pump nomor 1 dan 2 yang menggunakan system submerged electrode dengan VFD (Variable Frequency Drive) yaitu sebesar 36,7% dan 31,05%.

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisa efisiensi penggunaan daya pada motor *feed water pump* dengan menggunakan *submerged electrode system* pada boiler di PT. XYZ selama 15 hari didapat penggunaan daya pada motor *feed water pump* nomor 1 sebesar 4738,627 KWh dan motor *feed water pump* nomor 2 sebesar 4490,6 KWh.

Tindakan yang perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pada penggunaan motor *feed water pump* adalah dengan cara mengubah sistemnya menggunakan sistem *differential pressure transmitter* dengan VFD (*variable frequency drive*). Simulasi yang dilakukan dengan menggunakan sistem *differential pressure transmitter* dengan VFD (*variable frequency drive*) didapatkan pemakaian energi listrik yang didapat dari perhitungan sebesar 3000 kWh untuk motor nomor 1 dan 3096 kWh untuk motor nomor 2. Persentase efisiensi penggunaan daya yang didapat dari perbandingan menggunakan sistem *submerged electrode* dan *differential pressure transmitter* dengan VFD (*variable frequency drive*) sebesar 36,7 % untuk motor nomor 1 dan 31,05 % untuk motor nomor 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Hindom, S. D., Poeng, R., & lumintang Romels. (n.d.). Pengaruh Variasi Parameter Proses Pemesanan Terhadap Gaya Potong Pada Mesin Bubut Knuth Dm 1000a. *Teknik Mesin*, 4(1).
- Mahrifatika, P., & Darmawan, I. A. (n.d.). Desember 2022 e-ISSN: 2961-936X. In *Jurnal Sains dan Teknologi (SAINTEK)* (Vol. 1, Issue 2). <https://ftuncen.com/index.php/SAINTEK>
- Martias. (2017). Penerapan Dan Penggunaan Alat Ukur Multimeter Pada Pengukuran Komponen Elektronika. *Konferensi Nasional Ilmu Sosial & Teknologi (KNiST)*, 222–226.
- Multi, A., & Febryane, E. (2012). *Penggunaan Variable Speed Drive Pada Motor Induksi Untuk Penghematan Konsumsi Energi Listrik* (Vol. 30, Issue 2).
- Pratiwi, F. R., & Suryanto, A. (2021). Analisis Sistem Grounding Pada Gardu Induk 150kv Temanggung Dengan Simulasi Software Etap. In *Jte Uniba* (Vol. 5, Issue 2).
- Tanjung, A. (2018). Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Phasa Menggunakan Variable Speed Drive (Vsd). *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 2(2), 52–59.
- Widodo, H., Saputra, R., studi Teknik, P., Bumi Akpelni Jl Pawiyatan Luhur, P. I., & Dhuwur, B. (2021). Analisa Power Of Hydrogen Dan Kesadahan Feed Water Boiler Guna
- Meningkatkan Efisiensi Boiler Di Pt. Djarum Kudus. In *Majalah Ilmiah Gema Maritim, e-issn* (Vol. 23, Issue 2). www.e-journal.akpelni.ac.id,