

# ANALISIS PENGHEMATAN DAYA LISTRIK PADA MOTOR UNTUK POMPA PENDINGIN 3 FASA KAPASITAS 6 KV 920 KW MENGUNAKAN *VARIABLE SPEED DRIVE*

Ledyna Meichelia<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu, Blora, 58315

\*E-mail: [ledyna.meichelia.31@gmail.com](mailto:ledyna.meichelia.31@gmail.com)

## ABSTRAK

Pada era modern, perkembangan kemajuan teknologi tumbuh sangat pesat khususnya di bidang sistem tenaga listrik. Pada umumnya mesin listrik digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak, sebagai contohnya yaitu motor induksi. Motor induksi 3 fasa banyak digunakan sebagai penggerak peralatan dengan kecepatan penuh atau relatif konstan. Konsumsi daya pada motor induksi dengan kecepatan konstan lebih besar, hal tersebut menyebabkan pemborosan energi listrik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan suatu cara untuk melakukan rekayasa teknologi menghemat energi listrik. Salah satu cara untuk menghemat pemakaian energi listrik pada saat pengoperasian motor induksi 3 fasa yaitu menggunakan *Variable Speed Drive*. *Variable Speed Drive* dapat mengatur kecepatan motor tersebut dengan cara mengubah frekuensi yang masuk pada motor induksi yang dihubungkan langsung dengan motor induksi 3 fasa. Kecepatan putaran motor dapat diubah-ubah yang menyebabkan konsumsi listrik menjadi lebih kecil. Oleh karena itu pemasangan *Variable Speed Drive* pada motor listrik 3 fasa yang difungsikan sebagai pompa pendingin di PT. Krakatau Chandra Energi yang diambil data-data nya untuk melakukan penelitian masalah ini, sehingga didapatkan penghematan energi sebesar  $\pm 30-33\%$ .

**Kata Kunci :** *Variable Speed Drive*, pompa pendingin, Motor Induksi 3 fasa, frekuensi, penghematan energi

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang sistem tenaga listrik semakin banyak, terutama dalam penggunaan mesin listrik. Motor induksi 3 fasa merupakan jenis motor yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari yaitu sebagai sumber tenaga mesin industri dan rumah tangga. Motor induksi 3 fasa digunakan karena memiliki banyak kelebihan yaitu struktur yang sangat kuat dan sederhana, harga relatif murah dibandingkan dengan motor lainnya. Motor induksi ini memiliki efisiensi tinggi dalam kondisi normal dan perawatannya mudah [1]–[3]

Motor induksi 3 fasa sering digunakan untuk menggerakkan peralatan dengan kecepatan penuh atau relatif konstan. Konsumsi daya motor induksi yang berjalan dengan kecepatan konstan lebih tinggi, sehingga energi listrik dapat terbuang sia-sia. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan suatu tindakan penghematan energi listrik. Salah satu cara untuk menghemat daya saat menggunakan motor 3 fasa adalah dengan menggunakan pengatur kecepatan [4].

Motor induksi 3 fasa merupakan motor yang sederhana dimana hanya dibutuhkan pasokan listrik yang dikoneksikan pada belitan stator, tanpa tambahan peralatan atau medan eksitasi sendiri. Motor induksi dapat dibuat secara ekonomis dan handal, serta dapat juga digunakan dalam kondisi lingkungan yang kurang baik oleh berbagai industri. Motor induksi dapat *start* secara mandiri dan kebanyakan dapat dioperasikan dengan metode *direct on line*, yang merupakan fitur penting bahwa bisa terus beroperasi bahkan dengan gangguan signifikan pada pasokan listrik [5], [6]

Saat menggunakan frekuensi yang tetap, pasokan listrik utama akan membuat kecepatan motor tetap, kecepatan motor hanya akan sedikit berubah meskipun ketika ada perubahan pada beban dan torsi. Motor juga mampu menerima tingkat kelebihan beban yang tinggi tanpa rusak ataupun trip [7], [8]

*Variable Speed Drive* dapat menyesuaikan kecepatan motor dengan mengubah frekuensi *input* motor induksi, yang terhubung langsung ke motor induksi 3 fasa [9]. Sederhananya, penggerak kecepatan variabel ini mengubah frekuensi ke frekuensi yang lebih rendah atau lebih tinggi dengan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dan kemudian mengubahnya kembali menjadi tegangan AC tetapi pada frekuensi yang berbeda. Dengan menggunakan kecepatan variabel, kecepatan motor dapat divariasikan, sehingga dapat mengurangi konsumsi energi listrik [10], [11]. Oleh karena itu, variabel kecepatan dipasang pada motor listrik 3 fasa yang berfungsi sebagai pompa pendingin untuk pembangkit listrik pada PT. Krakatau Chandra Energi.

## 2. METODE

### A. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, dikarenakan nantinya akan melakukan investigasi secara sistematis yang dimana akan didapatkan data - data dari pengukuran di lapangan. Data-data tersebut nantinya akan dibandingkan dan diukur melalui perhitungan sebagai bahan analisis.

Penelitian ini akan membahas mengenai Analisis Penghematan Daya Listrik pada pompa pendingin menggunakan *Variable Speed Drive*. Data - data yang diambil menggunakan data aktual di lapangan berdasarkan pengukuran dan pencatatan dari operator lokal. Nantinya setelah data diperoleh maka dapat dilihat apakah *Variable Speed Drive* dinilai efisien dalam melakukan penghematan energi listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penghematan daya listrik terkait pemasangan *Variable Speed Drive* pada pompa pendingin (motor induksi 3 fasa). Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan rencana yang mencakup tahapan - tahapan penelitian, yang dipaparkan pada Gambar 1. Berikut merupakan tahapannya :

#### 1. Studi Literatur

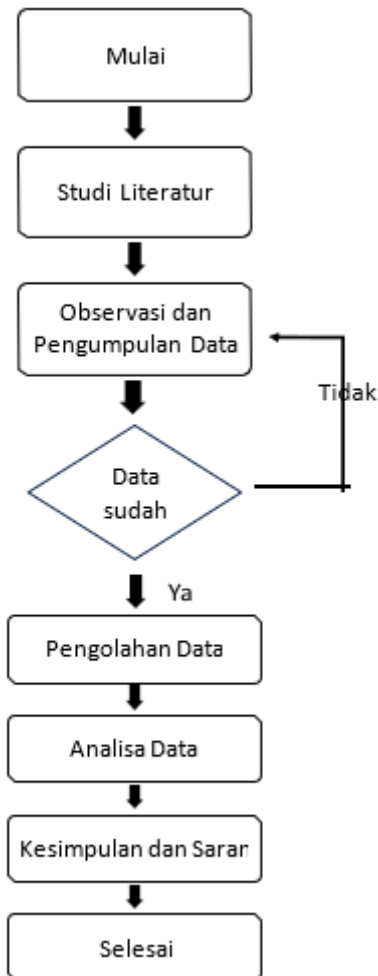
Melakukan pengkajian terhadap data data informasi yang diperoleh apakah relevan dengan topik penelitian yang diambil. Data - data tersebut bisa berupa dasar teori, spesifikasi objek yang diteliti serta pembahasan dalam penulisan laporan.

#### 2. Diskusi dan Konsultasi

Melakukan diskusi dan konsultasi dengan dosen pembimbing serta rekan kerja di ruang lingkup kerja PT. Krakatau Chandra Energi agar didapatkan penjelasan serta pemahaman materi yang dibahas dalam penelitian.

#### 3. Observasi

Pengumpulan data serta mempelajari secara langsung peralatan yang ada di lapangan untuk keperluan penelitian seperti : spesifikasi motor listrik 3 fasa, spesifikasi VSD, desain *single line diagram*, *circuit breaker*, *module control*, instrumen dan lain sebagainya.



**Gambar 1. Diagram Alir**

4. Pengumpulan dan Kuantifikasi Data  
Merencanakan dan mengumpulkan data menggunakan alat ukur serta mengelola data tersebut agar terkelompok menjadi data - data yang akan dianalisa. Ada 2 jenis data yang akan diperoleh yaitu:
  - a) Data Primer  
Data yang diambil sendiri untuk dijadikan bahan analisis dan diolah. Pada penelitian ini peneliti tidak mencantumkan data primer.
  - b) Data Sekunder  
Data yang telah dikumpulkan oleh instansi atau perusahaan dan dijadikan bahan analisis seperti data teknis motor listrik 3 fasa, data teknis *Variable Speed Drive*, *Single Line Diagram*, data pemakaian konsumsi listrik dan data-data pendukung lainnya.
5. Pengolahan Data  
Pengolahan data dilakukan setelah data-data tersebut diperoleh. Data-data tersebut diolah menjadi sebuah perhitungan yang dapat dianalisa untuk diambil kesimpulan apakah pemasangan *Variable Speed Drive* pada pompa pendingin ini dianggap tepat guna dalam segi penghematan daya listrik.
6. Analisis Data  
Analisis data diolah untuk kemudian digunakan menjadi informasi dan acuan dalam perbaikan sistem, dan pengambilan kesimpulan akhir dalam penelitian.

## B. Alat Penelitian

Adapun alat penelitian yang terdapat pada sistem *Variable Speed Drive*, dan spesifikasinya dipaparkan pada Tabel 1, yaitu :

- a) Motor Induksi VC 14
- b) Motor Induksi VC 15
- c) Motor Induksi VC 16
- d) Panel *Variable Speed Drive*
- e) kWh Meter
- f) Komputer
- g) *Circuit Breaker*
- h) Alat Pelindung Diri
- i) *Form* Pencatatan

**Tabel 1. Spesifikasi Teknis Motor Pompa VC**

Tegangan	6.000 V (6 kV)
Tipe	1LA 3369
Belitan	Y
Arus	122 A
Daya	920 kW
Cos Phi ( $\phi$ )	0,76
Kecepatan (RPM)	495
IP	54
Class	F
Frekuensi	50 Hz
Output	18.700m <sup>3</sup> /h

## 3. PEMBAHASAN

### A. Data

Pada pembahasan ini akan dibahas mengenai pengambilan data-data primer dan sekunder, serta pengolahan data-data tersebut sehingga dapat dianalisis dan dapat ditarik sebuah kesimpulan dan saran dari analisis tersebut

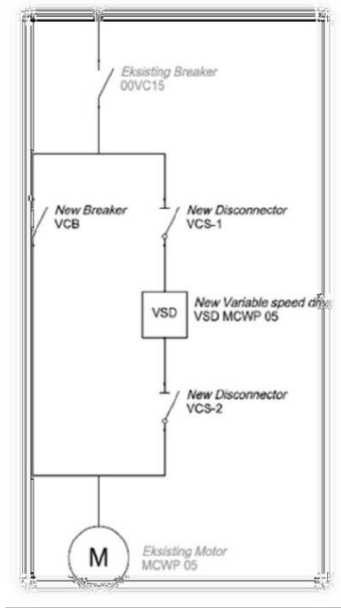
#### A. 1 Data Sistem Motor dan *Variable Speed Drive*

Motor Pompa pendingin 3 fasa dengan *alfa numeric* VC15 ini telah dilengkapi dengan *Variable Speed Drive* dimana motor pompa ini akan memompakan air laut dari pipa menuju ke pembangkit listrik tenaga gas dan uap. Air laut ini difungsikan sebagai pendingin sistem pembangkit serta untuk pendinginan pada *condenser* yang berfungsi untuk merubah fase uap menjadi air demin kembali.

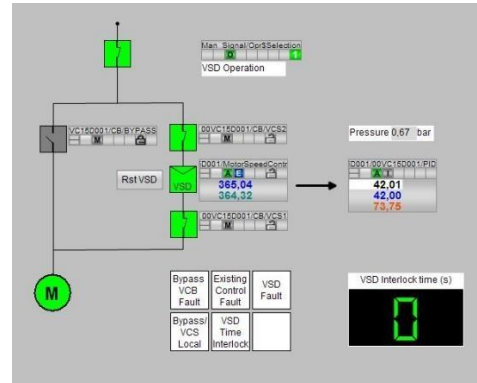
Data dari Motor Pompa VC15 ini didapatkan melalui *name plate* yang ada pada motor. Dengan daya yang dimiliki oleh pompa sebesar 920 kW merupakan daya yang terbilang cukup besar dalam suatu pompa. *Variable Speed Drive* dapat melakukan penghematan dengan cara mengatur kecepatan putaran motor sesuai dengan kebutuhan dari suplai air laut.

Gambar 2 dan 3 merupakan mode operasi dari pompa VC15 yang dilengkapi dengan *Variable Speed Drive* dimana bisa menentukan operasi motor pompa VC15 menggunakan *Variable Speed Drive* ataupun tanpa menggunakan *Variable Speed Drive* atau bypass dan biasa disebut dengan *Direct On Line (DOL)*. Saat menggunakan *Variable Speed Drive* maka kontaktor VCS- 1 dan VCS-2 harus dipastikan *close/ON*. Selanjutnya ON ataupun OFF pompa VC15 menggunakan *circuit breaker* tipe oli (*existing breaker*). Saat motor pompa

VC15 sudah beroperasi maka akan bisa diatur kecepatannya dengan HMI, berikut tampilan HMI *Variable Speed Drive*.



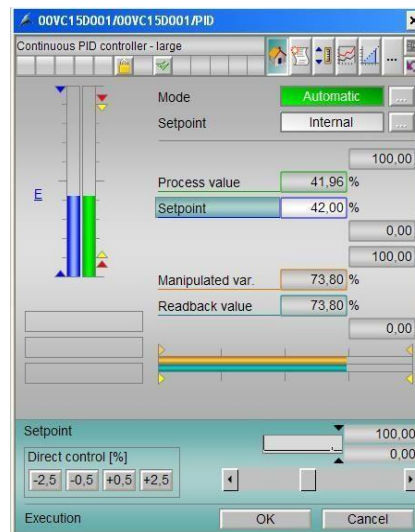
**Gambar 2. Mode Operasi Pompa VC15**



**Gambar 3. HMI pada *Variable Speed Drive***

### A.2 Data Pengaturan Kecepatan Terhadap Daya Motor

Dengan mengatur kecepatan motor menggunakan *Variable Speed Drive* maka dapat dilakukan penghematan yang signifikan. Sesuai pada gambar 4 dengan *set point* sebagai nilai yang akan dicapai, sementara nilai aktual yaitu pada *process value*. Mengatur kecepatan dari motor bisa dilakukan dengan *direct control (%)*. Gambar 4 merupakan tampilan pengaturan kecepatan motor pompa pendingin.



**Gambar 4. Tampilan Pengaturan Kecepatan Motor Pompa Pendingin**

**Tabel 2. Data Pengetesan VSD VC15**

NO	Set Point (%)	Set Point (Bar)	Pressure (Bar)	Speed (RPM)	Current (%)	AUX	kVA	kW
1	32	0.50	0.51	285	14	63	642,6	481,95
2	34,5	0.55	0.56	298	16	64	652,8	489,6
3	37,5	0.60	0.60	308	17	65	663	497,25
4	40,5	0.65	0.65	322	19	67	683,4	512,55
5	43,5	0.70	0.70	332	20	69	703,8	527,85
6	46,5	0.75	0.75	342	23	71	724,2	543,15
7	50	0.80	0.80	352	25	72	734,4	550,8
8	53	0.85	0.85	363	27	74	754,8	566,1
9	56	0.90	0.90	372	29	77	785,4	589,05
10	59,5	0.95	0.95	381	32	79	805,8	604,35
11	62,5	1.00	1.00	391	35	81	826,2	619,65
12	65,6	1.05	1.05	398	37	83	846,6	634,95
13	68,5	1.10	1.10	407	40	86	877,2	657,9
14	71,5	1.15	1.15	416	43	88	897,6	673,2
15	75	1.20	1.20	423	47	91	928,2	696,15

Pada tabel 2 tersebut dijelaskan *pressure* (bar) merupakan tujuan akhir dari pengaturan kecepatan motor pompa VC15. Saat kecepatan motor 423 RPM, *pressure* yang terbaca pada pipa sudah mencapai 1,2 bar. Hal ini membuat kurang efisien, dikarenakan kebutuhan suplai air laut hanya perlu 0,8 bar. Maka saat *Variable Speed Drive* diatur dengan kecepatan 352 RPM, *pressure* pada pipa sudah terbaca 0,8 dengan motor yang menyerap daya sebesar 550 kW. Hal ini sudah dilakukan penghematan dimana spesifikasi daya pada motor sebesar 920 kW. Penghematan yang dilakukan sebesar 370 kW yang membuat penambahan *Variable Speed Drive* pada pompa VC15 hal yang tepat.

### A. 3 Data Serapan Daya Motor Tanpa *Variable Speed Drive*

Pada pembahasan serapan daya motor diperlukan perbandingan motor yang dilengkapi *Variable Speed Drive* dan motor yang tidak dilengkapi *Variable Speed Drive*. Pada PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi memiliki 6 pompa pendingin air laut yang memiliki *Alpha Numeric*, antara lain, VC11, VC12, VC13, VC14, VC15, VC16. Pompa tersebut merupakan pompa yang identik dan hanya pompa VC15 yang pada sisi motor dilengkapi oleh *Variable Speed Drive*.

Pembahasan serapan daya motor, mengambil motor yang tidak dilengkapi oleh *Variable Speed Drive* yaitu VC14 & VC16, hal ini dikarenakan diperlukannya servis rutin yang menyebabkan pola operasi motor bergantian. Berikut merupakan tabel hasil pengukuran nilai konsumsi listrik atau daya pada motor yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Konsumsi Daya Motor Non VSD**

MEI 2023				
TANGGAL	kWh	kWh/Hari	Jam Operasi	Keterangan
1	762	18.284	24 Jam	
2	769	18.452	24 Jam	
3	760	18.236	24 Jam	
4	765	18.356	24 Jam	
5	775	18.596	24 Jam	
6	768	18.428	24 Jam	
7	766	18.380	24 Jam	
8	764	18.332	24 Jam	
9	767	18.404	24 Jam	
10	766	18.380	24 Jam	

11	771	18.500	24 Jam	
12	760	18.236	24 Jam	
13	748	17.948	24 Jam	
14	743	17.828	24 Jam	
15	769	18.452	24 Jam	
16	763	18.308	24 Jam	
17	764	18.332	24 Jam	
18	747	17.924	24 Jam	
19	766	18.380	24 Jam	
20	762	7.147	9 Jam 38 Menit	Motor VC16 trip dan di start kembali
21	761	6.253	8 Jam 22 Menit	Motor VC16 trip dan di start kembali
22	771	14.108	18 jam 3 Menit	Motor VC16 trip dan di start kembali
23	781	18.740	24 Jam	
24	784	18.812	24 Jam	Motor VC16 Stop dan VC14 Start
25	757	18.167	24 Jam	
26	767	18.410	24 Jam	
27	766	18.388	24 Jam	
28	763	18.316	24 Jam	
29	762	18.290	24 Jam	
30	764	18.338	24 Jam	
31	768	18.434	24 Jam	
Rata <sup>2</sup> :				
	$\overline{\Sigma}764,48$	$\overline{\Sigma}17.456,74$		
Total :	$\Sigma$ 541.159	708 Jam 3 Menit		

Pada tanggal 20, 21 dan 22 Mei 2023 motor VC16 (non VSD) sempat melakukan trip atau mati dan dioperasikan kembali. Setelah dilakukan pengambilan data selama satu bulan pada motor pompa VC yang tidak dilengkapi *Variable Speed Drive*, maka didapatkan nilai yaitu :

*Average* kWh dalam 1 bulan : 764,48 kWh

*Average* total konsumsi kWh/Hari dalam 1 bulan : 17.456,74 kWh

Total konsumsi daya dalam 1 bulan : 541.159 kWh

Total akumulasi motor VC Non VSD beroperasi : 708 Jam 3 Menit

#### **A. 4 Data Serapan Daya Motor Menggunakan *Variable Speed Drive***

Pengukuran total konsumsi daya pada motor untuk pompa pendingin yang dilengkapi *Variable Speed Drive* memiliki *alfa numeric* yaitu VC15. Konsumsi daya pada motor VC15 diukur menggunakan power meter & energi meter acuvim. Pengukuran ini dicatat per hari untuk mengetahui nilai konsumsi daya dari motor VC15. Berikut merupakan tabel hasil pengukuran nilai tegangan dan arus pada motor VC16 yang ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Pengukuran Konsumsi Daya Pada Motor VC15 Bulan September**

SEPTEMBER 2022				
TANGGAL	kWH	kWH/Hari	JAM OPERASI	KETERANGAN
1	480,47	9.628,7	20 Jam 4 Menit	Perbaikan pompa VC15
2	515,78	12.378,6	24 Jam	
3	517,89	12.429,4	24 Jam	
4	511,50	12.275,9	24 Jam	
5	522,94	12.550,6	24 Jam	
6	516,01	12.384,3	24 Jam	
7	513,43	12.322,3	24 Jam	
8	509,63	12.231,2	24 Jam	
9	508,05	12.193,2	24 Jam	
10	512,16	12.291,9	24 Jam	
11	513,88	12.333,1	24 Jam	
12	511,18	12.268,4	24 Jam	
13	512,04	12.288,9	24 Jam	
14	511,57	12.277,6	24 Jam	
15	507,59	12.182,1	24 Jam	
16	515,89	12.381,3	24 Jam	
17	513,21	12.317	24 Jam	
18	517,44	12.418,5	24 Jam	
19	511,70	12.280,8	24 Jam	
21	515,78	12.378,7	24 Jam	
22	518,91	12.453,8	24 Jam	
23	514,24	12.341,7	24 Jam	
24	509,95	12.238,9	24 Jam	
25	509,96	12.239,1	24 Jam	
26	511,43	11.507,1	22 Jam 50 Menit	Perbaikan pompa VC15
27	519,02	12.456,5	24 Jam	
28	504,15	12.099,7	24 Jam	
29	512,67	12.304	24 Jam	



30	513,15	12.315,5	24 Jam	
Rata <sup>2</sup> :	$\Sigma$ 512,33	$\Sigma$ 12.206,87		
Total :	$\Sigma$ 366.206,2	714 Jam 54 Menit		

Pada tanggal 1 dan 26 September 2022 motor VC15 dilakukan servis yang menyebabkan motor VC15 berhenti beroperasi sesaat. Setelah dilakukan pengambilan data selama satu bulan pada motor pompa VC15 yang dilengkapi *Variable Speed Drive*, maka didapatkan nilai yaitu:

<i>Average</i> kWh dalam 1 bulan	:	512,33 kWh
<i>Average</i> total konsumsi kWh/Hari dalam 1 bulan	:	12.206,87 kWh
Total konsumsi daya dalam 1 bulan	:	366.206,2 kWh
Total akumulasi motor VC15 beroperasi	:	714 Jam 54 Menit

## B. Analisis Data

Perhitungan pengaruh *Variable Speed Drive* pada motor untuk pompa pendingin yang diambil dari air laut ini, berdasarkan data selisih konsumsi listrik antara motor yang dilengkapi *Variable Speed Drive* dengan motor yang tidak dilengkapi *Variable Speed Drive*. Maka dapat dihitung penghematan yang telah dihasilkan dengan adanya pemasangan *Variable Speed Drive* pada salah satu motor yaitu motor VC15.

Perhitungan penghematan dilakukan dengan melihat nilai tarif PLN dimana PT.Krakatau Chandra Energi memiliki golongan tarif pada PLN yaitu I-4/TT. Golongan I-4/TT memiliki batas daya 30.000 kVA atau 30 mVA yang memiliki biaya pemakaian (Rp/kWh) yaitu Rp996,74. Selain itu biaya pemakaian (Rp/kWh) untuk Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dan Waktu Beban Puncak (WBP) pada Golongan I-4/TT memiliki tarif yang sama yaitu Rp996,74.

### B.1 Perhitungan Pengaruh Penghematan *Variable Speed Drive*

1. Total penghematan kWh yang dilakukan setelah motor VC15 dipasang *Variable Speed Drive* dalam 1 bulan yaitu: *Average* penghematan kWh dalam 1 bulan

$$\begin{aligned} P_{Saving} &= P_{Non\ VSD} - P_{VSD} \\ &= 764,37\ kWh - 512,33\ kWh \\ &= 252,04\ kWh \end{aligned} \quad (1)$$

Biaya *average* penghematan kWh dalam 1 bulan sesuai dengan rumus yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pemakaian Listrik} &= \text{Daya (kWh)} \times \text{Tarif per satuan} \\ &= 252,04\ kWh \times Rp996,74 \\ &= Rp251.218 / \text{Jam} \end{aligned} \quad (2)$$

Presentase penghematan kWh dalam 1 bulan

$$\begin{aligned} \% \text{ Penghematan} &= \frac{P_{Non\ VSD} - P_{VSD}}{P_{Non\ VSD}} \times 100 \% \\ &= \frac{764,37 - 512,33}{764,37} \times 100 \% \\ &= \frac{252,04}{764,37} \times 100 \% \\ &= 32,97\% \end{aligned} \quad (3)$$

2. Total penghematan kWh/Hari yang dilakukan setelah motor VC15 dipasang *Variable Speed Drive* dalam 1 bulan.

*Average* penghematan total konsumsi kWh/Hari dalam 1 bulan, dengan Pers. (1) didapatkan 5.249,87 kWh. Dengan biaya *average* penghematan total konsumsi kWh/Hari dalam 1 bulan menggunakan Pers. (2) didapatkan Rp 5.232.755 / Hari. Presentase penghematan kWh/Hari dalam 1 bulan menggunakan Pers. (3) didapatkan 30,07%.

3. Total penghematan Konsumsi daya yang dilakukan setelah motor VC15 dipasang *Variable Speed Drive* dalam 1 bulan yaitu 174.952,8 kWh
4. Biaya *average* penghematan total konsumsi daya dalam 1 bulan  
*Average* penghematan total konsumsi daya dalam 1 bulan Rp174.382.454 / Bulan .  
 Presentase penghematan total konsumsi daya dalam 1 bulan 32,33%.

## B.2 Perhitungan Perbandingan Total Biaya Listrik

Untuk mengetahui nilai pengematan yang didapatkan maka diperlukan membandingkan data hasil pengukuran nilai kWh dengan nilai tagihan listrik perbulannya. Nilai presentase keuntungan yang didapatkan juga berfungsi agar dibutuhkan berapa lama agar dapat membeli *Variable Speed Drive* baru yang digunakan pada motor pompa lain yang belum dilengkapi *Variable Speed Drive*. Nilai *Average* tagihan listrik bulanan yang dibayarkan oleh PT. Krakatau Chandra Energi yaitu Rp14.594.487.231. Maka perbandingan persentase penghematan *Variable Speed Drive* terhadap tagihan listrik PT. Krakatau Chandra Energi yaitu :

1. Persentase Total Pemakaian Listrik Motor Non *Variable Speed Drive* Terhadap Tagihan Listrik Selama 1 Bulan yaitu Rp539.394.822 / Bulan.  
 Persentase pemakaian listrik non *Variable Speed Drive* terhadap pemakaian keseluruhan beban listrik yaitu 3.7%. Maka didapatkan nilai Persentase total pemakaian listrik motor yang tidak dilengkapi *Variable Speed Drive* terhadap pemakaian keseluruhan beban pada PT. Krakatau Chandra Energi yaitu sebesar 3,7%.  
 Persentase total pemakaian listrik motor *Variable Speed Drive* terhadap tagihan listrik selama 1 bulan Rp354.026.182 / Bulan.  
 Sedangkan nilai persentase total pemakaian listrik motor yang tidak dilengkapi *Variable Speed Drive* terhadap pemakaian keseluruhan beban pada PT. Krakatau Chandra Energi yaitu sebesar 2,43 %. Dengan ini dapat dilihat bahwa pemakaian *Variable Speed Drive* pada motor untuk pompa pendingin merupakan hal yang tepat dikarenakan dapat mengurangi pemakaian listrik yang cukup signifikan.
2. Persentase total selisih penghematan listrik motor Non *Variable Speed Drive* dengan motor *Variable Speed Drive* terhadap tagihan listrik selama 1 bulan Rp174.382.454 / Bulan. Maka didapatkan nilai persentase total selisih pemakaian listrik motor yang tidak dilengkapi *Variable Speed Drive* dengan motor *Variable Speed Drive* terhadap pemakaian keseluruhan beban pada PT. Krakatau Chandra Energi yaitu sebesar 1,2 %. Dengan ini dapat dilihat penghematan dapat terjadi saat PT. Krakatau Chandra Energi menggunakan motor VC15 yang dilengkapi *Variable Speed Drive*.

## C. Perhitungan Pemeliharaan *Variable Speed Drive*

Dalam hal pemeliharaan dipasangnya *Variable Speed Drive* pada motor VC15 di PT. Krakatau Chandra Energi terdapat biaya pemeliharaan rutin yang biasa dilakukan dalam kurun waktu satu bulan sekali, Hal itu meliputi:

1. Pengecekan *visual* indikator untuk komunikasi dan kesehatan pada sistem.
2. Membersihkan terminasi dan *hardware*.
3. Pengencangan terminasi.
4. Penggantian *filter* udara untuk panel.
5. Membersihkan kipas pendingin untuk panel.
6. Dokumentasi indikator atau sinyal yang ada pada sistem.

Agar aktivitas pemeliharaan rutin dapat dilakukan dengan baik maka diperlukan tenaga kerja dan peralatan. Untuk perhitungan biaya pemeliharaan *Variable Speed Drive* tiap bulan yaitu:

**Tabel 4 Komponen dan Biaya dalam Melakukan Perawatan Rutin Tiap Bulan**

No.	Komponen	Jumlah	@ Harga	Harga Total
1	Tenaga Kerja	4 orang	Rp200.000/Hari	Rp800.000

2	Filter Udara AHU 50cm x 50cm	3 buah	Rp50.000	Rp150.000
Total :				Rp950.000

Dikarenakan *Variable Speed Drive* tersusun dari komponen-komponen elektronik yang dalam hal perawatannya yang cukup mudah, tidak memerlukan biaya yang cukup mahal. *Filter* udara pada panel kerap ditemukan debu dan kotoran yang menyebabkan kondisi panel panas, maka perlu diganti tiap bulannya. Selain itu untuk peralatan lainnya sudah dianggarkan dalam biaya pembelian *Variable Speed Drive* di awal.

#### D. Analisis Titik Impas

Analisis titik impas (*Break Even Point*) pada perhitungan penghematan menggunakan *Variable Speed Drive* yaitu untuk mengetahui dalam berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk dapat mengembalikan biaya pembelian *Variable Speed Drive*. Harga dari *Variable Speed Drive* sebesar Rp5.000.000.000 yang dimana jika dengan menggunakan *Variable Speed Drive* mendapatkan keuntungan *average* perbulan yaitu Rp174.382.454. Serta untuk perawatan rutin tiapbulannya yaitu Rp950.000 Maka sesuai dengan perhitungan ekonomi teknik :

*Back Periode*

$$BEF = \frac{Rp\ 5.000.000.000}{Rp\ 174.382.454 - Rp\ 950.000}$$

$$= 28.3$$

Sehingga diperlukan  $\pm 29$  bulan atau  $\pm 2$  tahun 5 bulan untuk dapat mengembalikan pengeluaran pembelian *Variable Speed Drive*.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data, pengolahan data dan analisis data. Maka dapat disimpulkan bahwa dengan dilakukan pemasangan *Variable Speed Drive* pada Motor VC15, terjadi penghematan dengan mengatur kecepatan motor menjadi 352 RPM yang dapat membuat tekanan air laut pada pipa menjadi 0.8 bar. Maka penghematan dapat terjadi dikarenakan motor hanya menyerap daya sebesar 550kW yang dimana spesifikasi motor sebesar 920kW. Maka penghematan yang terjadi sebesar 370kW. Persentase penghematan dengan membandingkan antara motor *Variable Speed Drive* dengan motor yang tidak dilengkapi *Variable Speed Drive* mencapai hingga 30-33% perbulan melalui perhitungan yang terdapat pada pembahasan. Pemakaian listrik keseluruhan pada PT. Krakatau Chandra Energi dengan adanya *Variable Speed Drive* dapat turun hingga 1,2% per bulan, yang membuat tagihan listrik lebih berkurang. Biaya Pemeliharaan rutin *Variable Speed Drive* <1% dari total penghematan tiap bulan. Dengan keuntungan perbulan yang mencapai Rp174.382.454 pada perhitungan yang terdapat pada pembahasan, selama  $\pm 29$  bulan atau  $\pm 2$  Tahun 5 Bulan dilakukan pengoperasian motor VC15 yang dilengkapi *Variable Speed Drive* dapat membeli *Variable Speed Drive* yang baru untuk motor VC yang belum dilengkapi oleh *Variable Speed Drive*.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. F. Hafsari, “Analisis Potensi Penghematan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Phase Di Finfan Closed Cooling,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3, pp. 434–439, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3158.
- [2] H. SUYUTI, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” pp. 5–10, 2019.
- [3] S. H. Prawira, “Analisis Efisiensi Daya Motor 3 Phase Sebagai Penggerak Boiler Penghisap Abu PT Industri Invilon Sagita,” *Eprints.Pancabudi*, vol. 83, no. 1, pp. 1–83, 2021. [Online]. Available: <http://eprints.pancabudi.ac.id/id/eprint/198>
- [4] R. Rusdi, Gilang Arrachman, and Bustani, “Evaluasi Pengendalian Kecepatan Putaran Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive ATV61 Terhadap Penghematan Energi Pada PLTGU Tanjung Batu,” *PoliGrid*, vol. 4, no. 2, pp. 68–74, 2023, doi: 10.46964/poligrd.v4i2.31.
- [5] M. Idrus, “Pengertian Motor Listrik 3 Phase & Terdiri dari Komponen-komponen,” 2023, 2023. <https://gearmotorindo.com/pengertian-motor-listrik-3-phase-terdiri-dari-komponen-komponen/>
- [6] B. P. H. dan E. Nurcahyo, “Analisis Hemat Energi Pada Inverter Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa,” *Elektrika*, vol. 1, no. no.1, pp. 1–9, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/elektrika>
- [7] M. M. Aswad Alfian, A. Fitriati, S. Mustafa, and P. Studi Teknik Listrik Politeknik Bosowa, “Pengaruh Perubahan Frekuensi Dalam Sistem Pengendalian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Variable Frequency Drive (Vfd) Terhadap Arus Kumparan Motor,” *J. Electr. Enginering*, vol. 4, no. 2, pp. 43–49, 2023.
- [8] iecmotores-dongchun, “No Title,” 10 januari 2023, 2023. <https://iecmotores.com/id/how-does-the-power-of-the-variable-frequency-motor-change-when-the-speed-changes/>
- [9] Ihsan Faturrohman and Mohammad Fatkhurrohman, “Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3fasa Dengan Mengatur Frekuensi Menggunakan VSD di PERUMDAM Tirta Madani Serang,” *J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 46–56, 2023, doi: 10.58169/saintek.v2i1.135.
- [10] R. A. Rangkuti, A. Atmam, and E. Zondra, “Studi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Phasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC),” *J. Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 121–128, 2020, doi: 10.31849/teknik.v14i1.2295.
- [11] R. A. Farouq, “Penggunaan Variable Speed Drive (VSD) Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa,” 2023, 2023. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/13564/>