

## ANALISIS MOTOR COMPRESSOR SEBAGAI ALAT DALAM REFRIGERANT SYSTEM UNTUK MENURUNKAN TEKANAN DI DALAM TANKI AMMONIA DI PT. PETROKIMIA GRESIK

Mochamad Wahyudi<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45, Surabaya 60118

Telp: 031 593 1800, Fax: 031 5927817

E-mail: wmochamad39@gmail.com

### ABSTRAK

Ammonia didalam tanki yang menguap berbentuk vapour membuat tekanan dalam tanki berkisar antara 45-50 gr/cm<sup>2</sup> yang selanjutnya akan diturunkan dengan proses yang bernama refrigerant system, proses refrigerant system sendiri yakni bermula dari ammonia vapour yang berada didalam tanki dipindahkan ke dalam tanki penampungan yang bernama suction drum dengan kode 32-D 802 yang selanjutnya akan dikompresikan oleh compressor dengan kode 32-MC 801 dan ditampung di oil separator yang bertujuan untuk mengikat ammonia vapour agar mudah motor compressor untuk mengkompresikannya, setelah dikompresikan oleh motor compressor 32 MC 801, menghasilkan ammonia vapor bertekanan 10-12 kg/cm<sup>2</sup> yang selanjutnya diproses ke dalam tanki liquid receiver dengan kode 32-D 806 setelah melalui tanki liquid receiver ammonia sudah dalam bentuk liquid tetapi masih dalam temperatur yang panas yakni bersuhu ruangan antara 27-30° C setelah itu ammonia liquid masuk ke tanki ekonomizer dengan kode 32-E 803 ammonia masuk ekonomizer dengan 2 jalur yakni pipe line 4" dan 2", pipe line 2" pembukaannya diatur oleh control valve LCV-101. Setelah keluar dari dalam proses di ekonomizer ammonia bersuhu -6°C, selanjutnya ammonia diturunkan lagi temperaturnya dengan masuk tanki re evaporator dengan kode 32-E 805 yang hasilnya ammonia liquid bersuhu -10°C, di re evaporator ammonia yang gagal menjadi liquid dan masih berbentuk vapor akan diproses kembali dari awal dengan masuk kedalam tanki suction drum sedangkan ammonia yang bersuhu -10°C akan kembali masuk ke dalam tanki penyimpanan untuk didistribusikan ke unit proses sebagai bahan baku pembuatan pupuk.

**Kata Kunci:** Ammonia, Motor Compressor, Tanki, Refrigerant System, Suhu. Vapour.

### 1. PENDAHULUAN

Petrokima Gresik merupakan salah satu produsen pupuk terbesar dan terlengkap di Indonesia. Salah satu bahan pembuatan pupuk yakni Ammonia. Sebelum digunakan untuk bahan baku pembuatan pupuk ammonia ditampung didalam tanki yang berdiameter 26 m dan tinggi 23,5 m, dengan sifat alamiah ammonia yang mudah sekali menguap dari wujud awal liquid menguap menjadi gas, menjadikan ammonia memerlukan penanganan khusus dalam penyimpanannya. Penguapan ammonia dari wujud liquid menjadi gas dalam tanki menyebabkan tekanan pada tanki naik, untuk mengatasi hal tersebut diterapkannya refrigerant system atau sistem pendinginan yang bertujuan untuk mengubah ammonia yang berwujud gas kembali ke wujud semula menjadi wujud

liquid agar tekanan dalam tanki menurun.

#### 1.1 Metodologi.

Metodologi tugas akhir ini di lakukan dengan :

- Tahapan pertama yaitu studi literatur dan pengumpulan data dengan melakukan penggalan masalah yang muncul dengan mengkolerasikan dengan teori-teori yang ada
- Tahapan kedua dilanjutkan dengan pengolahan data seperti menghitung presentase slip, torsi motor, dan memonitoring kenaikan pressure serta menganalisis energi yang digunakan oleh motor compressor tiap harinya.
- tahapan ketiga yakni menganalisis masalah yang dapat mengganggu kinerja motor compressor serta kendala yang menyebabkan kenaikan pressure tanki dan mencari penyelesaian masalah dan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

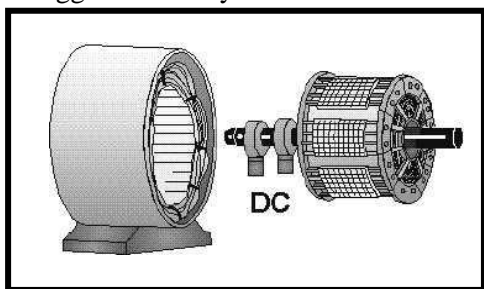
## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Motor AC

Motor AC adalah sebuah motor listrik yang digerakkan oleh *Alternating Current* atau arus bolak balik (AC). Umumnya, motor AC terdiri dari dua komponen utama yaitu stator dan rotor. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada motor DC, stator adalah bagian yang diam dan letaknya berada di luar. Stator mempunyai coil yang di aliri oleh arus listrik bolak balik dan nantinya akan menghasilkan medan magnet yang berputar. Bagian yang kedua yaitu rotor. Rotor adalah bagian yang berputar dan letaknya berada di dalam (di sebelah dalam stator). Rotor bisa bergerak karena adanya torsi yang bekerja pada poros dimana torsi tersebut dihasilkan oleh medan magnet yang berputar. Motor AC dibedakan menjadi dua macam yakni.

#### A. Motor AC Sinkron

Motor sinkron adalah motor AC yang bekerja dengan kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan dayanya dan memiliki torsi awal rendah, oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekwensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistim, sehingga sering digunakan pada sistim yang menggunakan banyak listrik



Gambar 1. Motor AC Sinkron

Komponen utama motor sinkron adalah :

- **Rotor.** Perbedaan utama antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan

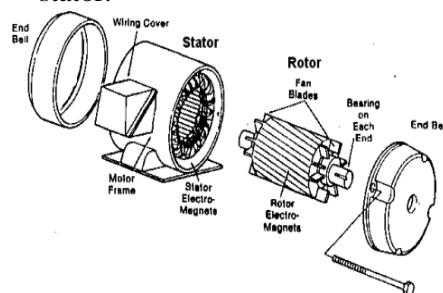
yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini dapat menyebabkan medan magnet rotor tidak terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen atau arus DC, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.

- **Stator.** Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekwensi yang dipasang.

#### B. Motor AC Induksi

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri.

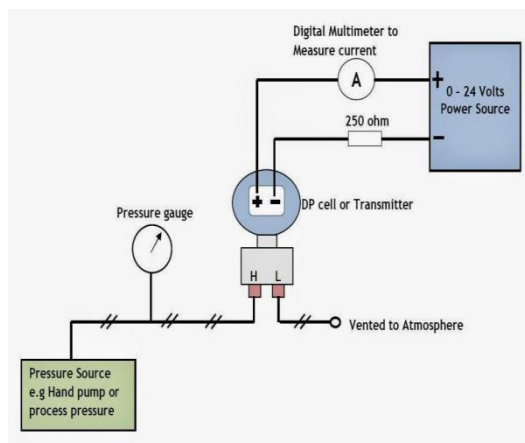
Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama yaitu rotor dan stator.



Gambar 2. Motor Induksi

### 2.2 Pressure Transmitter

Pressure transmitter merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur tekanan. Proses pengukuran tersebut sebenarnya merupakan proses perubahan suatu nilai ke nilai yang lain. Sebagai contoh, perubahan bentuk dari sensor diubah menjadi keluaran elektrik seperti tegangan atau arus. *Pressure transmitter* juga dilengkapi rangkaian pengkondisian sinyal, sehingga sinyal keluaran dari sensor tersebut dapat ditransmisikan. Cara mentransmisikan sinyal keluaran tersebut pada umumnya menggunakan kabel. Namun pada beberapa model, sinyal keluaran tersebut ditransmisikan melalui jaringan nirkabel.



Gambar 3. Pressure Transmitter

### 3. PENULISAN

#### 3.1 Motor Compressor 32-MC 801

Motor compressor yang digunakan dalam refrigerant system di petrokimia gresik adalah motor compressor 3 phase 32-MC 801 dengan spesifikasi sebagai berikut

ABB		ABB Made by ABB	
Type	3~	No	4654687
Year		Output	336 kW
Duty		Voltage	6000 V
Connection		Frequency	50 Hz
Insul.cl.		Speed	2979.0 rpm
Weight	2095 kg	Current	37 A
IP	55	Power factor	0.91
IC	411		
IM	2001		
Amb. temp. max. 46 °C			
Eff=95.8% IR part No 475892			
Incl 15A			
IEC 60034-1			

Gambar 4. Spesifikasi Motor Compressor 32-MC 801

#### 3.2 Analisa Data Menghitung Presentase Slip Motor dan Torsi Motor

Di dapatkan data dilapangan saat motor compressor 32 MC 801 running dengan kecepatan sinkron motor 2992 rpm, maka didapat :



Gambar 5. Hasil Pengukuran Putaran Motor Copressor

Rumus menghitung slip pada motor :

$$\% \text{ slip} = \frac{ns - n}{ns} \times 100$$

Dimana : n = kecepatan motor (rpm)

ns = kecepatan sinkron motor (rpm)

Jadi % slip pada motor compressor 32 MC 801 adalah :

$$\begin{aligned} \% \text{ slip} &= \frac{2992 - 2979}{2992} \times 100 \\ &= \frac{13}{2992} \times 100 \\ &= 0,43\% \end{aligned}$$

Rumus menghitung torsi motor jika diketahui daya dan kecepatan motor.

$$T = \frac{5250 \cdot P}{n}$$

Dimana :

T = Torsi motor (dalam Nm)

n = Kecepatan putaran motor (rpm)

P = Daya kuda motor (HP)

5250 = Konstanta

Jadi torsi pada motor compressor 32 MC 801 adalah

$$\begin{aligned} T &= \frac{5250 \cdot 450}{2979} \\ &= 793,05 \text{ Nm} \end{aligned}$$

#### 3.3 Menganalisis Kendala yang Dapat Mengganggu kinerja Compressor 32-MC 801

Dalam beroperasi motor compresor ammonia hanya dapat memproses gas ammonia. Naik turunnya ampere juga sangat berpengaruh terhadap kinerja motor compressor, semakin besar pembukaan capacitor semakin baik kinerja compressor tetapi juga semakin besar pembukaan capacitor semakin tinggi ampere dan berisiko overload. Selain dari pengaruh pembukaan capacitor kenaikan pressure, ampere serta temperatur juga dapat dipengaruhi oleh gas *impuritis* (gas asing), jadi apabila motor compressor memproses gas selain ammonia maka temperatur, ampere serta pressur akan signifikan naik dan otomatis motor compressor akan trip.

Cara mengatasi agar motor compressor tidak terlalu banyak memproses gas impuritis dan lebih banyak memproses gas ammonia dilakukan pembuangan gas impuritis didalam condensor dan diarahkan ke barner untuk dibakar agar kandungan gas impuritis dalam ammonia tidak terlalu banyak.

### 3.4 Analisa Data Pemantauan Tanki Menggunakan Pressure Transmitter

#### 4.1. Pressure Transmitter di PT.Petrokimia Gresik

Pada ammonia storage tank (32-TK-801), pressure transmitter yang digunakan adalah jenis diafragma dan diberi kode 32-PT-801. Pressure transmitter jenis ini menggunakan diafragma sebagai sensing element nya. Saat terkena tekanan, maka diafragma akan berubah bentuk (mengembang), sehingga terjadi perubahan pada port output nya yang berupa arus. Perubahan arus tersebut sesuai dengan tekanan yang diterima oleh diafragma.



Gambar 6. Pressure Transmier 32-PT 801



Gambar 7. Panel Pressure Indikator 32-TK 801

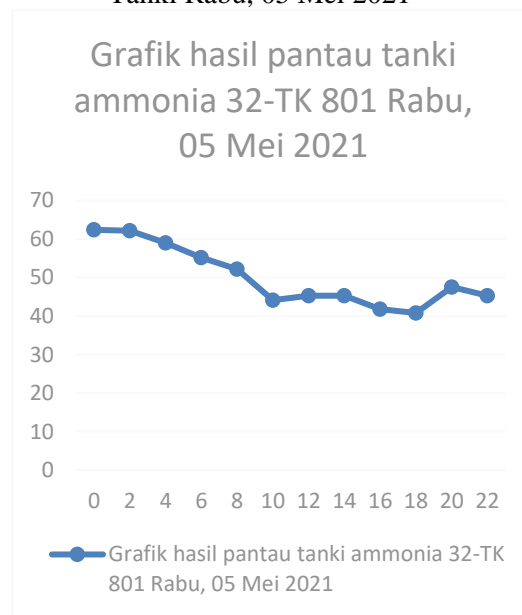
Dari hasil pengumpulan data kenaikan pressure tanki selama seminggu di unit tank yard ammonia dengan mengambil pemakaian energi

terbanyak perhari didapatkan data sebagai berikut.

#### 1. Rabu, 05 Mei 2021

Jam	Pressure 32 TK-801
00.00	62,4 gr/cm <sup>2</sup>
02.00	62,2 gr/cm <sup>2</sup>
04.00	59,0 gr/cm <sup>2</sup>
06.00	55,2 gr/cm <sup>2</sup>
08.00	52,2 gr/cm <sup>2</sup>
10.00	44,1 gr/cm <sup>2</sup>
12.00	45,3 gr/cm <sup>2</sup>
14.00	45,3 gr/cm <sup>2</sup>
16.00	41,8 gr/cm <sup>2</sup>
18.00	40,8 gr/cm <sup>2</sup>
20.00	47,5 gr/cm <sup>2</sup>
22.00	45,3 gr/cm <sup>2</sup>

Tabel 1.Data Hasil Pantau Pressure Tanki Rabu, 05 Mei 2021



Gambar 8. Hasil Pantau Pressure Tanki Rabu,05 Mei 2021

Berdasarkan dari data yang diperoleh diatas pressure tanki ammonia pada hari Rabu 05 Mei 2021 terdapat kenaikan prssure yang cukup signifikan yang menunjukkan pressure diangka 62,4 gr/cm<sup>2</sup>, sehingga perlu menambah menjalankan unit compressore untuk menurunkan pressure.

Data dari pemantauan pressure

yang ditandai dengan warna biru merupakan tanda motor compressore mulai dijalankan untuk memulai proses refrigeran sedangkan yang bertanda merah merupakan tanda untuk menambah menjalankan unit motor compressor. Penghitungan energi listrik perhari berdasarkan penggunaan motor compressor adalah :

- **Motor compressor 32 MC 801 A**

**Dimana : P = 336 KW**  
**: t = 24 jam**

$$W = P \times t$$

$$= 336 \times 24$$

$$= 8.784 \text{ kWh}$$

- **Motor compressor 32 MC 801 B**

**Dimana : P = 336 KW**  
**: t = 10 jam**

$$W = P \times t$$

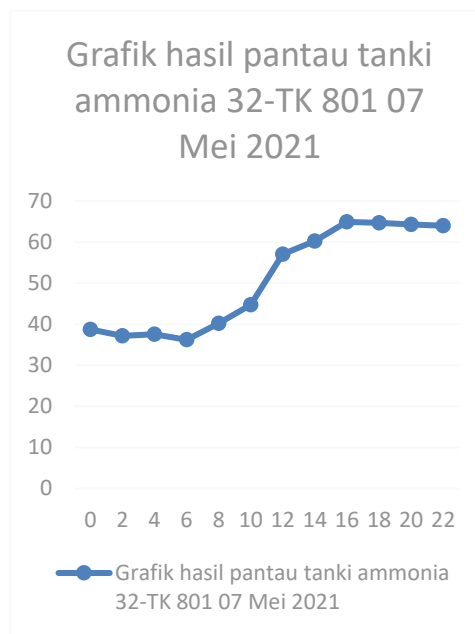
$$= 336 \times 10$$

$$= 3.360 \text{ kWh}$$

2. Jum'at, 07 Mei 2021

Jam	Pressure 32 TK-801
00.00	38,7 gr/cm <sup>2</sup>
02.00	37,2 gr/cm <sup>2</sup>
04.00	37,6 gr/cm <sup>2</sup>
06.00	36,2 gr/cm <sup>2</sup>
08.00	40,2 gr/cm <sup>2</sup>
10.00	44,7 gr/cm <sup>2</sup>
12.00	57,0 gr/cm <sup>2</sup>
14.00	60,2 gr/cm <sup>2</sup>
16.00	64,9 gr/cm <sup>2</sup>
18.00	64,7 gr/cm <sup>2</sup>
20.00	64,3 gr/cm <sup>2</sup>
22.00	64,0 gr/cm <sup>2</sup>

1 Pantau Pressure Tanki Jum'at, 07 Mei 2021



Gambar 9. Grafik Hasil Pantau Pressure Tanki Jum'at, 07 Mei 2021

Berdasarkan dari data yang diperoleh diatas pressure tanki ammonia pada hari Rabu Mei 2021 terdapat kenaikan prssure yang cukup signifikan, sehingga perlu menambah menjalankan unit compressore untuk menurunkan pressure.

Data dari pemantauan pressure yang ditandai dengan warna biru merupakan tanda motor compressore mulai dijalankan untuk memulai proses refrigeran sedangkan yang bertanda merah merupakan tanda untuk menambah menjalankan unit motor compressor. Penghitungan energi listrik perhari berdasarkan penggunaan motor compressor adalah :

- **Motor compressor 32 MC 801 A**

**Dimana : P = 336 KW**  
**: t = 16 jam**

$$W = P \times t$$

$$= 336 \times 16$$

$$= 5.376 \text{ kWh}$$

- **Motor compressor 32 MC 801 B**

**Dimana : P = 336 KW**

$$\begin{aligned} & : t = 10 \text{ jam} \\ W &= P \times t \\ &= 336 \times 10 \\ &= 3.360 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi total energi listrik yang digunakan motor compressor pada hari Jum'at 07 Mei 2021 adalah  $5.376 \text{ kWh} + 3.360 \text{ kWh} = 8.736 \text{ kWh}$ .

Dari data pada tabel diatas terdapat kenaikan pressure tanki 32-TK 801 yang signifikan terjadi pada hari rabu dan jum'at 05 & 07 Mei 2021, dikarenakan pada tanggal 05 Mei 2021 adanya loading ammonia dari pabrik ammonia IA dan pada tanggal 07 Mei 2021 adanya loading ammonia dari kapal yang besuhu diatas ketentuan SOP untuk dimasukkan tanki yang menyebabkan pressure pada tanki ammonia mengalami peningkatan. Untuk mengatasi pressure yang tinggi karena adanya loading ammonia dengan cara menjalankan motor compressor yang stand by untuk kenaikan pressure.

### 3.5 Penggunaan Inverter Untuk Penghematan Energi

Dari hasil analisa yang telah dilakukan selama 7 hari dari hari Sabtu 01 Mei sampai dengan Jum'at 07 Mei, penggunaan energi listrik motor compressor sangat besar pada hari Rabu 05 Mei yaitu sebesar 12.144 kWh, serta dari hasil penelitian motor compressor sering bero prasi selama 24 jam yang mengakibatkan penggunaan energi listrik semakin besar dan biaya yang dikeluarkan semakin besar. Untuk itu perlu dilakukan penghematan energi dengan inverter, inverter merupakan suatu alat elektronika berfungsi untuk mengkonversikan tegangan searah DC ke tegangan bolak-balik AC. Inverter digunakan untuk mengatur kecepatan motor-motor listrik/servo atau bisa disebut converter drive. Namum untuk servo lebih dikenal dengan istilah servo drive. Dengan menggunakan inverter, motor listrik menjadi *variable speed*. Kecepatannya bisa diubah-ubah atau disetting sesuai dengan kebutuhan. Inverter

seringkali disebut sebagai *Variabel Speed Drive* (VSD) atau *Variable Frequency Drive* (VFD).

Prinsip kerja variable speed drive/inverter adalah sebagai berikut:

- 1) Contoh tegangan masuk 6000 volt dan frekuensi 50 hz adalah tegangan arus bolak-balik AC dengan nilai tegangan dan frekuensi konstan. Kemudian dialirkan ke Rectifier DC, jika penyearah yang dipakai adalah penyearah terkendali, maka tegangan DC bisa diatur.
- 2) Untuk meratakan tegangan DC, tegangan dimasukkan ke DC link. Komponennya berupa kapasitor atau induktor.
- 3) Tegangan DC diumpankan ke rangkaian inverter untuk diubah ke tegangan AC kembali dengan frekuensi sesuai kebutuhan. Jadi dari tegangan DC diubah kembali ke tegangan AC 3 fasa.

#### 2.5.1. Kelebihan Dalam Menggunakan Sistem Inverter

1. Mengurangi lonjakan arus pada saat awal start motor listrik.
2. Inverter atau VSD bisa terus mengatur kecepatan putaran motor listrik.
3. Inverter atau VSD cocok untuk proses automation dalam Industri atau pabrik.
4. Penggunaan Inverter atau VSD (Variable Speed Drives) bisa memberikan penghematan energi.

#### 2.5.2. Kekurangan Menggunakan Sistem Inverter

1. Biaya pemasangan serta pengadaan inverter cukup mahal.
2. Perlu adanya pemahaman baru operator terhadap SOP inverter agar tidak merusak alat.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari studi yang sudah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Motor compressor ammonia merupakan salah satu alat yang paling penting dalam refrigerant system karena merupakan tahapan awal

proses untuk merubah amonia yang menguap menjadi vapour atau gas untuk dijadikan kembali menjadi liquid yang menyebabkan tanki mengalami kenaikan. Dengan mengkompresikan ammonia yang berbentuk vapour agar pressure ammonia vapour semakin tinggi sehingga lebih mudah untuk dijadikan liquid kembali.

2. Berdasarkan data yang telah diambil kenaikan pressure ammonia disebabkan oleh beberapa hal yaitu suhu sekitar yang panas, adanya unloading ammonia yang menghasilkan suhu yang tidak sesuai SOP menyebabkan temperatur ammonia mengalami kenaikan sehingga mudah menguap dan menimbulkan kenaikan pressure tanki.
3. Motor compressor hanya dapat memproses gas ammonia dan tidak bisa memproses gas asing, sehingga apabila gas asing ikut terproses menjadikan motor compressor trip.

#### 4.2 Saran

1. Selalu cek dan melakukan drain pada tanki oil sparator dan liquid reciver, agar pada saat menjalankan motor compressor gas impuritis (gas asing selain gas ammonia) tidak ikut terproses.
2. Selalu memperhatikan level oli pada tanki oil sparator agar saat motor compressor bekerja mengkompresikan ammonia vapour level oli yang cukup dapat mengikat ammonia vapor dengan baik sehingga mempermudah motor compressor untuk mengkompresikan.
3. Selalu memantau pressure dan pembukaan kapsitor agar motor compressor bekerja dengan baik dan tidak mudah trip.
4. Penghematan energi sangat diperukan, dari data hasil analisa penggunaa energi listrk motor compresor sangat banyak dikarenakan motor compressor sering beroperasi setiap hari

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ali, Machrus. *Kontrol Kecepatan Motor DC Menggunakan PID Kontroler Yang Ditunning Dengan Firefly Algorithm*, vol. 3, no. 2, 2012, pp. 1-12. Accessed 20 Mei 2021.
2. Bagia, I. Nyoman, and I. Made Parsa. *Motor-Motor Listrik*. 1 ed., vol. 1, Kupang, Rasibook, 2018. Accessed 12 April 2021.
3. Hadinata, Novian, et al. *ENERGY SAVING BERBASIS INVERTER PADA MOTOR INDUKSI AIR HANDLING UNIT (AHU) 3 PHASA*, vol. 1, no. 1, 2015, pp. 1-13. Accessed 10 Juli 2021.
4. Laili, Ismi, et al. *EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN E-MODUL PROJECT BASED LEARNING PADA MATA PELAJARAN INSTALASI MOTOR LISTRIK*, vol. 3, no. 3, 2019, pp. 306-3015. Accessed 12 April 2021.
5. Nur, Atika Lefyana, et al. *STUDI PENGENDALIAN TEKANAN GAS PADA AMMONIA STORAGE TANK (64-FB-2001) DI PT PUPUK ISKANDAR MUDA*, vol. 1, no. 2, 2018, pp. 51-59. Accessed 20 Mei 2021.
6. UNEP. *Motor Listrik*. 1 ed., vol. 3, Nairobi, United Nations Environment Programme, 2009.