

**ANALISIS PENGASUTAN MOTOR JENIS VARIABLE SPEED DRIVE (VSD)
DAN SOFT STARTER PADA FAN COOLER SISTEM DI PT. CEMINDO
GEMILANG TBK BAYAH**

Zira Rizqianti

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Korespondensi penulis: 2283200024@untirta.ac.id

Endi Permata

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Abstract

The development of the industrial sector is currently moving very rapidly, the need for electric machines in the form of electric motors is needed to support the continuity of production. The use of electric motors at PT. Cemindo Gemilang, of course, has caused several problems, therefore the use of Variable Speed Drive (VSD) and Soft Starter motor starters is applied to the Cemindo Gemilang industry. This study aims to analyze the variable speed drive (VSD) and soft starter motor starting on the Fan Coller System at PT. Gemindo Gemilang. The results of this study determine the results of the analysis on the use of motor starting, load consumption and efficiency of use of the two types of starting where starting is a system to run the first motor with the aim that the starting current remains small and the voltage drop on the supply side is still within tolerance limits.

Keywords: Electric Motor, Starting, Variable Speed Drive, Soft starter.

Abstrak

Perkembangan sektor industri saat ini melaju sangat pesat, kebutuhan akan mesin mesin listrik berupa motor listrik sangat dibutuhkan dalam menunjang keberlangsungan produksi. Penggunaan motor listrik di PT. Cemindo Gemilang tentunya mengakibatkan beberapa kendala dengan itu penggunaan pengasutan motor dengan jenis Variable Speed Drive dan Soft Starter diterapkan pada industri cemindo gemilang. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengasutan motor jenis variable speed drive (VSD) dan soft starter pada Fan Coller System di PT. Cemindo Gemilang. Hasil dari penelitian ini mengetahui hasil analisis pada penggunaan pengasutan motor, load consumption serta efisiensi penggunaan dari dua jenis pengasutan tersebut dimana pengasutan merupakan sistem untuk menjalankan motor pertama kalo dengan tujuan agar arus starting tetap kecil serta drop tegangan pada sisi suplay masih dalam batas toleransi.

Kata kunci: Motor Listrik, Pengasutan, Variable Speed Drive, Soft Starter.

LATAR BELAKANG

Diera globalisasi ini perkembangan teknologi begitu melaju pesat beriringan dengan perkembangan industri yang semakin modern mengikuti peradaban zaman yang mampu menghasilkan berbagai inovasi dalam setiap aspek kehidupan. Perkembangan sektor industri ini tentunya tidak luput dari peran bidang Teknik listrik atau elektro, peran bidang tersebut dapat berkembang dengan memanfaatkan sumber daya manusia yang dimana SDM ini dibutuhkan dalam menunjang perkembangan teknologi.

PT. Cemindo Gemilang Tbk merupakan instansi yang bergerak dalam sektor bidang industri. Dimana perusahaan ini berkecimbung dalam proses pembuatan dan penjualan semen. Proses produksi ditunjang oleh mesin-mesin listrik berupa motor listrik, dimana alat ini mempunyai struktur konstruksi yang cukup kuat, sederhana serta perawatannya yang terbilang mudah dan terjangkau.

KAJIAN TEORITIS

A. Motor Listrik

Motor listrik merupakan alat yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Cara kerja motor listrik adalah menggunakan medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan dalam motor listrik ketika dialiri arus listrik. Daya motor dipengaruhi oleh kecepatan motor Ketika Frekuensi kerja motor berbanding lurus dengan daya keluaran (Roza,2021).

Motor listrik merupakan sebuah mesin yang dapat mengkonversi energi listrik wujud energi mekanik. Motor termasuk kedalam perangkat elektrik. Mesin dikatakan berprinsip sebagai generator Ketika energi mekanik diubah menjadi energi listrik, dan sebaliknya, jika energi listrik diubah menjadi energi mekanik, maka mesin tersebut berprinsip sebagai motor (Abidin, 2013).

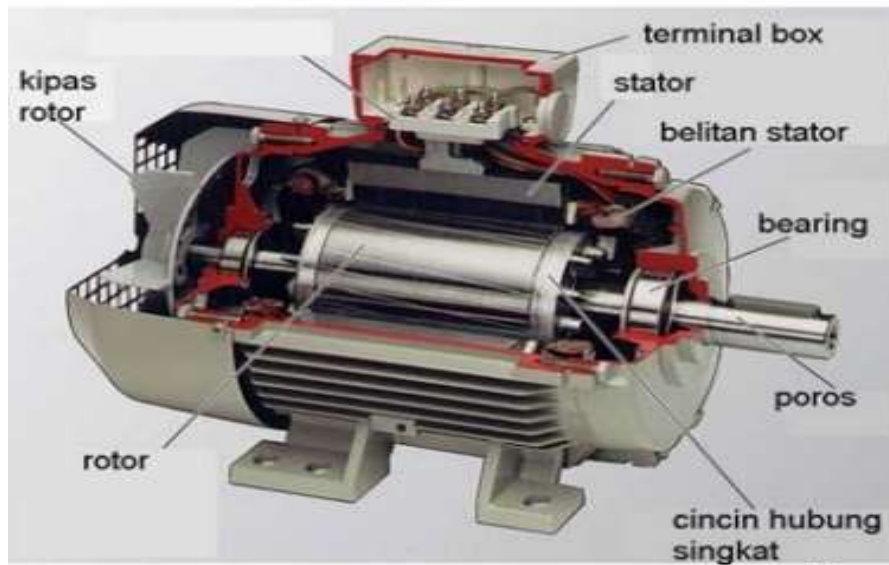
Motor listrik termasuk dalam mesin listrik dinamis berupa perangkat elektromagnetik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggunakan magnet atau disebut elektro magnet.

B. Motor Induksi

Motor Induksi dapat dikatakan dalam artian sebuah motor arus bolak balik (ac). arus yang terinduksi akibat adanya perbedaan perbedaan terukur diantara rotor dengan medan putar yang dibuahkan oleh Stator. Belitan Stator dikenakan dengan sumber 3 fasa, maka akan menghasilkan sebuah putaran medan magnet dengan yang berkecepatan $2p$). Medan putar di area rotor tersebut memotong kondoktur yang ada pada rotor. Maka sesuai hukum Lorentz, rotor berputar mengikuti medan putar Ketika medan putar memotong garis gaya magnet pada konduktor (Siburian,2020).

Berdasarkan penggunaan Phasa listrik yang digunakan. Maka motor induksi dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu motor induksi satu phasa dan tiga phasa. Bagian – bagian motor listrik diantaranya :

1. Stator :merupakan bagian yang diam pada motor induksi, memiliki kumparan yang bermanfaat menginduksikan medan elektromagnetik terhadap kumparan rotornya
2. Celah : adalah tempat perpindahan energi dari stator ke rotor (celah udara)
3. Rotor : merupakan bagian yang bergerak pada motor induksi perihail ini ditunjang oleh terdapatnya induksi magnet dari kumparan stator yang diinduksikan kepada kumparan rotor (siswoyo,2008).



Gambar 1. Struktur Motor Induksi

C. Pengasutan Motor

Pengasutan motor merupakan sebuah cara untuk menjalankan motor induksi dengan cara menginput tegangan pada motor induksi tersebut, baik tegangan AC ataupun DC. Pengasutan motor terdiri dari beberapa jenis diantaranya sebagai berikut:

1. Pengasutan Soft Starter

Pengasutan motor merupakan sebuah cara untuk menjalankan motor pertama kali dengan tujuan Memperkecil arus starting, seta mempertahankan batas toleransi dari drop tegangan pada sisi supply. Sebuah cara penurunan tegangan starting disebut Soft starting pada motor induksi. Dimana metode dari pengasutan ini beroperasi dengan mengurangi pengasutan tegangan induksi motor yang kemudian tegangan dinaikan secara bertahap sampai tegangan terisi penuh.



Gambar 2. Soft Starter

Thyristor pada *Soft Starter* berfungsi untuk mengontrol masuknya arus listrik ke motor agar masuk bertahap sampai penuh. *Soft Starter* mempunyai 2 komponen utama yaitu Thyristor dan rangkaian triggernya. Rangkaian trigger thyristor dapat mengontrol tegangan yang akan dikeluarkan oleh thyristor sehingga output dapat diatur melalui pin gate dari thyristor. Thyristor dapat dipasang pada 2 fasa atau 3 fasa.

2. Variable Speed Drive (VSD)

Variable Speed Drive atau disebut juga dengan *Variable Frequency Drive* merupakan sebuah alat yang lebih dikenal dengan sebutan inverter. Alat ini merupakan alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor dengan mengubah nilai tegangan dan frekuensi yang masuk ke motor.

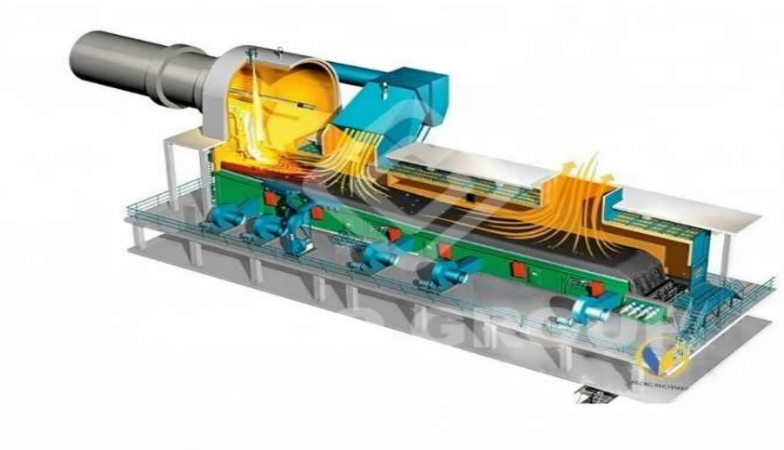


Gambar 3. Variable Speed Drive

Variable Speed Drive (VSD) adalah metode pengasutan yang memiliki konsep dasar mengubah sumber daya Arus bolak balik (AC) menjadi arus searah (DC) melalui penyearah yang dikontrol atau tidak dan kemudian diubah kembali menjadi AC untuk memberi tegangan pada motor yang dapat diatur besar frekuensinya. VSD ini memiliki 2 bagian utama yakni penyearah tegangan AC (50 atau 60 HZ) ke DC, dan bagian kedua yaitu membalikan dari arus searah (DC) ke tegangan AC dengan frekuensi yang diinginkan. Penggunaan inverter merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah daya arus searah menjadi arus bolak balik, sehingga frekuensi yang dihasilkan dapat diubah. Selain itu fungsi Inverter juga adalah untuk merubah kecepatan motor AC dengan cara merubah frekuensi outputnya. Perubahan frekuensi arus bolak balik dari inverter ditentukan oleh periode pulsa yang memacu penyearah yang digunakan. Dengan mempercepat atau memperlambat periode pulsa yang memicu thyristor, frekuensi dan juga kecepatan motor dapat diatur.

D. Fan Coller

Grate Cooler system atau Fan Coller merupakan sebutan untuk sebuah area dimana area tersebut merupakan area yang digunakan untuk mendinginkan material cement (*Clinker*) yang sebelumnya di proses didalam kiln. *Fan Cooler/ Grate Cooler* merupakan suatu alat pendingin yang berfungsi untuk mendinginkan *Clinker* atau material semen, dimana *Grate Cooler/Fan Cooler* mampu mendinginkan material secara cepat, sehingga material yang sebelumnya berupa lava panas menjadi bentukan granula karena proses dari pendinginan ini.

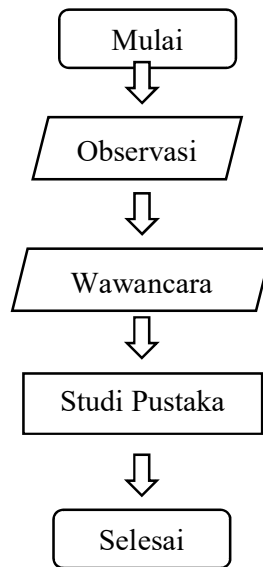


Gambar 4. Fan Coller System

Grate Cooler/Fan Cooler merupakan alat yang ditempatkan setelah kiln yang bertujuan sebagai tempat untuk mendinginkan material. Grate Coole ini mampu mendinginkan material secara cepat dari suhu 1400°C menjadi 200°C yang berupa *Clinker* keluaran dari kiln atau juga disebut metode air quenching effect. *Grate Cooler* merupakan jenis pendinginan *Clinker* yang bekerja dengan dengan cara meniupkan angin dari bawah plate yang menggerakkan *Clinker* car aini disebut cara paling modern (Haryanto,2017).

METODE PENELITIAN

Adapun Metode penelitian yang digunakan yakni observasi secara langsung serta melakukan wawancara pada beberapa narasumber yang didampingi langsung oleh pembimbing industri dan dikuatkan dengan metode studi Pustaka.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Area Fan Cooler merupakan sebutan untuk sebuah area yang berada di PT. Cemindo Gemilang. Area ini diperuntukan sebagai tempat tahapan proses produksi yang dimana bertujuan untuk mendinginkan material semen berupa *Clinker*. *Grate Cooler/Fan Cooler* ialah suatu alat pendingin yang berfungsi mendinginkan bahan semen berupa *Clinker* atau material semen. Dimana *Grate Cooler/Fan Cooler Clinker*. material secara cepat dari suhu 1400°C menjadi 200°C. Adapun proses pendinginan menggunakan *Grate Cooler/Fan Cooler* ini adalah dengan meniupkan udara dari beberapa *cooling fan*, yang kemudian udara tersebut disebarkan dengan cara dihembuskan melalui celah-celah yang ada pada landasan *grate plate* hingga suhu panas dari material sement (*Clinker*) menjadi turun yang akhirnya mampu menggerakkan material sement (*Clinker*) ke area grinder untuk tahapan selanjutnya.

Cara kerja dan karakteristik pengasutan Soft Starter dan Variable Speed Drive

1. Pengasutan Motor

Pengasutan motor merupakan sebuah cara untuk menjalankan suatu motor induksi melalui cara menginput tegangan pada motor induksi tersebut, baik tegangan AC ataupun DC. Pengasutan motor terdiri dari beberapa jenis, untuk menangani arus starting yang tinggi ada dua jenis pengasutan yang digunakan diantaranya menggunakan metoda softstarter dan variabel speed drive (VSD).

a) Variable Speed Drive

Variable Speed Drive (VSD) merupakan jenis pengasutan motor yang sering dikenal dengan sebutan Inverter. VSD disebut juga sebagai variabel frekuensi drive yang merupakan alat pengendali kecepatan motor listrik AC, metode ini bekerja dengan mengontrol frekuensi daya listrik yang dipasok ke motor. Jenis pengasutan VSD ini terdiri dari panel control, rectifier, inverter, dan filter yang bertujuan agar nilai output yang dihasilkan dapat diatur.

b) Soft Starter

Metode *Soft Starter* adalah sebuah cara pengasutan yang dikenal sebagai pengasutan lembut, digunakan untuk pengaturan motor listrik atau motor induksi dengan tujuan Ketika men-start (menghidupkan) motor tidak terjadi lonjakan arus start yang tinggi. Selain itu metode pengasutan ini mampu memperhalus start dari motor induksi ini. Metode *Soft Starter* merupakan salah satu cara untuk menurunkan tegangan starting salah satunya untuk motor induksi AC. Cara kerja dari metode pengasutan jenis *Soft Starter* ini yaitu, dengan menaikkan tegangan secara bertahap hingga tegangan penuh serta mengurangi tegangan pengasutan motor induksi.

Load Consumption Pada Pengasutan Motor Jenis Variable Speed Drive (VSD) dan Soft Starter

1. Load Consumption

Load Consumption merupakan pemakaian konsumsi dari mesin listrik menggunakan VSD dan Soft Starter, dimana data ini meliputi (Arus, Frekuensi, Daya dan Torsi) pada masing masing pengasutan tersebut.

a) Load Consumption Variable Speed Drive

Tabel 1. Hasil Data Load Consumption Variable Speed Drive (VSD)

(t)	(KW)	(RPM)
Second	Power	Jumlah Putaran Motor
1	366	150
3	232	315
5	205	495
7	305	615
9	351	825
11	480	1035
13	680	1275
15	343	1380
17	315	1500

Tabel 2. Data Karakteristik arus start *Variable Speed Drive* (VSD)

<i>Second</i>	<i>Power</i>	Ampere
1	366	581,2
3	232	368,4
5	205	325,5
7	305	484,3
9	351	557,4
11	480	762,2
13	680	1079,8
15	343	544,7
17	315	500,2

Mencari nilai torsi pada VSD

$$T = \left(\frac{975 \times P}{n} \right)$$

Keterangan :

T : Besar torsi motor (Nm)

P : Daya motor (Kw)

n : Kecepatan putar motor (Rpm)

Sehingga diperoleh:

$$T1=(975 \times 250)/150=1625 \text{ Nm}$$

$$T2=(975 \times 250)/315=773,8 \text{ Nm}$$

$$T3=(975 \times 250)/495=492,4 \text{ Nm}$$

$$T4=(975 \times 250)/615=396,3 \text{ NM}$$

$$T5=(975 \times 250)/825=295,4 \text{ Nm}$$

$$T6=(975 \times 250)/1035=235,5 \text{ Nm}$$

$$T7=(975 \times 250)/1275=191,17 \text{ Nm}$$

$$T8=(975 \times 250)/1380=176,6 \text{ Nm}$$

$$T9=(975 \times 250)/1500=162,5 \text{ Nm}$$

Karakteristik Arus Start VSD

$$I = \left(\frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

I : arus

P : *power*

$\sqrt{3}$: 1,73

V: tegangan

$\cos \phi$: 0,91

$$I \text{ rata - rata} = \frac{I \text{ total}}{9}$$

$$I \text{ rata - rata} = \frac{5203,7}{9} = 578,18$$

Mencari Efisiensi Motor

η : Effisiensi motor (%)

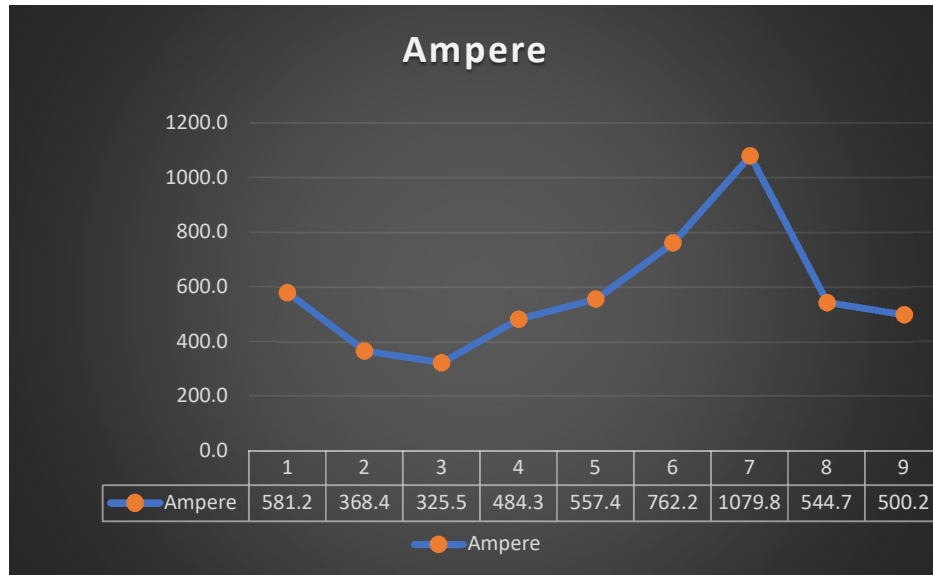
Pout: Daya keluar motor (kW)

P: Daya masuk motor (kW)

Sehingga diperoleh :

$$\eta = (P_{out} / P) \times 100\%$$

$$\eta = \frac{250}{364,1} \times 100\% = 68\%$$



Gambar 5. Grafik karakteristik arus pada Variable Speed Drive

b) Load Consumption Soft Starter

Tabel 3. Hasil Data *Load Consumption Soft Starter*

T (Second)	I (Arus)	KW (Power)	Rpm Jumlah putaran motor
1	2,9	865	315
3	20	985	895
5	42	1015	1200
7	50	1051	1289
9	60	560	1310
11	76	415	1450
13	84	318	1487
15	107	306	1490
17	133	206	1500

Tabel 4. Data Karakteristik arus start *Soft Starter*

<i>Second</i>	<i>Power</i>	Ampere
1	315	500,2
3	895	1421,3
5	1200	1905,6
7	1289	2046,9
9	1310	2080,3
11	1450	2302,6
13	1487	2361,4
15	1490	2366,1
17	1500	2382,0

Mencari nilai torsi pada VSD

$$T = \left(\frac{975 \times P}{n} \right)$$

Keterangan :

T : Besar torsi motor (Nm)

P : Daya motor (Kw)

n : Kecepatan putar motor (Rpm)

Sehingga diperoleh:

$$T1 = (975 \times 250) / 315 = 773,8 \text{ Nm}$$

$$T2 = (975 \times 250) / 895 = 272,3 \text{ Nm}$$

$$T3 = (975 \times 250) / 1200 = 203,1 \text{ Nm}$$

$$T4 = (975 \times 250) / 1289 = 189,1 \text{ NM}$$

$$T5 = (975 \times 250) / 1310 = 186,0 \text{ Nm}$$

$$T6 = (975 \times 250) / 1450 = 167,1 \text{ Nm}$$

Karakteristik Arus Start VSD

$$I = \left(\frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

I : arus

P : power

$\sqrt{3}$: 1,73

V: tegangan

$\cos \phi$: 0,91

$$I \text{ rata - rata} = \frac{I \text{ total}}{9}$$

$$I \text{ rata - rata} = \frac{17366,4}{9} = 1929,6$$

Mencari Efisiensi Motor

η : Effisiensi motor (%)

Pout: Daya keluar motor (kW)

$$T7=(975 \times 250)/1487=163,9 \text{ Nm}$$

P: Daya masuk motor (kW)

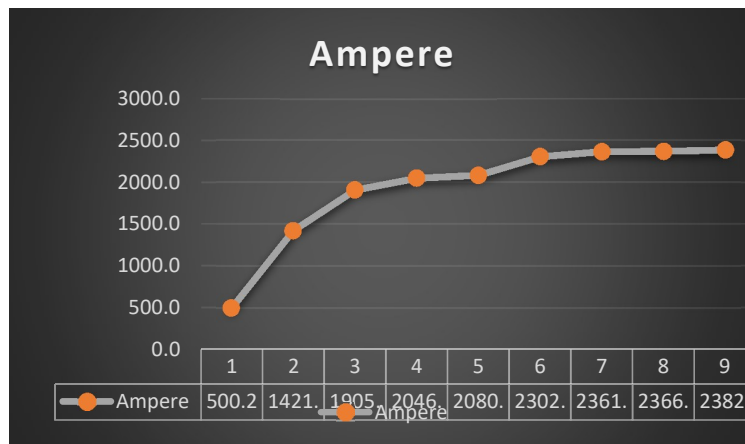
$$T8=(975 \times 250)/1490=163,5 \text{ Nm}$$

Sehingga diperoleh :

$$T9=(975 \times 250)/1500=162,5 \text{ Nm}$$

$$\eta = (P_{out} / P) \times 100\%$$

$$\eta = \frac{250}{641,6} \times 100\% = 39\%$$



Gambar 6. Grafik Karakteristik arus pada Soft Starter

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengasutan motor adalah suatu sistem untuk menjalankan motor pertama kali dengan tujuan arus starting tetap kecil serta drop tegangan yang ada pada sisi supply masih dalam batas toleransi. Soft Starter atau pengasutan lembut adalah suatu cara atau metode yang dipakai dalam mengatur nominal arus start dari sebuah motor listrik. Metode ini bekerja dengan cara tegangan motor dikurangi menggunakan pengasutan motor induksi, dilanjut dengan menaikkan tegangan sampai tegangan penuh dengan cara bertahap menaikkan tegangannya. Variable Speed Drive (VSD) merupakan jenis pengasutan motor yang sering dikenal dengan sebutan Inverter, prinsip dasar dari inverter ini adalah frekuensi dapat mengubah tegangan sesuai yang diinginkan baik menjadi lebih besar atau kecil.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, Z., & Dkk. (2013). Pengujian Performance Motor Listrik Ac 3 Fasa Dengan Daya 3 Hp. *Jurnal Momentum*, 9, 1.
- Anthony, Z. (2018). *Mesin Listrik Dasar*. Sumatera Barat: ITP Press.
- Atmam, & Dkk. (2018). Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD). *Jurnal Sains, Energi, Teknologi & Industri*, 2, 2.
- Fikri, A. T. (2019). Analisis Ekonomis Penggunaan Variable Speed Drive Sebagai Pengendali Motor induksi Tiga Fasa. *Jurnal Elektrik*, 8, 2.
- Haryanto, H. (2017). Kendali Proses Grate Cooler Plant 8 Grate 1, Pt. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. *Jurnal Teknik*, 13, 1.
- Junaidi, A. (2019). Analisis Efektifitas Penggunaan Metode Soft Starter Saat Start Awal Pada Pengoperaasian Motor 220 Kw. *Jurnal Energi Dan Kelistrikan*, 11, 2.
- Khairil, A. (2011). Analisis Perpindahan Panas Pada Grate Cooler Industri Semen. "MEKTEK" Tahun XIII (p. 2). Majalah Ilmiah MEKTEK.
- Naldi, H., & Dkk. (2021). Studi Pengaruh Pemasangan Soft Stater Motor Induksi Tiga Fasa Pada Tisu Machine Di PT. Pindo Deli Perawang. *Jurnal Teknik*, 15, 2.
- Priahutama, B. A., & Dkk. (2010). Perancangan Modul Soft Starting Motor Induksi 3 Fasa Dengan Atmega 8535. *Jurnal Undip Transmisi*, 12, 4.
- Siburian, J., & Dkk. (2020). Studi Sistem Star Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode Star Delta Pada PT Toba Pulp Lestari Tbk. *Jurnal Teknologi Energi UDA*, 9, 2.
- Siswoyo. (2008). *Teknik Listrik Industri Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- Zainal Abidin, d. (2013). Jurnal MOMENTUM. Vol. 9, No. 1. *Pengujian Performace Motor Listrik AC 3 Fasa Dengan Daya 3 Hp Menggunakan Pembebanan Generator Listrik*.