

**ANALISIS PERUBAHAN BEBAN TERHADAP ARUS LISTRIK PADA MOTOR  
INDUKSI 3 FASA DENGAN KENDALI VSD  
DI LABORATORIUM CENTER OF EXCELLENCE  
SMK NEGERI 1 REJANG LEBONG**

**<sup>1</sup>Venci Firnando, <sup>2</sup>Prismar, <sup>3</sup>Sunan Hamri**

<sup>1</sup>SMKN 1 Rejang Lebong, <sup>2</sup>Politeknik Raflesia, <sup>3</sup>Politeknik Raflesia

<sup>1</sup>firnandovenci212@gmail.com, <sup>2</sup>boengprismar75@gmail.com, <sup>3</sup>sunan.ok@gmail.com

**ABSTRAK**

Hampir 70 % energi yang dihasilkan pembangkit dikonsumsi oleh motor- motor listrik. Penggunaan motor induksi pada industri maupun pabrik-pabrik lebih menguntungkan dibandingkan motor DC maupun sinkron, salah satu keuntungannya adalah perawatan mudah dan efisiensi tinggi Pada mesin-mesin di industri pengaturan kecepatan mutlak dibutuhkan. Seiring dengan perkembangan elektronika daya, hal ini menjadi sangat mudah untuk dilakukan, yaitu dengan menyuplai motor dengan inverter variable speed drive (VSD). Dengan suplai Variable Speed Drive, pengaturan kecepatan motor sangat mungkin untuk dilakukan yaitu dengan mengatur frekuensi tegangan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan inverter Variable Speed Drive terhadap kinerja motor induksi tiga fasa. pengujian dilakukan pada frekuensi 50 Hz (frekuensi jala-jala), 30, 35, 40, 45, 50 Hz (frekuensi inverter) dan motor dibebani sebesar 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 Nm. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan antara lain, penggunaan inverter Variable Speed Drive mengakibatkan efisiensi motor menjadi lebih baik saat disuplai dari VSD.

**Kata kunci:** Motor Induksi, (VSD) Variable Speed Drive

**PENDAHULUAN**

Motor induksi digunakan sebagai pompa, kompresor, kipas, konveyor, dan penunjang alat penggerak produksi lainnya. Banyaknya penggunaan motor induksi ini didasari karenamotor induksi lebih menguntungkan dari motor sinkron maupun motor DC. Hal ini disebabkan motor induksi mempunyai konstruksi sederhana, tahan lama, perawatan mudah, dan memiliki efisiensi yang tinggi.

Pengaturan kecepatan motor induksi merupakan standar yang dibutuhkan secara luas dalam industri. Sebagai konsekuensinya penggunaan dari inverter variable speed drive pada motor induksi meningkat secara signifikan dalam beberapa tahun belakangan ini. Ketika motor disupplai dari inverter variable speed drive, pengaturan dari motor menjadi lebih mudah dan akurat[2]. Bentuk gelombang tegangan yang dihasilkan inverter variable speed drive tidak berbentuk gelombang sinusoidal murni, melainkan sebuah rangkaian dari gelombang persegi/ kotak yang menghasilkan bentuk gelombang arus yang mendekati sinus

Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) banyak digunakan sebagai peralatan swichting pada inverter variable speed drive. Inverter mempunyai carrier frequency yang merupakan sebuah nilai untuk menyalakan IGBT untuk menghasilkan keluaran PWM. Dengan menaikkan carrier frequency maka bentuk gelombang yang dihasilkan akan lebih baik kurang lebih mendekati gelombang arus sinusoidal.Carrier frequency inverter biasanya berkisar antara 1 kHz sampai 20 kHz.Standarnya motor induksi satu fasa dan tiga fasa didesain untuk bekerja pada tegangan sinusoidal dengan nilai tegangan tertentu serta nilai frekuensi tertentu pula

Pada makalah ini, penulis akan melakukan penelitian yang berkaitan dengan pengaruh penggunaan inverter variable speed drive terhadap kinerja motor induksi. Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbandingan antara kinerja motor induksi yang di supplai dengan inverter variable speed drive dengan motor induksi yang disupplai langsung dari jala – jala

## TINJAUAN PUSTAKA

## Variable Speed Drive

Pada umumnya variable speed drive atau dengan Bahasa lainnya yaitu inverter suatu komponen elektronika yang di gunakan untuk mengatur kecepatan motor.pada penggunaan VSD ini biasa di gunakan untuk melayani pengoperasian motor listrik AC maupun motor listrik DC, baik1 fasa maupun 3 fasa.akan tetapi istilah pada inverter ini dominannya sering di aplikasikan pada motor AC. inverter menggunakan frekuensi tegangan masuk untuk mengatur kecepatan pada putaran motor tersebut.

Untuk mengetahui kecepatan putaran pada medan stator dapat kita tentukan dengan menggunakan rumus :

### Keterangan :

Ns = kecepatan putaran  
medan stator

median statu

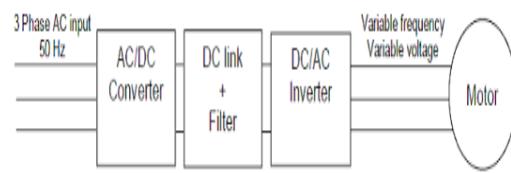
F = konstanta frekuensi (Hz)

P

( pole )

- sendiri cukup sederhana,diantaranya:

  1. Tengangan yang masuk ke jala – jala 220/380 volt dan frekuensi 50 Hz merupakan tegangan bolak balik ( AC ), dengan nilai tegangan dan frekuensi yang konstan.kemudian tengangan dan frekuensi tadi di alirkan ke board rectifier / di searahkan menggunakan diode.kemudian di tamping di kapasitor.
  2. Untuk meratakan tegangan DC tadi,maka tegangan tersebut di alirkan lagi ke DC link / di filter,adapun komponennya yaitu kapasitor atau inductor.
  3. Tegangan DC tadi kemudian di umpan lagi ke board inverter untuk di jadikan tegangan AC kembali.dengan frekuensi yang sesuai dengan kebutuhan.jadi dari DC ke AC yang komponen utamanya yaitu semikonduktor aktif seperti insulated gate bipolar transistor ( IGBT) dengan menggunakan frekuensi carrier ( bisa sampai 20 kHz), tengangan DC tadi dicacah dan di modulasi sehingga keluar tegangan dan frekuensi sesuai dengan keinginan.



## **Gambar 1 prinsip kerja VSD**

## **Motor Induksi 3 Fasa**

Menurut Prih Sumardjati ( 2008 : 389 )Motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. motor listrik terbagi menjadi dua bagian yang penting yaitu stator atau bagian yang diam, dan rotor atau bagian yang bergerak. pada motor AC kumparan rotor tidak menerima energi listrik secara langsung.tetapi secara induksi seperti yang terjadi pada energy kumparan pada transformator.oleh karena itu motor AC di kenal dengan motor induksi. dilihat dari kesederhanaannya,konstruksinya yang kuat dan kokoh serta mempunyai karakteristik kerja yang baik. motor tiga fasa yang cocok dan banyak di gunakan di kalangan industry

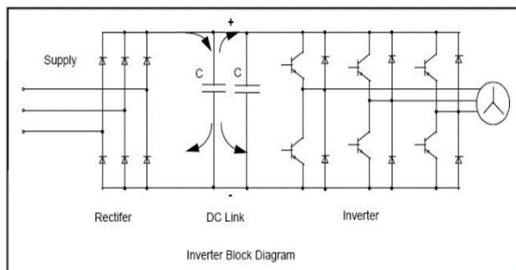
## Kalangan Industri Pengubahan Frekuensi

Pengaturan frekuensi untuk mengendalikan kecepatan motor induksi biasanya diikuti juga dengan pengaturan tegangan masuk  $V_1$  yang sebanding dengan frekuensi tersebut karena untuk mendapatkan fluks  $\phi$  konstan, diperlukan  $V_1 \sim f$

Kecepatan motor induksi 3 fasa dapat di atur dengan mengubah frekuensi sumber,karena medan putar stator merupakan fungsi dari frekuensi sumber. Pengaturan frekuensi sumber merupakan metode pengaturan yang memungkinkan yang lebih luas.frekuensi sumber AC yng konstan ( 50 Hz ) harus diubah sesuai dengan yang di inginkan.proses pengubahan ini memerlukan converter dari AC ke DC ( rectifier ), dan dari DC di jadikan AC kembali ( inverter ) dengan frekuensi yang berbeda.

Dengan demikian jika frekuensi motor di tingkatkan maka akan meningkat pula kecepatan motor, sebaliknya dengan memperkecil frekuensi akan memperlambat kecepatan motor,

pengendalian frekuensi motor menggunakan rangkaian inverter dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2 Blok diagram VSD

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian di kelompokkan menjadi 2 macam, yaitu : penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif

1. penelitian kuantitatif yaitu penelitian yang bersifat ilmiah oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode secara ilmiah yang memiliki kriteria sebagai berikut: berdasarkan fakta, bebas prasangka, menggunakan prinsip analisa, menggunakan hipotesa, menggunakan ukuran objektif, yang menggunakan kuantitatif yang di kuantitatifkan
2. penelitian secara kualitatif yaitu dilakukan dengan metode non ilmiah, karena itu maka penelitian ini memiliki beberapa kriteria diantaranya yaitu : berdasarkan alamiah, manusia sebagai instrument, modelnya kualitatif, analisis data secara induktif, teori dari dasar, deskriptif, lebih mementingkan proses daripada hasil. Adanya batas yang menentukan fokus, adanya kriteria khusus dan keabshaan data. Dan desain penelitian di bandingkan untuk di sepakati.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Percobaan motor induksi 3 fasa yang di suplai dari PLN

Dari pengujian yang di lakukan tegangan fasa – fasa ( VL-L ) dari jala – jala sama dengan tegangan jaringan distribusi sekunder PLN, 380 volt pada frekuensi 50 Hz. Oleh karenanya belitan motor di hubungkan WYE ( Y ). Dengan menjalankan motor induksi 3 fasa dengan suplay tegangan motor langsung dari jala

– jala dengan frekuensi 50 Hz, didapat data sebagai berikut

Tabel 1 Data Hasil Pengukuran tegangan, Arus, dan Faktor Daya pada tiap - tiap Fasa dan Netral

Pengukuran Tegangan Per Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)
Fasa R dan Netral	220 Volt	22.12 mA
Fasa S dan Netral	220 Volt	22.15 mA
Fasa T dan Netral	220 Volt	23.12 mA

Tabel 2 Data Hasil pengukuran Tegangan, Arus, dan faktor daya tiap – tiap fasa

Pengukuran Tegangan antar Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)
Fasa R dan Fasa S	380 Volt	1.37
Fasa R dan Fasa T	380 Volt	1.37
Fasa S dan Fasa T	380 Volt	1.37

Tabel 3 Data Hasil pengujian motor induksi di suplay dari jala – jala ( frekuensi 50 Hz)

Beban (Nm)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Cos P	Putaran (Rpm)
0	380	1.37	0.18	1420
0.5	380	1.61	0.34	1402
1	380	1.82	0.44	1388
1.5	380	2.05	0.50	1370
2	380	2.14	0.59	1352
2.5	380	2.30	0.67	1338
3	380	2.48	0.72	1318

#### 2. Percobaan Motor induksi 3 fasa di suplay dari inverter Variable Speed Drive (VSD)

Dengan menjalankan motor induksi 3 fasa dengan suplay dari Inverter Variable Speed Drive 3 fasa, maka di dapatkan data sebagai berikut :

1. Frekuensi 30 Hz
  - a. Waktu kerja motor 2 menit
  - b. Hubungan belitan stator motor (Delta)

Tabel 4 Data hasil pengujian motor induksi 3 fasa di suplai dari VSD( Variable Speed Drive ) untuk frekuensi 30 Hz

Beban ( Nm )	tegangan ( Volt )	Arus Ampere	Cos phi	putaran Rpm
0	152	4.00	0.18	899
0.5	152	4.10	0.26	873
1	152	4.12	0.35	855
1.5	152	4.28	0.44	835
2	152	4.40	0.50	820
2.5	152	4.53	0.57	807
3	152	4.64	0.61	792

## 2. Frekuensi 35 Hz

- a. Waktu kerja motor 2 menit
- b. Hubungan belitan stator ( delta )

Tabel 5 Data hasil pengujian motor induksi disuplai dari VSD ( Variabel Speed Drive ) untuk frekuensi 35 Hz

bebán ( Nm )	tegangan ( Volt )	Arus Ampere	Cos phi	putaran Rpm
0	164	4.00	0.18	1030
0.5	164	4.09	0.28	1007
1	164	4.10	0.38	987
1.5	164	4.25	0.44	971
2	164	4.40	0.52	952
2.5	164	4.60	0.58	940
3	164	4.68	0.63	922

## 3. Frekuensi 40 Hz

- a. Waktu kerja motor 2 menit
- b. Hubungan belitan stator motor ( delta )

Tabel 6 Data hasil pengujian motor induksi disuplai dari VSD ( variable speed drive ) untuk frekuensi 40 Hz.

bebán ( Nm )	tegangan ( Volt )	Arus Ampere	Cos phi	putaran Rpm
0	184	3.90	0.18	1200
0.5	184	4.00	0.28	1173
1	184	4.15	0.39	1158
1.5	184	4.20	0.45	1135
2	184	4.30	0.54	1120
2.5	184	4.50	0.59	1110
3	184	4.65	0.64	1091

## 4. Frekuensi 45 Hz

- a. Waktu kerja motor 2 menit
- b. Hubungan belitan stator motor ( delta )

Tabel 7 Data hasil pengujian motor induksi disuplai dari VSD ( variable speed drive ) untuk frekuensi 45 Hz

Teban ( Nm )	Tegangan ( Volt )	Arus Ampere	Cos phi	Putaran Rpm
0	202	3.70	0.16	1350
0.5	202	3.75	0.28	1331
1	202	3.82	0.38	1312
1.5	202	3.88	0.49	1296
2	202	3.95	0.56	1282
2.5	202	4.10	0.64	1265
3	202	4.47	0.70	1244

## 5. Frekuensi 50 Hz

- a. Waktu kerja motor 2 menit
- b. Hubungan belitan stator motor ( delta )

Tabel 8 Data hasil pengujian motor induksi disuplai dari VSD ( Variabel Speed Drive ) untuk frekuensi 50 Hz

Beban ( Nm )	Tegangan ( Volt )	Arus Ampere	Cos phi	Putaran Rpm
0	220	3.12	0.18	1490
0.5	220	3.20	0.30	1473
1	220	3.26	0.47	1455
1.5	220	3.30	0.52	1437
2	220	3.58	0.63	1416
2.5	220	3.86	0.71	1392
3	220	4.35	0.73	1362

## B. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa mengenai pengaruh penggunaan VSD (Variable Speed Drive) terhadap kinerja motor induksi tiga fasa, penulis akan menyimpulkan isi dari penelitian untuk memperoleh intisari dan menjawab tujuan dilakukannya penelitian ini. Beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Penggunaan VSD pada motor induksi akan mempengaruhi kinerja motor induksi. Arus dan faktor daya naik ketika frekuensi turun, sedangkan tegangan, dan putaran motor akan turun seiring dengan turunnya frekuensi.

2. Untuk perbandingan rugi – rugi daya total dengan beban 0 – 3 Newton yang di suplai dengan Variabel Speed Drive pada frekuensi 30 Hz, 35 Hz, 40Hz, 45Hz, dan 50 Hz. Yaitu semakin besar beban yang di berikan pada motor listrik tersebut, maka semakin naik juga rugi – rugi daya total yang di hasilkan oleh motor listrik tersebut.
3. Perubahan beban dan frekuensi akan mempengaruhi efisiensi motor listrik 3 fasa. Dari hasil perhitungan pada beban 0 - 3 Newton yang di suplai dari Variabel Speed Drive pada frekuensi 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz dan 50 Hz. sehingga semakin besar beban yang di berikan pada motor listrik 3 fasa maka efisiensinya akan semakin meningkat.

Sumanto. (1993). motor listrik arus bolak - balik. yogyakarta.  
Sumardjati, p. (2008). teknik pemanfaatan tenaga listrik jilid 3. bandung.  
Zuhal. (1991). dasar tenaga listrik. ITB . bandung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bsc, m. b. (2003). practical variabel speed drive and power electronics. perth australia.
- Huda, d. n. (2012). pengujian untuk kerja variabel speed drive dengan beban motor induksi 3 fasa 1 hp. politeknik negeri bandung. bandung.
- Huda, d. n. (2012). pengujian untuk variabel speed drive dengan beban motor induksi 3 fasa 1 HP. Politeknik negeri bandung. bandung: 30.
- Indra. (2009). efisiensi motor induksi 3 fasa yang di gunakan sebagai pompa untuk sistem sirkulasi pendingin generator turbin gas. PT. pertamina RUU plaju. politeknik negeri sriwijaya.palembang.
- Juhari. (2013). instalasi motor listrik semester vi. kementrian pendidikan republik indonesia.
- Prasetyo, r. (2013). analisa penghemat energi pada pompa fasum dengan menggunakan variabel speed drive. universitas gajah mada yogyakarta.
- Rijono, y. (2004). dasar teknik tenaga listrik. yogyakarta.
- Sabirin, t. (2010, juli selasa). variabel-speed-drive-part 1. Retrieved from :<http://taufiqsabirin/2010/08/04/> :<http://www>
- Siswoyo. (2008). teknik listrik industri jilid 2. direktorat jendral manajemen pembinaan SMK.