

ANALISIS PENGATURAN PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN MENGATUR FREKUENSI MENGGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE DI PT PDAM TIRTA MANGUTAMA KABUPATEN BADUNG

I Putu Adhe Putra Novantara¹, I Wayan Arta Wijaya², I Made Suartika

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

³Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email: putranovantara@gmail.com¹, artawijaya@unud.ac.id², madesuartika@unud.ac.id³,

Abstrak

Dengan meningkatnya teknologi dan pengetahuan, meningkatnya hal tersebut di bidang sistem tenaga listrik menjadikan sistem tenaga listrik tersebut sangat berkembang. Motor listrik mempunyai manfaat yang sangat penting pada perindustrian. Dalam pengoperasian mesin listrik dinyatakan baik apabila dilihat dari kinerja motor tersebut. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui apa yang menjadi pengaruh terjadinya putaran motor induksi 3 fasa pada saat pengaturan frekuensi terhadap kecepatan dan torsi pada Variable Speed Drive, serta pengaruh frekuensi terhadap besaran torsi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan mengambil data kecepatan putaran yang terukur dengan VSD kemudian dibandingkan dengan hasil analisis perhitungan kecepatan dan torsi. Hasil penelitian berdasarkan pengaturan frekuensi pada Display VSD di PT.PDAM Tirta Mangutama Area Belusung. Hasil dari Pengaturan VSD didapatkan nilai frekuensi sebesar 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz dan 45 Hz. Dengan perhitungan yang menggunakan persamaan kecepatan putaran motor terhadap frekuensi maka dibandingkan nilai dalam teoritis senilai 900rpm dan dari hasil perhitungan menggunakan VSD tidak mempunyai selisih yaitu senilai 900rpm. Maka dari data tersebut dapat dilihat bahwa data saat praktik di lapangan menunjukkan hasil yang setara dengan teori sehingga mendapatkan hasil terakhir bahwa kapasitas dari motor induksi tersebut dalam kondisi baik.

Kata Kunci : Kecepatan Putaran Motor, Frekuensi, Motor Induksi

Abstract

Along with the increase in technology and knowledge, this increase in the field of electric power systems makes the electric power system very developed. Electric motors have very important benefits in industry. In the operation of the electric machine, it is declared good when viewed from the performance of the motor. The purpose of this research is to find out what is the influence of the rotation of a 3-phase induction motor when setting the frequency on the speed and torque of VSD, as well as the effect of frequency on the amount of torque. The method used in this study is to take the rotational speed data measured by VSD and then compare it with the results of the analysis of the speed and torque calculations. The results of the study based on the frequency setting on the VSD Display at PT.PDAM Tirta Mangutama Belusung Area. The results of the VSD settings obtained frequency values of 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz and 45 Hz. Calculations using the equation of motor rotation speed to frequency, the theoretical value is compared to 900rpm and from the results of calculations using VSD is no difference, which is 900rpm. So from these data it can be seen that the data practically shows results that are in accordance with the theory so that it can be concluded that the performance of the induction motor is in good condition.

Key words : Motor Rotation Speed, Frequency, Induction Motor

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya teknologi dan pengetahuan, meningkatnya hal tersebut

di bidang sistem tenaga listrik menjadikan sistem tenaga listrik tersebut sangat berkembang. Sebagai contohnya dapat dilihat dari mesin penghasil listrik yang semakin banyak mempunyai sistem keamanan dan canggih. Pada sistem tenaga listrik dapat terbilang bagus apabila sistem tenaga listrik itu memiliki efisiensi yang tinggi atau disebut irit energi listrik untuk dinikmati oleh konsumen dalam jangka yang panjang. Jika motor yang handal tidak ada, maka suatu industri pasti sulit untuk berjalan dengan lancar [1]. Pada motor-motor listrik, terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan gangguan dan juga kerusakan baik dari dalam ataupun dari luar motor.

Kesederhanaan dan kekuatan dalam konstruksi dimiliki oleh Motor Induksi 3 fasah, motor induksi sering dan banyak dipakai dalam perindustrian. Motor induksi 3 fasah ialah motor yang selalu dipakai dalam berbagai bidang, mulai dari perindustrian besar maupun hingga ke memasuki rumah tangga. Alasan motor induksi banyak yang pakai karena memiliki keuntungan daripada motor induksi lainnya seperti motor DC sehingga harga motor induksi lebih murah dibandingkan motor listrik yang lain, serta memiliki karakteristik kerja yang baik [2],[3].

Permasalahan yang sering muncul belakangan ini adalah sering terjadinya pengaturan frekuensi pada *Variable Speed Drive*, Pengaturan frekuensi ini akan mempengaruhi putaran motor induksi 3 fasa. Jika pengaturan frekuensi ini tidak sesuai dengan anjuran dari pabrik, maka dapat menyebabkan masalah serius pada motor induksi dan perangkat induktif lainnya.

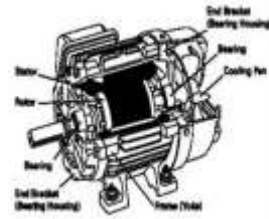
Tujuan dari penelitian ini ialah akan dilakukan Analisis untuk mengetahui cara dpengaturan putaran motor induksi 3 fasa dengan mengatur frekuensi menggunakan *Variable Speed Drive*. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa sebagai referensi oleh masyarakat tentang mengatur putaran motor yang menggunakan *Variable Speed Drive*.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Motor Induksi 3 Fasa

motor yang pada bagian rotornya akan timbul gaya putar yang disebabkan oleh perbedaan fasa pada sumber biasa disebut motor induksi 3 fasa. Pada umumnya, motor ini terdiri atas dua bagian inti, yaitu stator dan rotor [2]. Keduanya dipisahkan oleh air gap

yang merupakan celah udara yang sempit dan memiliki jarak 0,4 - 4 milimeter diantara stator dan rotornya [4]. Pada Gambar 1. Dapat dilihat komponen motor induksi 3 fasa.



Gambar 1. Komponen Motor Induksi 3 fasa [4]

2.2 Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor ini mempunyai prinsip kerja berdasarkan gelombang induksi elektromagnetik pada stator di rotor. Garis gaya fluks menjadi induksi dari adanya stator yang dapat memotong kumparan rotor tersebut maka dapat mengeluarkan emf. Penghantar rotor merupakan ikatan yg ditutup, maka akan mengalir arus dalam rotor [5].

Rotor yang akan dijalankan oleh arus ada pada garis gaya fluks yang mempunyai asal dari stator sehingga kumparan rotor itu mengalami terjadinya gaya lorents. Gaya Lorents menyebabkan momen gaya yang akan menggerakkan kinerja rotor sesuai dengan pergerakan pada medan stator. Rangka pada stator masih ada kumparan stator yg diletakkan dalam slot dalam sejumlah kutub tertentu. Jumlah pada kutub ini memilih kecepatan putar pada medan stator yg terjadi yg diinduksikan ke rotornya. Semakin Jumlah kutub itu megah maka akan menyebabkan kecilnya kecepatan putaran & sebaliknya [6]. Kecepatan putaran medan putar bisa disebut juga dengan kecepatan sinkron. biasanya kecepatan medan sinkron ini dicari dengan persamaan 1 [4] sebagai berikut:

$$N_s = \frac{120.f}{p} \quad (1)$$

Dengan :

f = frekwensi sumber AC (Hertz)

P = jumlah kutub

Ns = kecepatan putaran sinkron (rpm)

2.3 VSD

Inverter ataupun *Variable Speed Drive* merupakan peralatan yang biasanya

berfungsi sebagai pengatur putaran kecepatan motor. VSD tersebut biasanya digunakan pada aliran AC / DC.[7] VSD mempunyai cara untuk bekerja yaitu frekuensi tegangan yang akan diinput untuk mengatur terjadinya kecepatan motor. kecepatan putaran motor akan berubah dengan cara diatur atau diputar knob pada VSD agar kecepatan naik atau turun[8].

Penyearah (*converter* AC-DC) dibutuhkan untuk mengubah tegangan AC menjadi Direct Current serta sering menggunakan penyearah tidak terkendali namun penyearah terkendali (*thyristor rectifier*) biasanya juga digunakan. Setelah tegangan diubah menjadi Direct Current maka digunakan *capasitor* yang berfungsi sebagai perata tegangan untuk meningkatkan kualitas DC. Setelah itu tegangan Direct Current diubah menjadi AC kemudian dikembalikan oleh VSD dengan menggunakan teknik *PWM* [6],[9].

2.4 Torsi

Torsi merupakan kekuatan atau tenaga yang dapat menghasilkan suatu putaran Hal tersebut dapat menyebabkan motor induksi untuk berputar. Torsi mempunyai gaya dan jarak (lb-ft) dan dapat dihitung nilai pada torsi dengan rumus [10] :

$$T = \frac{P_{out}}{\omega} \quad (2)$$

Dengan :

T = Torsi

P_{out} = Daya keluaran (output) motor induksi

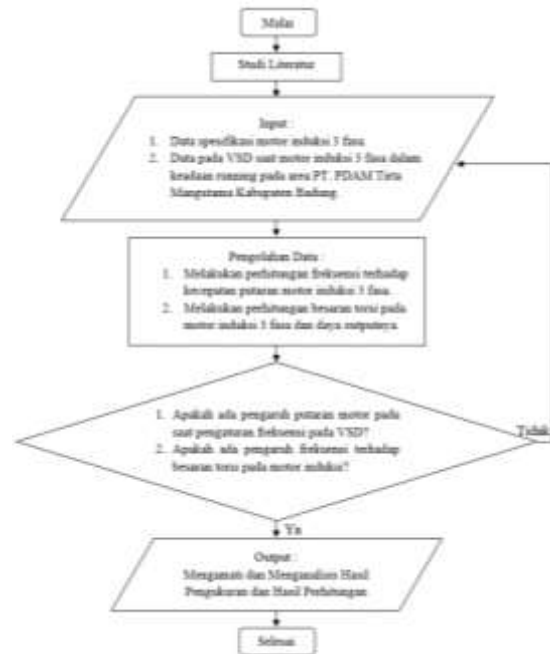
ω = Kecepatan sudut putar

3. METODE PENELITIAN

Didalam penelitian ini, data yang akan dipakai/digunakan biasanya diperoleh dari hasil penelitian berupa hasil pengukuran kecepatan motor induksi, torsi, tegangan, arus dan cosphi yang terdapat di *Human Interface* pada *VSD* yang terhubung pada motor induksi 3 fasa senilai 355 kW, 380 V Pada PDAM Tirta Mangutama Kabupaten Badung area Blusung.

Data yang diperoleh pada penelitian kemudian dibandingkan dengan data perhitungan sehingga terdapat hasil perbandingan untuk dianalisis antara data pada penelitian dan data perhitungan. Berikut

pada Gambar 2. Dapat dilihat diagram alir peenelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

1. Dimulai menggunakan studi literatur, dengan mengumpulkan literatur yg mempunyai kaitan hampir sama dengan penelitian yg akan diteliti oleh sang peneliti.
2. Mencari data mengenai spesifikasi motor dan *panel control Variable Speed Drive* dan melakukan pengaturan frekuensi sebesar 30Hz, 35Hz, 40Hz, 45Hz pada *Variable Speed Drive*.
3. Jika pengaturan frekuensi telah berhasil, maka akan diperoleh data hasil dari pengaturan frekuensi yang muncul pada *Display* yang berada di *Variable Speed Drive*. Data tersebut ialah kecepatan putar motor, torsi, tegangan, arus pada motor induksi 3 fasa tersebut. Kemudian dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk mendapatkan perbandingan antara hasil pada pengaturan VSD dan hasil perhitungan motor induksi.
4. Analisis data hasil dari pengaturan VSD dan perhitungan yang telah didapatkan dan proses pembuatan laporan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengaturan Frekuensi Pada Variable Speed Drive

Tabel 1. merupakan data yang diperoleh dari hasil pengaturan pada *display VSD* pada saat penulis melaksanakan penelitian mengenai motor induksi yang menggunakan *Variable Speed Drive* di PT. PDAM Tirta Mangutama Kabupaten Badung area Blusung dengan menggunakan motor tiga fasa, 380 Volt dengan daya 355 kW.

Tabel 1. Data Hasil Pengaturan frekuensi pada Motor Induksi 3 fasa yang menggunakan *Variable Speed Drive*.

Frekuensi Variable Speed Drive	Kecepatan Motor Induksi (n)	Torsi (T)	Tegangan (V)	Arus (I)	cos φ
30 Hz	900 Rpm	502,2 Nm	239 V	203,6 A	0,87
35 Hz	1050 Rpm	679,7 Nm	279 V	243,8 A	0,87
40 Hz	1201 Rpm	911,04 Nm	319 V	295,7 A	0,87
45 Hz	1350 Rpm	1.144,64 Nm	359 V	364,7 A	0,87



Gambar 3. Data Hasil Pada *Display VSD* Saat Pengaturan frekuensi.

4.2 Analisis Hasil Perhitungan

Dari data hasil pengaturan frekuensi pada Tabel 1 yang sudah didapatkan, maka selanjutnya bisa untuk dilakukan analisis dengan memakai persamaan perhitungan. Akan digarap beberapa perhitungan dalam metode ini untuk menganalisis adanya dampak terjadinya perubahan/pergantian frekuensi yang masuk dalam motor induksi tiga fasa yang memakai pengaturan kecepatan motor induksi (*Variable Speed Drive*) yaitu:

4.2.1 Perhitungan Pengaruh Frekuensi Terhadap Kecepatan Motor Induksi

Perhitungan yang akan dilakukan pada tahap pertama yaitu dilakukan perhitungan mengenai kecepatan putar stator dengan menggunakan persamaan 1. Sebagai berikut :

1. Dari hasil pengaturan pada *variable speed drive*, bahwa frekuensi yang disetting sebesar 30 Hz. Maka maka kecepatan medan putar stator adalah:

$$n_s = \frac{120 \times 30 \text{ Hz}}{4} = \frac{3600}{4} = 900 \text{ Rpm}$$

2. Dari hasil pengaturan pada *variable speed drive*, bahwa frekuensi yang disetting sebesar 35 Hz. Maka maka kecepatan medan putar stator adalah:

$$n_s = \frac{120 \times 35 \text{ Hz}}{4} = \frac{4200}{4} = 1050 \text{ Rpm}$$

3. Dari hasil pengaturan pada *variable speed drive*, bahwa frekuensi yang disetting sebesar 40 Hz. Maka maka kecepatan medan putar stator adalah:

$$n_s = \frac{120 \times 40 \text{ Hz}}{4} = \frac{4800}{4} = 1200 \text{ Rpm}$$

4. Dari hasil pengaturan pada *variable speed drive*, bahwa frekuensi yang disetting sebesar 45 Hz. Maka maka kecepatan medan putar stator adalah:

$$n_s = \frac{120 \times 45 \text{ Hz}}{4} = \frac{5400}{4} = 1350 \text{ Rpm}$$

Pada hasil dari perhitungan tentang pengaruh frekuensi terhadap kecepatan putar pada motor induksi maka diketahui hasil jika pengaturan frekuensi tersebut ditingkatkan maka kecepatan medan putar stator juga akan semakin meningkat.

4.2.2 Perhitungan Pengaruh Frekuensi Terhadap Torsi Motor

Untuk mendapatkan hasil dari pengaruh adanya akibat terjadinya perubahan frekuensi terhadap nilai torsi pada motor induksi 3 fasa yang terdapat pada *display VSD*, maka dapat diketahui nilai torsi pada perhitungan dengan melakukan perhitungan yaitu menghitung daya output pada motor induksi 3 fasa terlebih dahulu sebagai berikut :

1. Nilai pada torsi yang didapat pada Display VSD saat pengukuran besarnya ialah 502,2 Nm.

Dengan: $f = 30$ Hz
 $n = 900$ Rpm

Maka, dapat dihitung daya output pada motor dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{out} &= \frac{\tau \times n}{9,55} \\ &= \frac{502,2 \times 900}{9,55} \\ &= \frac{451.980}{9,55} = 47.327,7 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan Daya Output pada Motor Induksi, maka dilanjutkan perhitungan nilai torsi dengan menggunakan persamaan 2. adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi \times \frac{n}{60}} \\ &= \frac{47.327,7}{6,28 \times \frac{900}{60}} \\ &= \frac{47.327,7}{94,2} = 502,4 \text{ Nm} \end{aligned}$$

2. Nilai pada torsi yang didapat pada Display VSD saat pengukuran besarnya ialah 679,7 Nm.

Dengan: $f = 35$ Hz
 $n = 1050$ Rpm

Maka, dapat dihitung daya output pada motor dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{out} &= \frac{\tau \times n}{9,55} \\ &= \frac{679,7 \times 1050}{9,55} \\ &= \frac{713.685}{9,55} = 74.731,4 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan Daya Output pada Motor Induksi, maka dilanjutkan perhitungan nilai torsi dengan menggunakan persamaan 2. adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi \times \frac{n}{60}} \\ &= \frac{74.731,4}{6,28 \times \frac{1050}{60}} \\ &= \frac{74.731,4}{109,9} = 680 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3. Nilai pada torsi yang didapat pada Display VSD saat pengukuran besarnya ialah 911,04 Nm.

Dengan: $f = 40$ Hz
 $n = 1201$ Rpm

Maka, dapat dihitung daya output pada motor dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{out} &= \frac{\tau \times n}{9,55} \\ &= \frac{911,04 \times 1201}{9,55} \\ &= \frac{1.094.159,04}{9,55} = 114.571,6 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan Daya Output pada Motor Induksi, maka dilanjutkan perhitungan nilai torsi dengan menggunakan persamaan 2. adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi \times \frac{n}{60}} \\ &= \frac{114.571,6}{6,28 \times \frac{1201}{60}} \\ &= \frac{114.571,6}{125,70} = 911,4 \text{ Nm} \end{aligned}$$

4. Nilai pada torsi yang didapat pada Display VSD saat pengukuran besarnya ialah 1.144,64 Nm.

Dengan: $f = 45$ Hz
 $n = 1350$ Rpm

Maka, dapat dihitung daya output pada motor dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{out} &= \frac{\tau \times n}{9,55} \\
 &= \frac{1.144,64 \times 1350}{9,55} \\
 &= \frac{1.545.264}{9,55} = 161.807,7 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan Daya Output pada Motor Induksi, maka dilajukan perhitungan nilai torsi dengan menggunakan persamaan 2. adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\
 &= \frac{P_{out}}{2\pi \times \frac{n}{60}} \\
 &= \frac{161.807,7}{6,28 \times \frac{1350}{60}} \\
 &= \frac{161.807,7}{141,3} = 1.145,1 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Pada hasil perhitungan pengaruh frekuensi terhadap torsi motor maka didapatkan hasil jika pengaturan frekuensi ditingkatkan maka torsi pada motor induksi juga akan meningkat seperti frekuensi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran pada *display VSD* dan Perhitungan yang dilakukan serta analisis data yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai grafik pada frekuensi pada kecepatan motor, dilihat bahwa pada saat terjadinya lonjakan/kenaikan pada frekuensi pada motor induksi maka kecepatan putaran motor akan semakin cepat. Keadaan ini terjadi karena frekuensi tersebut berbanding lurus dengan kecepatan putar motor. Pada saat nilai frekuensi pada inverter disetting dengan nilai 30 Hz maka besar kecepatan putar motor induksi yang tertera pada *display VSD* ialah 900 Rpm dan saat frekuensi disetting dengan nilai frekuensi 45 Hz maka besar kecepatan putar motor induksi

yang tertera pada *display VSD* ialah 1350 Rpm.

2. Berdasarkan grafik pada frekuensi terhadap Nilai torsi, terlihat bahwa ketika pada frekuensi 30 Hz, maka nilai yang didapatkan oleh torsi sebesar 502,2 Nm. Kemudian ketika ditingkatkan pada frekuensi menjadi 45 Hz, maka nilai yang didapatkan torsinya ialah 1.144,64 Nm. maka dapat disimpulkan bahwa semakin besarnya frekuensi dan besarnya kecepatan putaran motor dapat menyebabkan nilai torsi meningkat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumanto. 1993. *Motor Listrik Arus Bolak – Balik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [2] Effendi, I. 2014. Penerapan Variable Frequency Drive Pada Motor Fuel Screw Feeder untuk Bahan Bakar Pada Sistem Boiler di PT. Lontar Papyrus Pulp & Paper Industry. Palembang: Jurnal Desiminasi Teknologi, Vol. 2, No. 1.
- [3] Elza Rachmayanti, D. 2016. Analisa Penggunaan Variable Speed Drive Untuk Motor Induksi 3 Fasa Pada Screening Station di PT. Vale Indonesia Tbk. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [4] Iswahyudi, P. 2018. Rancang Bangun Trainer Variable Speed Drive Analog dan Digital Dengan Sistem Pencacah Tegangan Pada Laboratorium Listrik Politeknik Penerbangan Surabaya. Surabaya: Politeknik Penerbangan Surabaya.
- [5] Juhari. 2013. Instalasi Motor Listrik Semester VI. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- [6] Pranata, Y. 2018. Analisis Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Inverter 3 Fasa. Bandung: Jurnal TELKA, Vol. 4, No. 2.
- [7] Prasetyo, E. 2018. Penggunaan Variable Speed Drive Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Exhaust Fan Pada Dyno Test Room PT. Trakindo Utama Pekanbaru. Pekanbaru: Jurnal Teknik, Vol. 12, No. 2.
- [8] Prasetyo, Ria. 2013. Analisa Penghemat Energi Pada Pompa Fasum Menggunakan Variable Speed Drive. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [9] Sumardjati, Prih. 2008. Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3.

Direktorat Jendral Manajemen Pembinaan
Sekolah Menengah Kejuruan.
Departemen Pendidikan Nasional.
[10]Zuhal. 1991. Dasar Tenaga Listrik.
Jakarta. Bandung: Institut Teknologi
Bandung.