

Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Phasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P

Elvy Sahnur Nasution¹, Arnawan Hasibuan²

Dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan

Dosen Teknik Elektro Universitas Malikussaleh Lhokseumawe

Lhokseumawe Jl. Cot Tgk Nie-Reulet, Aceh Utara, 141 Indonesia

email : elvysahnur@umsu.ac.id, arnawan@unimal.ac.id.com

Abstrak

Dewasa ini mesin listrik yang sering digunakan pada dunia industri adalah motor induksi, hal ini karena motor induksi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan jenis motor lain, diantaranya memiliki efisiensi yang relatif tinggi, konstruksi yang sederhana dan kuat, serta mudah dan murah dalam perawatannya. Salah satu kelemahan dari motor induksi adalah mengatur kecepatan putaran motor. Kecepatan putaran motor induksi dapat diubah dengan cara mengubah frekuensi dengan menggunakan inverter. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh perubahan frekuensi terhadap kecepatan putaran motor induksi 3 phasa menggunakan inverter. Hasil penelitian ini adalah perubahan frekuensi pada inverter dapat menyebabkan perubahan kecepatan putaran motor induksi 3 phasa. Perubahan frekuensi inverter dengan cara mengatur tegangan input inverter dengan mengubah-ubah tahanan (potensio meter) pada inverter dapat merubah kecepatan motor induksi 3 phasa.

Kunci : Motor Induksi 3 Phasa, Inverter (VFD), Frekuensi, Tegangan, Putaran.

1.PENDAHULUAN

Dewasa ini motor listrik banyak sekali digunakan, Motor listrik ada bermacam-macam yang tersedia yaitu dapat dijalankan dengan sumber daya arus bolak-bolak dan sumber daya arus searah. Namun dari semua jenis motor yang ada motor induksilah yang paling sering digunakan, karena mempunyai konstruksi yang sederhana, kuat dan memiliki keandalan yang tinggi, mudah dalam perawatan dan mempunyai harga relatif lebih murah dari motor yang lain.

Motor induksi disebut juga motor tak serempak merupakan motor arus bolak-balik (*ac*) yang paling luas digunakan. Karena kesederhanaannya, konstruksinya yang kuat dan karakteristik kerjanya

yang baik. motor induksi tiga fasa dengan rotor sangkar merupakan suatu motor dengan kecepatan tetap yang mempunyai sekitar 5 % penurunan kecepatan dari tanpa beban sampai beban penuh. Pada pemakaian tertentu pengoperasian motor induksi membutuhkan pengaturan kecepatan yang bervariasi, untuk itu perlu diatur kecepatan putaran motor induksi 3 fasa.

Pada prinsipnya pengaturan kecepatan motor induksi dapat dilakukan beberapa cara, yaitu; (1) merubah jumlah kutub, (2) Mengubah frekuensi jala-jala, (3) Mengatur tegangan jala-jala, (4) Pengaturan tahanan luar pada motor induksi jenis motor lilitan.

Pengoperasian motor induksi membutuhkan pengaturan kecepatan yang bervariasi di dunia industri, inverter merupakan alat atau komponen yang cukup banyak digunakan karena fungsinya untuk mengatur kecepatan motor-motor listrik. Secara sederhana prinsip dasar inverter untuk dapat mengubah frekuensi menjadi lebih kecil atau lebih besar yaitu dengan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC kemudian dijadikan tegangan AC lagi dengan frekuensi yang berbeda atau dapat diatur. Dengan menggunakan inverter, kecepatannya bisa diubah-ubah atau disetting sesuai dengan kebutuhan. Inverter menggunakan frekuensi untuk mengatur speed motor. Seperti diketahui, pada kondisi ideal (tanpa slip) jadi dengan mengatur frekuensi pada motor, speed akan berubah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Motor induksi merupakan suatu jenis motor listrik yang paling sederhana, konstruksi kuat dan mempunyai ukuran KVA yang berbeda-beda. Motor induksi merupakan suatu motor yang dicatu arus bolak-balik pada statornya secara langsung dan pada rotornya dengan imbas atau transformator dari stator. Disebut motor induksi disebabkan dari kenyataan bahwa arus yang mengalir pada rotor bukan diperoleh dari suatu sumber tertentu melainkan arus yang terinduksi akibat adanya perbedaan relatif antara putaran poros rotor dengan medan putar yang terjadi pada stator. Medan putar inilah yang menjadi prinsip dasar dari motor induksi 3 fasa, sedang motor induksi satu fasa tidak menghasilkan medan putar.

Motor induksi tiga fasa berputar pada kecepatan yang pada dasarnya adalah konstan, mulai dari tidak berbeban sampai mencapai keadaan beban penuh. Kecepatan putaran motor ini dipengaruhi oleh frekuensi,

dengan demikian pengaturan kecepatan tidak dapat dengan mudah dilakukan terhadap motor ini. Walaupun demikian, motor induksi tiga fasa memiliki beberapa keuntungan, yaitu sederhana, konstruksinya kokoh, harganya relatif murah, mudah dalam melakukan perawatan, dan dapat diproduksi dengan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan industri.

Bila motor asinkron bekerja pada sistem 3 fasa, besar arus dan juga fluksi pada kutub di masing-masing fasa selalu berubah sesuai dengan fungsi waktu. Fluksi-fluksi pada masing-masing kutub selalu menghasilkan fluksi total (resultant), yang bergerak mengelilingi stator dengan arah radial. Fluksi yang berputar tersebut disebut medan putar, kecepatan putarnya disebut putaran sinkron (n).

2.2 Prinsip Kerja Motor Induksi

Prinsip kerja motor induksi 3 fasa adalah sebagai berikut :

1. Bila sumber tegangan 3 fasa dihubungkan pada kumparan stator, maka akan timbul fluksi resultan yang sama besar dan berputar dengan kecepatan sebesar:

$$n_s = \frac{120 \cdot f_1}{P} \quad (2.1)$$

Dimana :

n_s = kecepatan serempak (sinkron) (rpm)

f_1 = frekuensi stator (jala jala) (Hz)

P = jumlah kutub

2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor.
3. Akibatnya pada kumparan motor timbul tegangan induksi (ggl) sebesar :

$$E_{2s} = 4,44 \cdot f_2 \cdot N_2 \cdot \Phi_m \quad (\text{untuk satu fasa}) \quad (2.2)$$

Dimana :

E_{2s} = tegangan induksi saat rotor berputar (Volt)

f_2 = frekuensi motor (H_1)

N_2 = jumlah belitan motor

Φ_m = fluksi maksimum (weber)

4. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup, maka ggl (E) akan menghasilkan arus induksi (I).
5. Adanya arus (I) di dalam medan magnet akan menimbulkan gaya (F) pada rotor.
6. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F") pada rotor cukup besar untuk memikul beban, rotor akan berputar searah dengan medan

putar stator.

7. Seperti telah dijelaskan pada point 3, tegangan induksi timbul, bahwaterpotongnya batang konduktor rotor oleh medan putar stator, artinya teganganterinduksi diperlukan adanya perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan putaran rotor (n_r).

8. Perbedaan kecepatan medan stator (n_s) dan kecepatan putaran rotor (n_r) di sebut slip, dinyatakan dengan :

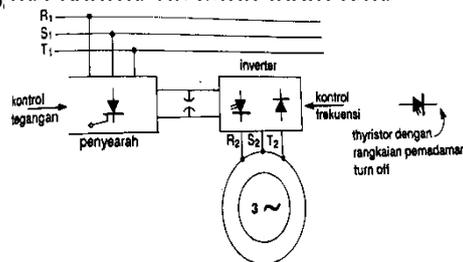
$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\% \quad (2.3)$$

9. Bila $n_s = n_r$ berarti tegangan tidak terinduksi dan arus tidak mengalir pada kumparan rotor, dengan demikian tidak menghasilkan kopel. Kopel motor akan ditimbulkan apabila $n_s < n_r$

10. Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga dengan motor tak serempak (motor asinkron).

Motor Tak serempak 3 phasa biasanya dioperasikan pada kecepatan yang konstan mendekati kecepatan sinkronnya akan tetapi pada pemakaian tertentu dibutuhkan adanya pengaturan putaran.

Dari persamaan (2.1) dapat dilihat bahwa putaran sinkron berbanding lurus dengan frekuensi stator. Ini berarti bila jumlah kutub tetap, maka putaran sinkron dapat dirubah dengan merubah frekuensi stator. Kebanyakan yang dimaksud dengan pengaturan kecepatan dari sebuah motor induksi jenis sangkar yang di catu dari inverter frekuensi yang diubah-ubah, dilukiskan pada gambar 2.1 operasi inverter telah dijelaskan, sedangkan kapasitor pada gambar 2.2. tersebut berguna sebagai filter untuk memperbaiki bentuk daya yang lebih baik



Gambar.2.1. Diagram blok konverter dc - link pada motor tak serempak 3 phasa

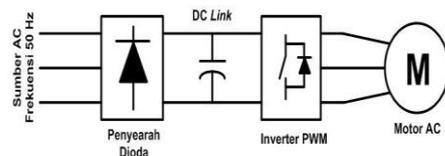
Ketika inverter digunakan untuk mencatu daya motor induksi dengan merubah-ubah frekuensi, tegangan keluaran inverter juga akan

berubah/ bervariasi secara linier dengan frekuensi agar perbandingan *Volt/Hz* dari motor tetap konstan sehingga kerapatan fluksi magnetik pada motor dapat dipertahankan.

2.3 Inverter

Inverter merupakan sebuah alat pengatur kecepatan motor dengan mengubah nilai frekuensi dan tegangan yang masuk ke motor. Pengaturan nilai frekuensi dan tegangan ini dimaksudkan untuk mendapatkan kecepatan putaran dan torsi motor yang diinginkan atau sesuai dengan kebutuhan. Secara sederhana prinsip dasar inverter untuk dapat mengubah frekuensi menjadi lebih kecil atau lebih besar yaitu dengan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC kemudian dijadikan tegangan AC lagi dengan frekuensi yang berbeda atau dapat diatur.

Inverter merupakan alat untuk mengatur kecepatan putaran motor dengan cara mengubah frekuensi listrik sesuai dengan kecepatan motor yang diatur, sebuah Variabel Frequency Drive (VFD) adalah suatu sistem untuk mengendalikan kecepatan rotasi motor listrik arus bolak-balik (AC) dengan mengendalikan frekuensi listrik yang diberikan ke motor. VFD juga dikenal sebagai Adjustable Frekuensi Drive (AFD), Variable Speed Drive (VSD), AC Drive, Microdrives atau Inverter Drive.

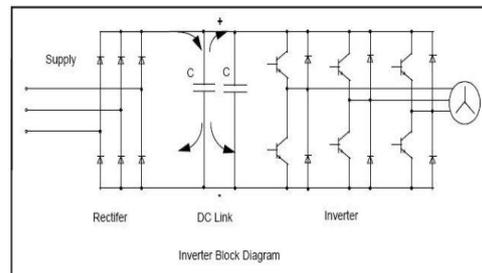


Gambar 2.2. Rangkaian Pengendali Kecepatan Motor AC

2.3.1 Prinsip Kerja Inverter (VFD)

Prinsip kerja Inverter yang sederhana adalah:

1. Tegangan yang masuk dari jala-jala 50 Hz dialirkan ke penyearah DC, dan ditampung ke bank capacitor. Jadi dari AC dijadikan DC.
2. Tegangan DC kemudian diumpankan ke board inverter untuk dijadikan AC kembali dengan frekuensi sesuai kebutuhan. Jadi dari DC ke AC yang komponen utamanya adalah semikonduktor aktif. Dengan menggunakan frekuensi carrier (bisa sampai 20 kHz), tegangan DC dicacah dan dimodulasi sehingga keluar tegangan dan frekuensi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya kita lihat diagram blok variable frekuensi drive dibawah ini:



Gambar 2.3 Sirkuit Inverter (VFD)

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini spesifikasi inverter yang digunakan adalah tipe Altivar 12H075M2 (*Baseplate variable speed drives for asynchronous motors*) 0,75 Kw-1 HP. Sedangkan spesifikasi motor adalah teg 220-240 Volt, 0,37 Kw, 4 kutub ½ HP dan Rpm 1450.

Pengambilan data pada penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Data yang diambil adalah data frekuensi, tegangan, kecepatan putaran motor dan arus. Data tersebut diperoleh dengan mengatur frekuensi pada inverter dan mengatur tegangan input melalui pengaturan tahanan (potensio meter) pada sisi inverter, pengaturan dilakukan hingga diperoleh frekuensi yang bervariasi, perubahan frekuensi akan mengakibatkan perubahan putaran motor.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

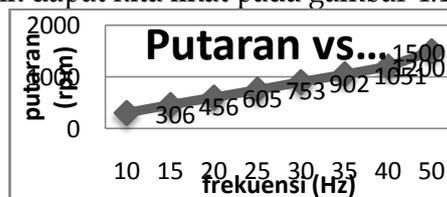
Hasil pengujian dan pengamatan yang dilakukan antara perubahan frekuensi dan kecepatan motor induksi di laboratorium bahwa putaran kecepatan motor konstan jika frekuensi konstan sedangkan percobaan dengan mengubah-ubah frekuensi pada inverter Inverter tipe Altivar 12P kecepatan putaran motor juga berubah hal ini ditunjukkan pada tabel 4.1 dan dapat dilihat dari grafik kurva antara frekuensi dan kecepatan motor ditunjukkan pada gambar 4.1.

Tabel 4.1 Frekuensi, Putaran Motor Terukur, dan Daya

NO	Frekuensi (Hz)	Putaran yang terukur (rpm)	Putaran dengan rumus (rpm) $n = \frac{120 \cdot f}{P}$	Arus (Amp)
1	50	1500	1500	1.4
2	40	1200	1200	1.4
3	35	1051	1050	1.4
4	30	902	900	1.4
5	25	753	750	1.4
6	20	605	600	1.4
7	15	456	450	1.5
8	10	306	300	1.5

Dari tabel 4.1. dapat dilihat bahwa pada pengujian pertama saat frekuensi pada inverter disetting 50 Hz maka kecepatan putaran motor induksi sebesar 1500 Rpm sedangkan dengan menggunakan rumus diperoleh kecepatan yang sama 1500 Rpm, pada pengujian kedua frekuensi pada inverter disetting 40 Hz maka kecepatan yang awalnya 1500 Rpm berubah dan turun menjadi 1200 Rpm dengan menggunakan rumus diperoleh kecepatan yang sam 1400 Hz, begitu seterusnya hingga pengujian terakhir frekuensi disetting 10 Hz kecepatan berubah turun menjadi 306 Rpm. Sedangkan dengan menggunakan rumus terdapat perbedaan sedikit yaitu pada pengujian ke 3,4,5,6,7, 8 kecepatan motor tidak sama namun perbedaannya tidak signifikan hanya 0,013 %. Hal ini dikarenakan alat ukur digital yang digunakan.

Dari hasil pengujian tersebut dapat kita lihat bahwa dengan mengatur frekuensi maka kecepatan putaran motor juga dapat berubah, atau dapat dikatakan putaran motor dapat diatur dengan mengubah frekuensi pada inverter. Secara grafik dapat kita lihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1. Kurva antara frekuensi dan putaran motor

Dari grafik diatas dapat kita lihat bahwa semakin kecil frekuensi maka kecepatan semakin menurun, kebalikannya jika frekuensi kita naikkan maka kecepatan semakin besar, sehingga jika kita menginginkan pengaturan putaran motor, putaran lambat sedang dan cepat kita bisa mengatur dengan cara mengatur frekuensi pada inverter.

Untuk hasil pengujian dan pengamatan yang dilakukan pada eksperimen mengubah tegangan pada inverter dilakukan untuk merubah-ubah frekuensi inverter dengan tujuan untuk menghasilkan pengaturan putaran pada motor induksi.

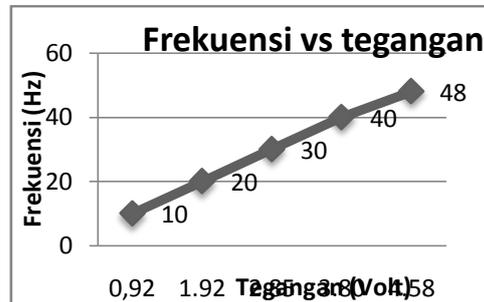
Pengujian dilakukan dengan melakukan pengaturan tegangan pada inverter yang memiliki range antara 0- 5 Volt dc. Pengaturan tegangan dilakukan dengan cara merubah tahanan pada potensiometer yang dihubungkan pada sisi input inverter, tahanan yang diberikan memiliki range 0 - 2.2 K Ω . Perubahan tahanan potensiometer mengakibatkan perubahan tegangan pada input inverter, tegangan yang berubah akan merubah frekuensi inverter sehingga berubahnya frekuensi inverter akan merubah kecepatan putaran motor. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2 .

Tabel 4.2 Tegangan, Frekuensi, Putaran Motor Terukur, dan Arus

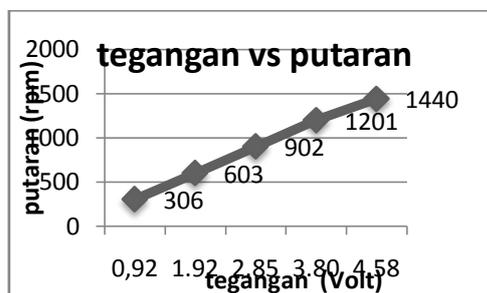
NO	Teg (Volt)	Frek (Hz)	Putaran yang terukur (rpm)	Putaran dengan rumus (rpm)	Arus (Amp)
1	4.58	48	1440	1440	1.4
2	3.80	40	1201	1200	1.4
3	2.85	30	902	900	1.4
4	1.92	20	603	600	1.4
5	0.92	10	306	300	1.5

Dari tabel di atas dapat kita lihat bahwa pada pengujian pertama tegangan disetting 4.58 Volt dengan cara mengatur potensiometer yang dihubungkan ke inverter, pada tegangan 4,58 Volt frekuensi yang terukur adalah 48 Hz dan kecepatan putaran yang dihasilkan sebesar 1440 Rpm. Pengujian kedua potensiometer kembali dirubah didapat tegangan 3,80 Volt, frekuensi yang terukur adalah 40 Hz dan kecepatan putaran motor yang dihasilkan sebesar 1201 Rpm. Begitu seterusnya hingga percobaan terakhir. Sedangkan dengan menggunakan rumus terdapat perbedaan sedikit yaitu pada pengujian ke 2,3,4, dan 5 kecepatan motor tidak sama namun perbedaannya tidak signifikan hanya 0,013 %. Hal ini dikarenakan alat ukur digital yang digunakan.

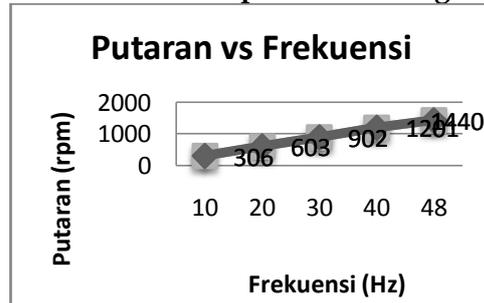
Dari hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa tegangan disisi input inverter dapat diubah dengan mengubah tahanan (potensiometer) perubahan tegangan mengakibatkan berubahnya frekuensi, perubahan frekuensi akan merubah kecepatan putaran motor. Secara grafik pada dapat kita lihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.2. Kurva antara frekuensi dan tegangan input



Gambar 4.3. Kurva antara putaran dan tegangan input



Gambar 4.4. Kurva antara putaran dan frekuensi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan inverter tipe ATV12 (Altivar 12P) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kecepatan putaran motor bisa diatur dengan cara merubah-ubah frekuensi pada inverter tipe ATV12 (Altivar 12P) .
2. Putaran motor induksi dapat diatur dengan mengubah frekuensi pada inverter dengan cara merubah tegangan input pada inverter dengan menggeser tahanan pada potensio meter yang dihubungkan pada inverter.
3. Motor induksi dapat diatur putarannya dengan range frekuensi 10 Hz

dengan putaran 306 rpm sampai 50 Hz dengan putaran 1500 pada keadaan tanpa beban.

5.2 Saran

Untuk menyempurnakan hasil penelitian ini, penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan meneliti perubahan frekuensi dengan menggunakan PLC terhadap perubahan putaran motor induksi.

DAFTAR PUSTAKA

- A.E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr and Stephen D. Umans dengan alih bahasa Ir. Djoko Achyanto M.sc, EE. **Mesin-Mesin Listrik**, Edisi Keempat, Erlangga, 1986.
- B.L. Theraja, **A Text Book of Elektrical Technology, 17th Revised Edition**, New Delhi, 1989.
- Cyril Lander, **The Application of Semiconductor Devices**, Wiley, New Delhi, 1977
- Haryanto, 2011, Jurnal rekayasa, Vol. 4, No. 1, april 2011, "**Pembuatan Modul Inverter sebagai kendali Kecepatan Putaran Motor Induksi**"
- Hadidjaja dkk, 2015, jurnal EECCIS Vol.9, No.2, Desember 2015, "**Analisis Pengaturan Motor Satu Fasa dengan Parameter frekuensi Menggunakan Power Simulator (PSIM)**"
- Isdiyarto, 2010, Jurnal Kompetensi Teknik Vol.1, No. 2. Mei 2010 "**Dampak perubahan Putaran Terhadap Unjuk kerja Motor Induksi 3 Phasa jenis rotor Sangkar**".
- Lister, **Mesin dan Rangkaian Listrik**, Edisi Keenam, Erlangga, 1988.
- Muhammad Harunur Rashid, **Power Electronics Circuit, Device, and Applications**, Prentice Hall, Englewood, New Jersey, 1988.
- Zuhal, **Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya**, PT. Gramedia, Jakarta, 1990.
- journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JKT/article/download/124/128
digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-13216-Paper.pdf