

ANALISIS PERUBAHAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 PHASA DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER 3G3MX2

Zulfikar¹⁾, Noorly Evalina²⁾, Abdul Azis H³⁾, Yoga Tri Nugraha⁴⁾
^{1,2,3)}Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
⁴⁾Dosen Fakultas Teknik Universitas Al-Azhar Medan
noorlyevalina@umsu.ac.id

Abstrak

Motor induksi adalah motor yang paling banyak digunakan oleh konsumen pengguna listrik baik untuk keperluan rumah tangga maupun industry, hal ini disebabkan konstruksinya yang sederhana serta lebih mudah dalam pemeliharaan dibandingkan motor DC, tetapi untuk mengatur putaran kecepatan dan torsi motor induksi bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan, dengan perkembangan system control salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan inverter, inverter adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC berupa sinyal sinusoidal setelah melalui pembentukan gelombang dan rangkaian filter, tegangan output yang dihasilkan harus stabil baik amplitude tegangan maupun frekuensi tegangan yang dihasilkan, Inverer 3G3MX2 dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi tiga fasa sesuai dengan keadaan yang diinginkan. Berdasarkan hasil penelitian bila tegangan referensi input dinaikkan maka frekuensi akan semakin tinggi sehingga putaran motor induksi akan semakin cepat.

Kata-Kata Kunci : Motor Induksi, Inverter, Putaran

I. PENDAHULUAN

Motor induksi adalah motor yang paling banyak di gunakan saat ini, karena memiliki konstruksi yang sederhana, relatif murah, lebih ringan dan memiliki efisiensi yang tinggi serta mudah dalam pemeliharaannya di bandingkan dengan motor DC. Namun dalam hal pengaturan kecepatan dan torsi motor induksi bukanlah suatu permasalahan yang mudah untuk di lakukan, jika motor diam, frekuensi arus rotor sama seperti frekuensi penyedia tapi apabila rotor start atau jalan, maka frekuensi tergantung kecepatan relatif atau kecepatan slip[1].

PLC dapat digunakan untuk mengontrol perubahan putaran motor induksi dengan bantuan software CX-Programer, pada saat frekuensi disetting ke PLC dirubah maka kecepatan putaran motor induksi akan berubah. Berdasarkan hasil penelitian bahwa semakin besar tegangan referensi yang diberikan maka putaran motor induksi akan semakin tinggi [2], dengan kemajuan teknologi system control, maka pengaturan motor induksi dapat dilakukan dengan menggunakan Inverter, salah satunya dengan menggunakan inverter 3gmx2 yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi dengan kecepatan yang bervariasi dengan mengatur frekuensi.

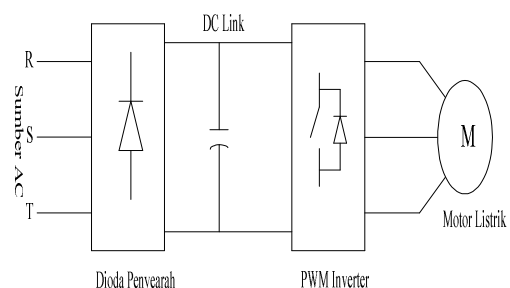
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC berupa sinyal sinusoidal setelah melalui pembentukan gelombang dan rangkaian filter, tegangan output yang dihasilkan harus stabil baik amplitude tegangan maupun frekuensi tegangan yang dihasilkan, distorsi yang rendah, tidak terdapat tegangan transient dan tidak dapat diinterupsi oleh suatu keadaan, nilai tegangan dan frekuensi dapat

diatur. Fungsi inverter adalah untuk merubah kecepatan motor AC dengan cara merubah frekuensi inputnya.

Inverter terdiri dari rangkaian utama yang dibentuk oleh rangkaian penyearah apakah dikendalikan atau tidak untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dan menghilangkan riak yang terdapat pada arus searah. Penyearah berfungsi sebagai tegangan pengisi daya pada baterai / akumulator ketika sumber tegangan inverter dari baterai telah habis. Untuk mencegah kerusakan pada baterai karena pengisian daya yang berlebihan, maka Anda harus menambahkan sirkuit penyearah sirkuit otomatis yang akan memutuskan proses pengisian ketika tegangan pada baterai penuh [3] [4]. Inverter grafik umumnya memiliki bentuk seperti pada Gambar 1.

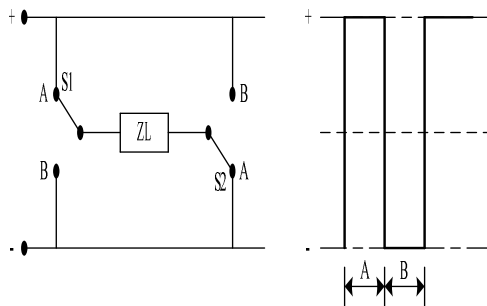


Gambar 1. Bagian utama inverter

2.1.1 Stuktur Inverter

Struktur inverter menunjukkan bahwa inverter dengan transistor yang menghasilkan arus bolak-balik (AC) dengan frekuensi sumber komersial, (50 Hz atau 60 Hz). Bagian pertama dari konverter sirkuit (yang mengubah sumber AC komersial menjadi sumber DC dan menghilangkan riak pada output DC. Sirkuit kedua adalah inverter yang mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik tiga fase dengan frekuensi beragam (dapat disesuaikan) , sirkuit ini disebut sirkuit primer,

bagian ketiga adalah sirkuit kontrol yang berfungsi sebagai pengontrol dari sirkuit utama. Total gabungan dari rangkaian disebut inverter.



Gambar 2. Struktur Inverter sederhana

Saat posisi S1 dan S2 di A, beban mendapatkan tegangan positif, sedangkan tegangan negatif didapat saat S1 dan S2 di posisi B. Dengan demikian pemindahan saklar (S1 dan S2) pada gilirannya akan menghasilkan tegangan bolak-balik yaitu kuadrat yang ditentukan oleh sumber, dan frekuensi ditentukan oleh sakelar kecepatan switching. Berdasarkan konfigurasi inverter dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu inverter setengah fase jembatan tunggal dan inverter jembatan fase tunggal [5] [6]. Sementara itu, berdasarkan jumlah fasa, inverter dapat dibagi menjadi 2 jenis serta inverter fase tunggal dan inverter tiga fasa.

Inverter dapat dibedakan atas 2 jenis juga yaitu inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. Berdasarkan pengaturan tegangan dan frekuensinya, inverter terbagi atas dua jenis antara lain :

- Inverter Constant Voltage Constant Frequency (CVCF)
Yaitu inverter dengan frekuensi dan tegangan keluaran yang konstan.
- Inverter dengan frekuensi dan tegangan keluaran yang berubah-ubah. Umumnya inverter dengan frekuensi dan tegangan keluaran yang berubah-ubah digunakan pada pemakaian khusus seperti pemakaian pada motor listrik 3 fasa dengan menggunakan sumber tegangan AC. Kerugian cara ini adalah bahwa sistem hanya dapat digunakan pada pemakaian khusus saja, sedangkan keuntungannya adalah kemampuan untuk menggerakkan sistem (beban) dengan sumber-sumber yang berubah-ubah seperti misalnya photovoltaic atau solarcell.

2.1.2 Pengendalian Tegangan Inverter

Aplikasi yang sering digunakan didunia industri untuk mengendalikan tegangan keluaran inverter. Terdapat beberapa teknik untuk mengendalikan tegangan keluaran inverter. Pada umumnya teknik yang sering dipakai adalah sistem PWM (*Pulse Width Modulation*), sistem kontrol yang berbeda-beda ini menghasilkan karakteristik motor yang berbeda pula seperti (getaran, suara, riak, arus motor, respon torsi). Pada PWM beberapa pulsa hidup mati dihasilkan dalam satu siklus dan lamanya juga beragam unuk mengubah-ubah

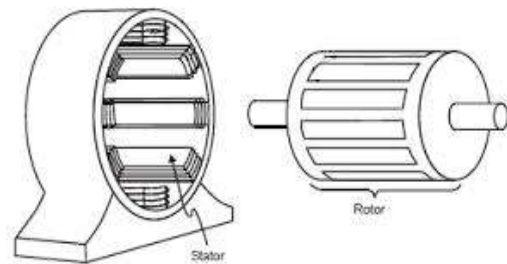
tegangan output. Jumlah pulsa hidup mati yang dihasilkan dalam satu detik disebut frekuensi pembawa.

Pada sistem PWM ini getaran motor dan kebisingan motor dari komponen frekuensi sebanding dengan frekuensi pembawa yang dihasilkan, Frekuensi pembawa dari sebuah inverter bersuara akustik lebih rendah, jadi pada inverter dengan nilai frekuensi pembawa yang besar dapat menghaluskan suara bising dari motor listrik. Akan tetapi hal tersebut dapat membuat arus bocor yang terjadi antara motor dan inverter menjadi lebih besar, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya arus lebih. Untuk kondisi seperti ini pemilihan penghantar kebocoran arus kebumi / pentanahan harus dilakukan dengan benar [5].

Penggunaan inverter dapat memperbaiki factor kerja pada beban dibandingkan dengan tanpa menggunakan inverter, demikian juga arus yang dikonsumsi pada beban yang menggunakan inverter jauh lebih kecil jika dibandingkan tanpa menggunakan inverter [1]

2.2 Motor Induksi Tiga Fasa

Sebuah motor induksi tiga fasa memiliki konstruksi yang hampir sama dengan motor listrik jenis lainnya. Motor ini memiliki dua bagian utama, yaitu stator yang merupakan bagian yang diam, dan rotor sebagai bagian yang berputar sebagaimana diperlihatkan pada gambar 1, Antara bagian stator dan rotor dipisahkan oleh celah udara yang sempit, dengan jarak berkisar dari 0,4 mm sampai 4 mm.



Gambar 3. Penampang Stator dan Rotor Motor Induksi Tiga Fasa

2.2.1 Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Bila kumparan stator motor induksi 3 fasa yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan 3 fasa, maka kumparan stator akan menghasilkan medan magnet yang berputar. Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul gaya gerak listrik (Emf) atau tegangan induksi. Karena penghantar (kumparan) rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Kumparan rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan

mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai dengan arah pergerakan medan induksi stator.

Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus, dan sesuai dengan Hukum Lenz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi. Bila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung menurun.

Dan apabila sumber tegangan tiga fasa dihubungkan ke terminal stator maka pada kumparan tegangan (stator) akan timbul arus yang menghasilkan fluksi. Fluksi pada stator biasanya konstan, kecepatan medan putar stator dapat di tulis dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N_s = \frac{120.f}{P}$$

dimana :

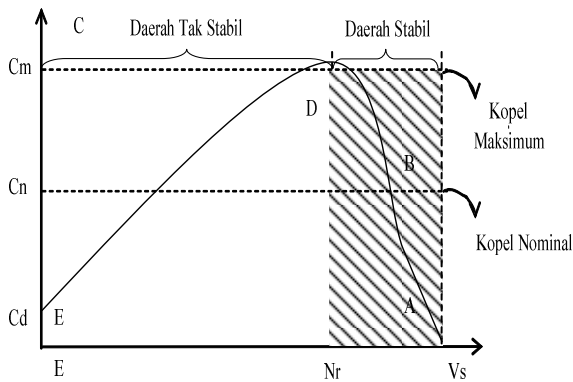
N_s = kecepatan putaran stator (rpm)

f = frekuensi (Hz)

P = Jumlah kutub

2.2.2 Karakteristik Motor Induksi

Garis grafik kopel sebagai fungsi dari waktu daya dan kecepatan putaran, diperlihatkan pada Gambar 2. Pada bagian AB dari grafik, kopel hampir sebanding dengan bilangan slip (adalah pengurangan kecepatan sesuai dengan perubahan kopel). Sebaliknya pada bagian DE (motor berbeban lebih bagian slip bertambah terus tetapi kopel berkurang dan motor berhenti.



Gambar 4. Grafik kopel sebagai fungsi dari daya dan kecepatan putaran

Tidak semua tenaga listrik yang diserap motor induksi berubah menjadi tenaga mekanik yang berguna, tetapi sebagian hilang dalam bentuk tenaga panas. Tenaga mekanik (W mekanik) sama dengan tenaga listrik (W listrik) dikurang tenaga panas (W_k), rendamen (η) sebagai fungsi dari tenaga mekanik dan tenaga listrik.

III. METODE PENELITIAN

Agar tercapainya tujuan penelitian, maka penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan melakukan penelitian beberapa pengujian dengan merubah besar tegangan referensi input dan tegangan referensi output, yang diharapkan dapat merubah frekuensi dan putaran motor induksi, penelitian bertujuan untuk mengetahui apakah pengaturan kecepatan putaran motor induksi dapat diatur dengan menggunakan Inverter 3G3MX2

3.1 Alat Penelitian

Peralatan

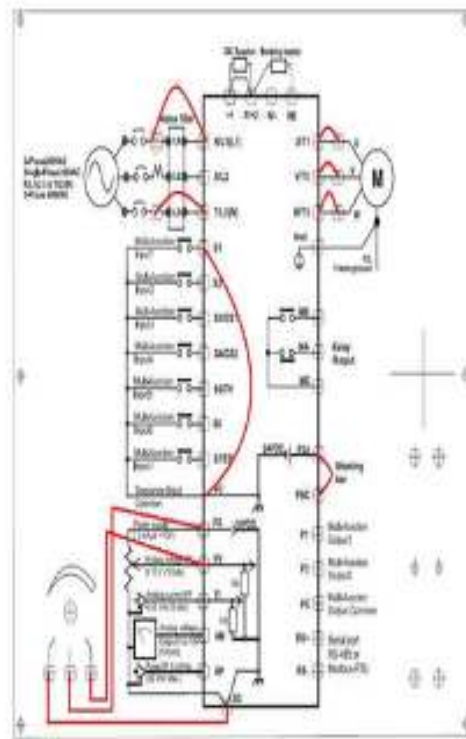
Penelitian ini di lakukan dengan menggunakan alat sebagai berikut

1. Power Supply
2. Inverter Omron 3G3MX2
3. Motor Induksi
4. Tachometer
5. Multimeter
6. Encoder
7. Kabel Jumper

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini adalah :

1. Kecepatan Putaran motor induksi (Rpm)
2. Frekuensi (Hz)
3. Tegangan referensi input dan output (volt)



Gambar 5. Skema Pengujian motor induksi dengan menggunakan inverter 3G3MX2

Pengujian pada motor induksi dengan menggunakan inveter 3G3MX2 ditujukan untuk mengetahui besarnya tegangan referensi, frekuensi, dan putaran motor induksi

3.4 Prosedur Penelitian :

- Rakitlah rangkaian sesuai gambar
- Setting parameter inverter dengan menekan tombol menu pada inverter, pilih A001 kemudian tekan enter dan ubah nilai menjadi 01, lalu tekan enter.
- Lanjutkan untuk pilihan A002 kemudian tekan enter dan ubah nilai menjadi 01, lalu tekan enter.
- Lanjutkan untuk pilihan A202 kemudian tekan enter dan ubah nilai menjadi 01, lalu tekan enter.
- Setting pilihan F001 untuk merubah frekuensi motor melalui inverter
- Melakukan pengujian beberapa kali dengan frekuensi yang berbeda-beda.
- Membahas data hasil pengujian yang telah di dapat.
- Setelah selesai, menghentikan motor

IV. PENGOLAHAN DATA

Data-data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Dasar Sistem Kontrol Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Vr in (Volt)	Vr out (Volt)	Frekuensi Inverter (Hz)	Kecepatan Motor (Rpm)
0.90	0.84	5.10	124.1
1.27	1.17	7.12	168.8
1.83	1.67	10.20	240
2.58	2.39	14.31	329.1
3.33	3.02	18.38	432.5
4.07	3.69	22.49	510.4
5.19	4.70	28.62	656.9
6.32	5.71	34.75	841.9
7.05	6.38	38.82	939.2
7.80	7.05	42.93	1023
8.74	7.89	48.03	1145
9.30	8.40	51.11	1296
10.23	9.24	56.21	1321
10.79	9.74	59.26	1409
10.94	10.07	60	1441

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada pengujian pertama saat frekuensi 5.10 Hz kecepatan putaran motor 124.1 Rpm dengan tegangan referensi input yang dibutuhkan sebesar 0.90 volt dan tegangan referensi output sebesar 0.84 volt, Dan pada pengujian ke lima belas, saat frekuensi 60 Hz kecepatan putaran motor induksi sebesar 1441 dengan tegangan referensi input 10.94 volt dan tegangan referensi output 10.07 volt

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan untuk mengatur putaran motor induksi 3 fasa dapat dilakukan dengan menggunakan inverter sebagai pengendali kecepatan motor induksi tiga fasa dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Inverter dapat digunakan untuk mengatur putaran motor induksi sesuai dengan keadaan yang diinginkan.
- Berdasarkan hasil penelitian bila tegangan referensi input dinaikkan maka frekuensi akan semakin tinggi sehingga putaran motor induksi akan semakin cepat

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih atas bantuan terhadap penelitian Hibah dosen pemula internal, yang dibiayai dengan APBD UMSU dengan nomor kontrak 42/II.3AU/UMSU-LP2M/C/2019, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Evalina N, Azis A, Zulfikar, 2018, *Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi Menggunakan Programmable Logic Controller*, Journal of Electrical Technology, Vol. 3 No. 2. pp. 72-80
- [2]. Evalina N, Abdul Azis H, Rimbawati, Cholish, 2018, *Perbandingan Faktor Daya Lampu Hemat Energi Dengan Menggunakan dan Tanpa Menggunakan Inverter*, Semnastek UISU. pp. 70-76
- [3]. Heri Haryanto, 2011, *Pembuatan Modul Inverter Sebagai Kendali Kecepatan Putaran Motor Induksi*, Jurnal Ilmiah, Vol 4 No. 1, pp. 149-159.
- [4]. Hari, W.W., Bambang, S., 2004 *Aplikasi Mikrocontroller AT89C51 Sebagai Pembangkit PWM Sinusoida 1 Fasa Untuk Mengendalikan Putaran Motor Sinkron*, Jurnal Penelitian, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [5]. Muhammad H Rashid, 2006, *Elektronika Daya, Rangkaian, Devais dan Aplikasinya*, Edisi Bahasa Indonesia Jilid satu edisi kedua, PT. Prenhallindo, Jakarta.
- [6]. Tharo, Z, Siahaan A.PU, Evalina, N, 2016, *Improvisation Analysis of Reaktif Power Saving Lamps Based On Inverter*, International Journal Of Engineering and Techniques, vol 2 no.5 pp 141-145