

PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI MENGGUNAKAN MULTILEVEL INVERTER DENGAN MENGATUR FREKUENSI

Noer Soedjarwanto¹, Osea Zebua², M. Hardy Lazuardy³

Abstrak

Parameter yang digunakan dalam mengontrol kecepatan motor kapasitor adalah besarnya tegangan sumber yang diberikan. Biasanya motor induksi menggunakan transformator sebagai pengatur tegangannya. Hal ini menyebabkan motor induksi memerlukan system yang lebih besar karena menggunakan transformator pada sumber tegangannya. *Diode clamped multilevel inverter* dapat difungsikan sebagai kontroler yang bisa mengatur perubahan frekuensi pada peralatan listrik. Sehingga dengan sumber tegangan yang tetap pun kecepatan motor bisa dikendalikan. Makalah ini menyajikan system pengaturan kecepatan motor induksi menggunakan *diode clamped multilevel inverter*. Hasil pengujian menunjukkan jika peralatan yang dibuat bisa bekerja dengan baik. Kecepatan putaran motor induksi bisa dikendalikan dengan mengatur frekuensi pada keluaran diode clamped multilevel.

Kata kunci : Motor Induksi, Diode Clamped Multilevel Inverter, Frekuensi.

I. PENDAHULUAN

Motor kapasitor merupakan jenis motor induksi satu fasa yang pengaplikasiannya banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari. Biasanya, parameter yang digunakan dalam mengontrol kecepatan motor kapasitor adalah besarnya tegangan sumber yang diberikan. Jadi kecepatan motor kapasitor pun akan semakin cepat sejalan dengan besarnya tegangan sumber yang diberikan. Namun permasalahannya semakin besar beban motor yang digunakan maka tegangan sumber yang diperlukan motor kapasitor pun semakin besar.

Inverter adalah peralatan pengubah arus searah menjadi arus bolak-balik. Selain bisa mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik, inverter pun bisa juga digunakan sebagai alat yang bisa mengubah frekuensi yang ada pada tegangan outputnya. Dari sinilah inverter dapat difungsikan sebagai kontroler yang bisa mengatur perubahan frekuensi pada peralatan listrik sehari-hari.

Namun, harmonisa yang dihasilkan inverter masih tinggi, sehingga inverter membutuhkan filter untuk mengurangi nilai harmonisa tegangan. Ukuran filter pun akan semakin besar sejalan dengan besarnya daya yang digunakan. Dalam mengatasi hal tersebut dibuatlah multilevel inverter berjenis *diode clamped multilevel inverter*.

Diode clamped multilevel inverter merupakan jenis inverter yang nilai harmonisa tegangannya bisa diperkecil dengan menambahkan jumlah tingkat inverternya. Sehingga tanpa menggunakan filter pun inverter bisa memiliki nilai harmonisa yang rendah.

Makalah ini menyajikan system pengaturan kecepatan motor induksi menggunakan diode clamped multilevel inverter sebagai alat perubah frekuensi yang digunakan oleh motor..

II. STUDI PUSTAKA

Motor kapasitor merupakan salah satu jenis motor arus bolak – balik satu fasa. Motor kapasitor memiliki konstruksi yang mirip dengan motor fasa belah, hanya pada jenis kapasitor ini di tambah satu unit kapasitor.

Motor kapasitor bekerja untuk tegangan AC satu fasa dan umumnya banyak digunakan untuk pompa air, refrigerator, compressor udara, mesin cuci dan lainnya. Menurut hubungan kapasitornya jenis motor kapasitor dapat dibagi menjadi dua macam yaitu motor kapasitor start dan motor kapasitor running.

Multilevel inverter merupakan jenis inverter yang gelombang keluaran tegangannya memiliki tingkatan atau level yang sesuai dengan jumlah sumber tegangan DC yang digunakan.

Berdasarkan topologinya multilevel inverter dibagi menjadi tiga jenis yaitu cascade multilevel inverter, diode clamped multilevel inverter, dan flying capacitor multilevel inverter.

Diode clamped multilevel inverter merupakan jenis inverter yang memerlukan satu sumber tegangan. Namun walaupun hanya dengan satu sumber tegangan bentuk keluaran gelombang diode clamped multilevel inverter menyerupai gelombang sinusoidal

III. METODE

A. Studi Lilteratur

Sebelum dilakukan realisasi perangkat keras, terlebih dahulu dilakukan pemodelan dan simulasi yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari perangkat keras yang akan dibuat nantinya. Dalam hal ini pemodelan dan simulasi yang dibuat adalah pemodelan dan simulasi *diode clamped multilevel inverter*. Pemodelan dan simulasi dibuat menggunakan *software MATLAB*.

Tahap ini juga bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan karakteristik dan prinsip kerja dari komponen komponen maupun program yang akan digunakan dalam merancang alat. Beberapa referensi yang dikumpulkan antara lain prinsip kerja motor kapasitor, prinsip kerja diode clamped multilevel inverter, sistem pengaturan kecepatan motor kapasitor satu fasa, dan pemrograman mikrokontroller arduino uno.

B. Perancangan dan Pembuatan Alat

Pada penelitian ini memerlukan beberapa bagian modul yang dibutuhkan sistem untuk bekerja. Beberapa alat yang akan dirancang pada penelitian ini yaitu Perancangan modul catu daya sebagai sumber tegangan inverter, Perancangan modul kontrol gate driver sebagai pelindung mikrokontroler dari arus balik mosfet., Perancangan modul diode clamped multilevel inverter sebagai perekayasa jalur arus listrik sehingga dari arus dc bisa dihasilkan arus ac. Dan yang terakhir yaitu pemrograman arduino uno yang dibutuhkan komponen pada modul inverter untuk bekerja.

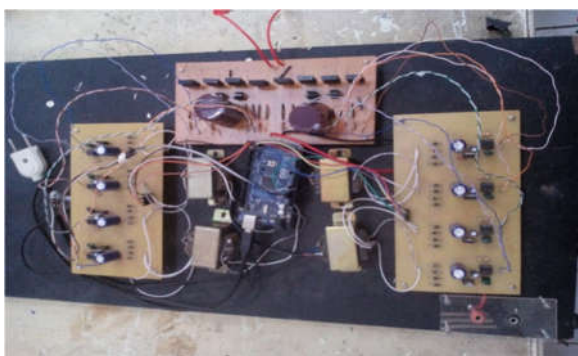
C. Pengujian

Dalam tahap pengujian ini akan dilakukan untuk melihat keberhasilan alat sesuai dengan prinsip kerjanya dan referensi yang digunakan. Selain itu, saat pengujian berlangsung akan dilakukan pengambilan data data yang akan digunakan sebagai acuan untuk menganalisa hasil pengujian.

Pengujian ini dilakukan di laboratorium teknik elektro. Dengan menggunakan sumber tegangan 150 volt DC untuk sumber tegangan motor induksinya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Alat



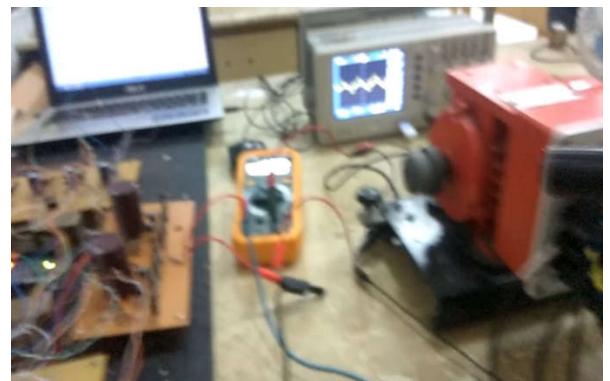
Gambar 1. Diode Clamped Multilevel Inverter



Gambar 2. Motor Induksi Satu Fasa

Gambar 1 merupakan gambar keseluruhan alat pengatur kecepatan motor induksi menggunakan modul gate driver, modul diode clamped multilevel inverter, dan mikrokontroller arduino uno. Gambar 2 merupakan motor induksi 1 fasa berjenis motor kapasitor.

4.2 Hasil Pengujian



Gambar 3. Pengujian di laboratorium KEE

TABEL 1 PENGARUH FREKUENSI TERHADAP KECEPATAN PUTARAN

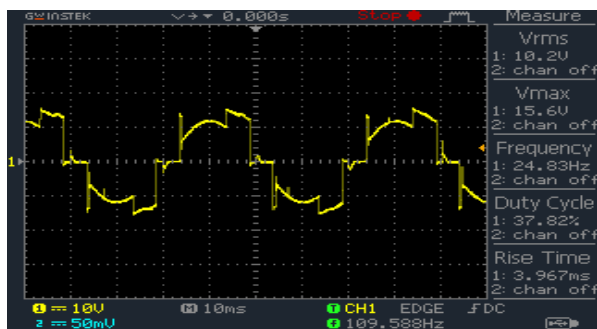
Frekuensi (Hz)	Kecepatan Putaran (RPM)
25	1482
31	1804
41	2254
61	2732
120	0

Pengujian pengaruh kecepatan putaran motor indksi dengan tegangan sumber 150 volt DC dan frekuensi yang bervariasi mulai dari 25 Hz, 31 Hz, 41 Hz, 61 Hz, dan 120 Hz. Dari data tersebut terlihat jika mulai dari frekuensi 25 Hz sampai dengan frekuensi 61 Hz

kecepatan putaran motor akan semakin meningkat. Namun saat frekuensi yang diberikan dinaikan menjadi 120 Hz kecepatan putaran motor berubah menjadi 0 rpm.

TABEL 2 PENGARUH FREKUENSI TERHADAP TEGANGAN OUTPUT PADA BEBAN MOTOR

Frekuensi (Hz)	Tegangan Output (Volt)
25	102
31	87.3
41	92.2
61	69.8
120	80.4



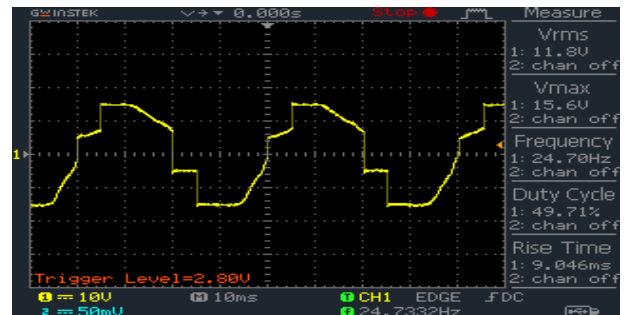
Gambar 4 Bentuk Gelombang tegangan pada beban motor saat frekuensi 25 Hz

Pada tabel diatas ditunjukkan nilai dari pengaruh frekuensi terhadap tegangan output pada inverter dengan beban motor. Terlihat pada saat frekuensi yang diberikan yaitu 25 sampai dengan 61 Hz tegangan output yang dihasilkan pun akan semakin menurun. Namun saat frekuensi dinaikan menjadi 120 Hz, tegangan output inverter kembali naik ke 80.4 volt.

TABEL 3 PENGARUH FREKUENSI TERHADAP TEGANGAN OUTPUT PADA INVERTER

Frekuensi (Hz)	Tegangan Output (Volt)
25	107.2
31	108.3
41	111.3
61	115

120	119
-----	-----



Gambar 5 Bentuk Gelombang tegangan output tanpa menggunakan beban

Pada tabel 3 yaitu tabel pengaruh frekuensi terhadap tegangan output pada inverter tanpa menggunakan beban. Terlihat jika tegangan output yang didapat pada keluaran teganga inverter akan semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya frekuensi yang diberikan. Terlihat saat frekuensi 25 Hz didapatkan nilai tegangan 107 volt dan saat frekuensi dinaikan menjadi 120 Hz tegangan output yang dihasilkan naik menjadi 119 volt.

V. KESIMPULAN

Kecepatan putaran motor induksi dapat diatur menggunakan diode clamped multilevel inverter dengan frekuensi minimal 25 Hz dan maksimalnya 120 Hz. Perubahan frekuensi sangat berpengaruh terhadap tegangan output inverter dan juga kecepatan putaran motor induksi. Dimana semakin tinggi frekuensi yang diberikan maka tegangan output yang dihasilkan pun akan semakin besar juga.

Pada pengujian beban motor, kecepatan putaran motor induksi akan semakin naik saat frekuensi yang diberikan berkisar 25 – 61 Hz. Namun saat frekuensi yang diberikan menjadi 120 Hz. Kecepatan putaran motor berubah menjadi 0 rpm. Ini dikarenakan motor memiliki spesifikasi frekuensi sebesar 50 Hz. Sehingga jika frekuensi yang diberikan jauh dari rating frekuensi motor, maka motor tidak akan bekerja.

REFERENSI

- 1.D. Khairnar,Dnyaneshwar, dan M. Deshmukh, V. "Performance Analysis of Diode Clamped 3 Level MOSFET Based Inverter". International Electrical Engineering Journal (IEEJ), Vol. 5 (2014) No 7; pp. 1484-1489.
- 2.Yuan, Xiaoming, Barbi, Ivo. "Fundamentals of a New Diode Clamping Multilevel Inverter". IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 15 (2000) NO. 4.
- 3.H. Rashid, M. 1993. Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications (2nd Edition). Prentice Hall, New York.

- 4.W. Hart, D. 2011. Power Electronic. McGraw-Hill Companies, New York.
- 5.Shalini,S. “Voltage Balancing in Diode Clamped Multilevel Inverter Using Sinusoidal PWM”. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), Vol 6 (2013) No 2.
- 6.Peter McGrath ,Brendan. “Multicarrier PWM Strategies for Multilevel Inverters”. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS VOL. 49 (2002), NO. 4.
- 7.Zheng, Xu , Song, Li dan Hongying, Pan. “Study of Five-level diodes-clamped Inverter Modulation Technology Based on Three-harmonic Injection Method”. 2nd International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT-2012).
- 8.Perumal, R.Pon, Sultana, W.Razia, Kumar Sahoo, Sarat. “Minimization of Switching Losses for Diode Clamped Multilevel Inverter”. International Journal of Computer Application (0975-8887). Volume 44-No11, April 2012
- 9.Kurvale, Manish V, Amzare, Er.N.C, Sharma, Palak G. “Analysis of Five Level Diode Clamped Multilevel Inverter Using Discontinuous TPWM Technique”. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. Vol. 4 Issue 5, May 2015
10. Sudarsanan, Anjali, R, Roopa, Sanjana, S. “Comparison of Conventional & New Multilevel Inverter Topology”. International Journal of Scientific & Engineering Research. Volume 6, Issue 2, February-2015 ISSN 2229-5518
- 11.Rodriguez, Jose, Lai, Jih-Sheng, Zheng Peng, Fang. “Multilevel Inverter : A Survey of Topologies, Controls, and Applications”. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS. VOL. 49, NO.4, AUGUST 2002