
ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN PADA MOTOR SINKRON 3 PHASA DENGAN *VIRTUAL INSTRUMENT*

Nurul Huluq

Prodi Teknik Elektro UNPAM
Jln. Puspiptek Raya No 46 Buaran, Setu - Tangerang Selatan 15310 INDONESIA
Email: dosen00928@unpam.ac.id

ABSTRAK

Motor sinkron tiga fasa merupakan jenis motor listrik yang banyak digunakan di dunia industri karena keandalannya terhadap pengaruh perubahan beban yang bervariasi. Keandalan motor sinkron ini dapat dilihat di beberapa pengukuran dengan alat ukur analog maupun digital, hanya untuk menganalisa lebih lanjut terdapat kesulitan tanpa adanya tampilan hasil pengukuran yang dapat divisualkan. Oleh sebab itu tujuan dari penulisan ini adalah untuk menampilkan semua pengukuran baik tegangan, arus, frekuensi dan lainnya ke dalam sebuah komputer atau PC agar mempermudah dalam menganalisa pengaruh perubahan beban yang terjadi pada motor sinkron tiga fasa. Rangkaian pengujian ini menggunakan komponen utama berupa NImyDAQ (*virtual instrument*) sebagai *hardware* nya dan NILabVIEW sebagai *software* dan komputer sebagai sebuah *interface*. Dari hasil perancangan rangkaian ini diperoleh data yang tidak menyimpang jauh dengan hasil pengukuran secara analog maupun digital. Selain data hasil pengukuran yang tidak jauh berbeda juga ditampilkan berupa gambar pengukuran, sehingga menunjukkan bahwa alat NImyDAQ dapat memudahkan dalam menganalisa hasil dari pengukuran secara akurat.

Kata kunci : motor sinkron tiga fasa, NImyDAQ, NILabVIEW

ABSTRACT

Analysis of Influence of Change Load on 3rd Phase sync Motor With Virtual Instrument.
Three phase synchronous motor is a type of electric motor that is widely used in the industry because of its reliability against the influence of varied load changes. The reliability of these synchronous motors can be seen in several measurements with analog and digital measuring devices, only to further analyze the difficulty without the display of measurable results. Therefore, the purpose of this paper is to display all measurements of voltage, current, frequency and other into a computer or PC to facilitate in analyzing the effect of load changes that occur in three phase sync motor. This series of tests uses the main component of NImyDAQ (virtual instrument) as its hardware and NILabVIEW as software and computer as an interface. From the results of this circuit design obtained data that does not deviate far from the measurement results analog or digital. In addition to the measurement data that is not much different also displayed in the form of measurement images, thus indicating that NImyDAQ tool can facilitate in analyzing the results of the measurement accurately.

Keywords: three phase sync motor, NImyDAQ, NILabVIEW

PENDAHULUAN

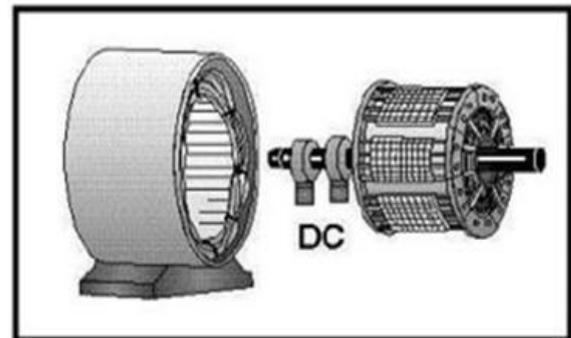
Didalam dunia industri dibutuhkan sebuah alat penggerak yang dapat bekerja secara konstan terhadap pengaruh perubahan beban yang bervariasi. Komponen penggerak yang sering digunakan adalah motor sinkron tiga fasa. Motor ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan motor lainnya, motor ini memiliki kecepatan putar yang cenderung stabil meskipun beban yang terhubung berubah-ubah. Hanya saja hingga saat ini kelebihan dari motor sinkron ini tidak dapat diperlihatkan karakteristiknya secara akurat, hanya berupa angka pengukuran dari peralatan analog maupun digital tanpa adanya tampilan berupa gambar yang ditampilkan di layar computer, sehingga untuk mengetahui faktor daya yang mengalir ke motor ini *leading* atau *lagging* harus membandingkan angka yang tertera pada alat ukur tersebut. Dikarenakan peralatan yang dipakai relatif mahal harganya maka alat ukur tersebut masih banyak dipakai di dunia industri hingga saat ini. Berbeda dengan kebutuhan penelitian, untuk dapat membuat suatu analisis suatu peralatan yang akurat diperlukan data yang dapat diamati dengan mudah dan dapat divisualkan dengan bantuan HMI. Oleh sebab itulah dibutuhkan suatu perangkat multi fungsi yang dapat mengukur dan menampilkan lebih dari satu parameter kelistrikan, dan dipilihlah NI myDAQ dari *National Instrument* sebuah perangkat yang dapat mengukur: tegangan, arus, frekuensi, kecepatan putar rotor (RPM) dan lain sebagainya, dan menampilkannya ke dalam sebuah computer baik berupa gelombang atau sinyal lainnya dengan *Labview* sebagai *software* nya. Dengan adanya tampilan yang dapat divisualkan secara akurat maka untuk menganalisa suatu rangkaian akan sangat mudah diamati tanpa harus menghitung kembali berdasarkan angka

yang ditampilkan disetiap alat ukur.

TEORI

Motor sinkron 3 fasa

Motor Sinkron adalah mesin sinkron yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Mesin sinkron mempunyai kumparan jangkar pada stator dan kumparan medan pada rotor. Kumparan jangkarnya berbentuk sama dengan mesin induksi, sedangkan kumparan medan mesin sinkron dapat berbentuk kutub sepatu (*salient*) atau kutub dengan celah udara sama rata (*rotor silinder*). Arus searah (DC) untuk menghasilkan fluks pada kumparan medan dialirkan ke rotor melalui cincin dan sikat.



Gambar 1. Motor sinkron

Motor sinkron ini memiliki prinsip kerja yang berbeda ketika terjadinya torsi dan dapat dijelaskan sebagai berikut: apabila kumparan jangkar (pada stator) dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa maka akan mengalir arus tiga fasa pada kumparan. Arus tiga fasa pada kumparan jangkar ini menghasilkan medan putar homogen (BS). Berbeda dengan motor induksi, motor sinkron mendapat eksitasi dari sumber DC eksternal yang dihubungkan ke rangkaian rotor melalui slip ring dan sikat. Arus DC pada rotor ini menghasilkan medan magnet rotor (BR) yang tetap. Kutub medan rotor mendapat tarikan dari kutub medan putar stator hingga turut berputar dengan kecepatan yang sama (*sinkron*). Torsi yang dihasilkan motor sinkron merupakan fungsi sudut torsi (δ). Semakin besar sudut antara kedua medan magnet, maka torsi yang dihasilkan akan semakin besar seperti persamaan di bawah ini.

$$T = k \cdot BR \cdot B_{net} \sin \delta$$

Dimana:

B_{net} = Resultan medan magnet rotor

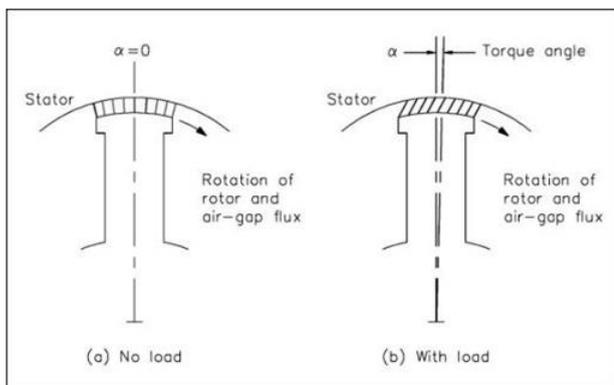
T = Torsi motor sinkron

K = Konstanta

BR = Medan magnet rotor

δ = Sudut kopel

Berikut adalah gambar terjadinya torsi pada motor sinkron ketika tanpa beban dan kita mendapatkan beban:



gambar 2. Sudut torsi motor sinkron

Pada beban nol, sumbu kutub medan putar berimpit dengan sumbu kumparan medan. Setiap penambahan beban membuat medan motor "tertinggal" dari medan stator, berbentuk sudut kopel (δ); untuk kemudian berputar dengan kecepatan yang sama lagi. Beban maksimum tercapai ketika $\delta = < 90^\circ$. Penambahan beban lebih lanjut mengakibatkan hilangnya kekuatan torsi dan motor disebut kehilangan sinkronisasi. Oleh karena pada motor sinkron terdapat dua sumber pembangkit fluks yaitu arus bolak-balik (AC) pada stator dan arus searah (DC) pada rotor, maka ketika arus medan pada rotor cukup untuk membangkitkan fluks (ggm) yang diperlukan motor, maka stator tidak perlu memberikan arus magnetisasi atau daya reaktif dan motor bekerja pada faktor daya = 1,0. Ketika arus medan pada rotor kurang (penguat bekurang), stator akan menarik arus magnetisasi dari jala-jala, sehingga motor bekerja pada faktor daya terbelakang

Nurul Huluq

(lagging). Sebaliknya bila arus pada medan rotor berlebih (penguat berlebih), kelebihan fluks (ggm) ini harus diimbangi, dan stator akan menarik arus yang bersifat kapasitif dari jala-jala, dan karenanya motor bekerja pada faktor daya mendahului (leading). Dengan demikian, faktor daya motor sinkron dapat diatur dengan mengubah-ubah harga arus medan (IF).

Pengaruh perunahan beban pada motor sinkron tiga phasa. Jika beban dihubungkan pada motor sinkron, maka motor akan membangkitkan torsi yang cukup untuk menjaga motor dan bebannya berputar pada kecepatan sinkron. Misalnya mula-mula motor sinkron beroperasi pada faktor daya mendahului (leading). Jika beban pada motor dinaikkan, putaran rotor pada asalnya akan melambat. Ketika hal ini terjadi, maka sudut torsi (δ) menjadi lebih besar dan torsi induksi akan naik. Kenaikan torsi induksi akan menambah kecepatan rotor, dan motor akan kembali berputa pada kecepatan sinkron tapi dengan sudut torsi (δ) yang lebih besar.

Virtual instrument

Virtual instrument adalah sebuah perangkat lunak dan perangkat keras, untuk menciptakan user-defined sistem pengukuran, yang terdiri dari komponen hardware, seperti multimeter digital, dan oscilloscope yang benar-benar khusus untuk stimulus analisis, atau fungsi pengukuran. Karena fungsi system ini lebih terbatas dalam fleksibilitas daripada system instrumentasi virtual. Perbedaan utama antara instrumentasi hardware dan instrumentasi virtual adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menggantikan sejumlah besar perangkat keras.

Pada virtual instrument ini memiliki beberapa tahapan untuk melakukan suatu pengukuran, dan tahapan-tahapan itu antara lain:

1. Perangkat pengukuran analog
2. Akuisisi data dan perangkat pengolahan
3. Pemrosesan digital
4. Distribusi Virtual Instrument
- 5.

LabVIEW

LabView adalah sebuah *software* yang mempunyai pemrograman yang diproduksi oleh *Nasional instrument* dengan konsep yang berbeda. seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, Matlab dan Visual basic. LabView juga mempunyai beberapa fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa LabView menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan bahasa text.

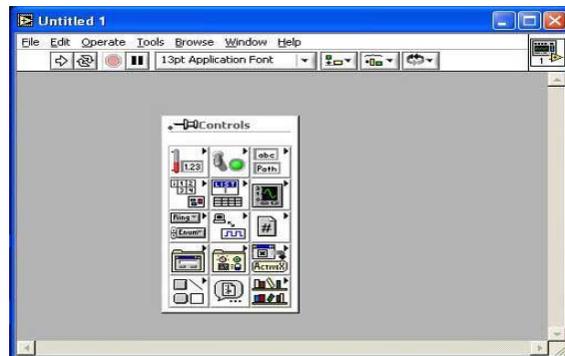
Program LabView dikenal dengan sebutan VI atau *virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah *instrument pada LabVIEW*, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan control peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah grafik, led dan peralatan display lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun blok diagram yang berisi kode-kodeVIs untuk mengontrol *front panel*. *Software* LabView terdiri dari tiga komponen utama yaitu:

1. *Front panel*.

Front panel adalah bagian window yang berlatar belakang belakang abu-abu serta mengandung control dan indikator. Front panel digunakan untuk membangun sebuah VI, menjalankan program dan mendebug program.

2. *Control dan functions pallette*

Control dan functions pallette digunakan untuk membangun sebuah Vi. *Control pallette* merupakan tempat beberapa control dan indikator pada front panel, *control pallette* hanya tersedia di *front panel*, untuk menampilkan *control pallette* dapat dilakukan dengan mengklik *window>> show control pallette* atau klik kanan pada *front panel*. Contoh *control pallette* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. *Control Pallette*

NlmyDAQ

NlmyDAQ adalah suatu alat akuisisi data portable dengan biaya rendah, penggunaan perangkat *MayDAQ* menggunakan LabVIEW sebagai basis *software*nya. *MyDAQ* dapat digunakan oleh para siswa untuk mengetahui cara mengukur dan menganalisis secara real suatu signal yang ada pada alam sekitarnya, *MyDAQ* dengan ukuran yang *portable* memungkinkan dalam pengukuran dan menganalisis dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja, sehingga dengan mudah untuk digunakan.

Pada *MyDAQ* terdapat beberapa aksesoris yang dapat digunakan untuk mendukung dalam pengukuran dan analisis diantaranya:

1. Analog Input.

Ada dua saluran analog input pada *MyDAQ*, saluran ini dapat dikonfigurasi baik sebagai *impedance differensial* tegangan input atau input audio, input analog *multiplexing* yang berarti satu analog kedigital *converter(ADC)* untuk digunakan sebagai sampel kedua saluran. Kita dapat mengukur sinyal sampai $\pm 10V$ dalam mode audio, terdapat dua saluran audio yang merupakan jalur stereo input kiri dan kanan. Analog input dapat diukur sampai dengan 200 kS/s persaluran yang berguna untuk akuisisi *waveform*.

2. Analog Output.

Ada dua saluran output analog pada MyDAQ, saluran ini dapat di konfigurasi baik sebagai tegangan output atau output audio, kedua saluran ini memiliki konverter digital ke analog khusus(DAC). Pada analog output ini menghasilkan sinyal $\pm 10V$ dalam bentuk mode audio dan dua saluran output yang mewakili stereo kiri dan kanan, keluaran analog dapat diperbaharui sampai dengan 200 kS/s per saluran. Keluaran analog dapat digunakan dalam ELVISmxfungsi generator dan *bode instrument analyzer*.

3. Digital input/Digital output.

Ada delapan line digital input/digital output(DIO) pada MyDAQ, setiap line adalah antar muka/interface fungsi diprogram (PFI) artinya dapat dikonfigurasi sebagai perangkat lunak untuk digital input dan digital output atau dapat bertindak sebagai fungsi masukan dan keluaran. Analog input/Analog output dan Digital input/Digital output dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

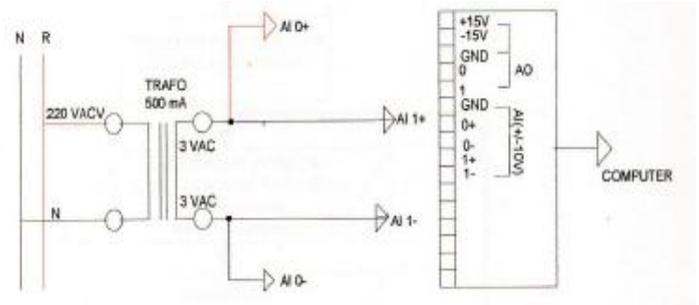


Gambar 4. Analog input/output dan digital input/output

METODOLOGI

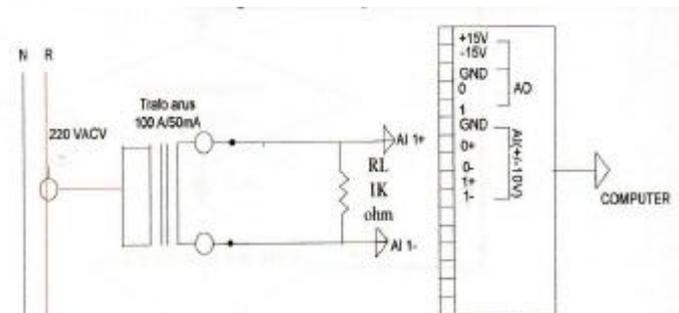
Metode penelitian dilakukan dengan mengacu pada pendahuluan, yang mana penelitian dilakukan dengan membandingkan alat ukur analog dan digital dengan peralatan utama NI MyDAQ. Setelah gambar wiring diagram selesai dibuatlah rangkaianannya dengan menggunakan alat ukur analog / digital, untuk pengukuran menggunakan NI MyDAQ terlebih dahulu membuat rangkaian yang ada pada blok diagram dan wiring

diagram dibuat dan dirangkai sesuai dengan gambar blok diagram dengan terhubung ke alat bantu trafo tegangan dan trafo arus yang terhubung ke komputer seperti gambar berikut:



Gambar 5. Rangkaian pengukuran tegangan

Rangkaian pengukuran tegangan tidak dapat dilakukan secara langsung terhubung ke NI MyDAQ, karena batas maksimal tegangan input hanya 10V AC, maka tegangan harus diturunkan terlebih dahulu.

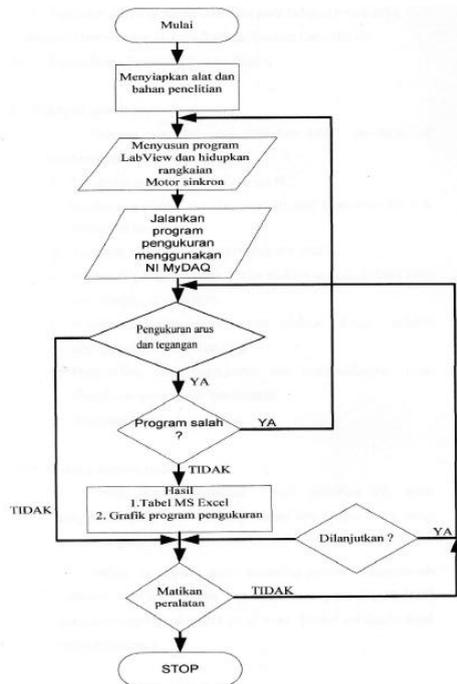


Gambar 6. Rangkaian pengukuran arus

Begitu pula untuk pengukuran arus diperlukan sensor arus atau trafo arus untuk pembacaan arus sebelum masuk ke NI MyDAQ kemudian di visualisasikan ke komputer atau PC.

14. 1 unit NImyDAQ

Diagram alir antar muka



Gambar 7. Flow chart

Waktu dan tempat

Penelitian dan pengukuran dilakukan pada bulan Februari 2018, dilakukan di laboratorium elektronika Balai Latihan Kerja (BLK) Dinas Tenaga Kerja Tangerang Selatan, Banten.

Alat dan Bahan

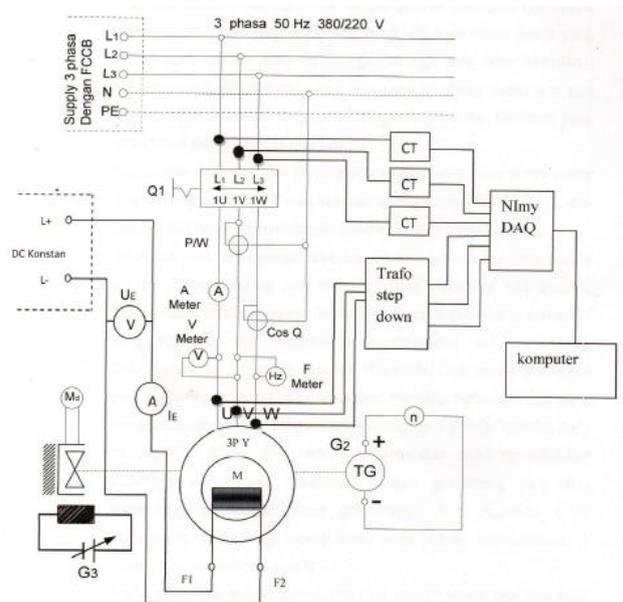
Didalam penelitian ini membutuhkan beberapa alat bantu dan bahan seperti berikut:

1. 1 unit MCB 3 phasa
2. 1 unit stabilizer DC 240V / 6V
3. 2 unit saklar On/Off 3 kutub
4. 1 unit tombol tekan
5. 1 unit rem bubuk magnetic
6. 1 unit kopling pengaman
7. 1 unit tacho generator
8. 1 unit motor sinkron SP 0.3
9. 4 unit RMS meter
10. 1 unit power meter
11. 1 unit power faktor meter
12. 3 unit trafo penurun tegangan
13. 3 unit trafo arus

Nurul Huluq

Rangkaian pengukuran

Sebelum dilakukan pengukuran menggunakan NImyDAQ maka rangkaian terlebih dahulu dirangkai menggunakan alat ukur analog dan digital, baru kemudian melakukan pengukuran yang serupa pada lokasi yang sama dengan menghubungkan ke computer melalui NImyDAQ, seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Skema pengukuran motor sinkron

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengukuran ini membandingkan antara hasil pengukuran menggunakan alat ukur analog dengan NImyDAQ dalam satuan PU. Berikut hasil pengukuran yang telah dilakukan menggunakan kedua alat di atas dengan satuan PU

Tabel 1 pengukuran arus dan tegangan phasa-netral terhadap torsi beban pada eksitasi ditetapkan (menggunakan alat ukur analog dalam satuan PU)

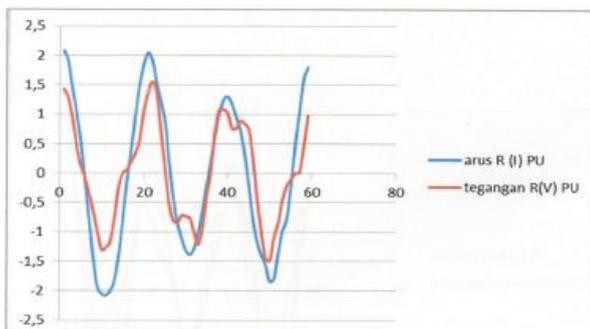
M/Nm	R (I - PU)	R (V - PU)	S (V - PU)	T (V - PU)
0	1,279	1,017	1,017	1,013
0,3	1,325	1,008	1,008	1,008
0,4	1,511	1	1	1,004
0,5	1,511	0,995	0,995	1
0,6	1,558	0,991	0,991	0,995
0,7	1,441	0,986	0,986	0,991
0,8	1,395	0,982	0,991	0,991
0,9	1,604	0,986	0,986	0,991

Tabel 2 pengukuran arus dan tegangan fase – netral terhadap torsi beban pada eksitasi ditetapkan (menggunakan NImyDAQ dalam satuan PU)

M/Nm	R (I – PU)	R (V – PU)	S (V – PU)	T (V – PU)
0	2,061	1,562	1,550	1,214
0,3	2,081	1,554	1,486	1,113
0,4	2,121	1,492	1,543	1,142
0,5	2,146	1,465	1,503	1,062
0,6	2,006	1,494	1,511	1,175
0,7	2,316	1,502	1,452	0,893
0,8	2,406	1,462	1,507	0,892
0,9	2,346	1,419	1,494	1,410

Analisa pembahasan

Hasil pengukuran yang telah dilakukan pada gambar 8 dan hasilnya terlihat pada tabel 1 dan 2, maka diperoleh data-data yang memiliki selisih tidak terlalu jauh seperti terlihat besarnya arus yang mengalir pada fase R selisihnya tidak melebihi angka satu ampere PU. Selisih yang lebih kecil ditunjukkan pada besarnya nilai tegangan yang berada dibawah 0,5V PU. Dalam hal ini seperti yang telah dipaparkan pada teori diatas bila arus pada medan rotor berlebih (penguat berlebih), kelebihan fluks (ggm) ini harus diimbangi, dan stator akan menarik arus yang bersifat kapasitif dari jala-jala, dan karenanya motor bekerja pada faktor daya mendahului (*leading*). Dengan demikian, faktor daya motor sinkron dapat diatur dengan mengubah-ubah harga arus medan (IF) seperti terlihat pada gambar 9 berikut:



Gambar 9. Gelombang sinus antara arus dan tegangan fase R dengan torsi 0,3N(Nm)

Nurul Huluq

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengukuran dan perhitung tentang pengaruh perubahan beban pada motor sinkron tiga fase terhadap beberapa variasi beban maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jika beban dihubungkan pada motor sinkron, maka motor akan membangkitkan torsi yang cukup untuk menjaga motor dan bebannya berputar pada kecepatan sinkron.
2. Kecilnya nilai selisih antara hasil pengukuran secara analog dengan menggunakan NImyDAQ menunjukkan bahwa alat ini memiliki

kehandalan lebih untuk dimanfaatkan dalam pengukuran 3 fase.

3. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur yang telah mendapat sertifikasi Kalibrasi Nasional (sertifikat terlampir)

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang maha esa atas selesainya penelitian ini, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak DR.H.Dayat Hidayat, M.M selaku Rektor Universitas Pamulang.
2. Bapak IR.Dadang Kurnia, M.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pamulang.
3. Bapak Syaiful Bakhri, S.T., M.Eng.Sc.,PhD. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Pamulang.
4. Ibu Faraida Nafiri. Selaku Dosen pembimbing I yang dengan sabar dan senantiasa membimbing dan menyarankan penulisan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. *National instruments, NImyDAQ online 2013.*
2. *Wildi Theodore, "Electrical Machines", Drives And Power System", Pretica Hall International, Liverpool, 1983.*
3. *Wijaya, Mochtar, Dasar-dasar Mesin Listrik, Penerbit Djambatan, Jakarta 2001.*
4. *Zuhal, Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya, Edisi ke 5, Gramedia, Jakarta, 1995.*
5. *Www.kilowattclassroom.com/archive/syncmotors.pdf.*