

PENGARUH ARUS EKSITASI TERHADAP ARUS STATOR MOTOR SINKRON 3 FASA DENGAN VIRTUAL INSTRUMENT

Anto Carmanto¹, Wawan Gunawan², Ojak Abdul Rozak^{3*}

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang; Jl. Puspitex Raya No.19, Serpong, Tangerang Selatan, Banten 15310

Riwayat artikel:

Received: 12 Juli 2023

Accepted: 30 Juli 2023

Published: 1 Agustus 2023

Keywords:

Motor Sinkron;

Monitoring; LabView;

NI MyDAQ.

Correspondent Email:

dosen01314@unpam.ac.id

© 2023 JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Nilai arus dari hasil putaran motor sinkron sangat mempengaruhi keandalan dan kinerja dalam jangka panjang saat digunakan dengan beban. Sehingga perlu dilakukan maintenance serta monitoring untuk mengetahui kinerja dari motor sinkron. Penggunaan peralatan virtual instrument dan software LabView dapat digunakan sebagai metode dalam mengetahui nilai arus kerja motor sinkron. Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain motor sinkron sebagai beban dan penggunaan kontrol menggunakan LabView untuk menjalankan perintah pada saat pengujian motor sinkron. NI MyDAQ digunakan untuk input pada kontrol sebelum penggunaan LabView, sehingga dapat disesuaikan input penggunaan pada motor dan kontrol. Penggunaan power dilakukan dengan menyesuaikan dari input tegangan pada motor dengan 380-volt dan 220-volt untuk input tegangan bagian kontrol. Tujuan penelitian adalah dapat merancang alat dan software simulasi dari motor sinkron yang sedang bekerja dengan variasi menggunakan regulator tegangan sehingga didapatkan nilai tegangan minimum sampai dengan maksimum untuk mengetahui kinerja motor. Hasil yang didapatkan dalam penelitian adalah kinerja motor tanpa beban didapatkan nilai arus tertinggi yaitu 0.4 A sedangkan nilai arus tertinggi pada saat diberikan beban dengan settingan regulator didapatkan nilai arus tertinggi 3.2 A.

Abstract. The three-phase current value of a synchronous motor has a great impact on its long-term reliability and performance under load. Therefore, maintenance and monitoring must be performed to determine the performance of synchronous motors. A virtual instrument and its LabView software can be used as a method to determine the operating current value of a synchronous motor. The device used in the study contains a synchronous motor as a load, and his LabView-equipped controller is used to execute commands during synchronous motor testing. NI MyDAQ is used as an input to the controller prior to using LabView, so it can be customized for use as an input to motors and controllers. Power is supplied by adjusting the motor input voltage to 380 volts and the controller input voltage to 220 volts. The purpose of the research is to develop tools and simulation software for synchronous motors that use voltage regulators to react to variations and determine minimum and maximum voltage values to determine motor performance. As a result of examination, the motor output reached a maximum current value of 0.4A at idle and a maximum controller current value.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan mesin dalam prinsip kerja mengubah energi listrik menjadi energi mekanik disebut dengan mesin sinkron. Mesin sinkron mempunyai susunan kontruksi diantaranya adalah kumparan jangkar pada stator dan kumparan medan pada rotor. Kumparan jangkarnya berbentuk sama dengan mesin induksi. Kumparan medan mesin sinkron dapat berbentuk kutub sepatu atau kutub dengan celah udara sama rata (*rotor cilinder*). Bagian motor yang bergerak atau berputar dapat berbentuk kawat email yang ada pada inti besi [1].

Terjadinya eksitasi adalah arus searah yang telah dihubungkan dengan kumparan medan magnet. Sistem pada eksitasi dapat menggunakan sikat dan tanpa sikat dalam implementasinya. Motor sinkron dapat dioperasikan pada daerah faktor daya yang luas yaitu dari faktor daya lagging (arus tertinggal) dan faktor daya leading (mengikuti) dengan pengaturan arus eksitasi. Arus eksitasi itu sendiri adalah penambahan tenaga pada suatu sistem yang mengalihkannya dari keadaan dasarnya ke suatu keadaan dengan tenaga lebih tinggi. Ada beberapa mahasiswa yang telah meneliti analisa pengukuran arus eksitasi tapi dengan peralatan yang konvensional dan penulis sangat tertarik untuk meneliti kembali dengan menggabungkan peralatan yang sedang berkembang dan bisa dilihat hasil pengukuran atau analisa secara langsung yang berupa sebuah sinyal secara *realtime* [2].

Penelitian ini bertujuan agar alat yang telah dirancang dan dibuat dapat membantu dalam kegiatan praktikum. Sehingga hasil pengukuran manual dapat dibandingkan dengan hasil dari penggunaan *virtual instrument* menggunakan LabView untuk memvalidasi data manual pada saat pengukuran motor sinkron 3 fasa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Motor Sinkron

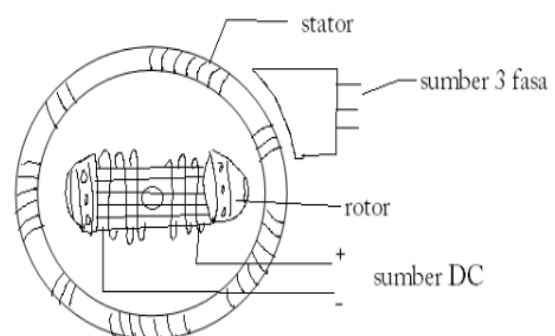
Motor sinkron 3 fasa secara umum motor sinkron 3 fasa adalah motor listrik arus bolak-balik (AC) yang putaran rotornya sinkron/serempak dengan kecepatan medan putar statornya. Motor ini beroperasi pada sumber tegangan 3 fasa yang dihubungkan dengan kumparan jangkar pada stator. Selain mendapat suplai tegangan 3 fasa, motor sinkron

juga mendapat arus eksitasi/arus medan dari sumber arus searah (DC) pada kumparan utama rotor [3].

Motor sinkron pada pengoperasiannya tidak dapat melakukan starting awal. Oleh karena itu, motor sinkron 3 fasa membutuhkan penggerak mula untuk memutar rotor sampai pada kecepatan putar medan stator. Perubahan beban pada motor sinkron tidak mempengaruhi kecepatan putar motor, karena ketika motor bekerja, rotor akan selalu terikat secara magnetis dengan medan putar dan dipaksa untuk berputar dengan kecepatan sinkronnya sehingga motor sinkron biasanya digunakan pada sistem operasi yang membutuhkan kecepatan konstan dengan beban yang berubah-ubah.

Keuntungan lain dari motor sinkron adalah dapat digunakan untuk memperbaiki faktor daya sistem, karena karakteristiknya pada saat eksitasi lebih. Stator akan menarik arus yang bersifat kapasitif dari jala-jala dan sehingga motor bekerja pada faktor daya *leading* (teringgal). Hal ini akan dapat memperbaiki faktor daya pada sistem.

Konstruksi Motor Sinkron 3 Fasa Konstruksi motor sinkron pada prinsipnya adalah sama dengan generator sinkron. Perbedaan secara fisik yaitu kumparan peredam yang di tanamkan pada muka kutub rotor yang berfungsi untuk start awal pada motor sinkron [4].

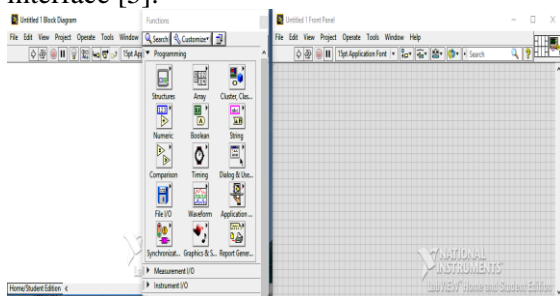


Gambar 1. Kontruksi Motor Sinkron

Motor sinkron adalah motor AC yang memiliki kecepatan konstan, namun kecepatan dapat diatur karena kecepatannya berbanding lurus dengan frekuensi. Motor sinkron secara khusus sangat baik digunakan untuk kecepatan rendah.

2.2. Virtual Instrument

Adalah perangkat lunak dan perangkat keras, yang bisa membaca sinyal-sinyal dan bisa membaca hasil pengukuran dengan sistem digital ataupun analog dengan tepat untuk menampilkan grafik harus terkoneksi dengan komputer/laptop. Sistem perangkat ini yang terdiri dari komponen *hardware*, seperti unit digital multi meter dan osiloskop yang benar-benar khusus untuk stimulus analisis atau fungsi pengukuran. Karena fungsi sistem ini lebih terbatas dalam fleksibilitas daripada sistem instrumentasi virtual. Perbedaan utama antara instrumentasi *hardware* dan instrumentasi virtual adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menggantikan sejumlah besar perangkat keras. Peralatan ini telah tumbuh secara signifikan sejak didirikan pada akhir 1970-an. Selain itu paket perangkat lunak seperti LabView dari *National Instruments* dapat membantu dan mengembangkan bahasa pemrograman grafis dengan lebih mudah bagi *non-programmer* untuk mengembangkan sistem. Konsep *instrument* lahir di akhir tahun 1970 ketika itu teknologi mikrokontroler atau mikro prosesor dapat mengontrol fungsi mesin agar lebih mudah diubah dengan mengubah ke perangkat lunak, fleksibilitas ini memungkinkan karena kemampuan virtual instrument sangat sedikit digunakan pada perangkat keras. Biasanya *virtual instrument* yang digunakan hanya aplikasi spesifikasi pada sinyal modul pendingin dan konverter dari analog ke digital yang digunakan sebagai interface [5].



Gambar 2. Tampilan LabView

2.3. NI MyDAQ

Sebuah *device* akuisisi data yang bisa membuat mahasiswa mampu untuk mengukur dan menganalisa sinyal langsung dimanapun dan kapan pun. Peralatan ini sangat simpel dan kecil mudah dibawa kemana-mana sehingga dengan mudah membawanya untuk belajar atau

mengaplikasikan di luar ruangan secara lingkungan laboratorium dengan standar dan metode industri [6].



Gambar 3. Spesifikasi NI MyDAQ

2.4. LabView

Software pemrograman yang diproduksi oleh *Nasional Instrument* dengan konsep yang berbeda. seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, matlab dan *visual basic*. LabView juga mempunyai 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 instrument* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah instrumen. Pada LabView, user pertama-tama membuat *user interface* atau front panel dengan menggunakan control dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push buttons*, *dials* dan 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-kode VIs untuk mengontrol *front panel* [7].



Gambar 4. LabView Software

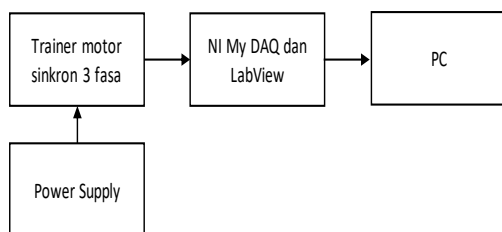
3. METODE PENELITIAN

3.1. Perancangan Alat

Dalam memilih dan merancang alat yang baik dan layak akan memudahkan dalam proses

pembuatan alat. Adapun tujuan dari perancangan alat ini adalah supaya mendapatkan alat yang bisa berfungsi sesuai yang di inginkan, maka dari itu dalam perancangan alat sangat menentukan alat tersebut bekerja dengan baik atau tidak.

Berikut ini diagram alur kegiatan penelitian yang dilakukan pertama mendesain *interface* pada PC, melakukan pengujian motor sinkron 3 fasa untuk mengetahui efisiensi daya listrik dan beban yang akan digunakan adalah *magnetic brake*, yang mana berfungsi pembebanan pada motor sinkron 3 fasa pada saat analisa pengujian.

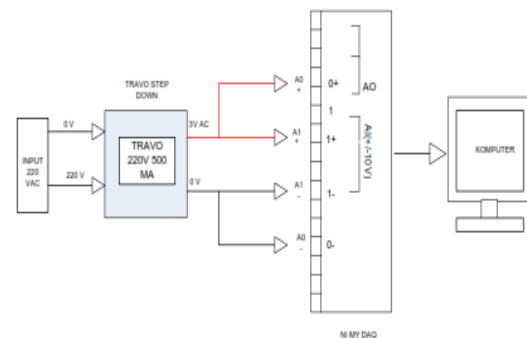


Gambar 5. Blok Diagram Penelitian

3.2. Proses Penelitian

Proses penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah: (1) melakukan pengecekan terhadap terminal-terminal atau koneksi antar peralatan menggunakan alat multi tester, fungsi dari pengecekan ini untuk memastikan bahwa semua koneksi antar perangkat sudah terhubung dengan baik; (2) membuat instalasi sesuai *wiring diagram* sesuai perencanaan desain awal dalam penelitian, sehingga terhindar dari kesalahan instalasi dan material yang digunakan. Saat kondisi sudah terkoneksi semua antara peralatan dengan *software* maka dilakukan pengecekan berulang agar tidak terjadi kesalahan saat dilakukan tes uji coba rangkaian.

Sebelum memulai pengujian peralatan perlu diatur posisi MCB dalam posisi *Off*, fungsi dari posisi *Off* disini untuk menghindari adanya kejadian yang tidak di inginkan, seperti konsleting atau terbakarnya peralatan. Jika semua koneksi sudah terhubung dengan baik, kemudian menghubungkan rangkaian dengan sumber arus 3 fasa dan MCB di posisi *On*, maka rangkaian akan bekerja dan dioperasikan secara manual sesuai tahapan pengukuran.

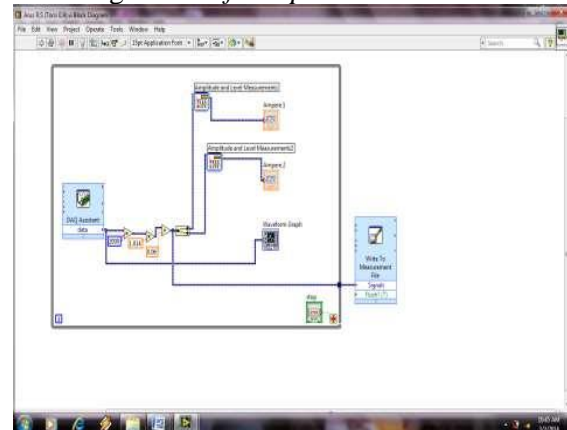


Gambar 6. Rangkaian Trafo Tegangan

3.3. Desain Interface pada PC

Untuk dapat mengetahui hasil pengukuran arus exitasi arus baik kondisi tanpa beban dan kondisi dengan beban motor selanjutnya membaca hasil di layar LabView. Dalam pengujian suatu rangkaian menggunakan *software* LabView dengan alat instrumen yaitu NI MyDAQ dengan menggunakan desain antarmuka.

Untuk mempermudah dalam penyusunan penulis menggunakan *front panel* sebagai penempatan *control* yang akan digunakan. Untuk penempatan program maka digunakan blok diagram yang mana di dalamnya terdapat *icon-icon* yang akan digunakan untuk pemograman. Penyusunan pengukuran pada blok diagram dan *front panel*.



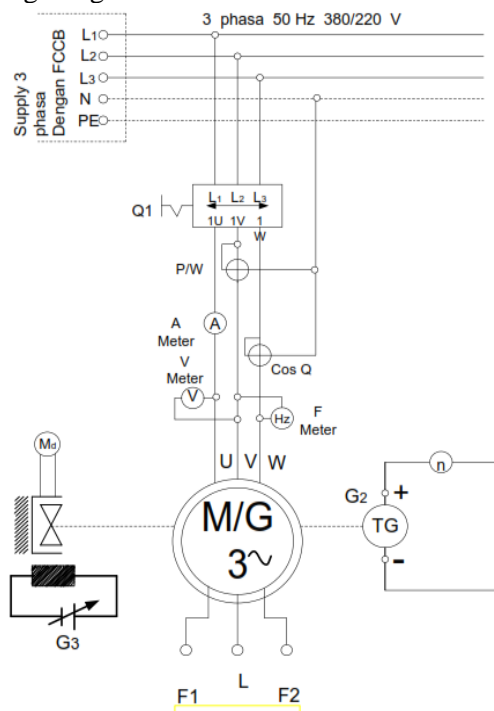
Gambar 7. Tampilan LabView pada PC

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Motor sinkron 3 fasa adalah mesin listrik arus bolak-balik (AC) yang banyak digunakan untuk melayani beban mekanik yang membutuhkan putaran konstan dan perbaikan faktor daya sistem. Dalam berbagai kondisi operasi dan perilaku motor sinkron dipengaruhi oleh pengaturan atau perubahan eksitasi dari medan rotornya. Pengaruh perubahan arus

eksitasi terhadap arus jangkar untuk daya yang konstan.

Pengukuran parameter motor sinkron tiga fasa Jika tiga buah kawat yang sama dengan jumlah gulungan yang sama ditempatkan dengan jarak 120° satu sama lain pada motor listrik yang sama, maka sebuah pembangkit tegangan tiga fase akan dihasilkan.



Gambar 8. Rangkaian Sinkron Motor 3 Fasa

Sebuah pembangkit tegangan tiga fase yang seimbang terdiri atas tiga tegangan dan sinusoidal yang memiliki nilai besaran dan frekuensi yang sama tetapi saling berbeda fase 120° . Pengukuran arus stator pada motor sinkron 0.349 kW dengan beban tanpa eksitasi dan pengukuran arus eksitasi motor sinkron tanpa torsi, dengan variabel eksitasi.

Tabel 1. Pengukuran arus eksitasi tanpa beban

I_E (mA)	0	5.54	5.24	5.3	5.9
E_A (V)	0	30	49	57	63
N (N_m)	0	0	0	0	0
N (min^{-1})	1.489	1.496	1.498	1.497	1.496
I (A)	0.40	0.20	0.10	0.15	0.15
V	389	389	388	389	389
$\cos \phi$	0.4 ind	0.8 ind	1	0.85 cap	0.7 cap
P_{1ph} (W)	30	20	20	20	20
Hz	50	50	50	50	50

Bertambahnya tegangan eksitasi dan arus eksitasi pada motor sinkron tanpa torsi, kecepatan putaran, tegangan, dan frekuensi motor sinkron stabil. Semakin besar tegangan

dan arus eksitasi bertambah, maka arus dan energi yang dibutuhkan untuk menjalankan motor sinkron semakin kecil. Faktor daya terukur induktif pada arus dan tegangan eksitasi (0 – 30 VDC), faktor daya terukur sefase pada arus dan tegangan eksitasi (49 VDC), dan faktor daya terukur kapasitif pada notasi arus dan tegangan eksitasi (57 – 63 VDC).

Pengukuran motor sinkron dengan variabel eksitasi dengan beban pada Tabel 2 adalah hasil pengukuran arus eksitasi ditetapkan dengan beban *variabel* I_F (A): 5.66 mA dan V: 62 volt.

Tabel 2. Pengukuran dengan Beban Variasi

I_E (mA)	5.66							
E_A (V)	62							
N (N_m)	0	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
N (min^{-1})	1,5 01	1,5 00	1,5 00	1,5 00	1,5 00	1,5 00	1,5 00	1,5 00
I (A)	1.3	1.8	2.3	2.5	2.8	2.8	3.2	3.2
V	39 0	39 0	39 0	39 0	39 0	39 0	39 0	39 0
$\cos \phi$	0.8 ind	0.9 ind	0.9 3 ind	0.9 7 ind	0.9 8 ind	0.9 9 ind	1	1.0 1 ca p
P_{1ph} (W)	26	43. 5	55. 5	55. 0	65. 0	67. 0	89. 0	86. 0
Hz	50. 1	50. 1	50. 1	50. 1	50. 1	50. 1	50. 1	50. 1

Dari hasil data tabel 2 untuk rpm motor tidak banyak mengalami perubahan putaran, berbeda dengan pengukuran yang sebelumnya, disini motor cenderung stabil walaupun motor di beri beban yang variabel.

5. KESIMPULAN

Perancangan peralatan berdasarkan desain awal dengan menggunakan regulator tegangan sebagai pengatur tegangan pada kinerja motor. Hasil yang didapatkan dari penelitian yaitu dengan dua kondisi tanpa beban dan menggunakan beban. Didapatkan data penelitian arus terendah dan tertinggi pada saat pengujian motor sinkron dalam penelitian. Data nilai arus tertinggi pada saat tidak ada beban terpasang sebesar 0.4 A sedangkan beban pada motor dengan data arus tertinggi yaitu sebesar 3.2 A. Pengaruh beban terhadap motor adalah kenaikan nilai arus dan penurunan performa dari motor sinkron.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. GUNAWAN and E. PRAMUWIGNYO, "Analisa Sistem Sinkronisasi (Supply Pln Dan Generator Sinkron Tiga Fase) Dalam Bentuk Alat Trainer Laboratorium," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, 2021, doi: 10.52447/jkte.v6i1.5193.
- [2] Z. Tharo, A. D. Tarigan, and R. Pulungan, "Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 10–15, 2018, doi: 10.30596/rele.v1i1.2256.
- [3] D. R. Pattiapon, J. J. Rikumahu, and M. Jamlaay, "Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron," *J. Simetrik*, vol. 9, no. 2, p. 197, 2019, doi: 10.31959/js.v9i2.386.
- [4] E. Fauziyah and I. Irwanto, "Analisis Sistem Proteksi Generator Menggunakan Over Current Relay Di Pt. Indonesia Power," *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 1, 2022, [Online]. Available: <http://dcomputare.org/index.php/jurnal/article/view/46>
- [5] H. Suryantoro, "Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali," *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 3, p. 20, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i3.48718.
- [6] A. Triyanto, "KARAKTERISTIK SCR MENGGUNAKAN PROGRAM LabVIEW," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2018, doi: 10.32493/epic.v2i1.1373.
- [7] N. R. Wibowo, "Rancang Bangun Sistem Kendali Kecepatan Motor Dc Sebagai Media Pembelajaran Praktikum Sistem Kendali Menggunakan Labview," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 6, no. 2, 2020, doi: 10.32487/jst.v6i2.775.