

ANALISIS VOLTAGE SAG AKIBAT PENGASUTAN MOTOR INDUKSI

Naskah Publikasi Jurnal



Diajukan oleh:

EKO PRATOMO

5115116929

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2016**

NASKAH PUBLIKASI JURNAL

**ANALISIS VOLTAGE SAG AKIBAT PENGASUTAN
MOTOR INDUKSI**

yang diajukan oleh :

EKO PRATOMO


5115116929

Telah disetujui oleh :



(Pembimbing 1)
Drs. Daryanto, MT

19/02/2016



(Pembimbing 2)
Imam Arif Raharjo, S.Pd., MT

19/02/2016

ANALISIS VOLTAGE SAG AKIBAT PENGASUTAN MOTOR INDUKSI

Eko Pratomo¹⁾, Daryanto²⁾, Imam Arif Raharjo³⁾
S1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
Email : ekopratomo0607@gmail.com

Abstract

Research aims to understand large voltage sag is caused by starting induction motor, the amount of current starting induction motor, and time starting induction motor. Research methodology used is quantitative. To know much value voltage sag, the current when starting, and time starting induction motor, using data from the measurement result of the an charts. Measurement results of induction motor starting capacity of 1 HP between the use of direct methods great value drop voltage direct-on-line method of use of 0,6 % of the use of the method star delta. induction motor starting capacity of 3 HP between the use of direct methods great value drop voltage direct methods of use on line 16,5 % of the use of the method star delta.

Keyword: *voltage sag*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar kedip tegangan yang diakibatkan oleh *starting* motor induksi, besar arus *starting* motor induksi, dan waktu *starting* motor. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif. Guna mengetahui besar nilai *voltage sag*, arus saat *starting*, dan waktu *starting* motor induksi, dengan menggunakan data dari hasil pengukuran berupa angka dan grafik. Dari hasil pengukuran *starting* motor induksi kapasitas 1 HP antara penggunaan metode *direct on line* hubung *delta* besar nilai tegangan drop lebih besar penggunaan metode *direct on line* hubung *delta* sebesar 0,6 % dari penggunaan metode *star delta*. Sedangkan motor induksi kapasitas 3 HP besar nilai tegangan drop lebih besar penggunaan metode *direct on line* sebesar 16,5 % dari penggunaan metode *star delta*.

Kata Kunci: Kedip Tegangan

PENDAHULUAN

Di era modern ini penggunaan tenaga listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting. Hampir semua kebutuhan manusia memerlukan tenaga listrik seperti dalam penerangan, penggunaan alat-alat elektronik, dan lain-lain. Sistem tenaga listrik dikatakan memiliki tingkat keandalan yang tinggi apabila sistem tersebut

mampu menyediakan pasokan tenaga listrik yang dibutuhkan oleh konsumen secara kontinyu dan dengan kualitas daya yang baik dari segi regulasi tegangan maupun regulasi frekuensinya. Dengan adanya sistem tenaga listrik yang handal pada suatu industri dapat menunjang hasil produksi yang baik dan akan menghindarkan perusahaan tersebut dari kerugian produksi atau “*loss of production*” yang

secara finansial akan sangat merugikan perusahaan.

Sistem tenaga listrik dikatakan memiliki tingkat keandalan yang tinggi apabila sistem tersebut mampu menyediakan pasokan tenaga listrik yang dibutuhkan oleh konsumen secara kontinyu dan dengan kualitas daya yang baik dari segi regulasi tegangan maupun regulasi frekuensinya.

Sebagian besar beban listrik yang ada di industri adalah motor induksi. Kendala dari penggunaan motor induksi adalah pada saat *starting*, dimana motor membutuhkan arus yang lebih tinggi dari arus nominal sehingga menyebabkan terjadinya kedip tegangan. Kedip tegangan adalah gangguan transient pada sistem tenaga listrik yang berupa kenaikan atau penurunan tegangan sesaat dalam beberapa detik pada jaringan sistem.

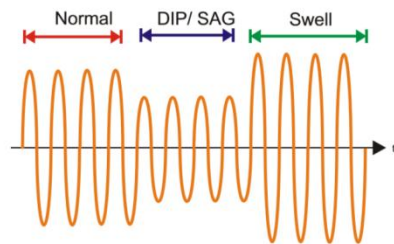
Dari latar belakang dan identifikasi masalah, maka permasalahan yang diteliti dibatasi pada pengaruh *starting* motor induksi berkapasitas 3 HP dan 1 HP dengan metode pengasutan *star delta* otomatis dan *direct on line* Δ terhadap kedip tegangan (*voltage sag*).

KAJIAN TEORI

Kedip Tegangan

Kedip tegangan adalah gangguan transien pada sistem tenaga listrik yang berupa kenaikan atau penurunan tegangan sesaat dalam beberapa detik pada jaringan sistem. Kedip tegangan dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu: *interruption* (pemutusan), *sag* (penurunan), dan *swell* (kenaikan).

Sag adalah penurunan nilai rms tegangan atau arus pada frekuensi daya selama durasi waktu dari 0,5 *cycles* – 30 *cycles* dan rentang perubahan dari 0,1 sampai 0,9 *pu* pada harga rms besaran tegangan atau arus.¹ *Voltage sag* biasanya berhubungan dengan kesalahan sistem, tetapi juga dapat disebabkan oleh pembebanan yang berat atau penggunaan motor berdaya besar.



¹ R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, (Second Edition, 2004), h 20

Gambar 2.1 Voltage Sag Dan Voltage swell

Sumber : Iwa Garniwa, *Peningkatan Kualitas Daya Listrik*, (Tridinamika news, November, 2010), 3

N O	Categories	Typical Duration	Typical Voltage Magnitude
1	Instantaneous		
	Interruption	0,5 - 30 cycles	< 0,1 pu
	sag	0,5 - 30 cycles	0,1 - 0,9 pu
	swell	0,5 - 30 cycles	1,1 - 1,8 pu
2	Categories	Typical Duration	Typical Voltage Magnitude
	Momentary		
	Interruption	30 cycles - 3 s	< 0,1 pu
	sag	30 cycles - 3 s	0,1 - 0,9 pu
	swell	30 cycles - 3 s	1,1 - 1,4 pu
3	Categories	Typical Duration	Typical Voltage Magnitude

Temporary		
Interruption	3 s - 1 min	< 0,1 pu
sag	3 s - 1 min	0,1 - 0,9 pu
swell	3 s - 1 min	1,1 - 1,2 pu

Tabel 2.1 Kategori Dan Karakteristik Dari Kedip Tegangan

Sumber: R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, (Second Edition, 2004), h 14

Penyebab Kedip Tegangan

Secara umum, ada dua penyebab terjadinya kedip tegangan, yaitu dikarenakan oleh adanya kegagalan (*fault*) dalam sistem dan penyalaan motor induksi berdaya besar.

Dampak Kedip Tegangan

Dampak utama dari kedip tegangan dapat berpengaruh fatal pada mesin-mesin produksi. Ketika terjadi kedip tegangan, mesin sinkron bisa kehilangan sinkronisasi, motor induksi bisa mengalami penurunan kecepatan dan torsi motor akan turun secara drastis bahkan dapat terjadi *stall*. Pada saat *recovery* tegangan, motor akan berakselerasi kembali dengan cepat.

Batasan Nilai Kedip Tegangan

Nilai dari kedip tegangan harus diperhatikan agar tidak mempengaruhi kerja dari peralatan-peralatan elektronik ataupun peralatan-peralatan kontrol dalam suatu pabrik/industri. Tegangan sistem distribusi harus dijaga pada batas-batas kondisi normal yaitu maksimal +5% dan minimal -10% dari tegangan nominal.²

Motor Induksi

Motor arus bolak-balik (motor induksi) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik atau tenaga gerak, dimana tenaga gerak ini berupa perputaran pada poros motor. Salah satu jenis motor AC ini adalah motor induksi atau motor tak serempak.³ Motor induksi mengubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandingan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor.

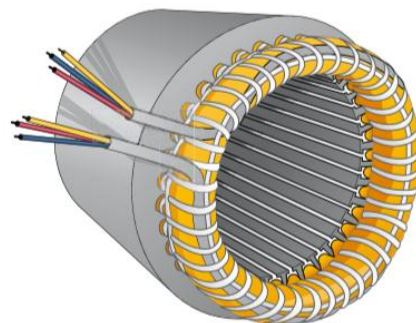


Gambar 2.2 Motor Induksi

Sumber: Rockwell Automation.,
*Application Basics Of Operation Of
Three-Phase Induction Motors.*
Switzerland: WP-Motors, 1996.

Konstruksi Motor Induksi

Konstruksi motor induksi secara detail terdiri atas dua bagian, yaitu: bagian *stator* dan bagian rotor. *Stator* adalah bagian motor yang diam terdiri: badan motor, inti stator, belitan *stator*, *bearing* dan terminal *box*. Bagian rotor adalah bagian motor yang berputar, terdiri atas rotor sangkar dan poros rotor.

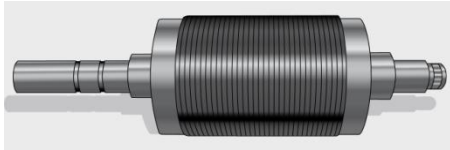


Gambar 2.3 Stator Motor Induksi

² Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Hal 9

³ Abdul Kadir. "Mesin Induksi" Penerbit Djambatan. 2003

Sumber: Grundfos Motor Book, *Elektrical Motor Basic*, (Grundfos management A/S, 2004), h 15

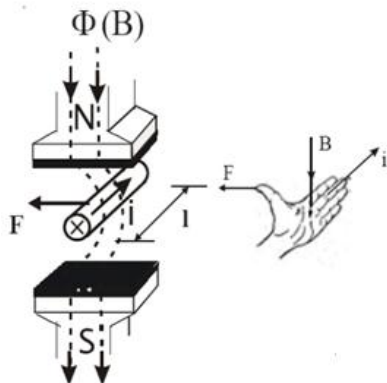


Gambar 2.4 Rotor Motor Induksi

Sumber: Grundfos Motor Book, *Elektrical Motor Basic*, (Grundfos management A/S, 2004), h 16

Sistem Kerja Motor Induksi

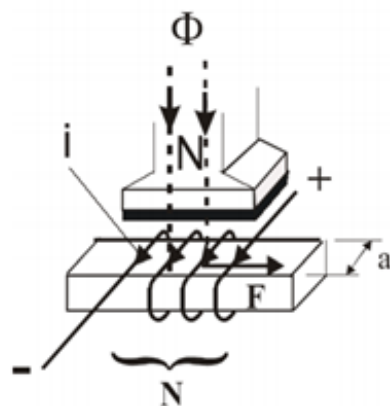
Prinsip kerja motor induksi tiga fasa didasarkan pada hukum Faraday (tegangan induksi akan ditimbulkan oleh perubahan induksi magnetik pada suatu lilitan) dan hukum Lorentz. (perubahan magnetik akan menimbulkan gaya).



Gambar 2.5 Hukum Faraday

Sumber: Awan A Frima-Nugroho N Dyto-Ellan S Siregar, “Motor Induksi 3 Fasa”, (staff.ui.ac.id. diakses 20 Oktober 2015)

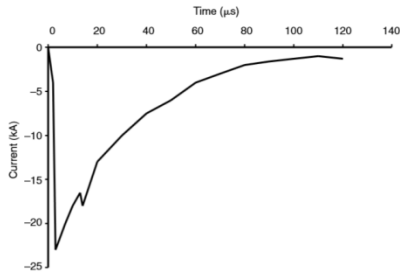
Prinsip dasar dapat dijelaskan sebagai berikut: Tegangan induksi akan timbul pada setiap konduktor diakibatkan oleh medan magnet yang memotong konduktor (hukum Faraday). Arus listrik (i) yang dialirkan di dalam suatu medan magnet dengan kerapatan fluks (B) akan menghasilkan suatu gaya (F).



Gambar 2.6 Hukum Lorentz

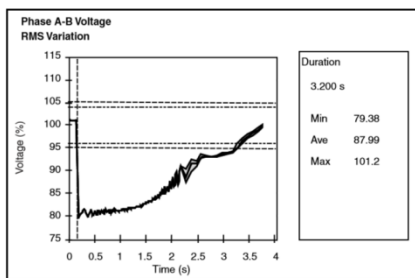
Sumber: Awan A Frima-Nugroho N Dyto-Ellan S Siregar, “Motor Induksi 3 Fasa”, (staff.ui.ac.id. diakses 20 Oktober 2015)

Nilai F dipengaruhi banyaknya lilitan. Bila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator, maka pada kumparan stator akan timbul medan putar.



Gamabar 2.10 Arus Saat Starting Motor Induksi

Sumber: R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, (Second Edition, 2004), h 16



Gamabar 2.11 Voltage Sag Akibat Starting Motor

Sumber: R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, (Second Edition, 2004), h 22

METODE

Penelitian tentang analisis kedip tegangan akibat pengasutan motor induksi merupakan penelitian kuantitatif guna mengetahui besar nilai *voltage sag*, arus saat *starting*, dan waktu *starting* motor induksi, dengan menggunakan data dari hasil pengukuran berupa angka.

Penelitian dilakukan dengan mengukur tegangan drop pada kabel sumber PLN yang digunakan oleh motor induksi berkapasitas 1 HP dan 3 HP dengan menggunakan pengasutan *direct on line* hubung *delta* dan *star delta* otomatis yang dipasang secara bergantian. Kemudian menganalisis data hasil pengukuran yang diperoleh lalu mengambil kesimpulan

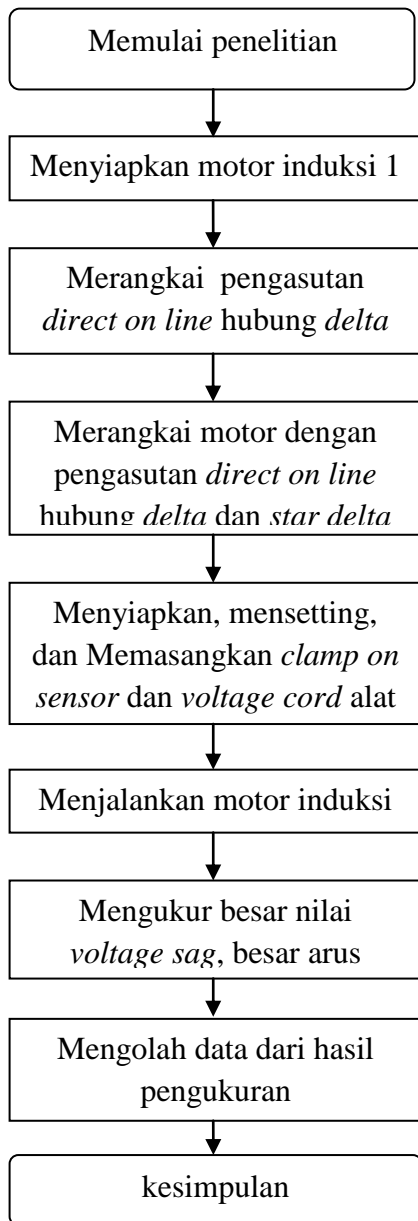
Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbentuk lembar pengamatan (*Job Sheet*). Alat ukur yang digunakan dalam pengambilan data adalah HIOKI 3197 *Power Quality Analyzer* 3197. Sebelum pengambilan data, alat ukur sudah dikalibrasi.



Gambar 3.2 Power Quality Analyzer HIOKI 3197 Tampak Depan

Sumber: *Instruction manual HIOKI 3197 application*

Langkah-langkah pengukuran dapat dilihat pada gambar dibawah:



Rancangan Penelitian Analisa Kedip Tegangan Akibat Pengasutan Motor Induksi

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengukuran Listrik Jurusan Teknik Elektro FT-UNJ, dengan menggunakan motor induksi kapasitas 1 HP dan 3 HP.

Teknik Analisa Data

Setelah data terkumpul selanjutnya penulis menganalisa hasil pengukuran (*voltage sag*, arus *starting*, dan waktu *starting*). Teknik analisa data yang digunakan adalah dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya. Dari hasil pengukuran nilai *voltage sag*, besar arus *starting*, dan waktu saat motor *starting*. Data yang akan diperoleh akan disajikan melalui tabel dan grafik. Setelah melakukan pengukuran, maka akan diketahui berapa besar *effect* dari arus *starting* terhadap arus nominal yang dapat mengakibatkan *voltage drop* dari tegangan nominal.

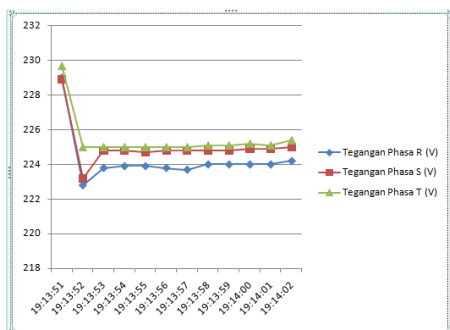
HASIL PEMBAHASAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tabel 4.3 Nilai Tegangan dan Arus saat *Starting* Motor Induksi

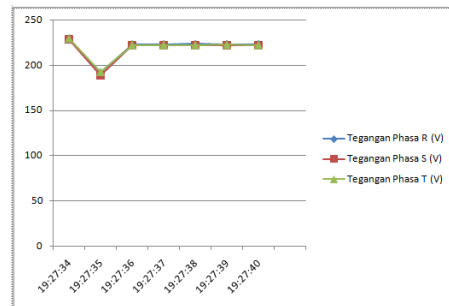
Jenis dan daya motor	Metode starting	Arus starting (Ampere)			Arus Normal (Ampere)			Tegangan			Cos Phi
		Phasa R	Phasa S	Phasa T	Phasa R	Phasa S	Phasa T	Sebelum starting	saat starting	setelah starting	
3 Phasa, 1 HP	Langung Δ	8	11	7	4	4	4	229.3	223.9	224.6	1
3 Phasa, 1 HP	Bintang segitiga	4	4	5	2	1	1	229.1	225.4	229.1	1
3 Phasa, 3 HP	Langung Δ	30	33	27	7	6	5	229.7	191.2	229.8	0.98
3 Phasa, 3 HP	Bintang segitiga	10	12	10	2	2	2	230.4	214.4	230.9	0.80

Pengukuran dilakukan menggunakan motor induksi dengan kapasitas motor 3 HP dan Motor 1 HP menggunakan metode *direct on line* hubung delta dan *star delta* otomatis. Pengukuran dilakukan tanpa beban. Alat ukur yang digunakan adalah *Power Quality Analysis* HIOKI 3197. *supply* tenaga listrik berasal dari PLN untuk memenuhi tenaga motor induksi sebesar 380 Volt dan diturunkan menjadi 220 Volt menggunakan *power supply*.



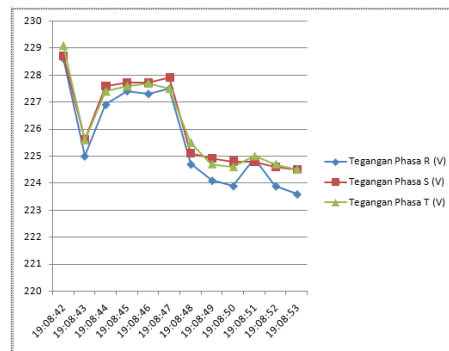
Gambar 4.1 Grafik Tegangan Saat *Starting* Motor Induksi 1 HP Tanpa Beban Menggunakan Pengasutan *Direct On Line* Hubung Delta

Sumber : Dokumentasi Pribadi



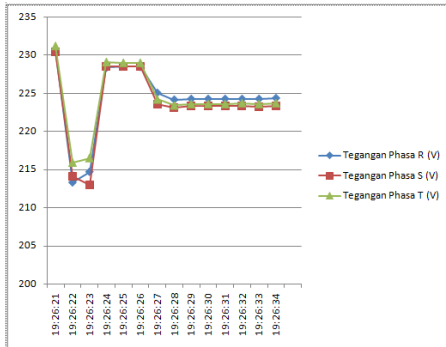
Gambar 4.3 Grafik Tegangan Saat *Starting* Motor Induksi 3 HP Tanpa Beban Menggunakan Pengasutan *Direct On Line* Hubung Delta

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.5 Grafik Tegangan Saat *Starting* Motor Induksi 1 HP Tanpa Beban Menggunakan Pengasutan *Star Delta* Otomatis

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.7 Grafik Tegangan Saat Starting Motor Induksi 3 HP Tanpa Beban Menggunakan Pengasutan Star Delta Otomatis

Sumber : Dokumentasi Pribadi

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

1. Dari hasil pengukuran *starting* motor induksi kapasitas 1 HP antara penggunaan metode *direct on line* hubung *delta* lebih besar nilai arusnya sebesar 21 % dari penggunaan metode *star delta*, dan besar nilai tegangan drop lebih besar penggunaan metode *direct on line* hubung *delta* sebesar 0,6 % dari penggunaan metode *star delta*.
2. Dari hasil pengukuran *starting* motor induksi kapasitas 3 HP antara penggunaan metode *direct on line* hubung

delta lebih besar nilai arusnya sebesar 217 % dari penggunaan metode *star delta*, dan besar nilai tegangan drop lebih besar penggunaan metode *direct on line* sebesar 16,5 % dari penggunaan metode *star delta*.

3. Dari hasil pengukuran berupa pengukuran motor induksi berkapasitas 1 HP dan 3 HP dengan metode *direct on line* hubung *delta* dan *star delta* dapat disimpulkan bahwa Penggunaan metode pengasutan yang baik adalah dengan menggunakan metode *star delta*.

DAFTAR FUSTAKA

Berahim, Hamzah. *Teknik Tenaga Listrik Dasar*. Yogyakarta: PT. Graha Ilmu, 2011.

Kadir, Abdul. *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Prees), 2000.

PanitiaRevisi PUIL, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*, Yayasan PUIL, Jakarta, 2000.

Garniwa, Iwa. *Peningkatan Kualitas Daya Listrik*.

Tridinamika news, November, 2010.

Dugan, R. C., M. F. McGranaghan, S. Santoso and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*. Second Edition, 2004.

Arindya, Radita. *Penggunaan Dan Pengaturan Motor Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.

Fizgerald, A.E, Charles Kingsley Jr, Stephen D Umans, *Mesin-Mesin Listrik*, Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga, 1992.

Amin, M. Mustaghfirin, *Instalasi Motor Listrik*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013.

Instruction manual HIOKI 3197 application, Power Quality Analyzer, Japan: HIOKI E.E. CORPORATION, 2006.

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Aturan Distribusi Tenaga Listrik, No 04 Tahun 2009.