

PENGARUH PENGASUTAN MOTOR INDUKSI TERHADAP KUALITAS DAYA LISTRIK

Aksan¹⁾, Satriani Said Akhmad¹⁾ dan Purwito¹⁾

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar, 90245
Email: aksansubarjo@gmail.com

Abstract

3-phase induction motors are widely used in small and large industries. The problem with operating 3-phase induction motors is that the starting current is high, between 4 - 7 times the nominal current, power and energy consumption is 1.5 - 2.5 times the nominal power. To reduce starting current and large energy consumption, certain starting equipment is required. Applied engineering research (PT-R) carried out a comparison of four starting methods, namely the direct connection system (DOL), Y-D system, autotransformer system and VFD system. Tests were carried out on an induction motor 380 V/660 V, 5.5 kW, 11.6A/6.7 A, power factor 0.879. The results of the research show the influence of 4 starting methods on the power quality of the electrical network system, including: the highest starting current is DOL starting at 500% of the nominal current, the voltage drop occurs at 77.5% of DOL and Y-D starting, the lowest power factor is 0.24 starting VFD, the lowest motor torque is 10% when starting the Autotransformer, the highest power absorbed when starting the DOL is 11 Kw and the emergence of THDv/THDi harmonics when starting the VFD is 1.92%.

Keywords : induction motors, starting, power quality.

Abstrak

Motor induksi 3 fasa banyak digunakan industri kecil dan besar, persoalan pengoperasian motor induksi 3 fasa adalah arus pengasutan tinggi nilainya antara 4 - 7 kali arus nominal, pemakaian daya dan energi sebesar 1,5 - 2,5 kali daya nominal. Untuk mengurangi arus pengasutan dan pemakaian energi besar diperlukan peralatan pengasutan tertentu. Penelitian terapan rekayasa (PT-R) dilakukan perbandingan empat metode pengasutan yaitu sistem hubungan langsung (DOL), system Y-D, system autotrafo dan system VFD. Pengujian dilakukan pada motor induksi 380 V/660 V, 5,5 kW, 11,6A/6,7 A, faktor daya 0,879. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh 4 metode pengasutan terhadap kualitas daya system jaringan listrik antara lain: arus pengasutan paling besar pengasutan DOL sebesar 500% arus nominal, Tegangan drop terjadi sebesar 77,5 % pengasutan DOL dan Y-D, Faktor daya paling rendah sebesar 0,24 pengasutan VFD, Torque motor paling rendah sebesar 10% pengasutan Autotrafo, Daya yang terserap paling besar pengasutan DOL sebesar 11 Kw serta timbulnya harmonisa THDv/THDi pengasutan VFD sebesar 1,92 %

Kata kunci : Motor induksi, Pengasutan, kualitas daya.

PENDAHULUAN

Dalam pengoperasian motor induksi sangatlah penting untuk memperhatikan arus awal pada saat motor dijalankan. Pengasutan tegangan penuh yang dilakukan dengan beban yang tinggi menyebabkan motor akan menarik arus yang sangat besar, hal ini akan mengakibatkan *voltage dip*/kualitas daya system jaringan listrik pada beban-beban yang

lain terganggu (Pawawoi, 2009). Di samping itu Pengasutan motor besar akan menyebabkan gangguan pada motor, kualitas daya system jaringan listrik, dan beban yang terhubung secara lokal, serta juga bus yang terhubung dengannya.

Kualitas daya system jaringan listrik yang buruk mengakibatkan masalah kinerja, *safety*, dan panas berlebih (*overheat*). Secara khusus, sistem tenaga listrik yang dicemari oleh kualitas daya yang buruk, terutama harmonik, dapat menyebabkan: Kelebihan tegangan/arus dalam sistem kelistrikan, Peralatan terlalu panas (*over heating*), *Nuisance tripping*, Kerusakan kontrol otomatis, Kerusakan *bank* kapasitor, Ketidakakuratan pengukuran instrumen, Gangguan dalam sistem telekomunikasi.

Proses pengasutan motor induksi diperlukan pengoperasian motor yang tepat, guna kelancaran dalam melakukan kerja dari proses produksi di industri. Di samping itu pengoperasian motor juga harus seefisien mungkin sehingga penggunaan energi listrik oleh motor dapat diturunkan. Salah satu metode untuk menurunkan arus pengasutan dan penggunaan energi listrik oleh motor induksi adalah dengan menggunakan peralatan pengasutan tertentu (AP Prasetya, Hamid, & Nakhoda, 2012), di mana pada waktu pengasutan motor tidak langsung dihubungkan dengan tegangan penuh.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada salah satu unit motor induksi 3 fasa 380V/660V, 11,6A/6,7 A dengan kapasitas sebesar 5,5 kW dan factor daya 0,89 sebagai penggerak beban sebelum maupun sesudah pemasangan alat bantu pengasutan. Metode pengasutan yang akan dianalisis adalah metode system hubungan langsung (DOL), system *Y-D*, system autotrafo, system *VFD* yang berpengaruh terhadap kualitas daya system jaringan listrik. Pengukuran dilakukan dengan alat ukur kualitas daya listrik.

Manfaat/keuntungan menggunakan alat ukur kualitas daya listrik terhadap pemeriksaan pengasutan empat jenis pengasutan motor listrik antara lain: Pemeriksaan kualitas daya listrik (Arus starting, tegangan drop, factor daya, torque motor, daya motor, harmonisa THDi, harmonisa THDi) sehingga tidak mengganggu operasional system jaringan listrik. Pemeriksaan alat ukur kualitas daya dapat dilakukan pada lingkungan yang "*explosive*" ataupun "*hazardous*" pada lingkungan industri karena dapat menimbulkan efek negatif pada peralatan listrik dan system jaringan listrik. Dengan pemeriksaan ini akan dapat mencegah peralatan dari kerusakan dan gangguan system jaringan listrik dari keburukan kualitas daya system jaringan listrik.

METODE PENELITIAN

2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan dan pengujian terhadap empat jenis pengasutan motor induksi 3 fasa, pemeriksaan dan pengukuran kualitas daya listrik terhadap pengasutan motor induksi 3 fasa, evaluasi hasil pengukuran kualitas daya listrik sesuai standar IEC, ANSI dan IEEE. Jika pengukuran kualitas daya listrik tidak sesuai standar maka dilakukan reduksi atau perbaikan ulang terhadap pengasutan motor induksi 3 fasa, analisis kualitas daya listrik antara lain arus pengasutan, tegangan drop, factor daya, torque motor, daya motor, harmonisas (THDi, THDv). Adapun metode penelitian yang akan dikerjakan antara lain:

1. Perancangan dan Percobaan Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa

Sebelum melakukan pengukuran kualitas daya listrik terhadap pengaruh jenis-jenis pengasutan motor induksi 3 fasa, maka dilakukan perancangan dan pengujian terhadap empat jenis pengasutan motor induksi 3 fasa antara lain: Sistem Direct on Line (DOL), Sistem Y/D, Sistem Autotrafo, Sistem VFD.

2. *Install dan Setting* Alat Ukur Kualitas Daya Listrik

Install dan setting alat ukur kualitas daya listrik agar pengukuran sesuai standar alat ukur yang merupakan salah satu cara untuk *predictive maintenance*, data/hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai panduan untuk melakukan perbaikan (*Overhaul*) pada peralatan/komponen atau system pengasutan, khususnya dalam menentukan tingkat kualitas daya listrik serta untuk memastikan apakah pengukuran kualitas daya sesuai standar IEC, IEEE dan ANSI.

3. Pemeriksaan dan Pengukuran Kualitas Daya Listrik Terhadap Empat Jenis Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa

Pemeriksaan dan pengukuran kualitas daya terhadap pengaruh pengasutan motor induksi 3 fasa terhadap kualitas daya system yang dilakukan sebagai berikut : pengukuran arus pengasutan, tegangan drop, factor daya, torque motor, daya motor, THDi harmonisa, THDv harmonisa. Jenis-jenis pengasutan motor induksi yang dilakukan yaitu system DOL, Sistem Y/D, Sistem autotrafo, Sistem VFD.

4. Evaluasi, Analisis dan Klasifikasi Hasil Pemeriksaan Kondisi Pengaruh Pengasutan Motor Induksi 3 fasa terhadap kualitas daya listrik

Untuk mencapai hasil penelitian sesuai yang diharapkan maka dilakukan evaluasi , analisis dan klasifikasi hasil pemeriksaan antara lain :

- Pemeriksaan empat jenis pengasutan motor induksi 3 fasa (system DOL, Y/D, Autotrafo, dan VFD)
- Pemeriksaan pengukuran kualitas daya listrik akibat pengasutan motor induksi 3 fasa (Harmonisa THDi dan THDv, arus starting, tegangan drop, torque, daya motor, factor daya),
- Pemeriksaan / pengecekan standar kualitas daya listrik dari hasil pengukuran saat pengasutan motor induksi 3 fasa. Jika kualitas daya listrik tidak memenuhi syarat standar IEC/ANSI/IEEE maka lakukan reduksi (perbaiki rangkaian) terhadap pengasutan motor induksi agar tercapai standar kualitas daya listrik yang baik.
- Penulisan data, laporan harian, laporan kemajuan, laporan hasil, jurnal sentrinov 2023.

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Power System Program Studi D4 Teknik Listrik kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang dimulai dari bulan mei 2023 sampai dengan bulan nopember 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa

Dalam penelitian spesifikasi motor induksi induksi 3 fasa yang digunakan ditunjukkan pada tabel 1, dengan perbandingan metode dari pengasutan yakni metode direct on line, wye-delta, auto trafo, dan VFD.

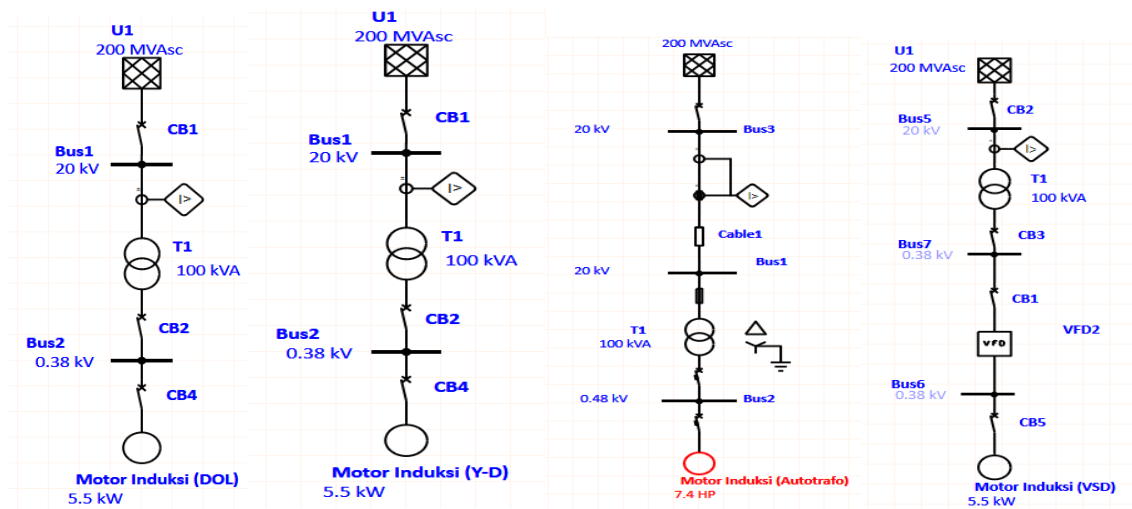
Tabel 1.
Spesifikasi Motor Induksi 3 fasa

Three-phase Squirrel Cage Motor	
Tegangan Listrik	380 V/660 V
Arus Listrik	11,6 A/6,7A
Frekuensi	50 Hz
Daya	5,5 Kw/7,5 HP
Kecepatan	1500 Rpm
Type	C.132S-4

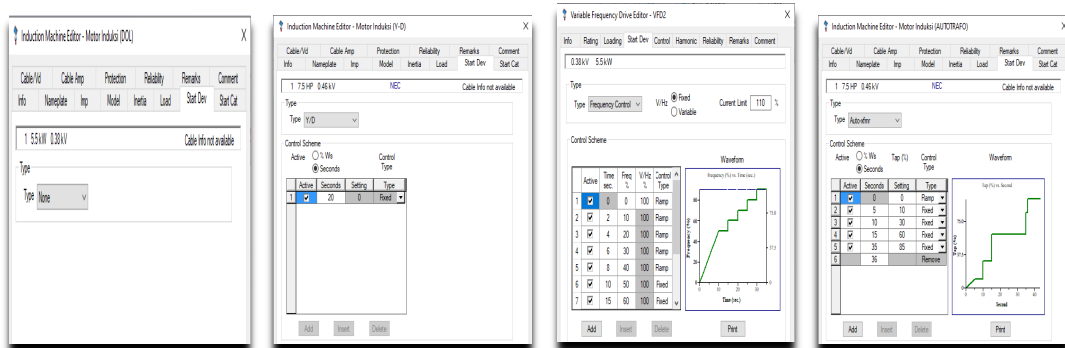
Model Simulasi Pengasutan Motor Induksi

Simulasi dan pemodelan pengasutan motor induksi dilakukan dengan program aplikasi ETAP 19.0 (*Electric Transient and Analysis Program 19.0*). Model simulasi pengasutan motor induksi antara lain *direct on line*, *wye-delta*, *autotrafo* dan *variable frekuensi drive* dengan sumber tegangan dan frukensi motor induksi diatur tetap.

Perubahan jenis jenis pengasutan motor induksi pada program ETAP melalui pengaturan starting dev pada block motor induksi ditunjukkan pada gambar 1 dan 2 sebagai berikut:



Gambar 1. Model simulasi pengasutan motor induksi



Gambar 2. Pengaturan jenis pengasutan pada starting dev

Pengaruh Pengasutan Motor Induksi Terhadap Kualitas Daya Listrik

Pengasutan DOL, Y-D dan Autotrafo

Pengaruh pengasutan DOL, Y-D dan Autotrafo terhadap kualitas daya listrik menunjukkan nilai harmonisa THDv dan THDi pada system tenaga listrik sama dengan nol, hal ini ditunjukkan pada table 2.

Tabel 2.

Nilai harmonisa THDv dan THDi system tenaga listrik

System Harmonics Bus Information

Bus		Voltage Distortion								
ID	kV	Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus1	20.000	100.00	103.81	158.60	27.86	844.54	0.00	0.00	27.86	27.86
Bus2	0.480	78.91	81.86	124.73	27.61	837.51	0.00	0.00	27.61	27.61
Bus3	20.000	100.00	103.81	158.60	27.86	844.54	0.00	0.00	27.86	27.86

a. Harmonisa THDv

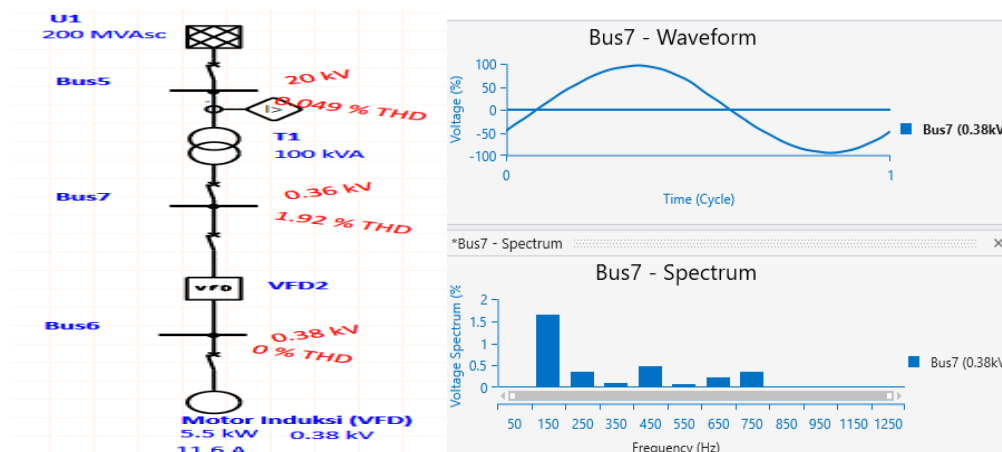
System Harmonics Branch Information

Bus		Current Distortion											
From Bus ID	To Bus ID	Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus1	Bus3	0.25	0.25	0.29	6.08	156.77	39.87	39.87	0.00	0.00	0.00	6.08	6.08
	Bus2	0.25	0.25	0.29	6.08	156.77	39.87	39.87	0.00	0.00	0.00	6.08	6.08
Bus2	Bus1	13.36	13.38	15.08	6.08	156.77	2098.39	2098.39	0.00	0.00	0.00	6.08	6.08
Bus3	Bus1	0.25	0.25	0.29	6.08	156.77	39.87	39.87	0.00	0.00	0.00	6.08	6.08

a. Harmonisa THDi

Pengasutan VFD

Pengaruh pengasutan VFD terhadap kualitas daya listrik menunjukkan nilai harmonisa THDv dan THDi pada system tenaga listrik terlihat timbul harmonisa THDv pada pengasutan VFD sebesar 1,92 %. Harmonisa THDv muncul pada orde 3, 5, 7, 9, 11, dan 15 seperti ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3. Data harmonisa pada pengasutan VFD

Perbandingan Pengasutan Motor Induksi Terhadap Kualitas Daya Listrik

Setelah menjalankan simulasi dari keempat metode starting maka akan dibandingkan sesuai dengan parameter- parameter yang telah dianalisis sebelumnya, yaitu tegangan, arus, factor daya, torque, daya dan harmonisa yang timbul pada motor. Perbandingan pengasutan motor induksi 3 fasa 7,5 HP ditunjukkan pada table 3

Tabel 3.

Perbandingan pengasutan motor induksi 3 fasa 7,5HP

No	Parameter	Jenis Pengasutan			
		DOL	Y-D	Autotrafo	VFD
1	Arus Pengasutan (%)	500	300	50	75
2	Tegangan pengasutan (%)	77,5	77,5	10	2
3	Faktor Daya	0,312	0,312	0,9	0,24

No	Parameter	Jenis Pengasutan			
		DOL	Y-D	Autotrafo	VFD
4	Torque (%)	60	20	10	38
5	Daya (Kw)	11	4	1	0,3
6	THDv/THDi (%)	0	0	0	1,92

SIMPULAN

Pengaruh 4 metode pengasutan motor induksi 3 fasa 7,5 HP terhadap kualitas daya system jaringan listrik antara lain : arus pengasutan paling besar pada pengasutan DOL sebesar 500% arus nominal, Tegangan drop terjadi sebesar 77,5 % pada pengasutan DOL dan Y-D, Faktor daya paling rendah sebesar 0,24 pada pengasutan VFD, Torque motor paling rendah sebesar 10% pada pengasutan Autotrafo, Daya yang terserap paling besar pada pengasutan DOL sebesar 11 Kw serta timbulnya harmonisa THDv/THDi pada pengasutan VFD sebesar 1,92 %

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, Pawawoi. (2009). Analisis Kedip Tegangan (Voltage Sags) Akibat Pengasutan Motor Induksi Dengan Berbagai Metode Pengasutan. Teknik A Vol 1 No.32 Budi Yanto
- AP Prasetya, A Hamid, YI Nakhoda, (2012), “ Analisis Perbandingan Sistem Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Penggerak Pompa Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Wendit Malang “, Jurnal Elektro ELTEK
- Hari Putranto Drs,M.Pd, (2013), “ Mesin Mesin Listrik “, Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang.
- Muhammad Hamdani Rizal, (2015), “ Pengaruh Pengasutan Motor Induksi Terhadap Kualitas Daya Listrik “ Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- PUIL SNI (2011). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) , Badan penerbit BSN, Jakarta
- Sukir, Drs,M.T, (2002), “ Handout Analisa Sistem Tenaga Listrik”, Teknik Elektro, Universitas Negeri Jogjakarta.
- Surganda Simbolon, Eddy Marwan, (2014), “ Analisis Kedip Tegangan Akibat Pengasutan Motor Induksi Menggunakan Program Matlab”, Singuda Ensikom, Vol 7 No.2.