



JURNAL SUTET

Volume 6 - Nomor 1

Januari - Mei 2016

ISSN : 2356-1505

SISTEM PROTEKSI GENERATOR DENGAN TAHANAN TINGGI PADA PLTU LABUHAN ANGIN TERHADAP GANGGUAN SATU FASA KE BUMI

Rinna Hariyati; Heri Suyanto; Marisa Dosma Sitanggang

STUDI GANGGUAN FASA KE TANAH PADA GI YANG MENDAPAT SUPLAI MELALUI KOMBINASI SUTT DAN KABEL TANAH

Wahyudi SN; Tony Koerniawan; Pramudani Wanda Saraswati

PERANCANGAN PENYULANG SPINDEL PADA MOTOR INDUKSI POMPA BANJIR

Irvan Buchari Tamam; Aas Wasri Hasanah; Raka Primipara

EVALUATION OF MEDIUM VOLTAGE PROTECTION NETWORK 20 KV IN PLTD MERAWANG BANGKA

Juara Mangapul Tambunan; Albert Gifson; Harry Saputra

EVALUASI PERENCANAAN KELISTRIKAN

Zalmadi Syamsudin; Andi Makkulau; Lutfian Nizar

STUDI RELE DIFFERENSIAL PADA TRAFU INTERBUS DI GARDU INDUK TEGANGAN EKSTRA TINGGI GANDUL

Agung Hariyanto; Oktaria Handayani; Daru Kurniawan

ANALISIS PENGARUH KABEL TANAH TERHADAP TRANSFER VOLTAGE DENGAN VARIASI LUAS PENAMPANG KABEL DAN JARAK GARDU

Budi Santoso; Muchamad Nur Qosim; Husnul Khatimah Azhari



9 772356 150005

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

JURNAL SUTET

VOL. 6

NO. 1

HAL.1 - 47

JANUARI - MEI 2016

ISSN : 2356-1505

PERANCANGAN PENYULANG SPINDEL PADA MOTOR INDUKSI POMPA BANJIR

Irvan Buchari Tamam¹⁾, Aas Wasri Hasanah²⁾, Raka Primipara³⁾

Teknik Elektro, STT-PLN

¹irvan.bucharitamam@sttpln.ac.id

²aas_wasri@yahoo.com

³raka.primipara@sttpln.ac.id

Abstract : *Increasing the amount of induction motor power available then the current on the induction motor will grow larger but to reduce the current is too large can be overcome by increasing the voltage or increased voltage. In addition, one of the disadvantages of the induction motor is not able to maintain its speed with a constant when there is a change of load. If there is a change in load then the speed of the induction motor will decrease. Based on the results of the repeater design performed shows that a large induction motor that is Start UP BFP (Boiler Feed Pump) with 5191 KW at flood pumps Pluit Reservoir North Jakarta can be started directly if the flicker problem can be solved immediately and using spindle feeder network by considering relay aspect Used, both the inverse relay and the instant trip relay. The design results using aluminium cable measuring 95 mm² for 20KV voltage and 400mm² aluminium cable for 10KV voltage, 20 / 10KV transformer.*

Keywords: *Induction Motor, Repeater, Flood Pump.*

Abstrak : *Bertambah besarnya daya motor induksi yang ada maka arus pada motor induksi tersebut akan bertambah besar akan tetapi untuk mengurangi arus yang terlalu besar tersebut dapat diatasi dengan cara menambah tegangan ataupun tegangannya yang dinaikkan. Selain itu juga, salah satu kelemahan dari motor induksi yaitu tidak mampu mempertahankan kecepatannya dengan konstan bila terjadi perubahan beban. Apabila terjadi perubahan beban maka kecepatan motor induksi akan menurun. Berdasarkan hasil perancangan penyulang yang dilakukan menunjukkan bahwa motor induksi ukuran besar yaitu Start UP BFP (Boiler Feed Pump) dengan 5191 KW pada pompa banjir Waduk Pluit Jakarta Utara dapat diatasi secara langsung jika masalah flicker dapat diatasi segera serta menggunakan jaringan penyulangspindel dengan mempertimbangkan aspek relay yang digunakan, baik relay invers dan relay trip instant. Hasil perancangan menggunakan kabel aluminium berukuran 95 mm² untuk tegangan 20KV dan kabel aluminium berukuran 400mm² untuk tegangan 10KV, trafo 20/10KV.*

Kata Kunci : *Motor Induksi, Penyulang, Pompa Banjir.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu kelemahan dari motor induksi adalah tidak mampu mempertahankan kecepatannya dengan konstan bila terjadi perubahan beban. Apabila terjadi perubahan beban maka kecepatan motor induksi akan menurun. Untuk mendapatkan kecepatan konstan serta memperbaiki kinerja motor induksi terhadap perubahan beban, maka

dibutuhkan suatu pengontrol. Selain itu juga gangguan kedip tegangan (*flicker*) dan kemampuan penyulang dalam menyuplai tenaga listrik untuk motor induksi membutuhkan performansi yang tinggi untuk dapat mempertahankan kecepatan motor induksi walaupun terjadi perubahan beban.

Dalam pengoperasian pompa banjir Waduk Pluit Jakarta Utara direncanakan menggunakan Start UP BFP (*Boiler Feed*

Pump) sebagai motor induksi tiga fasa. Sistem pada pompa banjir yang sedang beroperasi ini apabila mengalami suatu gangguan dapat didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan di dalam jaringan listrik yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya. Gangguan hubungan singkat yang sering terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik yang menyebabkan penurunan tegangan.

Berdasarkan permasalahan diatas maka perlu adanya perancangan penyulang untuk menyuplai tenaga listrik pada motor induksi sehingga motor induksi dapat mempertahankan kecepatan motor induksi.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Motor Induksi Tiga Fasa

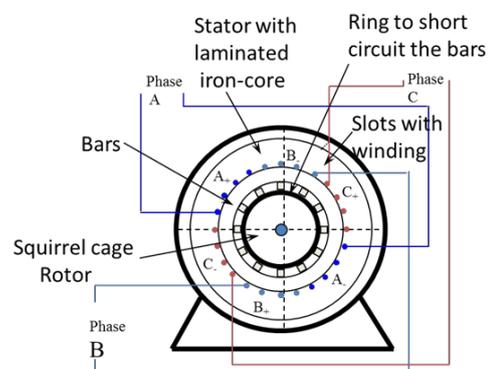
Secara umum motor induksi dibagi menjadi dua buah, yaitu motor satu fasa dan motor tiga fasa. Secara prinsip cara kerja kedua jenis ini sama yaitu adanya medan putar pada belitan utama (stator), medan putar tersebut akan memotong batang-batang rotor sehingga timbul induksi pada rotor. Prinsip kerja motor induksi tiga fasa adalah sebagai berikut :

- Apabila sumber tegangan 3 fasa dipasang pada kumparan stator, timbulah medan putar (n_s), dengan kecepatan = $120 f / p$.
- Perputaran medan putar pada stator tersebut akan memotong batang-batang konduktor pada bagian rotor.
- Akibatnya, pada bagian rotor akan timbul tegangan induksi (ggl) sebesar : $E_{s2} = 4,44 f_2 N_2$ (untuk satu fasa), dimana E_{s2} adalah tegangan induksi saat rotor berputar. Gambar 2.1 Medan putar motor 3 fasa
- Karena pada rotor timbul tegangan induksi, dan rotor merupakan rangkaian yang tertutup, sehingga pada rotor akan timbul arus (I).
- Adanya arus (I) di dalam medan magnet, akan menimbulkan gaya (F) pada rotor.
- Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, maka rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.

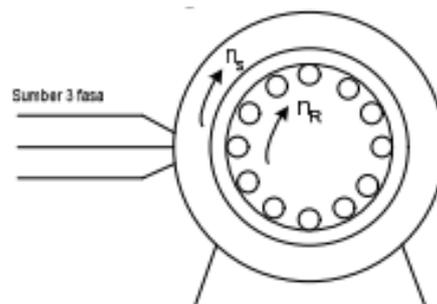
- Seperti telah dijelaskan pada nomor (3) tegangan induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Artinya agar tegangan terinduksi, diperlukan adanya perbedaan antara kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan berputar rotor (n_r).
- Perbedaan kecepatan antara n_r dan n_s disebut slip (S) dinyatakan dengan :

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

Apabila $n_r = n_s$, tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak mengalir pada kumparan jangkar rotor, dengan demikian tidak dihasilkan kopel.



Gambar 2.1 Konsep Motor Induksi Dengan Rotor Sangkar



Gambar 2.2 Medan Putar Motor 3 Fasa

2.2. Aplikasi Motor-motor Besar

Motor besar digunakan antara lain sebagai berikut :

- Motor untuk menjalankan *compressor* pada pabrik oksigen dan nitrogen
- Motor untuk yang memutar terowongan angin.
- Motor pompa mengatasi banjir di daerah DKI Jakarta yang didapat maksimum 500 KW. Sebaiknya

pompa banjir dapat menggunakan motor yang lebih besar lagi sesuai dengan intensitas pompa yang dapat menggunakan motor paling besar 5191KW.

Salah satu rencana aplikasi beban motor induksi pada pompa banjir Waduk Pluit yaitu Start UP BFP (*Boiler Feed Pump*).



Gambar 2.3 Motor Induksi Jenis Start UP BFP (*Boiler Feed Pump*)

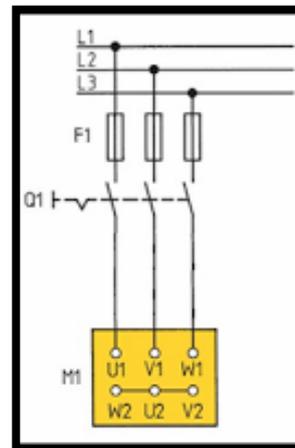
2.3. Pengasutan Motor

Saat motor induksi di starting secara langsung, arus awal motor besarnya antara 500% - 700% dari arus nominal. Ini akan menyebabkan drop tegangan yang besar pada pasokan tegangan PLN. Untuk motor daya kecil sampai 5 KW, arus *starting* tidak berpengaruh besar terhadap *drop* tegangan. Pada motor dengan daya diatas 30 KW sampai 100 KW akan menyebabkan drop tegangan yang besar dan menurunkan kualitas listrik serta pengaruhnya pada penerangan yang berkedip. Dengan demikian pengasutan langsung motor induksi ukuran besar dapat saja dilakukan asalkan tidak menyebabkan *flicker*. Pengasutan motor induksi adalah cara menjalankan pertama kali motor, tujuannya agar arus starting kecil dan drop tegangan masih dalam batas toleransi. Ada beberapa cara teknik pengasutan, diantaranya :

1. Hubungan langsung (*Direct On Line* =DOL)
2. Tahanan depan Stator (*Primary Resistor*)
3. Transformator
4. Segitiga-Bintang(Star-Delta)
5. Pengasutan *Softstarting*
6. Tahanan Rotorlilit

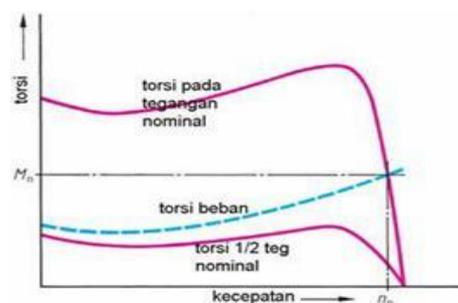
2.4. Pengasutan Hubungan Langsung (DOL)

Pengasutan hubung langsung atau dikenal dengan istilah *Direct On Line starter* (DOL).



Gambar 2.4 Pengawatan Motor Induksi Pengasutan Langsung (DOL)

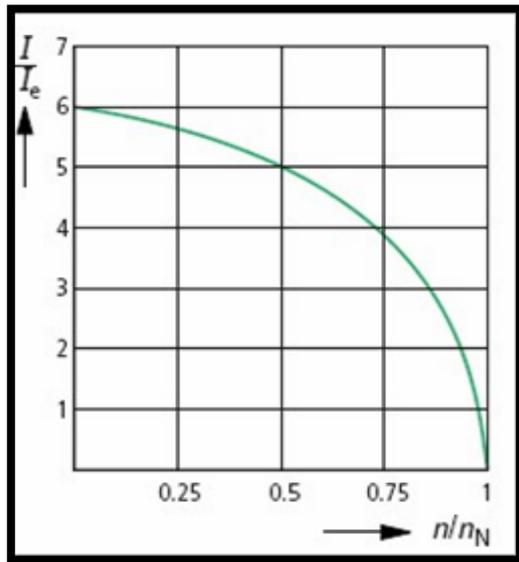
Jala-jala tegangan rendah 380 V melalui pemutus rangkaian atau konduktor Q1 langsung terhubung dengan motor induksi. Sekering berfungsi sebagai pengaman hubung singkat, jika terjadi beban lebih diamankan oleh relay pengaman beban lebih (*overload relay*). Saat pemutus rangkaian atau kontaktor di ON kan motor induksi akan menarik arus *starting* antara 5 sampai 6 kali arus nominal motor. Arus starting yang besar akan menyebabkan droptegangan disisi suplai. Rangkaian jenis ini banyak digunakan untuk motor-motor penggerak mekanik seperti mesin bubut, mesin bor dan mesin *freis*.



Gambar 2.5 Karakteristik Torsi, Pengasutan DOL

Karakteristik pengasutan langsung hanya sesuai untuk motor induksi berdaya kecil, karena untuk motor berdaya besar

akan menyebabkan pengaruh drop tegangan yang besar. Akan tetapi asut langsung motor besar dapat saja dilakukan asal tidak menyebabkan *flicker*. Ketika *starting* dimulai motor induksi akan menarik arus yang besarnya sampai 6 kali arus nominalnya. Secara berangsur-angsur ketika kecepatan motor mendekati nominalnya maka arus motor akan berada pada kondisi nominalnya.



Gambar 2.6 Karakteristik Arus Fungsi Putaran, Pengasutan DOL

2.3. Jaringan Distribusi Penyulang 20KV

Jaringan distribusi pada sistem tenaga listrik merupakan salah satu bagian pada penyaluran tenaga listrik dari gardu induk sampai konsumen tenaga listrik. Menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat beban (konsumen) dengan mutu yang memadai merupakan fungsi dari sistem distribusi tenaga listrik. Jaringan distribusi dapat dibagi menjadi dua bagian antaralain:

1. Sistem jaringan distribusiprimer
2. Sistem jaringan distrihusisekunder

Sistem distribusi primer diguna kan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Sistem ini dapat mengguna kan saluran udara, kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang

akan di suplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer.

3. METODE PENELITIAN

Adapun beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

A. Tahap Persiapan :

1. Studi Literatur

Dalam tahap ini dilakukan pencarian referensi dan riset yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.

2. Persiapan Kebutuhan Data

Dalam tahap ini dilakukan penyusunan kebutuhan data yang diperoleh melalui studi litelatur dan pembacaan data pada Waduk Pluit Jakarta Utara

B. Tahap Pelaksanaan :

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data sekunder untuk dilakukan perhitungan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai besaran yang diperlukan dalam kemampuan memproteksi motor induksi kemudian membandingkan dengan yang berada di lapangan.

C. Tahap Perancangan dan Analisa

Setelah didapatkan data hasil perhitungan kemudian dilakukan perancangan penyulang untuk motor induksi serta dilakukan analisa dan pembahasan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

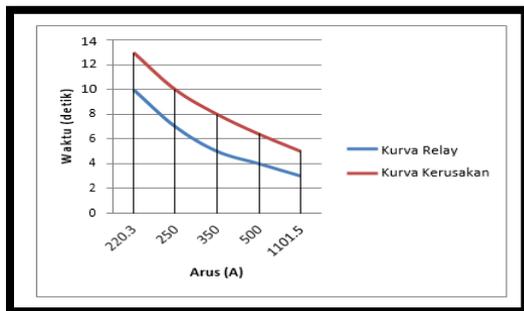
4.1. Kebutuhan Data

Data dari tabel itensitas flicker yang ada motor induksi terbesar yang dapat dapat diasut langsung dengan itensitas flicker ringan dengan persentase sebesar 8 % yang merupakan motor berdaya besar yaitu 5191KW. Data yang diperoleh dari pengambilan data di Waduk Pluit Jakarta Utara adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1. Data Spesifikasi Motor Induksi

Beban motor	: Pompa Banjir Waduk Pluit Jakarta Utara		
Spesifikasi Motor	:		
Jenis	: Motor Induksi	Tegangan	: 415/720 V
Arus	: 470/272 A	Cos φ	: 0,85 Frekuensi
	: 50-60 Hz	Daya	: 500 KW
Cara Asut	: Asut Langsung		

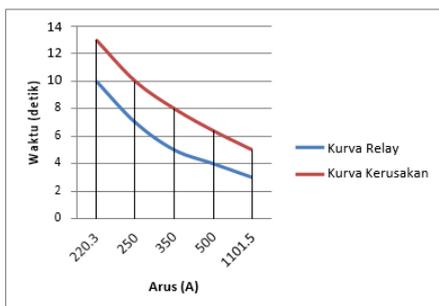
Proteksi penyulang yang berfungsi untuk mengamankan penyulang dari gangguan yang mungkin akan terjadi yaitu menggunakan relay trip invers dapat di hitung, dengan diketahuinya trafo arus 200/5A.



Gambar 4.1. Kurva Relay Invers (51) AC Time Overcurrent Relay

Berdasarkan kurva relay invers pada Gambar 4.1. menunjukkan bahwa Trip invers pada 220,3 A memiliki jeda waktu 10 detik sebelum terjadinya trip untuk memproteksi beban lebih. Sedangkan pada Trip instant proteksi hubung singkat yaitu arus motor starting memiliki kenaikan arus lima kali lebih besar dari pada arus biasanya. Maka demikian relay trip instant harus lebih besar dari arus asut yaitu $220,3 \times 5 = 1101,5A$.

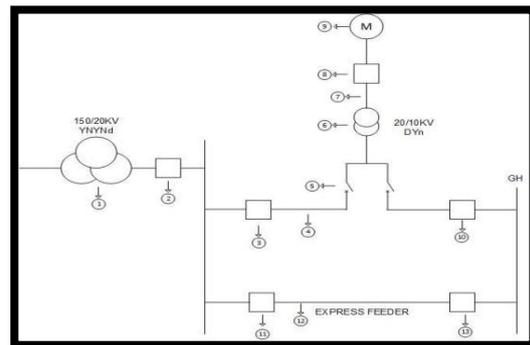
Proteksi penyulang yang berfungsi untuk mengamankan penyulang dari gangguan yang mungkin akan terjadi yaitu menggunakan relay trip invers dapat di hitung, dengan diketahuinya trafo arus 200/5A.



Gambar 4.2. Kurva Relay Invers (51) AC Time Overcurrent Relay

Berdasarkan kurva relay invers pada Gambar 4.3. menunjukkan bahwa Trip invers pada 220,3 A memiliki jeda waktu 10 detik sebelum terjadinya trip untuk memproteksi beban lebih. Sedangkan Trip instant proteksi hubung singkat yaitu arus motor *starting* memiliki kenaikan arus lima kali lebih besar dari pada arus biasanya. Maka demikian relay trip instant harus lebih besar dari arus asut yaitu $220,3 \times 5 = 1101,5A$.

4.2. Hasil Rancangan



Gambar 4.3 Rancangan Penyulang Untuk Motor Induksi Ukuran Besar

Keterangan Gambar :

1. Transformator GI 150/20KV
2. Pemutus proteksi transformator 150/20KV
3. Proteksi Penyulang 20KV Untuk Penyulang MotorInduksi
4. Kabel 20KV dari GI Ke Trafo distribusi atau trafo motor kabel Almunium yang berukuran $95mm^2$
5. Pemutus Penyulang 20KV Untuk Penyulang MotorInduksi
6. Transformator Pelanggan DYN20KV/10KV
7. Kabel distribusi 10KV kabel Almunium berukuran $400mm^2$
8. Relay Untuk Memproteksi MotorInduksi
9. MotorInduksi
10. LBS untuk proteksi penyulang
11. Proteksi express feeder 20KV
12. Kabel expressfeeder
13. LBS untuk expressfeeder

5. KESIMPULAN

5.1.1. Berdasarkan hasil perancangan penyulang yang dilakukan menunjukkan bahwa motor induksi ukuran besar yaitu Start UP BFP

(*Boiler Feed Pump*) dengan 5191 KW pada pompa banjir Waduk Pluit Jakarta Utara dapat diasut secara langsung jika masalah *flicker* dapat diatasi segera serta menggunakan jaringan penyulangspindel dengan mempertimbangkan aspek relay yang digunakan, baik relay invers dan relay trip instant.

5.1.2. Rancangan menggunakan penyulang 20 KV, kabel Almunium berukuran 95 mm² untuk tegangan 20 KV dan kabel almunium berukuran 400mm² untuk tegangan 10KV, dan trafo yang digunakan yaitu trafo 20/10KV.

6. REFERENSI

1. E.S Prabhakara, Robert L Smith. JR, Ray P. Stratforf. "*Industrial And Commercial Power System Handbook*". By the McGraw-Hill Companies,1996.
2. Ir. Sambodho. "*Paper operasi sistem tenaga listrik*" STT-PLN jakarta,2016.
3. Mohammad Chaidi NR. "*masalah motor-motor besar*". Universitas Indonesia, 1984.
4. Stanley H. Horowitz, Arun G. Phadke. "*Power System Relaying*". By John wiley and sons Ltd,2014.
5. Thomas C. Elliot, Kao Chen, Robert C. Swanekamp "*Standard Handbook of Powerplant Engingeering*" McGraw Hill, Second Edition,1998.