

Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Untuk Produce Water Disposal Di PT Pertamina Hulu Sanga – Sanga

Valentino Ardianto^{1*}, Pujiyanto^{2*}

^{1,2} Program Studi Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38, Cepu, Blora, 58315

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima berkas 25/10/2023

Direvisi 25/11/2023

Disetujui terbit 30/11/2023

Keyword:

Motor Induksi

Kerusakan

Proteksi

Gangguan

ABSTRAK

Motor induksi merupakan salah satu jenis motor listrik yang rentan terhadap kerusakan akibat berbagai faktor seperti beban berlebih atau *overvoltage*. Oleh karena itu, perlu digunakan sistem proteksi pada motor induksi. Sistem proteksi pada motor induksi meliputi analisis berbagai jenis proteksi motor seperti proteksi termal, proteksi kelebihan arus, proteksi tegangan, dan proteksi gangguan *grounding*. Proteksi termal melindungi motor dari kerusakan akibat pemanasan berlebih, sedangkan proteksi kelebihan arus melindungi motor dari arus berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan pada gulungan *stator* dan *rotor*. Proteksi tegangan melindungi motor dari *overvoltage* yang dapat menyebabkan kerusakan pada isolasi motor, sementara proteksi gangguan *grounding* melindungi motor dari gangguan arus bocor yang dapat menyebabkan kebakaran atau kerusakan pada peralatan listrik lainnya. Sistem proteksi pada motor induksi meliputi analisis berbagai jenis proteksi motor, pemilihan komponen proteksi yang sesuai, dan pengaturan parameter proteksi yang optimal. Dengan melakukan studi sistem proteksi yang baik, motor induksi dapat beroperasi secara efisien dan dapat diandalkan dalam berbagai aplikasi.

ABSTRACT

Induction motors are one of the common types of electric motors are susceptible to damage due to various factors such as excessive loads or overvoltage. Therefore, it is necessary to employ a protection system for induction motors. The protection system for induction motors includes the analysis of various motor protection types such as thermal protection, overcurrent protection, voltage protection, and ground fault protection. Thermal protection safeguards the motor from damage caused by excessive heating, while overcurrent protection shields the motor from excessive current that can lead to damage to the stator and rotor windings. Voltage protection safeguards the motor from overvoltage that can cause insulation damage, while ground fault protection protects the motor from leakage current disturbances that can lead to fires or damage to other electrical equipment. The protection system for induction motors is crucial to safeguard the motor from damage and extend its operational lifespan. It involves the analysis of various motor protection types, the selection of appropriate protection components, and the configuration of optimal protection parameters. Through a thorough protection system study, induction motors can operate efficiently and reliably in various applications.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



*Penulis Korespondensi:

Alamat Email: pujiyanto1968@gmail.com (Pujiyanto)

1. PENDAHULUAN

Motor induksi saat ini sudah banyak digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan, baik untuk kebutuhan industri maupun untuk kebutuhan rumah tangga [1]. Dalam industri minyak dan gas seperti PT Pertamina Hulu Sanga – Sanga (PHSS), motor induksi banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti pemompaan, kompresi, *blower fan*, dan peralatan pengeboran sumur minyak. Rata – rata motor induksi yang digunakan adalah motor induksi 3 fasa dengan daya yang besar dikarenakan beban yang disuplai sangat besar [2]. Salah satu pengaplikasian dari motor induksi 3 fasa yang digunakan di PHSS adalah penggerak pompa untuk *Produce Water Disposal* (PWD). PWD adalah proses pembuangan air yang dihasilkan dari proses produksi, seperti produksi minyak dan gas [3].

Penelitian ini berfokus pada permasalahan terkait sistem proteksi pada motor induksi 3 fasa yang berfungsi sebagai penggerak pompa *Produce Water Disposal* dan apakah sistem tersebut sudah sesuai dengan teori yang ada. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sistem proteksi yang ada dan memastikan bahwa sistem tersebut sesuai dengan teori yang ada. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang efektivitas sistem proteksi pada motor induksi 3 fasa yang digunakan dalam aplikasi pompa *Produce Water Disposal* [4].

Motor induksi 3 fasa adalah jenis motor listrik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik [4]. Motor induksi menggunakan dua bagian utama, yaitu *rotor* dan *stator*, yang masing-masing dilengkapi dengan kumparan kawat [5]. Prinsip kerja motor induksi 3 fasa didasarkan pada adanya medan magnetik putar pada *stator*, yang dipasok dengan tiga fase listrik yang terpisah, dan *rotor* yang ditempatkan di dalam medan magnetik putar tersebut [6]. Arus listrik yang melalui kumparan stator menghasilkan medan magnetik putar yang membuat *rotor* berputar [7].

Akibat dari penggunaan motor yang terus menerus dan juga pengaruh lingkungan, motor induksi dapat mengalami gangguan dan kerusakan. Kerusakan pada motor akan berpengaruh pada kinerja mesin dan menurunkan efisiensi. Beberapa aspek dapat mempengaruhi gangguan pada motor yaitu, tegangan, arus, frekuensi, temperatur, dan getaran [8]. Umumnya pengecekan awal untuk gangguan motor adalah dengan melihat suhu dan getaran. Sistem proteksi pada motor induksi dirancang dengan tujuan untuk melindungi motor induksi dari kerusakan dan kegagalan yang disebabkan oleh berbagai faktor sehingga umur pakai dari motor induksi itu sendiri dapat lebih panjang [9]. Beberapa komponen utama yang biasa digunakan pada sistem proteksi motor induksi diantaranya : proteksi arus lebih, proteksi tegangan lebih/rendah, proteksi putaran balik, proteksi kelebihan beban, dan proteksi suhu [10].

2. METODA

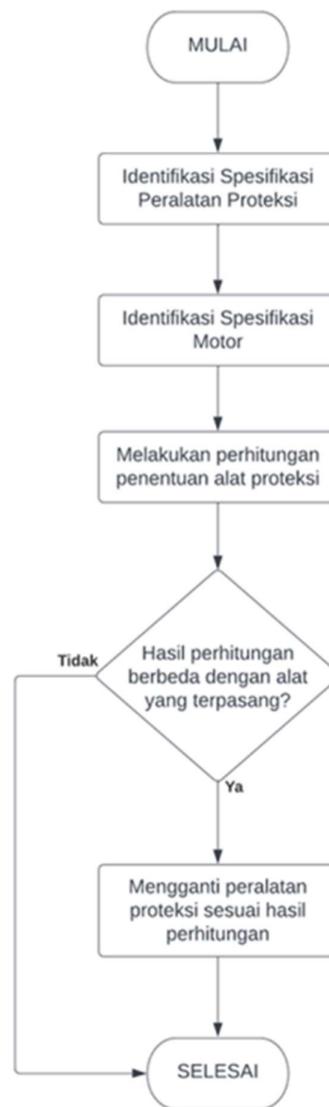
Kegiatan penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 01 sampai dengan 31 Januari tahun 2023 yang berlokasi di *Produce Water Disposal* (PWD) *Station* dan *Motor Control Centre* (MCC) Badak *Plant* Pertamina Hulu Sanga – Sanga. PT Pertamina Hulu Sanga Sanga (PHSS) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi berletak di Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur Indonesia.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi Personal Protective Equipment (PPE) yang meliputi wearpack, safety shoes, safety glass, ear plug, safety helmet, dan handglove. Lalu ada Fluke 902 True-rms HVAC Clamp Meter yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan. Sedangkan untuk bahan yang dibutuhkan untuk penelitian diantaranya : *Single Line Diagram* Badak *Plant* PT Pertamina Hulu Sanga – Sanga, *Single Line Diagram* Motor *Produce Water Disposal* (PWD), Spesifikasi Motor yang Digunakan sebagai penggerak pompa *Produce Water Disposal* (PWD).

Di bawah ini adalah urutan proses penelitian dan penyelesaian masalah dari sistem proteksi pada motor yang digunakan sebagai penggerak motor *Produce Water Disposal* (PWD) yang disajikan dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Dalam menentukan sistem proteksi pada motor induksi 3 fasa, digunakan rumus berdasarkan teori segitiga daya untuk menentukan arus nominal dari motor :

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos\phi \sqrt{3}} \quad (1)$$

Keterangan :

I_n = Arus nominal (A)

P = Daya (W)

V = Tegangan (V)

$\cos\phi$ = Power Factor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi Motor Penggerak Pompa *Produce Water Disposal*

Dapat dilihat pada tabel 1 dibawah :

Tabel 1. Spesifikasi Motor Penggerak Pompa *Produce Water Disposal*

Deskripsi	Spesifikasi
<i>Manufacture</i>	TECO – WESTINGHOUSE
<i>Type</i>	<i>3 Phase Induction Motor</i>
Model	AEEA – HD002
Power	300 HP / 220 kW
<i>Voltage</i>	380 V
<i>Current</i>	400 A
<i>Rotation per minute</i>	2975 rpm
<i>Frequency</i>	50 Hz
<i>Cosϕ</i>	0,85
<i>Ambient</i>	40 °C
<i>NEMA design</i>	B
<i>Weight</i>	3498 lbs

3.2 Konfigurasi Sistem Proteksi Motor Penggerak *Produce Water Disposal*

Pada rangkaian motor di PWD terdapat beberapa peralatan proteksi yang terpasang. Peralatan proteksi tersebut ada yang terpasang di rangkaian daya dan kontrol motor dan ada juga yang terpasang di motornya langsung. Ada beberapa peralatan proteksi yang umum digunakan pada sistem kelistrikan seperti *circuit breaker* dan *fuse*. Selain itu, terdapat juga filter (RFI dan DV/DT) yang berfungsi untuk mengurangi gangguan elektromagnetik dari peralatan elektronik dan mengurangi harmonisa.

Selain peralatan yang sudah disebutkan tadi, ada juga *resistenace temperature detector* (RTD) yang digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi suhu serta *variable frequency drive* (VFD) yang digunakan sebagai metode pengasutan dari motor. Rangkaian dari VFD seperti *input* dan *output* nya terhubung dengan *programmable logic control* (PLC) dan *panel view* yang terdapat di lapangan dan *control room*. Selain digunakan sebagai pengasutan motor, VFD juga digunakan sebagai salah satu peralatan proteksi karena didalamnya sudah mencakup beberapa aspek proteksi seperti *overload*, *ground fault*, *over voltage*, *under voltage*, *over current*, dan *inverter fault*.

3.3 Data Hasil Penentuan Sistem Proteksi Motor

Berikut adalah hasil perhitungan dan penentuan sistem proteksi motor sesuai teori yang akan dibandingkan dengan data yang ada di lapangan dapat dilihat pada tabel 2 dibawah :

Tabel 2. Hasil Penentuan Sistem Proteksi Motor

Alat Proteksi	Kondisi Lapangan	Hasil Penentuan
<i>Circuit Breaker</i>	600 A	500 A
<i>Fuse</i>	600 A	500 A
Filter (RFI & DV/DT)	Pasif (Resistor, Induktor, Kapasitor)	Pasif (Resistor, Induktor, Kapasitor)
<i>Resistance Temperature Detector</i>	80°C pada kumparan <i>stator</i>	80°C pada kumparan <i>stator</i> dan <i>bearing</i>

Pada nilai rating *circuit breaker* dan *fuse* antara kondisi lapangan dan hasil penentuan ada perbedaan arus yaitu 600 A dan 500 A. Perbedaan terjadi karena pada hasil penentuan oleh penulis hanya untuk menentukan rating *circuit breaker* dan *fuse* pada beban motor saat ini saja. Sedangkan kondisi di lapangan dipasang *circuit breaker* dan *fuse* dengan rating lebih besar dimaksudkan agar pada masa mendatang jika mengganti beban motor dengan spesifikasi yang berbeda, *circuit breaker* dan *fuse* tidak perlu diganti juga sehingga lebih menghemat pengeluaran. Dengan spesifikasi motor yang memiliki suhu maksimum 40 derajat Celsius, maka rating *resistenace temperature detector* (RTD) yang lebih tinggi, misalnya 80 derajat Celsius, dapat dipilih. Untuk penempatan RTD, dapat diletakkan pada bagian gulungan motor, bagian tubuh motor, atau bagian bantalan.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan penentuan sistem proteksi motor induksi penggerak pompa *Produce Water Disposal*, beberapa kesimpulan dapat ditarik. Pertama, penggunaan peralatan proteksi pada motor penggerak *Produce Water Disposal* di PT Pertamina Hulu Sanga – Sanga sudah sesuai antara hasil di lapangan dan penentuan. Kedua, perhitungan arus nominal pada motor memegang peranan penting dalam menentukan komponen peralatan proteksi seperti *circuit breaker*, *fuse*, dan filter. Sebelum menentukan rating peralatan proteksi, perlu menentukan arus dan tegangan nominal motor, dan sesuai dengan standar PLN, nilai arus nominal dikalikan dengan 1,25. Ketiga, terdapat perbedaan pada rating *circuit breaker* dan *fuse* antara kondisi lapangan dan hasil penentuan, disebabkan oleh pertimbangan untuk fleksibilitas di masa depan, di mana *circuit breaker* dan *fuse* dipasang dengan rating lebih besar untuk mengakomodasi perubahan spesifikasi beban motor tanpa mengganti peralatan proteksi. Terakhir, *Variable Frequency Drive* (VFD), selain sebagai metode pengasutan motor, juga berperan sebagai peralatan proteksi yang komprehensif, mencakup *overload*, *ground fault*, *over voltage*, *under voltage*, *over current*, dan *inverter fault*, seperti yang digunakan di PT Pertamina Hulu Sanga – Sanga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi dalam penelitian ini. Tanpa bantuan dan dukungan mereka, pencapaian ini tidak akan terwujud.

Pertama-tama, terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta penulis atas doa, dukungan, dan motivasi yang tak pernah henti. Kehadiran kalian telah menjadi sumber inspirasi sepanjang perjalanan ini.

Penulis juga ingin berterima kasih kepada Ibu Dr. Erdila Indriani, S.Si., M.T., selaku Direktur PEM Akamigas Cepu, atas arahan dan dorongan yang berharga. Terima kasih kepada Bapak Chalidia Nurin Hamdani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Instrumentasi Kilang, atas arahan yang telah diberikan.

Tidak lupa, terima kasih kepada Bapak Pujiyanto, S.T., M.T., selaku pembimbing yang telah memberikan panduan dan saran yang berarti dalam penelitian dan penulisan jurnal ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Cakrawinata dan Yafie Al Banna atas bimbingan lapangan yang sangat berharga selama pelaksanaan PKL di Pertamina Hulu Sanga Sanga.

Terima kasih juga kepada teman-teman penulis yang selalu memberi semangat dan dukungan selama proses penelitian dan penulisan jurnal ini. Semua kontribusi dan dukungan dari pihak-pihak yang disebutkan di atas sangat berarti bagi penulis, dan penulis sangat bersyukur atas kehadiran mereka dalam perjalanan ini. Terima kasih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. G. S. Widharma, “Studi Pustaka Memperbaiki Dan Memelihara,” no. October, 2020.
- [2] M. A. Satria and A. D. Andre, “Analisa Sistem Starting Dol (Direct on Line) Pada Motor Listrik Pt. Semen Baturaja,” *J. ...*, pp. 395–402, 2022, [Online]. Available: <http://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/286%0Ahttps://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/download/286/255>.
- [3] C. Christie, “Disposal of Produced Water from Oil & Gas Exploration : Environmental Impacts on Waterways in Western PA,” pp. 1–53, 2012.
- [4] W. R. Finley, “Troubleshooting induction motors,” *Conf. Rec. - IAS Annu. Meet. (IEEE Ind. Appl. Soc.)*, vol. 5, pp. 3491–3498, 2000, doi: 10.1109/ias.2000.882669.
- [5] S. J. Chapman, *Electric Machinery Fundamentals*, Fourth Edi. Elizabeth A. Jones, 2005.
- [6] N. I. J. Kothari D P, *Electric Machines*, Fifth., vol. 11. Chennai: McGraw Hill Education (India) Private Limited, 2018.
- [7] A. E. Fitzgerald, C. Kingslay, and S. D. Umans, *Electric Machinery*, Sixth Edit. Elizabeth A. Jones, 2003.
- [8] “View of Sistem Proteksi Motor Induksi 3...pdf.” .
- [9] I. N. A. Darmawansyah, M.Khairul Amri Rosa1, “SISTEM PROTEKSI MOTOR INDUKSI 3 FASA TERHADAP BERMACAM GANGGUAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER,” vol. 1, 2020.
- [10] F. J. Tasiem, “Proteksi Sistem Tenaga Listrik,” *Teknosain*, pp. 12–19, 2012.