

Analisis Sistem Proteksi Motor Induksi 6KV Pada Circulating Water Pump (CWP) Menggunakan Relay Overcurrent dan Short Circuit Unit 1-4 PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya

Muhamad Otong*, Maulana Ilham Albantani

Departemen Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kota Cilegon, Provinsi Banten.

Informasi Artikel

Naskah Diterima :

25 November 2024

Direvisi : 29 November 2024

Disetujui : 2 Desember 2024

doi: 10.62870/setrum.v13i2.29800

*Korespondensi Penulis :
muhamad.otong@untirta.ac.id

Graphical abstract



Abstract

The Steam Power Plant (PLTU) is equipped with a Circulating Water Pump (CWP) which is useful for circulating cooling water (sea water) in the condenser. Circulating Water Pump (CWP) has an important role because if the CWP experiences a decrease in performance when pumping cooling water, the steam that is condensed will also decrease so that production cost need to be increased for the cycle to return to normal. Circulating Water Pump (CWP) is driven by a 6KV 3 Phase Induction Motor. The induction motor in the CWP is responsible for rotating the propeller in the CWP so that cooling water (sea water) flows. Electrical power system protection, especially three-phase induction motor protection at PLTU Suralaya, uses two relays that can detect overcurrent and short circuit. The relay used for motor protection at PLTU Suralaya units 1-4 uses the IMM 7000 Relay. This Relay can cut off electricity when it detects a disturbance that exceeds the motor's threshold.

Keywords: Motor protection, Circulating Water Pump, IMM 7000 Relay, Three-phase induction motor

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dilengkapi dengan Circulating Water Pump (CWP) yang berguna untuk mensirkulasikan air pendingin (menggunakan air laut) pada kondensor. Circulating Water Pump (CWP) memiliki peran penting karena jika CWP mengalami penurunan performa saat memompa air pendingin maka uap yang dikondensasikan juga akan berkurang sehingga perlu penambahan biaya produksi untuk siklus menjadi normal kembali. Circulating Water Pump (CWP) digerakan oleh motor induksi 6 kV 3 fasa. Motor induksi dalam CWP bertanggung jawab untuk memutar baling-baling (pompa) yang terdapat di dalam CWP sehingga air pendingin (air laut) mengalir. Proteksi sistem tenaga listrik, khususnya pada proteksi motor induksi tiga fasa di PLTU Suralaya menggunakan dua relay yang dapat mendeteksi gangguan arus lebih (overcurrent) dan hubung singkat (short circuit). Relay yang digunakan untuk proteksi motor pada PLTU Suralaya unit 1-4 menggunakan Relay IMM 7000. Relay ini dapat memutus aliran listrik ketika mendeteksi gangguan yang melebihi ambang batas pada motor.

Kata kunci: Proteksi Motor, Circulating Water Pump, Relay IMM 7000, Motor Induksi tiga fasa.

© 2024 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan jenis pembangkit listrik yang banyak digunakan di Indonesia. Setiap pembangkit listrik harus beroperasi dengan andal tanpa gangguan atau masalah, terutama yang dapat menyebabkan penghentian sistem pembangkit (shutdown). Penghentian unit pembangkit berarti terhentinya pasokan energi listrik ke konsumen, termasuk masyarakat, industri, dan berbagai pihak lainnya. Tentu saja, hal ini akan menimbulkan kerugian.[1] [2]

Salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang terbesar di Indonesia dimiliki oleh PT. PLN Indonesia Power yaitu PLTU UBP Suralaya. PLTU UBP Suralaya memiliki total 7 unit pembangkit dengan menggunakan sumber bahan bakar utama batu bara serta tambahan bahan bakar dari biomassa. Kapasitas maksimum yang dapat dihasilkan PLTU UBP Suralaya sebesar 3400 MW dengan total 7 unit pembangkit. Pada unit 1-4, masing-masing unit memiliki kapasitas daya maksimum sebesar 400 MW sehingga total kapasitas daya yang dapat dihasilkan pada unit 1-4 sebesar 1600 MW [1]. Pada unit 5-7, masing-masing unit memiliki kapasitas daya maksimum sebesar 600 MW sehingga total kapasitas daya yang dapat dihasilkan pada unit 5-7 sebesar 1800 MW, sehingga total daya yang dapat dihasilkan sebesar 3400 MW. [3]

Salah satu perangkat penting dalam sistem pendinginan Pada PLTU Suralaya unit 1-4 adalah Circulating Water Pump (CWP), yang berfungsi untuk menyediakan air laut sebagai media pendingin, terutama untuk kondensor. Komponen utama dalam sistem CWP ini adalah pompa sentrifugal dengan poros vertikal yang digerakan oleh motor induksi 3 fasa dengan tegangan suplai sebesar 6 kV. Sistem ini berperan sebagai sistem pendinginan utama pada kondensor, di mana air laut yang tak terbatas sebagai sumber pasokan, dipompa secara terus-menerus menuju tabung-tabung kondensor. Hal ini memungkinkan uap sisa dari turbin untuk terkondensasi, mengubahnya menjadi cairan dalam kondisi vakum atau tekanan rendah di dalam kondensor. Air yang dipompa ke kondensor ini kemudian akan dibuang kembali ke laut.[3][4][5][6]

Peran motor induksi 3 fasa dalam sistem CWP ini sangat krusial dalam proses pembangkit listrik. Oleh karena itu, motor tersebut perlu dilindungi dengan proteksi untuk mencegah kerusakan yang bisa terjadi akibat gangguan.

Relay merupakan suatu perangkat elektronik yang berguna untuk mengontrol, mendeteksi, serta melindungi sistem listrik. Relay berperan sebagai saklar otomatis yang dikendalikan oleh sinyal listrik untuk memutuskan sirkuit pada saat keadaan tertentu (gangguan) [7][8][9]. Proteksi sistem tenaga listrik, khususnya pada proteksi motor induksi tiga fasa di PLTU Suralaya menggunakan dua relay yang dapat mendeteksi gangguan arus lebih (overcurrent) dan hubung singkat (short circuit). Relay yang digunakan untuk proteksi motor pada PLTU Suralaya unit 1-4 menggunakan Relay IMM 7000. Relay ini dapat memutus aliran listrik ketika mendeteksi gangguan yang melebihi ambang batas pada motor. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian setting relay yang digunakan untuk memproteksi motor induksi 3 fasa terhadap gangguan arus lebih dan arus hubung singkat.

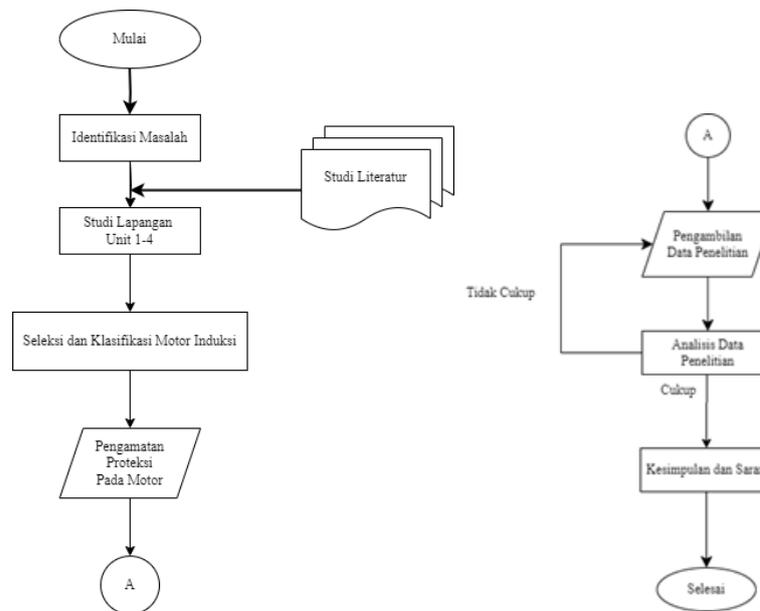
2. METODE

Metode penyelesaian masalah dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah yang dimulai dari identifikasi masalah, observasi lapangan, seleksi dan klasifikasi motor induksi, pengamatan proteksi pada motor, pengambilan data penelitian, analisis data penelitian, serta penulisan laporan penelitian. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data yang valid dan akurat dari kinerja sistem proteksi motor induksi 6KV tiga fasa pada Circulating Water Pump. Gambar 1. adalah diagram alir dari penelitian yang dilakukan.

Dalam pelaksanaan penelitian terdapat metode penelitian yang dilakukan sesuai dengan diagram alir, hal ini bertujuan untuk mengamati, menganalisis, serta memperoleh data yang sesuai dengan literatur. Diawali dengan identifikasi masalah yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti serta memahami permasalahan yang terjadi. Selanjutnya dengan metode pustaka / studi literatur yang bertujuan untuk peneliti mencari referensi serta informasi mengenai topik yang ingin dibawa. Informasi serta referensi dapat dikumpulkan melalui jurnal-jurnal ilmiah, buku ilmiah, artikel ilmiah ataupun laporan yang berhubungan dengan topik yang ingin dibawa. Selanjutnya metode observasi / studi lapangan yang bertujuan untuk peneliti dapat melakukan pengamatan secara

langsung terhadap topik yang ingin dibahas. Metode ini juga dilakukan untuk pengumpulan data secara faktual di lapangan. Metode observasi dilakukan secara langsung maupun tidak langsung pada Unit 1-4 PT. PLN Indonesia Power.

Selanjutnya, terdapat metode seleksi dan klasifikasi yang bertujuan untuk peneliti dapat melakukan pemilihan terhadap data atau informasi yang relevan dengan topik penelitian. Metode ini dilakukan untuk mengelompokkan informasi-informasi yang relevan atau sesuai dengan topik penelitian untuk mempermudah penulis pada proses analisis data. Setelah itu melakukan pengamatan pada proteksi motor sebelum menuju langkah berikutnya. Berikutnya terdapat pengambilan data penelitian, jika data penelitian sesuai dengan literatur maka dilanjutkan ke analisis data, mengambil kesimpulan dan saran.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL

Tahapan pengujian dilakukan pada motor induksi 6 kV tiga fasa yang terdapat di Circulating Water Pump (CWP) PT. PLN Indonesia Power Unit 1-4 UBP Suralaya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan relay overcurrent dan short circuit. Pada PLTU Suralaya, gangguan overcurrent dan short circuit diproteksi dengan menggunakan relay IMM 7000. Proteksi sistem tenaga listrik, khususnya pada proteksi motor induksi tiga fasa di PLTU Suralaya menggunakan dua relay yang dapat mendeteksi gangguan arus lebih (overcurrent) dan hubung singkat (short circuit). Relay yang digunakan untuk proteksi motor pada PLTU Suralaya unit 1-4 menggunakan Relay IMM 7000. Relay ini dapat memutuskan aliran listrik ketika mendeteksi gangguan yang melebihi ambang batas pada motor.

Relay IMM 7000 merupakan sebuah relay proteksi motor induksi yang digunakan pada PLTU Suralaya unit 1-4. Relay ini dapat melindungi motor induksi dari beberapa gangguan yang terdapat pada motor induksi seperti gangguan overcurrent, short circuit, unbalance, ground fault, locked rotor, dan overload thermal. Relay ini diproduksi oleh CEE Italiana S.R.L dengan manufacture Procom. Secara desain, relay IMM 7000 merupakan pengembangan dari relay IMM 7990 dan IMM 7960. Perbedaan relay IMM 7000 terdapat pada jenisnya, relay ini merupakan relay digital yang telah dikembangkan dari relay analog. Rele ini memiliki komponen yang terletak pada panel rele seperti display digital yang berguna untuk menunjukkan parameter melalui kode-kode kesalahan yang tersedia. Lalu pengaturan proteksi yang terdiri dari pengaturan waktu, pengaturan faktor koreksi arus termal, serta pengaturan alarm. Komponen selanjutnya yaitu terdapat switches yang berguna untuk mengatur parameter proteksi. Adapun hasil dari pengujian proteksi overcurrent dan short circuit dengan relay IMM 7000 adalah sebagai berikut:

Pada hasil pengujian thermal protection dengan menggunakan pengaturan arus injeksi menghasilkan sebesar 6,6 A serta pengaturan setting K1 sebesar 0,88 dan Ith sebesar 4,4 didapatkan hasil uji dengan waktu operasi sebesar 381,2804 detik dan 358.5741 detik. Dengan menggunakan hasil uji tersebut dapat dikatakan bahwa rele dari thermal protection berfungsi dengan baik. Hasil pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi adanya gangguan overcurrent pada motor induksi tiga fasa CWP A dan CWP E.

Tabel 1 Hasil Pengujian CWP A

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Hasil/Tanggal | Sabtu, 26 Agustus 2023 |
| Protection Equipment | CWP A |
| Lokasi Relay | 6 KV SWGR UB |
| No. Seri | IMM 7000 |
| CT Ratio | 250/5 |
| Arus Nominal Motor / S.F | 220/1.0 |

Tabel 2 Hasil Pengujian Overcurrent CWP A

| Element | K% | K1 | Calc. (K%.K1.In) | |
|-------------------|--------------|------|------------------|-------------|
| Setting | 1 | 0.88 | 4.4 | |
| Injection Current | Test Current | | Operation Time | |
| | R | T | Curve | Actual Time |
| 1.5 Ith | 6.6 | 6.6 | | 381.2804 |
| 2.0 Ith | | | | |

Tabel 3 Hasil Pengujian Short Circuit CWP A

| | |
|-------------------|--------|
| Setting | 5 |
| (K4.K%.K1.In) | 22 |
| Injection Current | Time |
| 25 | 0.1045 |

Tabel 4 Hasil Pengujian CWP E

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Hasil/Tanggal | Kamis, 10 November 2022 |
| Protection Equipment | CWP E |
| Lokasi Relay | 6 KV SWGR UB |

| | |
|---------------------------------|----------|
| No. Seri | IMM 7000 |
| CT Ratio | 250/5 |
| Arus Nominal Motor / S.F | 220/1.0 |

Tabel 5 Hasil Pengujian Overcurrent CWP E

| Element | K% | K1 | Calc. (K%.K1.In) | |
|-------------------|--------------|------|------------------|-------------|
| Setting | 1 | 0.88 | 4.4 | |
| Injection Current | Test Current | | Operation Time | |
| | R | T | Curve | Actual Time |
| 1.5 Ith | 6.6 | 6.6 | | 358.5741 |
| 2.0 Ith | | | | |

Tabel 6 Hasil Pengujian Short Circuit CWP E

| | |
|-------------------|--------|
| Setting | 3.5 |
| (K4.K%.K1.In) | 22.176 |
| Injection Current | Time |
| 22.5 | 0.1662 |

Pada hasil pengujian motor CWP A dan CWP E didapatkan dengan menggunakan nilai CT Ratio sebesar 250/5 A, hal ini menjelaskan bahwa rele hanya akan menerima arus masuk sebesar 5 A. Dengan menggunakan CT Ratio sebesar 250/5 A serta nilai arus nominal yang mengalir pada motor sebesar 220 dengan safety factor sebesar 1.0 maka dapat ditentukan nilai Ith yang merupakan nilai dari arus tidak beraturan (Ith) dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$CT\ Ratio = \frac{I_{motor}}{I_{th}} \tag{1}$$

$$\frac{250}{5} = \frac{220}{I_{th}}$$

$$I_{th} = 4,4\ A$$

Pada tabel hasil pengujian nilai kalkulasi Ith didapatkan melalui perhitungan dengan persamaan dibawah ini.

$$I_{th} = K\% \times K1 \times I_n \quad (2)$$

Dari persamaan diatas juga hasil dari I_{th} dapat ditentukan dengan memasukkan nilai-nilai dari $K\%$, $K1$, serta I_n . Karena hasil pengujian dari rele IMM 7000 menyatakan bahwa nilai I_{th} 4,4 A yang dimana hasil tersebut sama dengan hasil perhitungan maka nilai dari $K1$ pun dapat dicari menggunakan persamaan diatas.

$$I_{th} = K\% \times K1 \times I_n$$

$$4,4 = 1 \times K1 \times 5$$

$$K1 = 0,88 \text{ s}$$

Dengan nilai $K1$ sebesar 0,88 sekon maka dapat ditentukan nilai dari arus fasa R dan T dengan persamaan dibawah ini.

$$\text{Arus Fasa R \& T} = I_{inject} \times K1 \times I_n \quad (3)$$

$$\text{Arus Fasa R \& T} = 1,5 \times 0,88 \times 5$$

$$\text{Arus Fasa R \& T} = 6,6 \text{ A}$$

Pada CWP A pengujian short circuit diatur dengan nilai arus injeksi sebesar 25 A rele dapat merespon kejadian tersebut dengan lama waktu 0,1045 sekon. Hal ini menandakan bahwa rele berfungsi dengan baik karena pada pengaturan respon rele diatur dengan waktu 5 sekon. Dengan pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa rele berfungsi dengan baik dan optimal sehingga rele dapat merespon dengan cepat akan terjadinya gangguan hubung singkat.

4. KESIMPULAN

Dengan dilakukan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Circulating Water Pump (CWP) merupakan sebuah peralatan untuk sistem pendingin pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap PT. PLN Indonesia Power Unit 1-4. Circulating Water Pump (CWP) berguna untuk memompa air pendingin (air laut) menuju kondensor. Circulating Water Pump (CWP) juga berperan untuk memastikan siklus pendinginan pada pembangkit berjalan dengan optimal dan lancar sehingga pembangkit dapat beroperasi dengan baik. Relay overcurrent dan short circuit pada sistem proteksi motor induksi 6kv tiga fasa menggunakan relay IMM 7000. Rele ini dapat memproteksi gangguan arus berlebih dengan memutus aliran listrik ke motor jika mendeteksi adanya arus yang melebihi ambang batas arus pengaturan. Rele ini memproteksi gangguan hubung singkat dengan memutus arus dengan waktu yang cepat ketika mendeteksi adanya lonjakan arus besar.

REFERENSI

- [1] Tatan Zakaria, Trian Suryaman, “ANALISA KERUSAKAN KONDENSOR UNIT 1- 4 PLTU - XYZ BANTEN (AN ENGINEERING REPORT CASE STUDY)” Jurnal InTent, Vol. 3, No. 2, Juli – Desember 2020.
- [2] La Aka Hamzah, “Analisa Pengaruh Produksi Energi Listrik Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) NII Tanasa,” *Jurnal Fokus Elektroda*, vol. 04, no. 02, pp. 1–5, 2019.
- [3] E. Yohana, A. Nugroho, “ANALISA PERHITUNGAN EFISIENSI CIRCULATING WATER PUMP PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP MENGGUNAKAN METODE ANALITIK,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 18, no. 1, pp. 8–12, Jan. 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi>.
- [4] H. Mirmanto N. Ikhwan, ANALISIS PERFORMA CIRCULATING WATER PUMP PADA INDUSTRI PEMBANGKITAN (STUDI KASUS PLTU BOLOK NTT). 2016.
- [5] P. Yuliarty and D. Fachrurrozi, “PEMELIHARAAN CIRCULATING WATER PUMPS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP (PLTGU) BLOK 1 PT. PEMBANGKIT JAWA BALI UNIT PEMBANGKIT MUARA KARANG,” 2015.
- [6] J. Eko Hartanto, M. Tamjidillah, J. Akhmad Yani Km, and K. Selatan, “ANALISA PENGOPERASIAN 1 CWP DAN 2 CWP PADA COOLING WATER SYSTEM PLTU ASAM UNIT 4,” *SJME Kinematika*, vol. 4, no. 2, pp. 37–52, Dec. 2019.
- [7] Siswo Wardoyo, Marlrohan, Ri Munarto, "Sistem Proteksi Motor 6 KV 800 KW Menggunakan Boiler Feed Water Pump Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap", 7th Seminar Nasional Teknik Elektro, Informatika dan Sistem Informasi (SINTaKS), Yogyakarta, 27 Agustus 2022, ISSN : 2961 – 7464.
- [8] E. Dermawan and D. Nugroho, “Analisa Koordinasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Di Sistem Proteksi Feeder Gardu Induk 20 kV Jababeka,” *Jurnal Elektum*, vol. 14, no. 2, pp. 43–48, Oct. 2017, doi: 10.24853/elektum.14.2.43-48.
- [9] O. P. S. A. Yoyok Triyono, “Analisis Studi Rele Pengaman (Over Current Relay Dan Ground Fault Relay) pada Pemakaian Distribusi Daya Sendiri dari PLTU Rembang,” *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 2, no. 2, pp. 159–164, 2013.