

STUDI INSPEKSI DAN *SETTING* PROTEKSI *INSTANTANEOUS OVER CURRENT* RELAY PADA MOTOR *PRIMARY AIR FAN* A UNIT 2 PLTU PELABUHAN RATU

Wildan Anshori¹, Nundang Busaeri², Farradita Nugraha³

^{1,2,3}Universitas Siliwangi; Jl.Mugarsari,Kecamatan Tamansari Kota Taikmalaya, Jawa Barat, 46196, Indonesia

Keywords:

Instantaneous Over Current Relay; Proteksi Arus Lebih; Relay Proteksi Motor; Standar IEC 60255 dan IEEE C37.112

Correspondent Email:

227002017@student.unsil.ac.id

Abstrak. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menggunakan motor listrik tiga fasa, salah satunya motor *Primary Air Fan* (PA Fan) yang bertujuan untuk mengalirkan udara ke ruang pembakaran boiler. Motor ini dilengkapi sistem proteksi *Instantaneous Over Current Relay* (IOCR) untuk mencegah kerusakan akibat arus lebih yang disebabkan oleh gangguan hubung singkat maupun beban lebih. Penelitian ini bertujuan menginspeksi dan menguji fungsi proteksi IOCR pada motor PA Fan A Unit 2 di PT PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu. Metode yang digunakan meliputi inspeksi visual, pengujian menggunakan Omicron CMC 356 Relay Tester, serta analisis pengaturan relay berdasarkan standar IEC 60255 dan IEEE C37.112. Hasil perhitungan menunjukkan arus nominal per fasa sebesar 2,03 A dengan setpoint teoritis 8,12 A (*High*) dan 4,06 A (*Low*), sedangkan nilai setting relay masing-masing 8,02 A (*High*) dan 4,01 A (*Low*) dengan deviasi 1,23%. Waktu operasi 0,05 detik menghasilkan hasil uji 0,133–0,135 detik (*high*) dan 0,064–0,065 detik (*low*), masih dalam batas toleransi $\pm 0,15$ detik. Dengan demikian, IOCR bekerja cepat, akurat, dan sesuai standar internasional, sehingga efektif melindungi motor dari gangguan arus lebih.

Abstract. Steam Power Plants (PLTU) use three-phase electric motors, one of which is the Primary Air Fan (PA Fan) motor that functions to circulate air into the boiler combustion chamber. This motor is equipped with an *Instantaneous Over Current Relay* (IOCR) protection system to prevent damage caused by overcurrent due to short circuits or overload. This study aims to inspect and test the IOCR protection function on the PA Fan motor of Unit 2 at PT PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu. The methods used include visual inspection, testing using the Omicron CMC 356 Relay Tester, and relay setting analysis based on the IEC 60255 and IEEE C37.112 standards. The calculation results show a nominal current per phase of 2.03 A with a theoretical setpoint of 8.12 A (*High*) and 4.06 A (*Low*), while the relay setting values are 8.02 A (*High*) and 4.01 A (*Low*) with a deviation of 1.23%. An operating time of 0.05 seconds produced test results of 0.133–0.135 seconds (*high*) and 0.064–0.065 seconds (*low*), still within the tolerance limit of ± 0.15 seconds. Thus, the IOCR works quickly, accurately, and in accordance with international standards, effectively protecting the motor from overcurrent disturbances.



Copyright © JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia pemakaian listrik cukup besar sehingga dibutuhkan banyak sumber pembangkit untuk memenuhi kebutuhan listrik.

Terdapat banyak macam pembangkit listrik Yang ada di Indonesia seperti : PLTU, PLTA, PLTG, PLTGU dan banyak lagi macam macam pembangkit listrik lainnya. Semua pembangkit listrik dituntut kehandalan operasinya tanpa ada

Gangguan atau hambatan dalam operasi sistem pembangkit listrik, khususnya yang mengakibatkan penghentian total (shutdown), dapat mengganggu kelancaran pasokan energi. Penghentian operasi unit pembangkit tersebut secara langsung menghentikan distribusi listrik kepada berbagai konsumen, termasuk masyarakat umum, sektor industri, serta entitas lainnya. Akibatnya, situasi ini tidak dapat dihindari akan menimbulkan kerugian yang signifikan. [1]. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang sangat dominan di Indonesia dan dunia karena kemampuannya menghasilkan energi listrik dalam skala besar dan berkelanjutan. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) termasuk dalam kategori pembangkit listrik yang mengandalkan energi panas sebagai sumber utama untuk produksi energi listrik. Prosesnya diawali oleh pembakaran bahan bakar, seperti batu bara, minyak, atau gas, yang selanjutnya menghasilkan uap bertekanan tinggi. Uap tersebut kemudian diterapkan untuk menggerakkan turbin, di mana poros turbin secara langsung terhubung dengan generator. Saat turbin berputar, generator diaktifkan untuk menghasilkan energi listrik. Ketika turbin berputar, generator akan mengubah energi kinetik yang dihasilkan oleh turbin menjadi energi listrik[2]. PT. Indonesia Power, yang dikenal sebagai pembangkit listrik terbesar di Indonesia, memegang posisi strategis dalam penyediaan energi listrik bagi negara kepulauan yang luas ini. Sebagai entitas anak dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), fokus utama Indonesia Power berada pada sektor pembangkit tenaga listrik, terutama melalui pengelolaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang tersebar luas di berbagai daerah Indonesia.

Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Jabar 2 Palabuhan Ratu memiliki total kapasitas 1.050 MW yang di hasilkan oleh 3 unit pembangkitan yang masing masing pembangkit menyumbang Kapasitas 350 MW. Proses pembangkitan energi listrik perusahaan ini menggunakan Batubara, Batubara menjadi pilihan bahan bakar utama karena tersedia secara melimpah dan relatif murah dibandingkan sumber energi lain seperti minyak bumi. Namun, pembakaran batubara

harus terkontrol secara optimal agar efisiensi pembangkitan maksimal dan dapat mengurangi dampak lingkungan. Proses pembakaran tidak hanya bergantung pada bahan bakar tetapi juga memerlukan Suplai udara pembakaran yang tepat. Pada sistem pembakaran boiler menggunakan tiga buah fan, yakni *Induce Draft Fan* (ID Fan), *Force Draft Fan* (FD Fan), *Primary Air Fan* (PA Fan), ketiga Fan tersebut memiliki Fungsi yang berbeda diantaranya *Force Draft Fan* (FD Fan) bertugas untuk menghasilkan udara sekunder, yang kemudian disalurkan ke dalam boiler guna mencampurkan udara dengan bahan bakar, sehingga dapat berfungsi sebagai udara pembakaran di dalam furnace boiler. [3], *Induce Draft Fan* (ID Fan) berfungsi untuk menghisap gas buang dari boiler dan membantu dalam pembuangan gas buang ke cerobong asap[4], *Primary Air Fan* (PA Fan) berfungsi sebagai penghasil udara primer untuk di alirkan kedalam *pulverizer* untuk mendorong atau membawa batubara kedalam boiler[5]. Selain itu, dalam memastikan keandalan dan keselamatan operasi PLTU, diperlukan sistem proteksi listrik yang mampu mendeteksi gangguan pada motor dan peralatan listrik lainnya dengan cepat dan akurat. Relay proteksi, khususnya *Over Current Relay* (OCR) memiliki peran penting dalam melindungi motor dari kerusakan akibat arus lebih atau hubung singkat. Pengujian dan pengaturan relay yang tepat menjadi kunci untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik dan mencegah kerusakan peralatan. Penelitian mengenai proteksi motor listrik dengan relay instantaneous overcurrent (IOC) masih didominasi oleh pembahasan teoritis dan perhitungan nilai setting arus (misalnya Yunitasari et al., 2021 untuk motor Forced Draft Fan). Minimnya penelitian yang membahas atau melakukan inspeksi langsung terhadap respons dan fungsi kerja relay di lapangan menjadi batasan utama. Oleh karena itu, penelitian ini berinovasi dengan melakukan studi kasus mendalam pada motor Primary Air Fan, di mana selain membahas perhitungan setting, juga dilakukan validasi fungsionalitas relay secara in-situ untuk menjamin kesesuaian antara desain proteksi dan kinerja operasional aktual.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menginspeksi dan menguji kinerja

Instantaneous Over Current Relay (IOCR) pada motor Primary Air Fan A Unit 2 di PT PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu, menganalisis hasil pengujian berdasarkan standar IEC 60255 dan IEEE C37.112, serta menilai keandalan relay dalam melindungi motor dari gangguan arus lebih guna mendukung kontinuitas operasi PLTU.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Primary Air Fan (PA FAN)*

Primary Air Fan ditempatkan di dekat pulverizer, di mana ia berfungsi sebagai generator udara utama (PA). Fungsi ini didukung oleh kipas sentrifugal tunggal yang menyalurkan udara dengan kapasitas 100%.[6]. Udara primer ini berperan dalam membawa serbuk batubara hasil penggilingan menuju ruang bakar, walnya, *Primary Air Fan* (PA) beroperasi pada tekanan rendah untuk menghisap udara eksternal, yang kemudian diubah menjadi udara utama. Selanjutnya, Kipas PA beroperasi pada tekanan tinggi untuk mengangkat batu bara yang dihancurkan dari penghancur batu bara ke tungku boiler. Melalui operasi ini, Kipas PA memastikan kualitas pembakaran tetap optimal secara konsisten, mendukung efisiensi boiler, serta menjaga kestabilan operasi pembangkit listrik[7]. *Primary Air Fan* dikategorikan menjadi dua sistem berdasarkan posisinya: sistem udara utama dingin dan sistem udara utama panas. Sistem udara primer dingin terletak di saluran udara sebelum pemanas udara, sedangkan sistem udara primer panas berada setelah melewati pemanas udara. Meskipun sistem udara primer dingin menawarkan keunggulan efisiensi volumetrik tinggi saat berada di bawah tekanan, sistem ini juga memiliki kelemahan, seperti pemanas udara yang lebih kecil, kebutuhan pendinginan komponen kipas, dan konstruksi yang lebih kompleks.[8]. Berikut gambar motor Primary Air Fan yang ada di PLTU Palabuhan Ratu :



Gambar 1. Motor *Primary Air Fan*

2.2 Sistem Proteksi

Sistem Proteksi merupakan peralatan keselamatan listrik dalam sistem tenaga listrik, diposisikan secara strategis dalam jaringan distribusi, transformator daya, saluran transmisi daya, dan generator, untuk memfasilitasi isolasi komponen tertentu dari sistem tenaga listrik, sehingga menjaga integritas sistem tenaga listrik terhadap gangguan atau lonjakan listrik[9]. Sistem ini bekerja dengan cara melepaskan atau memutus bagian yang mengalami gangguan dari jaringan listrik agar tidak merusak peralatan lainnya.

Sistem proteksi memiliki persyaratan khusus yang harus dipenuhi untuk melindungi peralatan yang dilindungi secara efektif. Berikut ini menjelaskan beberapa persyaratan penting untuk sistem perlindungan tersebut. [10] :

1. Sensitivitas
2. Reliabilitas
3. Selektivitas
4. Kecepatan

2.3 Relay Proteksi

Relay berfungsi sebagai elemen integral dari mekanisme switching yang dikendalikan secara elektronik dan diklasifikasikan dalam kategori perangkat elektromekanis. [11]. Relay ini memiliki peran sangat penting dalam sistem tenaga listrik karena mampu mendeteksi gangguan secara cepat dan akurat, lalu mengirimkan sinyal ke pemutus sirkuit (*circuit breaker*) untuk memutuskan bagian sistem yang terganggu. *Relay* proteksi dirancang untuk mendeteksi, mengukur, dan mengidentifikasi komponen yang tidak berfungsi di dalam sistem, sambil segera mengisolasi elemen-elemen ini untuk memastikan operasi normal berkelanjutan dari sistem yang tidak terpengaruh[12]. Relay juga meningkatkan keselamatan baik untuk sistem

tenaga listrik maupun bagi operator dan lingkungan sekitarnya.

2.4 Overcurrent Relay

Relay arus berlebih merupakan perangkat pelindung yang aktif ketika besarnya arus listrik melampaui ambang batas yang telah ditentukan. [13]. Relay ini berfungsi untuk melindungi peralatan dari gangguan korsleting interfase, korsleting fase tunggal ke ground, dan aplikasi tertentu dapat digunakan untuk perlindungan beban. Besarnya arus hubung singkat berkurang dengan jarak dari sumber, mempengaruhi waktu operasi relay [14].

Prinsip operasi relay arus lebih ini difokuskan pada kondisi arus berlebih, di mana relay akan diaktifkan ketika arus yang mengalir melebihi nilai ambang yang telah ditetapkan (I_s). Aktivasi relay terjadi apabila kondisi-kondisi berikut terpenuhi:

- If > I_p relay bekerja (*trip*)
- If < I_p tidak bekerja (*block*)

Arus kerja, dilambangkan sebagai I_p , berasal dari kumparan sekunder transformator arus (CT). Sebaliknya, arus interferensi, yang disebut sebagai If, juga bersumber dari kumparan sekunder CT [15]. Relay arus berlebih ini berfungsi sebagai pelindung untuk berbagai komponen sistem tenaga listrik, termasuk jaringan transmisi, motor, generator, dan trafo. Perhitungan *Over Current Relay* Sebagai Berikut [16] :

a. Arus Nominal

Arus nominal adalah arus kerja dari suatu peralatan listrik.

$$I_n = I_{base} = \frac{S_{base}}{\sqrt{3}V_{base}} \quad (1)$$

Dengan :

$$I_n = I_{base} = \text{Arus Nominal (A)}$$

$$S_{base} = \text{Daya Semu (VA)}$$

$$V_{base} = \text{Tegangan}$$

b. Rasio CT

$$\text{Rasio CT} = \frac{\text{Primer}}{\text{Sekunder}} \quad (2)$$

c. Arus Kerja Relay

$$I_{setOCR} = \text{Standar OCR} \times I_{base} \quad (3)$$

Standar OCR = 2 – 10 kali arus nominal (menurut IEC 60255)

d. Waktu Operasi (T_s)

$$T_s = \frac{k}{(I_{setOCR})-1} \times TMS \quad (4)$$

Dengan :

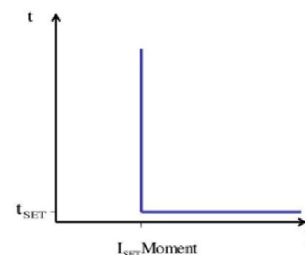
TMS (*Time Multiple Setting*) = Standar waktu setting relay

K = Kostanta standar OCR (2 – 10 kali arus nominal menurut IEC 60255).

2.5 Jenis Overcurrent Relay Berdasarkan Karakteristik Waktu

a. Relay Arus Lebih Sesaat (*Instantaneous Relay*)

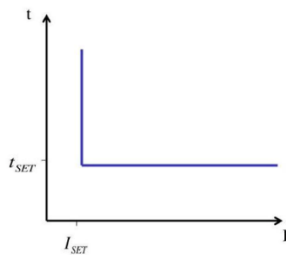
Relay Arus Lebih Sesaat adalah relay yang dirancang untuk mendeteksi kondisi arus berlebih yang beroperasi tanpa penundaan waktu yang ditentukan, Relay ini segera aktif ketika arus melampaui ambang batas yang telah ditentukan [17]. Meskipun secara teoritis waktu kerja relay sama dengan nol, namun di area kerja yang dekat dengan nilai pengaturan masih terdapat waktu tunda beberapa milidetik, untuk waktu kerjanya (20-100 ms [18]. Kurva karakteristik Instantaneous Relay dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Relay Arus Lebih Sesaat (*Instantaneous Relay*)

b. Relay arus lebih waktu tertentu (*Definite time relay*)

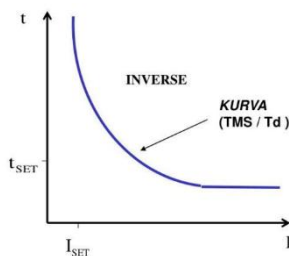
Relay Arus Lebih Definite didefinisikan sebagai relay yang memiliki waktu tinggal yang telah ditentukan, Rele ini tidak bergantung pada besarnya nilai arus gangguan [19]. Definite time relay beroperasi dengan interval waktu yang konstan, tanpa bergantung pada magnitudo arus gangguan. Ketika arus gangguan melampaui nilai ambang yang telah ditetapkan, relay akan diaktifkan dalam periode waktu yang tetap, terlepas dari seberapa besar arus gangguan tersebut. Kurva karakteristik yang menggambarkan perilaku definite time relay ini dapat diamati pada Gambar 3.



Gambar 3. Relay arus lebih waktu tertentu (*Definite time relay*)

c. Relay Arus Lebih Inverse (*Inverse time Relay*)

Relay arus lebih *inverse* merupakan relay yang dimana waktu tundanya menunjukkan karakteristik yang bergantung pada besarnya arus gangguan. Akibatnya, peningkatan arus gangguan menyebabkan penurunan waktu operasi relé, sehingga terbentuk hubungan sebanding terbalik antara arus gangguan dan durasi operasi relay[20]. Kurva karakteristik Inverse time Relay dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Relay Arus Lebih Inverse (*Inverse time Relay*)

2.6 Relay WDZ-430 EX Motor Managenement

Relay manajemen motor *WDZ-430EX* adalah sebuah perangkat proteksi motor yang komprehensif, terutama digunakan untuk perlindungan, pengukuran, dan kontrol motor asinkron tiga fase besar dan menengah. Relay ini mengintegrasikan berbagai fungsi proteksi seperti deteksi gangguan beban lebih, hubung singkat, tegangan lebih atau kurang, keseimbangan tegangan, serta proteksi diferensial motor dalam satu perangkat. Perangkat ini juga dilengkapi dengan sirkuit operasi independen.



Gambar 5. Relay WDZ-430 EX Motor Managenement

2.7 Proteksi *Instantaneous Over Current Relay*

Instantaneous Over Current Relay beroperasi dengan memantau level saat ini dan segera tersandung ketika ambang batas yang telah ditetapkan terlampaui, sehingga mencegah kerusakan peralatan[17]. *Instantaneous Over Current Relay* dibagi menjadi dua, yaitu *instantaneous high* dan *instantaneous low*, untuk memberikan tingkat proteksi berlapis terhadap peralatan listrik.

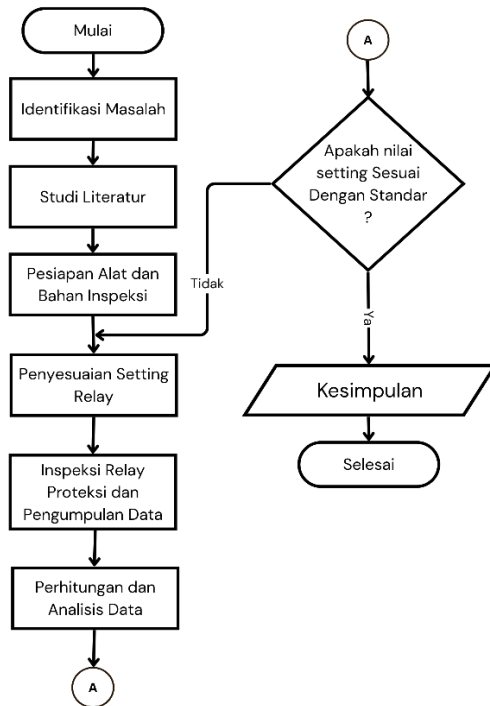
a. *Instantaneous Over Current Relay High*

Bagian *High* pada *Instantaneous Over Current Relay* mengacu pada setting arus tinggi yang biasanya digunakan untuk mendeteksi gangguan besar (*major fault*) yang terjadi karena Arus starting motor. Setting ini dipilih dengan faktor pengali arus nominal yang lebih besar, sehingga relay hanya bekerja ketika arus gangguan benar-benar tinggi.

b. *Instantaneous Over Current Relay Low*

Bagian *Low* pada *IOCR* digunakan untuk mendeteksi gangguan dengan arus lebih rendah namun masih di atas batas normal operasi. Setting *low* memiliki faktor pengali yang lebih kecil dibandingkan *high*, sehingga lebih sensitif terhadap gangguan jarak menengah atau jauh yang tidak memicu arus setinggi *high fault*. Fungsi utamanya adalah memberikan proteksi tambahan dan koordinasi dengan relay lain di sistem, sehingga gangguan dapat diisolasi sesuai urutan proteksi yang tepat.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 6. Flowchart Penelitian

Peneliti melakukan penelitian di PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu, dengan fokus terkonsentrasi pada divisi HAR Electricity selama jangka waktu mulai 16 Juni 2025 hingga 18 Agustus 2025. Pendekatan metodologis yang digunakan oleh peneliti adalah metodologi Penelitian kualitatif deskriptif mengintegrasikan metode observasi dan wawancara sebagai strategi utama dalam proses pengumpulan data. Secara khusus, pendekatan penelitian kualitatif ini dikembangkan untuk menguraikan fenomena tertentu serta menganalisis hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut, pendekatan metodologis ini pada dasarnya bergantung pada narasi dan ekspresi linguistik sebagai sarana utama untuk mengeksplorasi signifikansi konteks sosial dan fenomena yang sedang diperiksa.[5]. Penulis juga menggunakan studi pustaka sebagai sumber informasi yang penting untuk menyusun penelitian secara tepat. Proses ini melibatkan empat tahap utama, yaitu menyiapkan alat yang dibutuhkan, mengelola daftar pustaka secara teratur dan sistematis, mengatur waktu dengan efisien, serta membaca

atau mencatat materi penelitian dengan cermat dan seksama.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Motor *Primary Air Fan A Unit 2*

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berasal dari PA FAN A Unit 2 PLTU Pelabuhanratu terdiri dari tiga unit pembangkit listrik, di mana setiap unit dilengkapi dengan dua PA FAN.



Gambar 7. Spesifikasi Motor *Primary Air Fan A Unit 2*

<i>Manufacture</i>	Shanghai Electric
<i>Type</i>	YKK630-4TH
<i>Rated Voltage</i>	6300 Volt
<i>Daya</i>	2000 KW
<i>Frequency</i>	50 HZ
<i>Phase</i>	3
<i>Speed</i>	1487 Rpm
<i>Connection</i>	Y
<i>Rated Current</i>	208 Ampere
<i>Protection Degree</i>	IP 55
<i>Power Factor</i>	0,922
<i>Insulation Class</i>	F
<i>Serial No.</i>	630Y112118-1
<i>Weight</i>	10550 Kg

Tabel 1. Spesifikasi Motor *Primary Air Fan A Unit 2*

Primary Air Fan A Unit 2 memiliki daya 2000 kW, frekuensi 50 Hz, dan kecepatan 1487

rpm dengan sambungan bintang (Y). Arus nominal motor sebesar 208 ampere dengan faktor daya 0,922. Motor ini dirancang untuk aplikasi industri dengan performa tinggi dan daya tahan yang baik.

4.2 Hasil Inspeksi *Instantaneous Over Current Relay*

Inspeksi dilakukan menggunakan OMICRON CMC 356 yang berfungsi sebagai perangkat utama dalam pengujian sistem proteksi dan relay dan menggunakan Software Terst Universe yang berfungsi sebagai sistem pengaturan dan kontrol untuk alat uji Omicron CMC 356 *Relay Tester*, memungkinkan pengguna melakukan konfigurasi, pengujian, dan analisis secara terintegrasi.

a. *Instantaneous Over Current Relay High*

Berikut adalah Hasil dari inspeksi fungsi proteksi *Instantaneous Over Current Relay High* pada motor *Primary Air Fan A* Unit 2 PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu :

PHA SE	SET. VALU E (A)	PICKUP P (A)	SET. TIME (s)	TIME PICKUP (s)
R	8,02	8,01	0,05	0,135
S				
T		8,01		0,133

Tabel 2. Hasil Inspeksi *Instantaneous Over Current Relay High*

Berdasarkan data Tabel 2, dapat diamati bahwa Hasil inspeksi *Instantaneous Over Current Relay High* menunjukkan nilai set current 8,02 A, pickup current 8,01 A, waktu pengaturan 0,05 s, dan waktu pickup sekitar 0,134 s.

b. *Instantaneous Over Current Relay Low*

Berikut adalah Hasil dari inspeksi fungsi proteksi *Instantaneous Over Current Relay Low* pada motor *Primary Air Fan A* Unit 2 PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu :

PH ASE	SET. VAL UE (A)	PICKUP P (A)	SET. TIME (s)	TIME PICKUP (s)
R	4.01	4.00	0,05	0,064
S				
T		4.00		0,065

Tabel 3. Hasil Inspeksi *Instantaneous Over Current Relay Low*

Berdasarkan data Tabel 3, dapat diamati bahwa Hasil inspeksi *Instantaneous Over Current Relay Low* menunjukkan nilai set current 4.01 A, pickup current 4.00 A, waktu pengaturan 0,05 s, dan waktu pickup sekitar 0,064 s.

4.3 Perhitungan Setting *Instantaneous Over Current Relay* Berdasarkan Standar

4.3.1 *Instantaneous Over Current Relay High*

Perhitungan Setting *Instantaneous Over Current Relay High* Sebagai Berikut ;

a. Arus Nominal

Diketahui :

$$S_{base} = \frac{\text{Daya Aktif}}{\text{Faktor daya}} \quad (5)$$

$$S_{base} = \frac{20.000 \text{ W}}{0.9} = 22.222 \text{ VA} \quad (6)$$

$$V_{base} = 6300 \text{ V} \quad (7)$$

Jadi :

$$I_n = I_{base} = \frac{S_{base}}{\sqrt{3}V_{base}} = \frac{22.222}{\sqrt{3} \times 6300} = 2.03 \text{ A} \quad (8)$$

Dengan demikian ditetapkan bahwa arus nominal untuk motor ini adalah 2,03 A. Setelah perolehan nilai arus pengenalan, arus operasional Relay dapat dipastikan menggunakan rumus yang disajikan di bawah ini.

b. Rasio CT

$$\text{Rasio CT} = \frac{\text{Primer}}{\text{Sekunder}} = \frac{100}{1} \quad (9)$$

Pebandingan CT yang di pakai di PLTU Pelabuhan ratu yaitu 100 : 1 artinya Setiap 100 A di primer akan diubah menjadi 1 A di sekunder, dengan fungsi utama untuk pengukuran dan proteksi pada sistem arus besar.

c. Arus Kerja Relay

Diketahui :

$$\text{Standar IOCR High} = 4 \text{ (menurut IEC 60255)}$$

Jadi :

$$I_{setOCR} = 4 \times 2.03 \text{ A} = 8.12 \text{ A} \quad (10)$$

Jadi didapatkan arus kerja Relay adalah 8.12 A. Setelah mendapatkan arus kerja Relay, maka kita dapat menentukan Waktu Operasinya.

d. Waktu Operasi (T_s)

Diketahui :

$K = 4$

$I_{setOCR} = 8.12 A$

$TMS = 0.1$ (Nilai di relay yang umum di gunakan)

$$T_s = \frac{k}{(I_{setOCR})^4 - 1} \times TMS$$

$$= \frac{4}{(8.12)^4 - 1} \times 0.1 = 0.05 s \quad (11)$$

Didapatkan waktu kerja relay tersebut adalah 0.05 s.

Berdasarkan perhitungan untuk Instantaneous Over Current Relay High, arus dasar per fase adalah 2,03 A, dan dengan faktor pengganda 4 sesuai standar IEC 60255 untuk elemen IOCR high, diperoleh setpoint teoritis sekitar 8,12 A. Nilai setting pada relay adalah 8,02 A untuk ketiga fasa (R, S, dan T), yang menunjukkan deviasi sekitar 1,23% dari nilai teoritis dan masih dalam toleransi $\pm 5\%$ sesuai IEC 60255. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pickup aktual untuk fasa R dan T adalah 8,01 A, hanya berbeda 0,01 A dari nilai setting, yang menandakan kinerja relay yang akurat dan sensitif terhadap arus lebih. Waktu kerja yang disetel adalah 0,05 detik, namun hasil uji menunjukkan waktu aktual antara 0,133 hingga 0,135 detik, yang masih di bawah batas maksimal $\pm 0,15$ detik sesuai standar IEEE C37.112.

4.3.2 Instantaneous Over Current Relay Low

Perhitungan Setting *Instantaneous Over Current Relay Low* Sebagai Berikut ;

a. Arus Nominal

Diketahui :

$$S_{base} = \frac{\text{Daya Aktif}}{\text{Faktor daya}} \quad (12)$$

$$S_{base} = \frac{20.000 W}{0.9} = 22.222 VA \quad (13)$$

$$V_{base} = 6300 V \quad (14)$$

Jadi :

$$I_n = I_{base} = \frac{S_{base}}{\sqrt{3}V_{base}}$$

$$= \frac{22.222}{\sqrt{3} \times 6300} = 2.03 A \quad (15)$$

Dengan demikian ditetapkan bahwa arus nominal untuk motor ini adalah 2,03 A. Setelah perolehan nilai arus pengenalan, arus operasional Relay dapat dipastikan menggunakan rumus yang disajikan di bawah ini.

b. Rasio CT

$$\text{Rasio CT} = \frac{\text{Primer}}{\text{Sekunder}} = \frac{100}{1} \quad (16)$$

Pebandingan CT yang di pakai di PLTU Pelabuhan ratu yaitu 100 : 1 artinya Setiap 100 A di primer akan diubah menjadi 1 A di sekunder, dengan fungsi utama untuk pengukuran dan proteksi pada sistem arus besar.

c. Arus Kerja Relay

Diketahui :

Standar IOCR Low

$= 2$ (menurut IEC 60255)

Jadi :

$$I_{setOCR} = 2 \times 2.03 A = 4.06 A \quad (17)$$

Jadi didapatkan arus kerja Relay adalah 4.06 A. Setelah mendapatkan arus kerja Relay, maka kita dapat menentukan Waktu Operasinya.

d. Waktu Operasi (T_s)

Diketahui :

$K = 2$

$I_{setOCR} = 4.06 A$

$TMS = 0.1$ (Nilai di relay yang umum di gunakan)

$$T_s = \frac{k}{(I_{setOCR})^2 - 1} \times TMS$$

$$= \frac{2}{(4.06)^2 - 1} \times 0.1 = 0.06 s \quad (18)$$

Didapatkan waktu kerja relay tersebut adalah 0.06 s.

Berdasarkan perhitungan Instantaneous Over Current Relay Low, arus dasar per fase

adalah 2,03 A. Dengan faktor pengganda 2 sesuai IEC 60255 untuk elemen IOCR low, diperoleh setpoint teoritis $\approx 4,06$ A. Nilai setting pada relay sebesar 4,01 A memiliki deviasi sekitar 1,23% dari nilai teoritis dan masih berada dalam toleransi $\pm 5\%$ IEC 60255. Proteksi ini digunakan untuk mendeteksi arus lebih dengan ambang lebih rendah dibandingkan IOCR high, namun tetap memerlukan respon cepat. Hasil pengujian menunjukkan nilai pickup aktual pada fasa R dan T sebesar 4,00 A, hanya terpaut 0,01 A dari nilai setting, yang menandakan akurasi kerja relay sangat baik. Waktu kerja yang disetel adalah 0,05 detik, sedangkan hasil pengujian menunjukkan waktu aktual 0,064–0,065 detik, sedikit lebih tinggi namun masih dalam batas yang diperbolehkan IEEE C37.112 ($<0,1-0,15$ detik).

5. KESIMPULAN

- a. Primary Air Fan (PAF) memiliki peran krusial dalam sistem boiler dengan menyediakan udara primer yang bertujuan sebagai media transportasi serbuk batubara dari pulverizer menuju ruang pembakaran. Guna menjaga keamanan, keandalan, dan efisiensi operasional sistem, PAF dilengkapi dengan sistem proteksi terintegrasi. Sistem proteksi ini dirancang untuk mendeteksi dan merespons gangguan tak terduga, sehingga meminimalkan potensi kerusakan dan memastikan kelangsungan proses pembakaran.
- b. Arus nominal per fasa sebesar 2,03 A dengan setpoint teoritis 8,12 A (High) dan 4,06 A (Low), sedangkan nilai setting relay masing-masing 8,02 A (High) dan 4,01 A (Low) dengan deviasi 1,23%. Waktu operasi 0,05 detik menghasilkan hasil uji 0,133–0,135 detik (high) dan 0,064–0,065 detik (low), masih dalam batas toleransi $\pm 0,15$ detik
- c. Secara keseluruhan, *Instantaneous Over Current Relay Low dan High* pada Motor *Primary Air Fan* A bekerja normal, responsif, dan sesuai standar internasional, sehingga siap melindungi peralatan dari gangguan arus lebih tingkat rendah secara cepat dan andal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pihak Pembangkit Listrik Pelabuhan Ratu atas kesempatan dan bantuan yang tak ternilai yang diberikan selama tahap pengumpulan data dan upaya penelitian. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan kontribusi mereka yang mendalam selama perumusan artikel ini, dukungan tersebut sangat penting dalam keberhasilan penyelesaian penyelidikan ilmiah ini..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Zakaria and T. Suryaman, "ANALISA KERUSAKAN KONDENSOR UNIT 1-4 PLTU-XYZ BANTEN (AN ENGINEERING REPORT CASE STUDY)." [Online]. Available: <https://imambudiraharjo.wordpress.com/2009/03/06/teknologi-pembakaran-pada-pltu-xyz-banten/>
- [2] G. Sihombing, K. Lubis, and P. Panggabean, "Analisis Performansi Turbin Uap dengan Kapasitas 115 MW dan Putaran 3000 Rpm pada unit 1 PLTU Labuhan Angin Sibolga," *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 14, no. 02, pp. 193–202, Oct. 2024, doi: 10.47709/elektriese.v14i02.4803.
- [3] A. V. Yunitasari and S. Pramono, "SISTEM PROTEKSI OVER CURRENT RELAY MOTOR FORCED DRAFT FAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP," vol. 13, no. 1, 2021, doi: 10.24853/jurtek.13.1.55-62.
- [4] Z. Efendi *et al.*, "Analisa Reliability dan Availability pada Induce Draft Fan (ID-Fan) Boiler PT. Jatim Jaya Perkasa," *Jurnal Agro Fabrika*, vol. 7, no. 1, pp. 9–17, 2025, [Online]. Available: <https://www.ejurnal.itsi.ac.id/index.php/JAF>
- [5] A. Sumiyati and I. Irwanto, "ANALISIS SISTEM PROTEKSI PRIMARY AIR FAN PADA BOILER UNIT 5-7 PT. PLN INDONESIA POWER UBP SURALAYA," *Teknika*, vol. 10, no. 1, pp. 36–43, Apr. 2025, doi: 10.52561/teknika.v10i1.428.
- [6] R. Ramandani and B. Dwi Cahyono, "Proteksi Motor Berbasis Relay Ge Multilin pada Primary Air Fan di PT Indonesia Power," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 5, pp. 512–519, Oct. 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i5.861.
- [7] Y. Wang *et al.*, "A power-saving control strategy for reducing the total pressure applied by the primary air fan of a coal-fired

- power plant,” *Appl Energy*, vol. 175, pp. 380–388, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.apenergy.2016.04.101.
- [8] W. Aribowo, I. Nanda, and D. Zaymapa, “Sistem Proteksi Motor Berbasis Motor Manajemen Relay GE Multilin SR469 pada Motor Primary Air Fan di PLTU PAITON Unit 7,” 2019.
- [9] S. Yuniar Yasmin and E. Permata, “SISTEM PROTEKSI SWITCH GEAR 5P1_1S1_U5 UNTUK MOTOR CEMENT MILL DI PT CEMINDO GEMILANG PLANT BAYAH,” vol. 1, no. 1, 2022.
- [10] G. Ardha Ibrahimusa, T. Joko, A. Wrahatnolo, and A. Imam, “Analisis Koordinasi Setting Relay Proteksi Pada Jaringan Distribusi 20KV Penyulang Brenggolo Di PT.PLN UP3 Kediri Gardu Induk Pare.”
- [11] R. Noviani and G. Firasanto, “IMPLEMENTASI MIKROKONTROLER SEBAGAI SISTEM PROTEKSI PADA AMPLIFIER,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 3S1, Oct. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3S1.8042.
- [12] H. Sungkowo *et al.*, “ANALISIS PENGUJIAN RELAY PROTEKSI MENGGUNAKAN RELAY TESTING UNIT TIPE PTE-100-C PLUS.”
- [13] E. Djati Widodo, D. Irawan, R. Puji Astutik, and J. Teknik Elektro, “ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI RELAY ARUS LEBIH PADA SISTEM KELISTRIKAN PT. PETROKIMIA GRESIK PABRIK AMUREA 2 BERBASIS ALGORITMA GENETIKA,” *Jl. Sumatra No.*, vol. 101, 6112.
- [14] A. Hasibuan, M. Daud, and R. Putri, “Performance Analysis of Over Current Relay on 20 kV Distribution Network Feeders Using MATLAB,” *Journal of Power, Energy, and Control*, vol. 2, no. 2, pp. 111–118, Sep. 2025, doi: 10.62777/pec.v2i2.57.
- [15] Z. Muslimin and A. Nurjihan, “Studi Setting Relay Arus Lebih Sistem Proteksi Generator dan Transformator PLTA Bakaru Sebelum dan Setelah Masuknya PLTA Malea,” *Jurnal EKSITASI*, vol. 2, no. 2, p. 2023.
- [16] T. Nova, “Perhitungan Setting Rele OCR dan GFR pada Sistem Interkoneksi Diesel Generator di Perusahaan "X ".”
- [17] A. A. Hameed, A. J. Sultan, and M. F. Booneya, “Design and Implementation a New Real Time Overcurrent Relay Based on Arduino MEGA,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Aug. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/881/1/012142.
- [18] H. D. Laksono, M. H. Hakim, R. Ikhlas, and R. A. Ramlee, “Design of Protection Relay Coordination Settings and Connecting to PLC Siemens S7-1500 For Load Shadding and HMI Display at PT. Semen Padang,” *Andalas Journal of Electrical and Electronic Engineering Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 35–42, Nov. 2022, doi: 10.25077/ajeeet.v2i2.24.
- [19] W. Hendra Prasetya *et al.*, “Analisa Koordinasi Proteksi Over Current Relay pada Gardu Induk Bangil.”
- [20] A. Multi and T. Addaus, “ANALISA PROTEKSI OVER CURRENT RELAY (OCR) DAN GROUND FAULT RELAY (GFR) PADA TRANSFORMATOR DAYA GARDU INDUK”, doi: 10.37277/stch.v32i1.