

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Transformator daya merupakan komponen penting dalam sistem tenaga listrik karena memiliki peran yang sangat krusial dalam mendistribusikan tegangan listrik dari pembangkit ke pengguna akhir. Namun, perlindungan terhadap trafo daya dari gangguan dan kegagalan menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan keandalan dan kontinuitas pasokan energi. Gangguan tersebut dapat berupa gangguan yang terjadi di dalam transformator daya (gangguan *internal*) dan gangguan yang terjadi di luar transformator daya (gangguan *eksternal*). Oleh karena itu diperlukan sistem proteksi transformator tenaga yang handal (Muharam dkk., 2018).

Salah satu tantangan utama dalam menjaga keandalan trafo daya adalah melindunginya dari gangguan *internal*. Gangguan *internal* seperti hubung singkat, atau masalah mekanis dalam trafo dapat menyebabkan kerusakan serius yang jika tidak ditangani dengan cepat, dapat mengakibatkan kerusakan lebih lanjut pada trafo dan gangguan pada sistem tenaga listrik secara keseluruhan. Oleh karena itu, sistem proteksi yang efektif sangat diperlukan untuk mendeteksi dan menangani gangguan *internal* pada trafo daya.

*Relay* diferensial adalah salah satu metode proteksi yang sering digunakan untuk melindungi trafo daya dari gangguan *internal*. Prinsip kerja *relay* diferensial adalah membandingkan arus yang masuk ke trafo dengan arus yang keluar dari trafo. Dalam kondisi normal, perbedaan arus masuk dan arus keluar sangat kecil.

Namun, jika terjadi gangguan *internal*, perbedaan ini akan meningkat secara signifikan. *Relay* diferensial akan mendeteksi perbedaan tersebut dan memicu pemutusan sirkuit untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada trafo (Badruzzaman & Himawati, t.t. 2014). Meskipun *relay* diferensial dirancang untuk memberikan proteksi yang efektif, ada kalanya relay ini mengalami kegagalan dalam mendeteksi gangguan atau bereaksi dengan lambat. Kegagalan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk pengaturan yang tidak tepat, kesalahan dalam pemrograman, atau masalah teknis lainnya. Kegagalan *relay* diferensial dalam menangani gangguan *internal* dapat menyebabkan kerusakan yang parah pada trafo dan gangguan dalam pasokan listrik.

Gardu Induk Denai adalah salah satu fasilitas penting dalam jaringan distribusi tenaga listrik yang mengoperasikan trafo daya. Salah satu Trafo daya di gardu induk denai pernah terjadi kegagalan lambat respon, disebabkan oleh kondisi *wiring* (kabel atau sambungan) yang terhubung pada relay diferensial kendor saat pemeliharaan rele diferensial. Sehingga *wiring* yang kendur dapat menambah hambatan dalam aliran arus, mengurangi daya yang mencapai mekanisme penggerak atau komponen *internal* rele. Ini bisa menyebabkan kecepatan respon menjadi lambat, karena komponen mekanis tidak bekerja seefisien seharusnya, kejadian ini langsung dapat ditangani.

Hal ini bisa terjadi karena sinyal arus yang tidak diterima dengan baik atau terlambat sampai ke relay. Akibatnya, waktu *trip* atau pengoperasian *relay* lebih lambat, dari *setting relay* 0,1 detik menjadi 1 detik yang berisiko menyebabkan kerusakan lebih lanjut pada sistem yang dilindungi. Sehingga Keandalan sistem

proteksi pada trafo daya di Gardu Induk Denai sangat penting untuk menjaga kualitas dan kontinuitas pasokan listrik. Oleh karena itu permasalahan ini perlu dilakukan analisis mendalam, karena rele diferensial lambat respon saat pemeliharaan akan mengakibatkan kerusakan pada trafo jika tidak ditangani dengan batas waktu secepat mungkin terhadap kinerja *relay* diferensial yang digunakan untuk melindungi trafo daya di gardu induk denai.

*ETAP (Electrical Transient Analyzer Program)* adalah perangkat lunak yang sering digunakan dalam analisis sistem tenaga listrik. *ETAP* memungkinkan simulasi dan analisis mendalam terhadap performa sistem proteksi, termasuk kinerja *relay* diferensial dalam berbagai kondisi gangguan. Dengan menggunakan *ETAP*, kita dapat mengevaluasi bagaimana *relay* diferensial merespons gangguan *internal*, seberapa cepat *relay* dapat mendeteksi dan mengesekusi tindakan proteksi, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mungkin menyebabkan kegagalan proteksi (Bahcrah dkk., 2021). Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “Analisi Keandalan *Relay* Diferensial Menggunakan *ETAP* Pada Trafo Daya di Gardu Induk Denai”

## 1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan landasan Permasalahan diatas, ada beberapa masalah yang dapat diidentifikasi sebagai fokus utama penelitian adalah sebagai berikut:

1. *Time setting* yang sudah dilakukan pada rele diferensial di trafo daya gardu induk denai ternyata mengalami kegagalan dan lambat respon.

2. Ada faktor-faktor penyebab kegagalan dalam deteksi gangguan pada *relay* diferensial yang tidak sesuai dengan kondisi operasional trafo sehingga terjadi kegagalan.

### 1.3. Batasan Masalah

1. Penelitian hanya difokuskan pada analisis kinerja *relay* diferensial pada Trafo Daya di Gardu Induk Denai, tanpa membahas keseluruhan proteksi seperti OCR, GFR, atau REF.
2. Analisis sistem proteksi dilakukan menggunakan perangkat lunak *ETAP*, terbatas pada simulasi gangguan internal dan respon *relay* diferensial.

### 1.4. Rumusan Masalah

1. Apa penyebab keterlambatan respon *relay* diferensial pada trafo daya di Gardu Induk Denai sehingga tidak bekerja sesuai *setting* waktu?
2. Bagaimana kinerja relay diferensial dalam mendeteksi dan menangani gangguan *internal* trafo daya?

### 1.5. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan respon *relay* diferensial.
2. Mengetahui keandalan kinerja *relay* diferensial pada trafo daya dalam mendeteksi dan menangani gangguan *internal*.

### 1.6. Manfaat Penelitian

#### A. Secara teoretis

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini akan menambah wawasan dan pengetahuan dalam bidang teknik elektro, khususnya mengenai keandalan *relay* deferensial pada transformator di gardu induk. Hal ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin mendalami topik yang sama.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai literatur tambahan bagi mahasiswa, peneliti, dan praktisi dalam memahami lebih dalam tentang konsep dan aplikasi relay deferensial pada sistem tenaga listrik.
3. Penelitian ini dapat memperkuat teori-teori yang sudah ada mengenai *relay* deferensial, serta memberikan pemahaman baru tentang bagaimana faktor-faktor tertentu mempengaruhi keandalan *relay* tersebut.

**B. Secara praktis**

1. Dapat mengurangi kerusakan pada trafo daya yang disebabkan oleh ketidakpastian dan faktor-faktor yang mempengaruhi keandalan kinerja rele diferensial.
2. Penelitian ini dapat menambah referensi untuk menambah wawasan tentang Analisis keandalan rele diferensial menggunakan *ETAP*.