

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern seperti sekarang ini, listrik merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia. Dengan demikian pelayanan serta penyaluran listrik dari pusat pembangkitan hingga konsumen yang andal, sangat diharapkan agar dapat menunjang perkembangan teknologi dan meningkatkan produktivitas kerja. Proses pertama penyaluran tenaga listrik dari pembangkit menuju konsumen dilakukan melalui saluran transmisi pada gardu induk 150kV maupun 500kV. Pada gardu induk dengan tipe radial, dimana hanya terdapat satu sumber aliran daya, penyaluran tenaga listrik memerlukan suatu sistem proteksi yang dapat bekerja secara cepat dalam mengisolasi gangguan pada setiap sisi saluran. Hal tersebut bertujuan agar gangguan dapat diminimalisir secara cepat dan tidak berakibat mengganggu stabilitas tenaga listrik pada konsumen dikarenakan adanya pemadaman.

Bagian utama dalam gardu induk yang merupakan sumber dari sebuah saluran transmisi adalah *bay line* atau penghantar. Pada gardu induk, *bay* penghantar terdiri dari berbagai peralatan transmisi utama seperti *lightning arrester*, CT dan PT sebagai masukan untuk relay dan *metering*, PMS Bus dan line untuk memutus tegangan, serta PMT pada kedua ujung saluran sebagai pemutus beban. Tenaga listrik tersebut dialirkan melalui tower-tower saluran udara tegangan tinggi. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) adalah saluran

tenaga listrik yang menggunakan penghantar berupa kawat telanjang di udara dengan nominal tegangan 150kV.

Saluran tersebut membentang pada medan yang berbeda-beda, sehingga sering ditemui bahwa lebih dari 70% gangguan pada saluran udara tegangan tinggi merupakan gangguan hubung singkat pada konduktor (“DEF Relay dan Skema Teleproteksi”, 2018). Gangguan yang sering ditemui merupakan gangguan hubung singkat pada fasa terhadap tanah atau bumi yang bersifat tahanan tinggi (*high resistance*). Gangguan *high resistance* merupakan gangguan dengan nilai impedansi resistif tinggi yang disebabkan oleh adanya *arcing/flashover*. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya kenaikan arus, dan turunnya nominal tegangan pada fasa yang mengalami gangguan. Permasalahan utama dengan adanya gangguan *high resistance* ini adalah penurunan kualitas tenaga listrik yang disalurkan oleh PT PLN (Persero).

Oleh karena proteksi utama *bay* penghantar berupa relai jarak bekerja berdasar impedansi, gangguan *high resistance* tidak dapat dideteksi sebagai gangguan dan akan trip dalam waktu tunda 2s oleh *backup protection*. Dalam hal ini maka relay jarak dianggap kurang selektif dalam menangani gangguan yang bersifat *high resistance*. Sehingga diperlukan adanya proteksi tambahan berupa relai *directional earth fault* yang dilengkapi dengan skema teleproteksi. Relai DEF bekerja secara berarah (*directional*) dengan melihat arah depan (*forward*) maupun belakang (*reverse*). Ia akan mengamankan daerah kerja yang ada di depannya dari gangguan serta dapat menerapkan pola *autoreclose*.

Mengacu pada pentingnya sistem proteksi pada sistem tenaga listrik khususnya pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) seperti yang sudah dijelaskan diatas, maka dibuatlah suatu alat sebagai simulasi pada tegangan rendah 220V dengan mengedepankan prinsip dan cara kerja relay sebagai proteksi bay penghantar 150kV pada gardu induk tipe radial yang berjudul **“SIMULASI RELAI DEF (*DIRECTIONAL EARTH FAULT*) SEBAGAI PROTEKSI UTAMA BAY PENGHANTAR PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560”**

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Bagaimana prinsip kerja *Directional Earth Fault (DEF)* sebagai proteksi utama bay penghantar ?
2. Bagaimana merancang suatu alat yang dapat mensimulasikan kerja dari *Directional Earth Fault (DEF)* berbasis *Arduino Mega 2560*?
3. Bagaimana membuat simulasi *Directional Earth Fault (DEF)* terhadap gangguan hubung singkat satu fasa tanah bersifat *high resistance*?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dibuatnya alat ini adalah :

1. Membuat simulasi relay *directional earth fault* sebagai proteksi utama saluran transmisi yang dapat bekerja dalam daerah proteksinya berbasis *Arduino Mega2560*.

2. Membuat simulasi proteksi saluran penghantar pada satu fasa terhadap arus gangguan *high resistance* berbasis Arduino Mega2560.
3. Memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Ahli Madya dari Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro Semarang.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang dapat diperoleh dari penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk penyusun, sebagai bentuk pengaplikasian dan penerapan ilmu-ilmu yang telah didapat selama proses perkuliahan yang dituangkan dalam bentuk alat tugas akhir.
2. Untuk masyarakat, sebagai media pembelajaran dan informasi mengenai sistem proteksi yang ada pada penyaluran tenaga listrik utamanya pada saluran udara tegangan tinggi.
3. Bagi PT PLN (Persero), dapat membantu *supervisor* maupun staff PT PLN (Persero) bidang sistem proteksi dalam memberikan referensi dan pembelajaran pada saat *knowledge sharing* dengan mengaplikasikan kerja relai *Directional Earth Fault (DEF)* sebagai proteksi penghantar 150kV yang disimulasikan dengan peralatan elektronika berbasis *Arduino Mega 2560*.
4. Untuk Universitas Diponegoro, khususnya Program Studi Teknik Elektro Sekolah Vokasi UNDIP dapat menjadi referensi dan tambahan ilmu bagi mahasiswa mengenai sistem proteksi Gardu Induk khususnya proteksi bay penghantar 150kV, yaitu *Directional Earth Fault (DEF)*.

1.5 Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir, agar pembahasan menjadi terfokus pada masalah yang diambil, penyusun memberi batasan penentuan masalah yang akan dibahas, antara lain :

1. Cara kerja proteksi yang akan dibahas yaitu *Directional Earth Fault (DEF)* pada satu fasa untuk mewakili tiga fasa sebagai proteksi utama bay penghantar.
2. Simulasi relai *Directional Earth Fault (DEF)* pada gangguan hubung singkat satu fasa-tanah bersifat *high resistance* dengan I_{set} sebesar 20%. Nilai setting ini berdasarkan nilai setting pada relay DEF bay penghantar pada Gardu Induk 150kV Nguntoronadi dan bukan perhitungan oleh penyusun.
3. *Arduino Mega 2560* digunakan pada tugas akhir ini sebagai pusat pengendali dengan cara memberi pemrograman melalui *software* bawaan Arduino.
4. ACS712 pada tugas akhir ini digunakan sebagai pendeteksi arus yang mengalir pada alat simulasi proteksi *Directional Earth Fault (DEF)*.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang penyusun pakai dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain:

a. Metode Studi Literatur

Dengan metode studi literatur, penyusun mengumpulkan data dengan mempelajari sumber-sumber literatur, atau buku dari berbagai perpustakaan maupun internet sebagai referensi untuk menyusun laporan.

b. Metode Laboratorium

Metode laboratorium adalah suatu cara untuk mengumpulkan data dengan melakukan pengujian dan pengukuran pada peralatan simulasi yang telah dibuat. Dalam hal ini penyusun melakukan pengujian dan pengukuran alat simulasi yang telah dibuat tentang cara kerja Metode laboratorium adalah suatu cara untuk mengumpulkan data dengan pengujian dan pengukuran pada alat simulasi yang telah dibuat. Dalam hal ini penyusun melakukan pengujian dan pengukuran alat simulasi yang telah dibuat tentang cara kerja *Directional Earth Fault* berkaitan dengan data nilai arus pada masing-masing CT inputan ke relai dalam keadaan normal, keadaan gangguan.

Metode ini dibagi menjadi :

1. Pembuatan Alat

Pada tahap ini penyusun membuat rancangan alat dan sistem dari awal sampai dengan selesai.

2. Pengukuran Alat

Pengukuran yang akan dilakukan pada proyek tugas akhir ini adalah :

- Arus pada masing-masing trafo arus.
- Tegangan pada sumber utama
- Arus pada beban saat kondisi normal
- Arus pada beban saat kondisi gangguan
- Tegangan pada catu daya.
- Tegangan pada *driver* relay.
- Tegangan pada rangkaian *debouncer*

3. Pengujian Alat

Pengujian yang akan dilakukan pada tugas akhir ini adalah :

- Uji simulasi keadaan normal
- Uji simulasi keadaan gangguan

c. Metode Observasi

Metode observasi adalah salah satu cara pengumpulan data dengan pengamatan secara langsung terhadap objek yang akan diteliti. Penyusun melakukan pengamatan langsung ke GI 150 kV Nguntoronadi saat melaksanakan Kerja Praktik di PT PLN (Persero) APP Salatiga *Basecamp* Surakarta pada tanggal 2 Januari-29 Maret 2018 untuk mengumpulkan dan mendapatkan data pendukung tugas akhir mengenai *Directional Earth Fault*.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAK

ABSTRACT

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas tentang hal-hal yang melatarbelakangi pembuatan Tugas Akhir, perumusan masalah, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, pembatasan masalah, dan sistematika Tugas Akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai tinjauan pustaka dan landasan teori yang menjadi panduan pada pembuatan Tugas Akhir.

BAB III SIMULASI RELAI DEF (*DIRECTIONAL EARTH FAULT*) SEBAGAI PROTEKSI UTAMA BAY PENGHANTAR PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Pada bab ini akan dibahas mengenai sistem proteksi penghantar, relai *directional earth fault* pada penghantar, dan perencanaan rangkaian dari alat simulasi.

BAB IV PEMBUATAN ALAT SIMULASI RELAI DEF (*DIRECTIONAL EARTH FAULT*) SEBAGAI PROTEKSI UTAMA BAY PENGHANTAR PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Pada bab ini akan dibahas penjelasan dan pembahasan tentang pembuatan simulasi alat dan bagaimana keseluruhan rangkaian dapat bekerja.

BAB V PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini akan dibahas tentang penjelasan tentang mekanisme pengukuran, data hasil pengukuran, dan analisis terhadap data hasil pengujian.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini akan berisi kesimpulan yang didapatkan dari pembahasan masalah, pengukuran dan pengujian keseluruhan sistem, serta saran yang menyempurnakan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN