

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gardu Induk menjadi bagian penting dalam sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik. Pada tahun 2020 PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) merencanakan pembangunan gardu induk, gardu tersebut merupakan *Gas Insulate Substation* (GIS) 150 kV Padalarang Baru II yang berlokasi di Desa Nyalindung, kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat. Hal tersebut dimaksudkan untuk membantu memasok kelistrikan pada proyek Kereta Cepat Jakarta Bandung (KCJB) dan membantu kebutuhan listrik di Provinsi Jawa Barat, khususnya Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kabupaten Purwakarta. Gardu tersebut akan terinterkoneksi dengan dua gardu induk *existing*. Dua gardu induk *existing* tersebut adalah Gardu Induk Padalarang 150 kV di Desa Kertamulya, Kecamatan padalarang, Kabupaten Bandung Barat dan GITET 500 kV Cirata di Desa Cadassari, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta [1].

Sejalan dengan perencanaan hal tersebut akan dibangun juga Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Cirata-Padalarang Baru II (KCIC Walini)-Padalarang yang membentang dari Kabupaten Purwakarta hingga Kabupaten Bandung Barat sepanjang 28.431 km [1]. Dengan adanya penambahan dan perubahan konfigurasi sistem transmisi pada GI Padalarang mengakibatkan parameter saluran transmisi juga berubah serta adanya gangguan yang tidak bisa diperkirakan besarnya, maka pengaturan *relay* yang ada menjadi tidak selektif. Hal tersebut akan mempengaruhi stabilitas dari sistem tenaga listrik yang ada dan mengakibatkan terjadinya gangguan yang berasal dari sistem karena kesalahan kinerja sistem proteksi dalam melindungi saluran transmisi 150 kV. Oleh karena itu diperlukan koordinasi *relay* yang lebih baik yang dapat menyesuaikan dengan keadaan sistem. Dengan cara tersebut dimungkinkan dapat memperbaiki kinerja pengamanan dalam memproteksi gangguan. Dalam kinerja sistem transmisi dibutuhkan keandalan dan keamanan dari setiap komponen proteksi yang ada untuk meminimalisir setiap gangguan yang terjadi. Gangguan yang biasa terjadi pada sistem transmisi ini diantaranya adalah gangguan fasa ke tanah maupun antar fasa,

yang kemudian sistem proteksi berperan penting untuk meningkatkan keandalan sistem transmisi pada gardu induk [2]. Kenaikan gangguan dapat mengakibatkan seringnya terjadi pemadaman listrik dengan waktu lama yang dapat merugikan konsumen. Di Jawa Barat sudah banyak terjadi gangguan dalam pelayanan energi listrik yaitu sebanyak 2.124 kali di tahun 2021 [3].

Sistem proteksi dikatakan andal ketika mampu segera mengantisipasi gangguan sedini mungkin dan meminimalisir efek yang terjadi akibat gangguan. Sistem proteksi utama yang digunakan pada saluran transmisi di GI Padalarang adalah *distance relay*. *Distance relay* merupakan salah satu dari jenis proteksi saluran transmisi yang bekerja berdasarkan perbandingan nilai *setting* impedansi terhadap impedansi pengukuran dari besaran arus pada trafo arus (CT) dan tegangan pada trafo daya (PT). Dalam kinerjanya *distance relay* terdapat sebuah fenomena yang disebut dengan *infeed current*. *Infeed current* ini akan mempengaruhi besaran impedansi yang dideteksi oleh *relay* sebagai sistem proteksi saluran transmisi. *Distance relay* sebagai proteksi utama saluran transmisi memerlukan tahapan untuk memperoleh nilai *setting* yang tepat. Maka dari itu penelitian ini diperlukan sebagai tahapan perencanaan *setting distance relay* dengan memperhatikan fenomena *infeed current* menggunakan aplikasi yang dirancang pada aplikasi MATLAB untuk memperoleh nilai *setting* yang tepat, agar nantinya keandalan sistem yang ada bekerja secara optimal dan dapat melindungi Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV baru yang terdapat pada GI Padalarang dengan dibangunnya GIS Padalarang Baru II.

1.2. State of The Art

State of the art berisikan penelitian sebelumnya yang berfungsi untuk menganalisis dan memperkaya materi pembahasan penelitian, dan untuk membedakan dengan penelitian yang sedang dilakukan sebagai referensi perancangan tugas akhir seperti pada Tabel 1.1. Hal ini dilakukan untuk menghindari tindakan kecurangan dan tindak pidana lainnya dalam penulisan suatu karya. Dalam penelitian ini disertakan 3 jurnal internasional dan 1 jurnal nasional penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan topik penelitian ini diantaranya:

Tabel 1.1. Referensi.

Judul	Peneliti	Tahun
<i>Performance Analysis of a Distance relay for Zone Identification</i>	M. Kiruthika, dan Bindu S	2018
<i>The Basics of Transmission Line Protection</i>	Nathan O. Mogaru, P.E.	2020
<i>Zone Protection System of Transmission Line by Distance relay using Matlab/Simulink</i>	Farhana Ferdous, dan Ruma	2019
Analisis Penentuan <i>Setting Distance relay</i> Penghantar Sutt 150 Kv GIS Pesanggaran-GI Pemecutan Kelod	Kholid Hidayatullah, Rukmi Sari Hartati, dan I W Sukerayasa	2019

Artikel [4] menyajikan model *distance relay* yang dirancang dan dimodelkan menggunakan *software MATLAB /SIMULINK* yang mengidentifikasi zona patahan yang benar dengan model yang diuji untuk berbagai kondisi kesalahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *relay* mampu mengidentifikasi zona gangguan dan mengisolasi jalur gangguan sesuai pengaturan *relay*.

Artikel [5] menjelaskan bagaimana penggunaan *relay* proteksi berbasis mikroprosesor dan teknologi komunikasi digital modern yang telah menyederhanakan proteksi saluran transmisi. Skema perlindungan saluran transmisi telah berevolusi selama bertahun-tahun seperti pada *distance relay* yang diperlukan koordinasi zona perlindungan yang tepat untuk meminimalkan gangguan yang tidak diinginkan dari pengiriman daya. Hasil penelitian menjelaskan kemajuan teknologi terkini memanfaatkan saluran komunikasi digital khusus untuk menyederhanakan penerapan *relay* proteksi tersebut ke saluran transmisi.

Artikel [6] menjelaskan mengenai permasalahan pada saluran transmisi di berbagai jenis zona dengan menggunakan *distance relay* untuk mendeteksi dan menemukan kesalahan dan memberikan sinyal *trip* ke pemutus sirkuit. Algoritma

yang dipakai diuji menggunakan perangkat lunak *MATLAB/SIMULINK* dengan mengamati perilakunya selama resistansi tinggi untuk menganalisis deteksi gangguan *line-to-ground* dan *line-to-line*. Hasil penelitian ini membantu untuk mengidentifikasi kesalahan dalam skala besar saluran transmisi tiga fasa di zona yang berbeda, juga mampu melindungi peralatan berharga dan keselamatan para pekerja.

Artikel [7] membahas *setting* ulang *distance relay* agar relay dapat bekerja lebih selektif dan handal karena adanya penambahan kabel *Under Ground Cable* (UGC) dan perubahan *rating* peralatan untuk kebutuhan rekonfigurasi Gardu Induk. Dengan menggunakan perhitungan manual dan simulasi diperoleh hasil *setting* ulang *distance relay* GIS Pesanggaran-GI Pemecutan Kelod. *Setting* tersebut menunjukkan bahwa nilai *setting* ulang *relay* dapat mengamankan saluran dari gangguan hubung singkat 3 fasa yang diperoleh dari hasil simulasi.

Dari Tabel 1.1 dapat diketahui sudah ada berbagai penelitian yang berkaitan dengan *distance relay* pada saluran transmisi yang dapat memperkaya pengetahuan dalam menyusun penelitian tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian dengan judul “Rancang bangun aplikasi *setting distance relay* berbasis GUI *MATLAB* (studi kasus: saluran transmisi 150 kV GI Padalarang-GIS Padalarang Baru II)”. Dengan literatur yang sudah ada sebelumnya penelitian ini akan dilakukan pengembangan yaitu membuat program GUI *setting distance relay* karakteristik mho menggunakan aplikasi *MATLAB* dengan memperhatikan pengaruh *infeed current* terhadap kinerja *relay* menggunakan Standar PT PLN (SPLN) dan IEEE C37.113™. Dengan begitu, penelitian ini dilakukan sebagai salah satu syarat tugas akhir yang mengandung kebaruan dari penelitian-penelitian sebelumnya.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada di latar belakang, dapat dirumuskan beberapa masalah:

1. Bagaimana rancang bangun aplikasi *setting distance relay* berbasis GUI *MATLAB*?

2. Bagaimana cara memperoleh nilai *setting distance relay* yang tepat pada aplikasi *setting distance relay* untuk saluran transmisi 150 kV GI Padalarang-GIS Padalarang Baru II dan GIS Padalarang Baru II-GI Padalarang?
3. Mengapa faktor *infeed current* dapat mempengaruhi kinerja *distance relay* jika terjadi gangguan hubung singkat pada saluran transmisi 150 kV?
4. Bagaimana cara kerja, kelebihan dan kekurangan *distance relay* karakteristik mho dalam melindungi saluran transmisi 150 kV?

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui rancang bangun aplikasi *setting distance relay* berbasis GUI MATLAB.
2. Memperoleh nilai *setting distance relay* yang tepat dari aplikasi *setting distance relay* untuk saluran transmisi 150 kV GI Padalarang-GIS Padalarang Baru II dan GIS Padalarang Baru II-GI Padalarang.
3. Mengetahui pengaruh fenomena *infeed current* terhadap kinerja *distance relay* jika terjadi gangguan hubung singkat dalam memproteksi saluran transmisi 150 kV.
4. Mengetahui cara kerja, kelebihan dan kekurangan *distance relay* karakteristik mho dalam memproteksi saluran transmisi 150 kV.

1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi dua yaitu manfaat praktis yang nantinya dapat digunakan oleh pihak perusahaan dan manfaat akademis yang dapat digunakan sebagai ilmu untuk pembaca.

1.5.1. Manfaat Praktis

Dengan adanya penelitian perencanaan *setting* proteksi *distance relay* untuk saluran transmisi pada gardu induk 150 kV Padalarang ini diharapkan hasil penelitian ini menjadi bahan masukan dan pertimbangan bagi Gardu Induk

Padalarang 150 kV dalam menentukan perencanaan *setting distance relay* dengan dibangunnya GIS Padalarang Baru II. Hal tersebut dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja proteksi *relay* yang ada dalam menanggapi berbagai gangguan hubung singkat pada saluran transmisi. Dengan begitu Gardu Induk Padalarang 150 kV mampu menjaga kontinuitas pelayanan energi listrik kepada para konsumen.

1.5.2. Manfaat Akademis

Diharapkan penelitian ini dapat memperkaya pengetahuan mengenai tahapan memperoleh nilai *setting distance relay* untuk saluran transmisi dengan tepat dan sesuai standar yang nantinya dapat dikembangkan kembali oleh para peneliti untuk mengoptimalkan sistem transmisi tenaga listrik lainnya.

1.6. Batasan Masalah

Untuk mencapai hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian ini maka dibutuhkan batasan masalah, Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

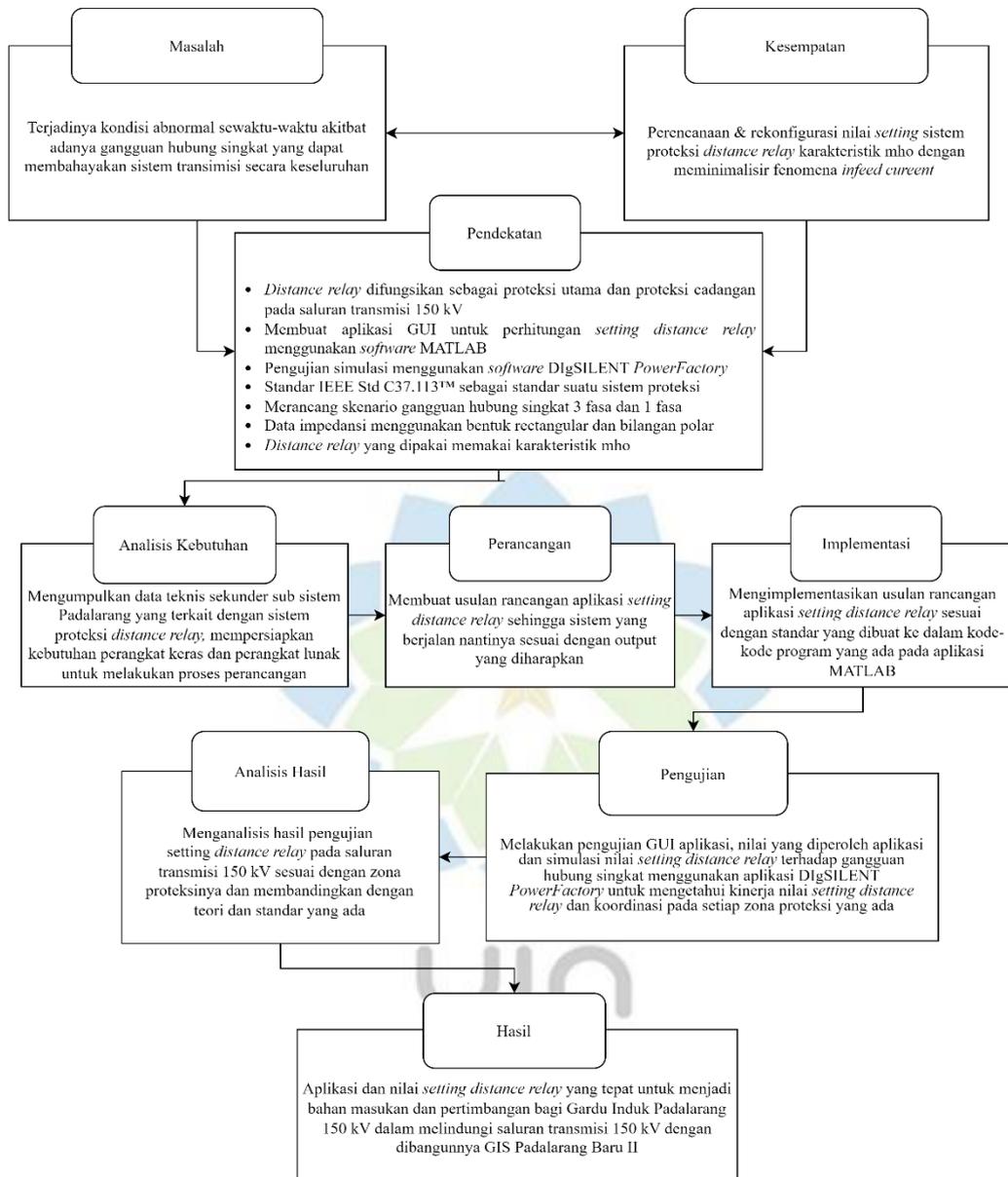
1. Program GUI dirancang pada *software* MATLAB yang berlisensi milik PT PLN.
2. Pada semua nilai perhitungan manual dan perhitungan aplikasi memuat 4 angka taksiran untuk mendapatkan keakuratan data.
3. Simulasi untuk menguji penelitian ini menggunakan *software* *DIgSILENT POWER FACTORY* version 15.1.
4. Pada penelitian ini *distance relay* digunakan sebagai proteksi utama dan proteksi cadangan/*backup* pada saluran transmisi 150 kV sesuai dengan Standar PLN (SPLN) dan IEEE C37.113™.
5. Jenis gangguan yang dipakai pada simulasi penelitian ini adalah gangguan hubung singkat 3 fasa dan gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah.
6. Karakteristik *distance relay* yang dipakai pada penelitian ini adalah karakteristik mho.
7. Nilai *setting distance relay* pada GI Padalarang-GI Cibabat dan GI Padalarang-GI Jatiluhur I hanya dijadikan sebagai acuan untuk koordinasi

setting distance relay pada GI Padalarang-GIS Padalarang Baru II dalam memproteksi pengaruh *infeed current*.

1.7. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan suatu dasar pemikiran yang melibatkan penggabungan antara teori, fakta, observasi, serta kajian pustaka, yang nantinya dibuat sebagai landasan untuk melakukan suatu penelitian. Kerangka berpikir juga dapat dikatakan sebagai visualisasi dalam bentuk bagan yang saling terhubung. Dengan bagan tersebut dapat dikatakan bahwa kerangka berpikir merupakan suatu alur logika yang berjalan di dalam suatu penelitian.. Untuk menentukan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian masalah yang dibahas dapat diatasi dengan kerangka berpikir yang di dalamnya terdapat informasi hasil penelusuran, uraian sistematis dan perumusan masalah. Hal ini dijelaskan sesuai kerangka berpikir yang ada seperti pada Gambar 1.1.





Gambar 1.1. Kerangka berpikir.

1.8. Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan berikut penjabarannya:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, *state of the art*, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai dasar teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku karya ilmiah, jurnal, *paper* dan lain sebagainya yang sesuai dengan pokok pembahasan penelitian.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan bagaimana kajian dilakukan melalui metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan selama melakukan penelitian dari awal sampai akhir dengan menggunakan alur diagram.

4. BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah perancangan metode perhitungan, perancangan aplikasi, membuat rancangan GUI aplikasi *setting distance relay*. kemudian usulan perancangan tersebut diimplementasikan ke dalam bentuk kode-kode program yang ada pada aplikasi MATLAB.

5. BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL

Pada bab ini berisi tentang pengujian yang dilakukan terhadap tampilan aplikasi, nilai pengolahan data dan simulasi dari *setting distance relay*. Hasil pengujian tersebut kemudian dianalisis berdasarkan teori yang ada.

6. BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab akhir sebagai bab penutup dari keseluruhan penelitian yang dikerjakan. Bagian ini terdiri dari kesimpulan dan saran yang diberikan untuk penelitian yang mungkin dilakukan selanjutnya.

7. DAFTAR PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai berbagai referensi atau sumber yang didapat dari buku, jurnal, internet dan lain sebagainya untuk menunjang pemahaman mengenai penelitian yang dilakukan.

8. LAMPIRAN