

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan manual serta simulasi yang dilakukan pada *software* ETAP 16.0.0 dalam penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Arus gangguan hubung singkat terbesar terjadi di penyulang IS.6, jenis hubung singkat 3 fasa, pada jarak 25% dari panjang penyulang 7,98 KMS sebesar 4828,278 A (hasil perhitungan) dan 5206 A (hasil simulasi). Sedangkan, arus gangguan hubung singkat terkecil terjadi di penyulang IS.4, jenis hubung singkat 1 fasa ke tanah, pada jarak 100% dari panjang penyulang 76,67 KMS sebesar 51,948 A (hasil perhitungan) dan 54 A (hasil simulasi).
2. Perbandingan antara hasil perhitungan manual dengan hasil simulasi *software* ETAP terhadap berbagai jenis arus gangguan hubung singkat (1 fasa ke tanah, antar fasa, dan 3 fasa) yang terjadi di 6 buah penyulang yang beroperasi di Gardu Induk Isimu, serta dalam ragam variasi titik gangguan (25%, 50%, 75% dan 100% dari total panjang penyulang), didapatkan persentase *error* rata-rata yang terbesar terjadi di penyulang IS.6 yaitu 7% dan persentase *error* rata-rata terkecil terjadi di penyulang IS.3 yaitu 3%. Terdapatnya selisih diantara perhitungan manual dan simulasi atau disebut dengan persentase *error* adalah hal yang wajar terjadi, disebabkan oleh *software* ETAP menggunakan variabel yang beragam di belakang layar saat melakukan *running* program analisa arus gangguan hubung singkat (1 fasa ke tanah, antar fasa, dan 3 fasa), sedangkan perhitungan manual hanya terbatas.

3. Berdasarkan hasil perhitungan manual serta perbandingan dengan hasil simulasi pada *software* ETAP 16.0.0 spesifikasi pemutus tenaga (PMT) dalam melindungi trafo daya 60 MVA di gardu induk Isimu adalah baik. Hal ini didasarkan pada *setting* waktu kerja rele *incoming* dengan mengambil besar arus hubung singkat 3 fasa pada penyulang IS.6 (merupakan penyulang dengan arus hubung singkat terbesar diantara penyulang-penyulang lainnya) yang terjadi di 25%, 50%, 75% dan 100% panjang penyulang berturut-turut sebesar 0,313 detik, 0,377 detik, 0,447 detik dan 0,523 detik. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil waktu kerja rele yang tidak lebih kecil dari 0,3 detik. Hal ini berguna untuk menjaga agar rele tidak *trip* dikarenakan oleh adanya arus *inrush* dari transformator-transformator arus yang telah terhubung ke jaringan lainnya.
4. Berdasarkan hasil analisis, ada beberapa faktor yang mempengaruhi spesifikasi pemutus tenaga (PMT) dalam melindungi trafo 60 MVA di GI Isimu, antara lain yaitu besarnya arus gangguan hubung singkat yang terjadi. Besar atau kecilnya arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh jenis gangguan hubung singkat itu sendiri, serta variasi letak gangguan terjadinya hubung singkat, semakin jauh titik gangguan maka semakin kecil arus hubung singkatnya dan semakin dekat titik gangguan maka semakin besar pula arus gangguan hubung singkatnya. Faktor lainnya yaitu, *setting* rele arus lebih. Semakin cepat waktu dari kerja rele arus lebih dalam memerintahkan PMT untuk segera memutuskan jaringan ketika terjadi hubung singkat maka semakin baik pula spesifikasi dari PMT tersebut.

## 5.2. Saran

1. Disaat melakukan perencanaan dalam menganalisa besar arus gangguan hubung singkat (1 fasa ke tanah, antar fasa, dan 3 fasa) maupun waktu kerja rele arus lebih, akan lebih efisien jika menggunakan *software* simulasi seperti ETAP karena *software* tersebut menggunakan beragam variabel disaat melakukan *running* hasil, sehingga mendapatkan hasil yang lebih akurat. Di sisi lain lebih efisien dalam penghematan waktu kerja dikarenakan *software* simulasi seperti ETAP dapat menganalisa besar arus gangguan hubung singkat dari berbagai jenis penyulang dalam waktu yang bersamaan.
2. Untuk penelitian selanjutnya, dapat melakukan analisa aliran daya pada seluruh penyulang untuk keperluan evaluasi spesifikasi pemutus tenaga (*Circuit Breaker*) pada setiap penyulang yang terdapat di Gardu Induk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryamantara, Komang Jaryanta, I. A. .. Giriantari, and I. .. Sukerayasa. 2018. "Analisis Hubung Singkat Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Penyulang Kedonganan." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* 17(2):213.
- Aryanto, Tofan and Said Sunardiyo. 2013. "Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi Di Gardu Induk 150 KV Jepara." *Jurnal Teknik Elektro Unnes* 5(2).
- Dasman. 2016. "Studi Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah Pada Sutt 150 Kv ( Aplikasi Gi Pip – Pauh Limo )." *Jte - Itp Issn* Volume 5,(2):113–19.
- Firdaus, Mega, Hery Purnomo, and Teguh Utomo. 2015. "Analisis Koordinasi Rele Arus Lebih Dan Penutup Balik Otomatis ( Recloser ) Pada Penyulang Junrejo 20 KV Gardu Induk Sengkaling Akibat Gangguan Arus Hubung Singkat SINGKAT." *Universitas Brawijaya* 8.
- Harun, Ervan Hasan. n.d. *Bahan Ajar Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Gorontalo: Ervan Hasan Harun.
- Hasan, Bachtiar. 2012. "Analisis Penggunaan Gas Sf6 Pada Pemutus Tenaga (Pmt) Di Gardu Induk Cigereleng Bandung." *ELECTRANS* 204(2):81–93.
- Hendra, Edi Lazuardi, and M. Suparlan. 2015. "Studi Penentuan Kapasitas Pemutus Tenaga Sisi 20 Kv Pada Gardu Induk Sekayu." *Mikrotiga* 2(1):16–21.
- Husodo, Budi Yanto. 2014. "Analisa Perhitungan Dan Pengaturan Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah Pada Kubikel Cakra 20 KV Di PT XYZ." *Sinergi* 18(3):165–70.
- Ismail, Andry E. P., Taufik Ismail Yusuf, and Ervan Hasan Harun. 2019. "Studi Koordinasi Relai Arus Lebih Dan Gangguan Tanah Pada Penyulang Gardu Induk 20 KV Marisa." *Jurnal Teknik* 16(2):109–25.
- Izzatillaev, J. O. 2020. "Determination of Power Flows in Microgrids with Renewable Energy Sources by Using Special Computer Programs." *Applied Solar Energy (English Translation of Geliotekhnika)* 56(2):149–55.
- Kume, Jeandy T. I., Ir Fielman Lisi, and Sartje Silimang. 2016. "Analisa Gangguan Hubung Singkat Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan 20 KV

- Penyulang SL 3 GI Teling Manado.” *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer* 5(4):46–52.
- Lisi, Ferari Ch, Fielman Lisi, Sartje Silimang, and Jurusan Teknik Elektro-ft. 2018. “Analisa Perhitungan Kapasitas Dan Pemilihan Circuit Breaker (CB) Pada Penyulang Gardu Induk Paniki Sistem Minahasa.” *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer* 7(1):9–16.
- Nazir, Mohammad. 1988. *Metode Penelitian / Mohammad Nazir*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nurdiana, Nita. 2016. “Analisa Gangguan Arus Hubung Singkat Pada Penyulang Nakula Gardu Induk Talang Kelapa.” *Jurnal Ampere* 1:26–35.
- Pabla, A. S. 2019. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Pandjaitan, Bonar. 2012. *Praktik-Praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: ANDI.
- Pangestu, Rizki Indra. 2019. *Analisis Kinerja Circuit Breaker Pada Sisi 150 KV Gardu Induk Lamhotma*. Sumatera Utara.
- Posundu, Filia Majesty, Lily S. Patras, Ir Fielman Lisi, and Maickel Tuegeh. 2013. “Penentuan Kapasitas CB Dengan Analisa Hubung Singkat Pada Jaringan 70 KV Sistem Minahasa.” *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer* 2(2):1–6.
- PT PLN (PERSERO). 2014a. *Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga*. Jakarta.
- PT PLN (PERSERO). 2014b. *Pedoman Pembangunan Gardu Induk 66 Kv Minimalis*. SPLN T5.00. Jakarta Selatan.
- Putra, Adhitya Indrajaya, Karnoto Karnoto, and Bambang Winardi. 2017. “Evaluasi Setting Relay Arus Lebih Dan Setting Relay Gangguan Tanah Pada Gardu Induk 150Kv Bawen.” *Transient* 6(3):454.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Pendidikan: (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D)*. Alfabeta.
- Tobing, Bonggas L. 2003. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wirawan, Budi. 2014. “Setting Koordinasi Over Current Relay Pada Trafo 60 MVA 150 / 20 Kv Dan Penyulang 20 KV.” *Sinergi* 18(3):134–40.

- Yanuwirawan, Edo, Margo Pujiantara, and R. Wahyudi. 2015. "Studi Koordinasi Proteksi Rele Arus Lebih Dan Ground Fault Pada Sistem Eksisting PT. VICO Indonesia, Kalimantan Timur." 4(2):A148–53.
- Yusmartato, Yusniati. 2016. "Analisa Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah Pada Penyulang LM5 Di Gardu Induk Lamhotma." *Journal of Electrical Technology* 1(2):30–36.