



Studi Analisa Rele Differensial Pada Proteksi Transformator 60 MVA Gardu Induk Pauh Limo

Zulkarnaini, Fauza Hafni

Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia
E-mail: zulkarnainieva@gmail.com

Informasi Artikel

Diserahkan tanggal:

28 Mei 2020

Direvisi tanggal:

2 Juni 2020

Diterima tanggal:

10 Juni 2020

Dipublikasikan tanggal:

31 Juli 2020

Digital Object Identifier:

10.21063/JTE.2020.3133914



Abstrak

Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok saat ini. Guna menjaga kelangsungan saluran tenaga listrik diperlukan proteksi yang sesuai dengan kebutuhan. Proteksi adalah suatu bentuk perlindungan terhadap peralatan listrik yang ada guna menghindari kerusakan peralatan dan juga agar stabilitas penyaluran tenaga listrik tetap terjaga. Transformator adalah suatu peralatan yang sangat penting dalam system tenaga listrik. Dalam penelitian ini dibahas tentang relay differensial yang merupakan pengaman utama transformator yang bekerja tanpa koordinasi dengan relay yang lain. Relay ini bekerja apabila terdapat perbedaan arus pada CT sisi primer dan CT sisi sekunder di zona proteksi. Apabila gangguan terjadi diluar zona proteksi maka relay tidak akan bekerja. Penelitian ini berupa simulasi menggunakan ETAP 12.6. Error mismatch pada trafo daya 1 GI Pauh Limo masih di bawah batas maksimal yaitu 5% karena didapat hasil perhitungan masing-masing taraf daya 1 pada sisi 150 kV dan 20 kV sebesar 0.18% dan 0.23%.

Kata kunci: Pembangkit, Trafo, Penyeimbangan Beban, Susut Energi.

1. PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok saat ini. Tujuan utama dari sistem tenaga listrik adalah penyaluran daya listrik yang mempunyai mutu dan keandalan yang tinggi dan salah satu hal yang terpenting dalam suatu sistem tenaga listrik adalah proteksi terhadap peralatan listrik yang digunakan dari segala macam bentuk gangguan. Berdasarkan ANSI/IEEE Std. 100-1992 gangguan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan oleh kegagalan suatu perangkat, komponen, atau suatu elemen yang bekerja tidak sesuai dengan fungsinya.[1]

Proteksi adalah suatu bentuk perlindungan terhadap peralatan listrik yang berguna menghindari kerusakan peralatan dan juga agar stabilitas penyaluran tenaga listrik tetap terjaga. Ada beberapa persyaratan agar sistem proteksi dikatakan baik, apabila : andal, selektif, peka, dan cepat. Sedangkan sistem proteksi itu terdiri atas beberapa bagian yaitu trafo arus atau trafo tegangan (CT/PT), pengawatan, dan sumber AC/DC.[2].

Salah satu proteksi yang paling penting pada transformator adalah relay differensial. Relay differensial bekerja tanpa koordinasi dengan relay yang lain, karena relay ini bekerja tanpa koordinasi dengan relay yang lain maka dari itu kerja relay ini juga diperlukan waktu yang cepat. Perbedaan antara relay differensial dengan relay yang lain adalah sifat dari relay differensial itu sendiri yaitu : sangat selektif dan cepat dalam mengatasi gangguan, sebagai pengaman utama pada transformator, relay differensial ini juga tidak dapat digunakan sebagai backup protection atau proteksi cadangan dan yang terakhir relay differensial ini mempunyai daerah pengaman yang dibatasi oleh pemasangan trafo arus (CT).[2] Transformator merupakan komponen vital pada gardu induk, yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke rendah atau sebaliknya dan diharapkan beroperasi secara maksimal karena dapat mempengaruhi sistem tenaga listrik. Karena peran transformator sangat vital dalam sistem tenaga listrik maka diperlukan sistem proteksi yang handal pada transformator untuk melindungi dari gangguan yang ada pada transformator. [3-11].

Karakteristik diferensial dibuat sejalan dengan Unbalances current (I_{μ}), untuk menghindari terjadinya kesalahan kerja. Kesalahan kerja disebabkan karena CT ratio mismatch, adanya pergeseran fasa akibat belitan transformator tenaga terhubung (Y) – (Δ). Untuk mengatasi masalah unbalance current (I_{μ})

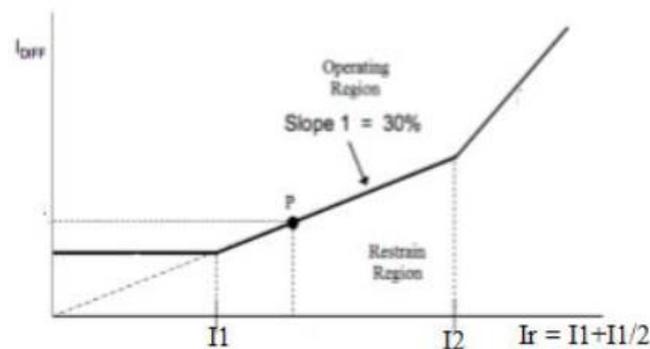
pada relai diferensial caranya dengan menambahkan kumparan yang menahan bekerjanya relai di daerah I_{μ} . Kumparan ini di sebut Restraining Coil, sedangkan kumparan yang mengerjakan relai tersebut di sebut Operating Coil. Arus diferensial didapat dari menjumlahkan komponen arus sekunder perfasa di belitan 1 (I_1) dan belitan 2 (I_2) secara vektor perfasa.

Jika arus berlawanan dalam arti yang satu menuju relai dan yang yang lainnya meninggalkan relai, maka akan saling mengurangi dan sebaliknya jika arus searah berarti yang kedua-duanya menuju atau meninggalkan relai, maka akan saling menjumlahkan.[7]. Didalam relai ini kumparan kerjanya dihubungkan dengan titik tengah kumparan penahan (peredam), total jumlah impedansi belitan didalam kumparan peredam sama dengan jumlah ampere belitan yang ada pada kedua $1/2$ bagian kumparan yaitu $I_1N/2 + I_2/N$ yang memberikan rata-rata arus peredam sebesar :

$$I_{Diff} = I_1 + I_2$$

$$I_{restraint} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

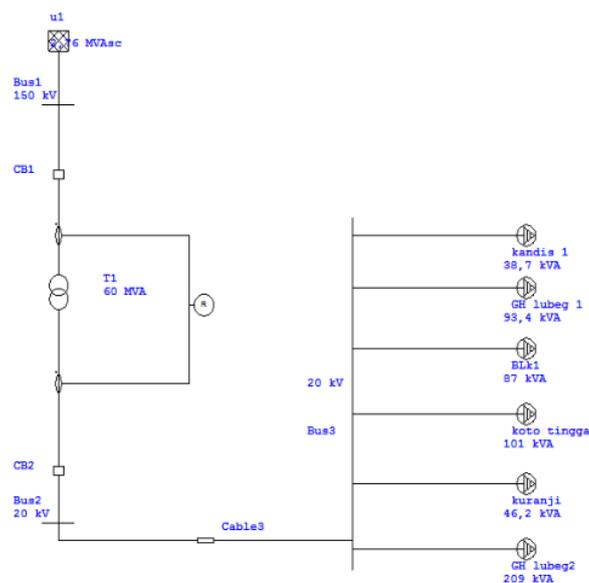
Slope didapat dengan membagi antara komponen arus diferensial dengan arus penahan. Slope 1 akan menentukan arus diferensial dan arus penahan pada saat kondisi normal dan memastikan sensitifitas relai pada saat gangguan internal dengan arus gangguan yang kecil.



Gambar 1 Karakteristik relay differential[6]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian studi analisa tentang relay diferensial pada transformator daya 60 MVA dengan menginputkan data – data yang didapat yang nantinya akan disimulasikan menggunakan program ETAP 12.6. Berikut diberikan single line diagram trafo daya 60 MVA GI Pauh Limo.



Gambar 2 Single line diagram trafo daya 60 MVA GI Pauh Limo.

Perhitungan Rasio CT Arus nominal merupakan arus yang mengalir pada tegangan tinggi dan tegangan rendah. Rumus dari arus rating dan arus nominal adalah: $I_n = \frac{S}{V_x \sqrt{3}}$

Keterangan:

I_n = Arus Nominal

S = Daya Tersalur

V = Tegangan pada Sisi Primer dan Sekunder

Transformator dapat menarik beban hingga 110% dari kapasitasnya, selama temperatur belitan dibawah temperatur maksimumnya.

$$I_{\text{rating}} = 110\%.$$

Maka perbandingan rasio transformator arus (CT ratio) dapat dihitung dari nilai arus rating dikedua sisi tegangan transformator tenaga tersebut dan disesuaikan dengan spesifikasi CT rasio yang ada dipasaran sedangkan nilai sekunder CT (5A atau 1A) disesuaikan dengan peralatan proteksinya.

Perhitungan Error Mismatch Error mismatch merupakan kesalahan dalam membaca perbedaan arus dan tegangan disisi primer dan sekunder trafo serta pergeseran fasa ditrafo tersebut. Error mismatch dapat ditentukan dengan membandingkan ratio CT ideal dengan yang ada dipasaran, dengan pertimbangan tidak melebihi 5% dari besar ratio CT yang dipilih. Syarat ini ditentukan untuk proteksi agar optimal menjaga sistem tenaga listrik dari gangguan.[2]

Pada relay differensial unuk melihat error mismatch didapat dari perbandingan CT dengan tegangan dengan persamaan berikut :

$$\frac{CT_1}{CT_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$CT_2 \text{ (ideal)} = CT_1 \times \frac{V_1}{V_2}$$

Error mismatch untuk relay differensial adalah :

$$\frac{CT_{\text{ideal}}}{CT_2} \%$$

Untuk menghitung arus differensial pada trafo dapat digunakan rumus berikut :

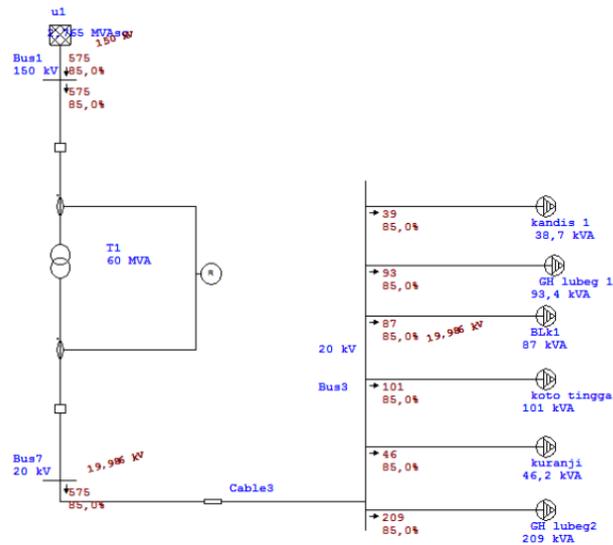
$$I_{\text{sekunder CT1}} = \frac{1}{\text{ratio CT}} \times I_n.$$

$$I_{\text{sekunder CT2}} = \frac{1}{\text{ratio CT}} \times I_n$$

ACT merupakan suatu alat pendukung yang mempunyai arti penting dalam suatu sistem pengaman differensial. ACT berfungsi untuk mengoreksi adanya perbedaan arus disisi sekunder CT pada kedua sisi trafo dengan mengusahakan agar selisih arus keluaran masing – masing CT yang masuk ke relay sekecil mungkin. Pada sistem pengaman differensial, ACT yang dipasang antara transformator arus dengan relay masing – masing di sisi tegangan. Arus sekunder masing – masing trafo merupakan input bagi ACT, dimana nantinya akan diturunkan sesuai dengan arus nominal relay differensial, dengan cara pengaturan posisi tap Aux.CT.

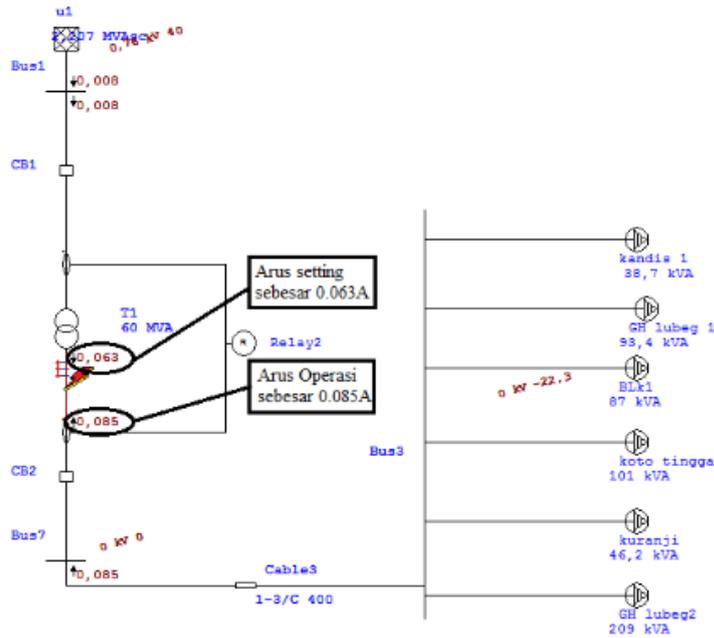
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan arus dan tegangan dari simulasi load flow analysis, maka didapatkan arus yang mengalir pada sisi primer dan sisi sekunder.

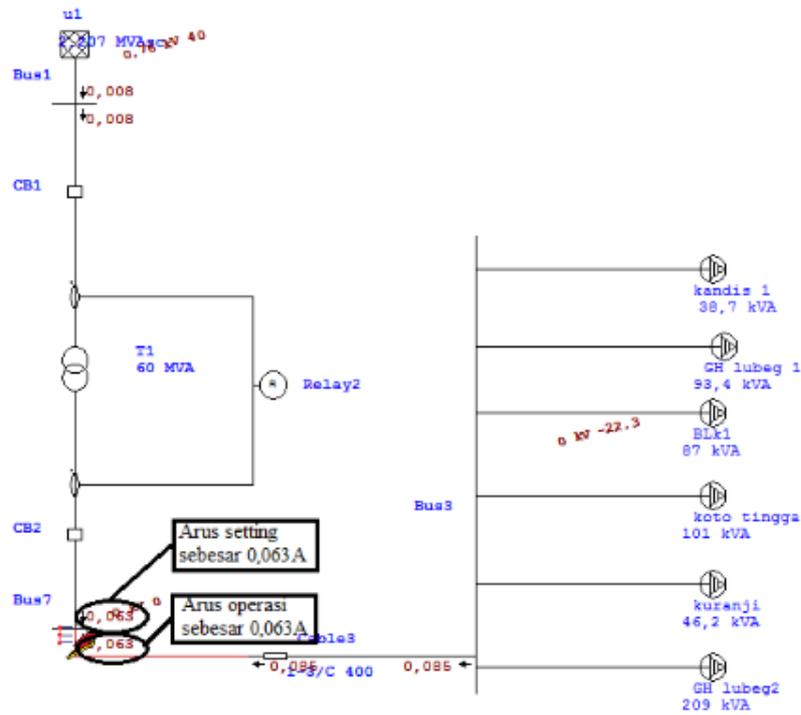


Gambar 3 Simulasi load flow analysis.

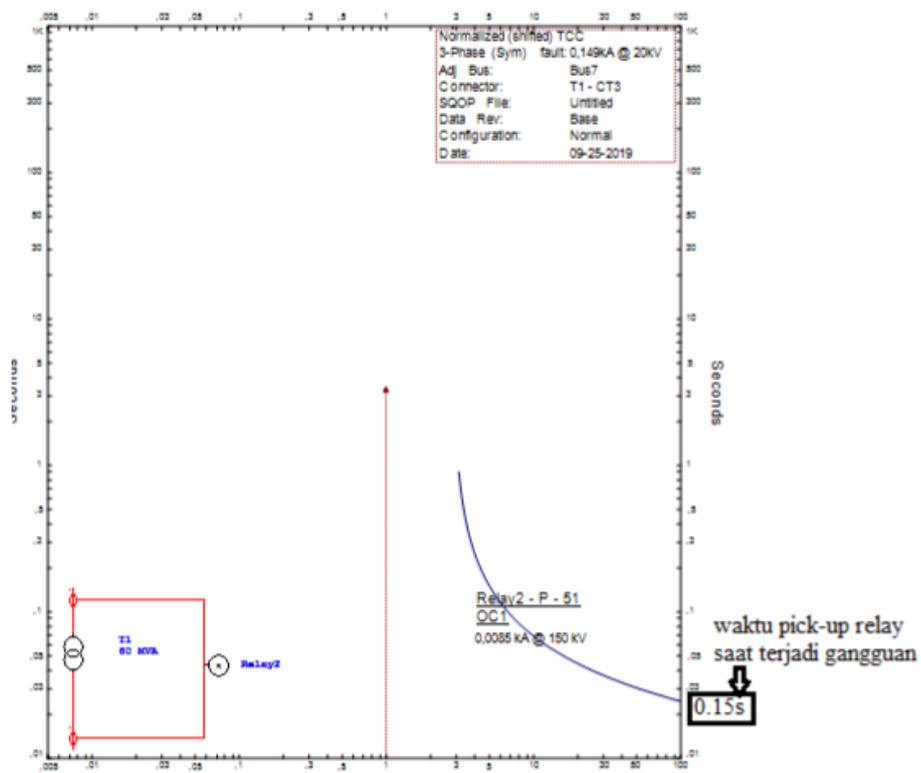
Untuk simulasi setting relay differensial dilakukan berdasarkan dua gangguan yaitu gangguan didalam daerah pengaman dan diluar daerah pengaman, ini dilakukan guna menghindari kegagalan proteksi dari relay differensial sebagai proteksi transformator daya saat terjadi gangguan. Daerah pengamannya dibatasi oleh pasangan transformator arus dimana relay differensial dipasang sehingga relay tidak bisa dijadikan sebagai pengaman cadangan untuk daerah berikutnya. Berikut ini adalah simulasi setting relay differensial baik saat terjadi gangguan dalam maupun gangguan diluar.



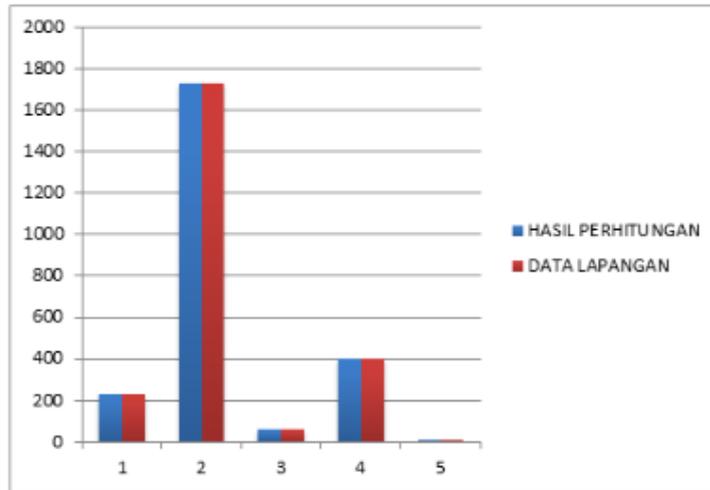
Gambar 4. Simulasi setting relay differensial gangguan didalam



Gambar 5. Simulasi setting relay diferensial gangguan luar.



Gambar 6 Grafik relay Diferensial.



Gambar 7. Grafik perbandingan hasil perhitungan dengan data lapangan

Perbandingan hasil perhitungan dengan data yang ada dilapangan masih dalam kondisi yang sesuai (perbedaannya tidak terlalu jauh), sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan setting relay differensial yang ada pada GI pauh limo sudah baik.

Pada simulasi ETAP, pada saat gangguan didalam daerah pengaman (gangguan internal) relay deifferensial dengan indekasi arus setting sebesar 0.063A lebih kecil dari arus operasi sebesar 0.085A sehingga relay akan bekerja. Dapat dilihat pada gambar 5. Sedangkan pada saat gangguan diluar daerah pengaman (gangguan eksternal) relay differensial arus setting yang timbul sebesar 0.063A sama dengan arus operasi sebesar 0.063A sehingga relay tidak akan bekerja, seperti pada gambar 6. Untuk grafik waktu kerja relay berdasarkan simulasi pada ETAP 12.6 yaitu didapatkan waktunya 0.15s, saat diberi gangguan pada transformator, arus yang mengalir yaitu sebesar 106A sedangkan arus nominal pada relay differensial sebesar 5A, jadi melebihi batas arus nominal relay differensial maka relay akan bekerja dengan waktu seperti grafik pada gambar 7.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan maka dapat dimabil kesimpulan Error mismatch pada trafo daya1 GI Pauh Limo masih dibawah batas maksimal yaitu 5% karena didapat hasil perhitungan masing-masing trafo daya pada sisi 150 kv dan 20 kV sebesar 0.18% dan 0.225%. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil arus setting sebesar 0.485A, sedangkan data untuk dilapangan nilai arus setting sebesar 0.3 A. Pada simulasi ETAP, hasil perhitungan setting dilakukan pada relay differensial yang dimasukkan ke etap, bekerja dengan baik karena mampu mentriapkan CB pada saat gangguan didalam daerah kerja relay differensial dengan arus setting 0.063A lebih kecil dari pada arus operasi yang besarnya 0.085A. sedangkan pada gangguan luar daerah pengaman relay, arus setting yang timbul 0.063A sama dengan arus operasi yang besarnya 0.063A sehingga relay tidak bekerja. Perbandingan hasil perhitungan dan data yang ada dilapangan masih dalam kondisi yang sesuai (perbedaannya tidak terlalu jauh), sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan setting relay differensial yang ada dilapangan sudah baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Widiyanto, A. Supardi, And A. Budiman, "Analisis Gangguan Hubung Singkat Tiga Fase Pada Sistem Distribusi Standar Ieee 13 Bus Dengan Menggunakan Etap Power Station 7.0," Vol. 14, No. 02, Pp. 19–29, 1992.
- [2] A. Subari And D. H. Kusumastuti, "Setting Relay Differensial Pada Gardu Induk Kaliwungu Guna Menghindari Kegagalan Proteksi."
- [3] A. Istimaroh And N. Hariyanto, "Penentuan Setting Rele Arus Lebih Generator Dan Rele Diferensial Transformator Unit 4 Plta Cirata Ii," Vol. 1, No. 2, Pp. 131–141, 2013.
- [4] A. Goeritno Et Al., "Simulasi Fenomena Gangguan Internal Pada Transformator Daya Untuk Pengukuran Kinerja Relay Differensial Dan Buchholz," Pp. 57–72.
- [5] B. Wirawan, "Setting Koordinasi Over Current Relay Pada Trafo 60 Mva 150 / 20 Kv Dan Penyulang 20 Kv," Vol. 18, No. 3, Pp. 134–140, 2014.

- [6] D. Chaudhari And N. G. Chothani, "Common Differential Relaying Scheme For The Protection Of Various Transformer Configurations," Nuicone 2015 - 5th Nirma Univ. Int. Conf. Eng., 2016.
- [7] D. J. T. Elektro-Fti And U. Trisakti, "Studi Penyetelan Relai Diferensial Pada Transformator Pt Chevron Pacific Indonesia," Vol. 6, Pp. 41–68, 2007.
- [8] C. Rizky And P. Emtdc, "Analisis Proteksi Relay Diferensial Terhadap Gangguan Internal Dan Ekternal Transformator Menggunakan Pscad/Emtdc," J. Rekayasa Elektr., Vol. 9, No. 3, Pp. 101–107, 2011.
- [9] W. K. Zhao, J. H. He, Z. Q. Bo, And A. Klimek, "The Improvement Of The Digital Differential Relay In On-Load Tap Changer Transformer," 1st Int. Conf. Sustain. Power Gener. Supply, Supergen '09, No. 1, Pp. 3–6, 2009.
- [10] Sumanto "Teori Transformator" Yogyakarta 1996.
- [11] Zulkarnaini "Sistem Proteksi Tenaga Listrik". Bahan Ajar Intitut Teknologi Padang, 2018