

Pemodelan Relai Diferensial Transformator Daya

Reska Anna Gusmelyana¹⁾, Edy Ervianto²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, Riau 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

E-mail : reska.annagusmelyana@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The protection system identifies the disturbance that occurs and separates the affected part of the disorder from other parts that are working normally. The main protection equipment of the power transformer is a differential relay that works with the current balance method that is in accordance with the law of kirchoff current that is, the current that goes equal to the current leaving the branch point. The method used in this study is the collection of secondary data at Garuda Sakti Substation, as well as doing modeling and simulation with ETAP 16.0 software. From the simulation obtained the result that differential relay is inactive when there is an external interference in transformer 1 and transformer 3 due to differential relay work selectively. At the time of internal disturbance in transformer 1, Relay 1 at 2.0 ms feels the disturbance and works. The disruption resulted in relay 9 sending trip signals on CB1 and CB2 at 40 ms. At 42 ms CB1 and CB2 were active to disconnect the network. At the time of internal interference in transformer 3, then at 1.0 ms relay feels the disturbance so that the relay sends a trip signal on CB5 and CB6 at 40 ms. At 41 ms CB1 and CB2 time is active by sending trip signals to CB.

Keywords : Protection System, Power Transformer, Differential Relay

I. PENDAHULUAN

Sistem proteksi merupakan sebuah kesatuan bentuk perlindungan terhadap peralatan listrik guna menghindari kerusakan peralatan dan menjaga stabilitas penyaluran tenaga listrik (Yuniarto, 2015).

Transformator adalah peralatan yang berperan penting dalam distribusi tenaga listrik sehingga diharapkan dapat beroperasi maksimal (Muharam & Budiman, 2018).

Relai diferensial merupakan proteksi pada transformator yang paling utama untuk digunakan. Hal tersebut dikarenakan, relai diferensial bekerja tanpa koordinasi dengan relai lain sehingga relai ini bekerja dengan waktu cepat (Bien, 2007).

Alat proteksi dan pendukung proteksi yang telah ada haruslah diperhatikan keadaanya karena mengingat umur dari alat proteksi yang terpasang terus bertambah

II. LANDASAN TEORI

2.1 Transformator Daya

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik kerangkaan listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induktansi-elektromagnetik tanpa mengubah frekuensinya. Dalam bentuknya yang paling sederhana, transformator terdiri atas dua kumparan dan satu induktansi mutual. Dua kumparan tersebut terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder (Zuhal, 1991)

2.2 Relai Proteksi Transformator Daya

Sistem proteksi adalah susunan perangkat secara lengkap yang terdiri dari perangkat utama dan perangkat-perangkat lain yang di butuhkan untuk melakukan fungsi tertentu (Wulandari, 2014)

Terdapat beberapa jenis relai proteksi yang digunakan untuk mengamankan transformator antara lain Relai arus lebih, Relai hubung tanah, Relai hubung tanah terbatas, Relai bucholz, Relai suhu, Relai tekanan mendadak, Relai tangki tanah, dan Relai diferensial (Panjaitan, Mujahidin, & Pramana, 2013).

2.3 Relai Diferensial

Relai differential merupakan salah satu pelindung utama pada transformator daya bila terjadi *short circuit* atau terjadi hubung singkat di internal (Irsyam, 2013).

Fungsi relai diferensial pada transformator tenaga adalah mengamankan transformator dari gangguan hubung singkat yang terjadi di dalam transformator, antara lain hubung singkat antara kumparan dengan kumparan atau antara kumparan dengan tangki. Relai harus bekerja jika terjadi gangguan di daerah pengamanan, dan tidak bekerja dalam keadaan normal atau gangguan di luar pengamanan. Relai ini merupakan mempunyai selektifitas mutlak (PT.PLN (PERSERO), 2009).



Gambar 1. Relai diferensial kondisi normal (sumber : Muharam & Budiman, 2018)

Gambar 1. Menunjukkan bahwa relai diferensial dalam keadaan arus normal, dimana I_1 dan I_2 sama besar dan berlawanan arah. Maka tidak ada tegangan yang melintasi *coil relay* dan tidak ada arus yang mengalir pada relai tersebut, sehingga relai diferensial tidak bekerja (Blackburn & Domin, 2006). Hal tersebut dijelaskan dengan Persamaan 1 (Irsyam, 2013)

$$I_d = \vec{I}_P + \vec{I}_S \dots\dots\dots(1)$$

Dimana,

- I_d = Arus Diferensial (A)
- I_p = Arus sisi primer (A)
- I_s = Arus sisi sekunder (A)

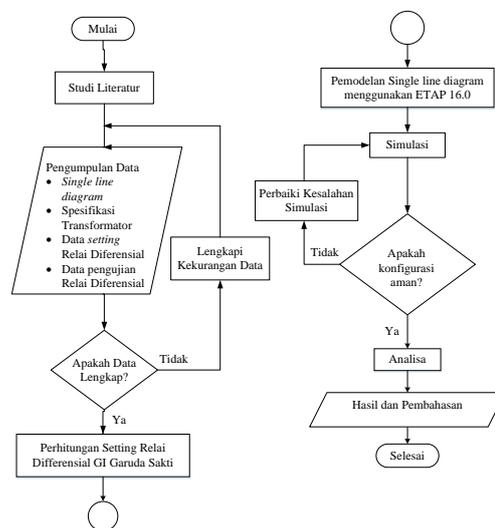
Prinsip kerja relai diferensial adalah membandingkan dua vektor arus atau lebih yang masuk ke relai, apabila pada sisi primer transformator arus (CT_1) dialiri arus I_1 , maka pada sisi sekunder transformator arus (CT_2) akan dialiri arus I_2 , pada saat yang sama sisi sekunder kedua transformator arus, akan mengalir arus i_2 dan i_1 yang besarnya tergantung dari rasio yang terpasang, jika besarnya $i_1=i_2$ maka relai tidak bekerja, karena tidak ada selisih arus, tetapi jika besarnya $i_1 \neq i_2$ maka relai akan bekerja, karena adanya selisih arus (Tambunan & Winata, 2020)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Metoda Penelitian

Metoda penelitian ini ialah dengan memodelkan Sistem kelistrikan menggunakan *software* ETAP 16.0. Selanjutnya, akan dilakukan pengujian dengan memberikan gangguan. Hasil pengujian model relai diferensial dalam bentuk *output report* simulasi ETAP.

Langkah penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



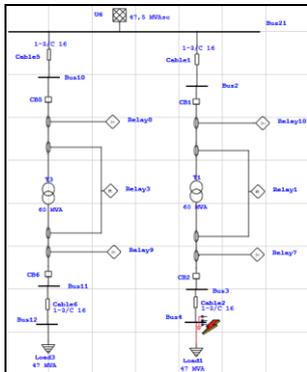
Gambar 2. Flowchart alur penelitian

3.2 Objek Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di PT. PLN (persero) UIP3B Sumatera Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk Garuda Sakti yang beralat di jalan siak II Air Hitam KM. 11 Garuda Sakti, Pekanbaru Riau, dengan Kapasitas Transformator 60 MVA

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil simulasi gangguan eksternal akan di tampilkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Simulasi gangguan eksternal pada trafo 1

Time (ms)	ID	I (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
1.9	Relay7	2,762	< 1.9		Phase - OC1 - S1
1.9	Relay7	2,762	< 1.9		Ground - OC1 - S1
41.9	CB2		40.0		Tripped by Relay7 Phase - OC1 - S1
41.9	CB2		40.0		Tripped by Relay7 Ground - OC1 - S1

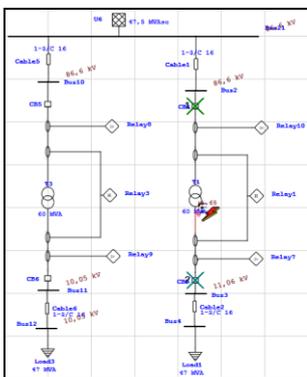
Gambar 4. Output report gangguan eksternal trafo 1

Dari Gambar 4. Diketahui bahwa relai diferensial tidak bekerja dengan gangguan sebesar 2,762 kA. Hal ini dikarenakan relai bekerja selektif dalam mengatasi gangguan. Besarnya hasil pembacaan oleh relai adalah sebagai berikut.

$$I_f \text{ Relé} = 2762 \times \frac{1}{2000} = 1,381A$$

$$I_d = 1,381 - 0,769 = 0,612A$$

Selanjutnya, gangguan internal pada trafo 1 akan ditampilkan pada Gambar 5 berikut ini.

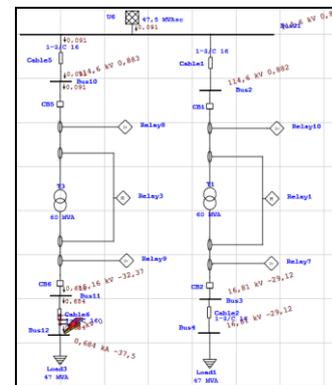


Gambar 5. Simulasi gangguan internal pada trafo 1

Time (ms)	ID	I (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
2.0	Relay1		2.0		Phase - B7
42.0	CB1		40.0		Tripped by Relay1 Phase - B7
42.0	CB2		40.0		Tripped by Relay1 Phase - B7

Gambar 6. Output report gangguan internal trafo 1

Dari Gambar 6. memperlihatkan Relai 1 atau relai diferensial (87) pada waktu 2.0 ms merasakan adanya gangguan dan mulai bekerja. Gangguan tersebut mengakibatkan relai 9 untuk mengirim sinyal trip pada CB1 dan CB2 pada waktu 40 ms. Pada waktu 42 ms CB1 dan CB2 aktif untuk memutuskan jaringan.



Gambar 7. Simulasi gangguan eksternal tiga fasa pada transformator 3

Time (ms)	ID	I (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
1.9	Relay9	2,108	< 1.9		Phase - OC1 - S1
41.9	CB6		40.0		Tripped by Relay9 Phase - OC1 - S1

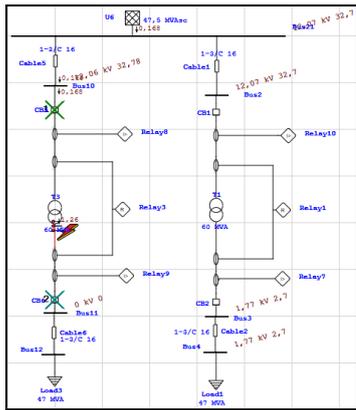
Gambar 8. Output report gangguan eksternal trafo 3

Untuk mengetahui besarnya hasil pembacaan oleh relai maka dilakukan perhitungan sebagai berikut

$$I_f \text{ Relé} = 2108 \times \frac{1}{2000} = 1,054A$$

$$I_d = 1,054 - 0,769 = 0,285A$$

Selanjutnya, gangguan internal pada trafo 3 akan ditampilkan pada Gambar 9 berikut ini



Gambar 9. Simulasi gangguan internal satu fasa ke tanah pada transformator 3

Time (ms)	ID	I (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
1.0	Relay3	1.0	1.0		Phase-97
41.0	CB5	40.0	40.0		Tripped by Relay3 Phase-97
41.0	CB6	40.0	40.0		Tripped by Relay3 Phase-97

Gambar 10. Output report gangguan internal pada trafo 3

Dari Gambar 10. Relai 3 pada waktu 1.0 ms merasakan adanya gangguan dan mulai bekerja. Gangguan tersebut mengakibatkan relai 3 untuk mengirim sinyal trip pada CB5 dan CB6 pada waktu 40 ms. Pada waktu 41 ms CB1 dan CB2 aktif untuk memutuskan jaringan.

V. KESIMPULAN

Relai diferensial tidak aktif saat terjadi gangguan eksternal pada trafo 1 dan trafo 3 dikarenakan relai diferensial bekerja selektif.

Pada saat terjadi gangguan internal pada trafo 1, Relai 1 pada waktu 2.0 ms merasakan gangguan dan bekerja. Gangguan tersebut mengakibatkan relai 9 mengirim sinyal trip pada CB1 dan CB2 pada waktu 40 ms. Pada waktu 42 ms CB1 dan CB2 aktif untuk memutuskan jaringan.

Pada saat terjadi gangguan internal pada trafo 3, maka pada waktu 1.0 ms relai merasakan gangguan sehingga relai mengirim sinyal trip pada CB5 dan CB6 pada waktu 40 ms. Pada waktu 41 ms CB1 dan CB2 aktif dengan mengirim sinyal trip pada CB.

DAFTAR PUSTAKA

- Bien, Liem Ek. 2007. *Studi Penyetelan Relai Diferensial pada Transformator PT. Chevron Pacific Indonesia.* ISSN 1412 – 0372. Teknik Elektro, Universitas Trisakti, Jakarta. Pp, 41–68.
- Blackburn, J. Lewis. 1998. *Protective Relaying Principles and Applications.* ISBN 0-8247-9918-6. Marcel Dekker, Inc, New York. Pp, 275-302
- Irsyam, Muhammad. 2013. *Analisa Trouble Differential Relay terhadap Trip CB (Circuit Breaker) 150 kV Transformator 30 MVA PLTGU Panaran.* Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan, Batam. Pp, 2.
- Muharam, M. R., dan Budiman, F .N. 2018. *Analisis Performa Relay Diferensial Transformator pada Gardu Induk Cilegon Lama.* Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknoogi Industri, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. Pp, 1-29
- Panjaitan, S. I., Mujahidin, M., dan Pramana, R. 2013. *Studi Pengaruh Beban Lebih Terhadap Kinerja Relai Arus Lebih Pada Transformator Daya (Studi Kasus Transformator Daya 1 159/20 kV (30MVA) di Gardu Induk Batu Besar PT. PLN Batam).* Jurusan Teknik Elektro, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang. Pp, 1-13.
- PT. PLN (PERSERO), Pusat Pendidikan dan Pelatihan. 2009. *Pola Proteksi Gardu Induk.* PT. PLN (PERSERO), Jakarta. Pp, 1–35.
- Yuniarto, Ahmad. 2015. *Setting Relay Diferensial Pada Gardu Induk Kaliwungu Guna Menghindari Kegagalan Proteksi.* Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang. Pp, 1.
- Tambunan, Juara Mangapul, dan Anggi Pindo Winata. 2020. *Tinjauan Kinerja Relay Diferensial Gt 322.1 Mta Unit 2.1 PLTGU Muara Karang.* Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik PLN, Jakarta. Pp, 80-92.

Wulandari, Nurul Suci. 2014. *Koordinasi Rele Arus Lebih Dengan Sisi 150 Dibuat Untuk Memenuhi S Teknik Elekt Politek Pada Interbus Transforma 150kV/70kV Di Gardu Induk Keramasan*. Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang. Pp, 11.

Zuhal. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*. Institut Teknologi Bandung, Bandung. Pp, 43.