

**LAPORAN PENELITIAN**

**PROTEKSI OCR PADA PENYULANG JERMAN GARDU INDUK  
MUARA DUA OKU SELATAN**



**OLEH :  
CHOIRUL RIZAL  
NIDN. 0024126201**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PALEMBANG  
TAHUN 2021**

## LAPORAN PENELITIAN

Judul : PROTEKSI OCR PADA PENYULANG  
JERMAN GARDU INDUK MUARA DUA  
OKU SELATAN

Nama Ketua Peneliti : Ir. Choirul Rizal, MT  
NIDN : 0024126201  
Pangkat / Gol. / Jabatan : IV.a / Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Telepon/HP/Faksimili : - / 08127846460  
e-mail : Choirulrizal1962@gmail.com

Nama Anggota Peneliti :  
NIDN :  
Pangkat / Gol. / Jabatan :  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Telepon/HP/Faksimili : - /  
e-mail :  
Tempat Penelitian : MUARA DUA OKU SELATAN  
Waktu Penelitian : Agustus – Oktober 2021  
Biaya Penelitian : Rp. 7.500.000,-  
Sumber Dana : Universitas Palembang

Palembang, November 2021

Peneliti,

  
Ir. Choirul Rizal, MT.  
NIDN. 0024126201



Mengetahui :  
Dekan Fakultas Teknik,  
Ir. S.S. Purwanto, MT.  
NIDN. 0022115001



Menyetujui,  
Ketua LPPM UNPAL  
Dr. Ir. Asmawati, M.Si.  
NIDN. 0223056101

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Daftar Isi .....  | <i>iii</i>     |
| Kata Pengantar .....                                    | <i>iv</i>      |
| Daftar Gambar .....                                     | <i>v</i>       |
| Bab 1. Pendahuluan .....                                | 1              |
| 1.1. Latar Belakang .....                               | 1              |
| <br>  |                |
| Bab 2. Tinjauan Pustaka .....                           | 3              |
| 2.1. Rugi-rugi pada saluran .....                       | 3              |
| 2.2. Rugi-rugi tegangan.....                            | 6              |
| 2.3. Rugi-rugi daya .....                               | 10             |
| <br>  |                |
| Bab 3. Metode Penelitian .....                          | 12             |
| <br>  |                |
| Bab 4. Hasil dan Pembahasan .....                       | 14             |
| 4.1. Data pada penyulang dieng .....                    | 14             |
| 4.2. Rugi-rugi daya setelah perubahan<br>pengantar..... | 15             |
| <br>  |                |
| Bab 5. Kesimpulan.....                                  | 20             |
| 5.1. Kesimpulan .....                                   | 20             |
|   | 20             |
| <br>  |                |
| Daftar Pustaka .....                                    | 21             |

## DAFTAR GAMBAR

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 1. Pentanahan tanpa impedansi/langsung.....            | 6              |
| 2. Pentanahan melalui tahanan .....                    | 7              |
| 3. Pentanahan titik netral dengan pentahanan coil..... | 7              |

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena Berkat Rahmat dan Karunianya penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian yang berjudul ***“Proteksi Ocr Pada Penyulang Jerman Gardu Induk Muara Dua Oku Selatan”***

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada LPPM Universitas Palembang yang telah memberikan saran, petunjuk, motivasi dan membimbing dalam menyelesaikan penulisan Laporan Penelitian ini, serta semua pihak yang telah membantu hingga selesainya Laporan Penelitian ini.

Akhirnya tidak ada yang sempurna kecuali Allah SWT. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun dalam rangka penyempurnaan Laporan Penelitian ini. Kiranya Laporan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, November 2021

# BAB I PENDAHULUAN

Transformator adalah merupakan alat vital dalam penyaluran tenaga listrik, sebab transformator adalah peralatan yang berperan menyalurkan energi listrik langsung pada konsumen baik untuk tegangan tinggi, tegangan menengah maupun tegangan rendah. Dimana sistem penyaluran tidak menutup kemungkinan akan terjadinya gangguan yang disebabkan oleh bermacam sebab, akibat. Gangguan yang sering terjadi antara lain kawat putus, kerusakan pada pembangkit, gangguan petir pada saluran transmisi dan gangguan hubung singkat.

Energi listrik ini disalurkan ke pusat-pusat beban melalui suatu sistem transmisi yang jaraknya sangat jauh. Di dalam pelaksanaan penyaluran daya listrik akan terjadi kondisi tidak normal (gangguan) yang menyebabkan terganggunya kelangsungan pelayanan energi listrik terhadap konsumen. Gangguan yang dimaksud antara lain gangguan hubung singkat yang terjadi pada transformator tenaga Gardu Induk.

Gangguan-gangguan yang timbul tersebut jika tidak dengan segera diperbaiki maka dapat merusak peralatan dan sistem tenaga listrik, seperti generator, transformator dan peralatan listrik lainnya. Dengan demikian perlindungan peralatan sistem tenaga listrik dan bahaya gangguan yang terjadi, maka diperlukan sistem pengamanan, yang harus dapat mendeteksi terjadinya gangguan serta membatasi pengaruh-pengaruh lainnya. Dengan adanya sistem pengamanan tersebut maka kontinuitas pelayanan daya listrik terhadap konsumen dapat terjamin. Gangguan-gangguan yang terjadi tersebut jika tidak dengan segera diatasi maka dapat merusak peralatan dan sistem tenaga listrik, seperti generator, transformator dan peralatan listrik lainnya. Dengan adanya gangguan yang tidak dapat diprediksi maka diperlukan suatu peralatan pengamanan (sistem Proteksi) yang tepat dan dapat diandalkan pada peralatan sistem tenaga listrik serta pengoperasian dan pemeliharaan yang baik. Relay proteksi harus dapat mengenal kondisi abnormal pada sistem tenaga dan melakukan langkah-langkah yang dianggap perlu untuk menjamin pemisahan gangguan dengan kemungkinan gangguan terkecil terhadap operasi normal.<sup>(1,3,4)</sup>

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Menentukan Nilai Per Unit

Besarnya tegangan, arus, KVA dan impedansi selalu dinyatakan sebagai satuan per-unit dan juga sebagai persentase pada dasar yang dipilih, semacam perhitungan sederhana. Besarnya per-unit disingkat PU, adalah perbandingan rasio antara suatu perbandingan dengan suatu besaran dasar dalam satuan yang sama.<sup>(1,2,4,5)</sup>

$$Per - Unit = \frac{Besaran\ yang\ ada}{Besaran\ dasar}$$

Perhitungan per-unit untuk sistem yang mempunyai perubahan besaran daya dan tegangan adalah sbb: <sup>(1,2,4,6)</sup>

$$Z (pu)_{baru} = Z_{diberikan} (pu) \times \left[ \frac{KV_{diberikan} \text{ dasar}}{KV_{baru} \text{ dasar}} \right]^2 \times \left[ \frac{KVA_{baru} \text{ dasar}}{KVA_{diberikan} \text{ dasar}} \right] \dots\dots\dots(1)$$

**Menghitung Arus Dasar dalam Per-Unit digunakan persamaan :**

$$I_{base} = \frac{KVA_{base}}{\sqrt{3} \times KV_{base}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana,

$KVA_{base}$  = Daya dasar transformator daya (KVA)

$KV_{base}$  = Tegangan dasar transformator daya (KV)

### Setting Kerja Rele Arus Lebih (OCR)

- Menghitung setting arus pada rele arus lebih

$$I_{Set} = \frac{Kfk}{Kd} \times I_n \times 1 / CT$$

Dimana,

$I_{Set}$  = penyetelan arus

$Kfk$  = Faktor keamanan (1,1 – 1,2)

$Kd$  = Faktor perbandingan (0,7 – 0,98)

$I_n$  = Arus nominal transformator (amper)

$$I_n = \frac{KVA_{base}}{\sqrt{3} \times KV_{base}}$$

Dimana,

$KVA_{base}$  = Daya dasar sistem (KVA)

$KV_{base}$  = Tegangan dasar transformator (KV)

- Menghitung setting waktu pada rele arus lebih

$$T_{ms} = \frac{tx \left| \frac{I_r}{I_{setting}} \right|^{0,02} - 1}{0,14} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana,

$T$  = Waktu setting terpasang pada rele arus lebih (Detik)

$I_{setting}$  = Setting arus hasil perhitungan (Amper)

$I_r$  = Arus gangguan pada transformator (Amper)

## BAB III METODE PENELITIAN

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian merupakan langkah-langkah yang ditempuh sebagai bahan kajian pada bab selanjutnya, selain disesuaikan dengan metode penelitian yang akan digunakan, cara-cara pengumpulan data yang harus dipenuhi tujuan penelitian yaitu menganalisa penerapan teori penunjang sebagai pembuktian kebenarannya.

1. Studi literatur Melalui pembahasan dengan literatur yang ada yang berkaitan dengan tema penelitian.
2. Studi Lapangan yaitu dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam proses untuk penelitian, dimana metode ini yang digunakan pada penelitian yang dilakukan, dengan mengumpulkan data, lalu mengklarifikasikannya, mengolah data yang didapat, mendapatkan hasil yang diinginkan, lalu dianalisa dan terakhir dirumuskan untuk diambil kesimpulan.

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Jaringan Penyulang Jerman

Untuk mendapatkan nilai arus gangguan hubung singkat perlu dilakukan perhitungan dengan mengacu data yang ada pada jaringan 20 KV Trafo 150/20 KV 60 MVA di GI Muara Dua dengan panjang saluran dari sisi sekunder Trafo ke sel incoming 20 KV 8,3 Km dan impedansi Trafo sebesar 8,3 %.

#### 4.1.1. Data Transformator

|               |                      |
|---------------|----------------------|
| Lokasi        | Gardu Induk Muaradua |
| Merek         | ENERGOIN VEST        |
| Kapasitas     | 60 MVA               |
| Impedansi (%) | 8,3 %                |
| Tegangan      | 150/20 KV            |

#### 4.1.2. Data Saluran

Saluran Gardu Induk Muaradua kepenyulang Jerman

Panjang penghantar 8,3 Km

$Z = (R + j X) \times \text{panjang saluran}$

$$X_{\text{saluran}} = 0,3413 \Omega/\text{Km}$$

$$R_{\text{saluran}} = 0,293 \Omega/\text{Km}$$

$$Z_{\text{saluran}} = (0,293 + j 0,3413) \times 8,3 \text{ Km}$$

$$Z \text{ saluran} = ( 2,4319 + j 2,8328 ) \text{ ohm}$$

$$\text{Impedansi Dasar} = \frac{(KV)^2}{MVA} = \frac{(20)^2}{60} = 6,7 \text{ Ohm}$$

$$\text{Jadi } Z \text{ (pu)} = \frac{2,4319 + j2,8328}{6,7} = ( 0,3630 + J 0,4228 ) \text{ pu}$$

$$I \text{ dasar} = \frac{60MVA}{\sqrt{3} \times 20KV} = 1732,10 \text{ Amper}$$

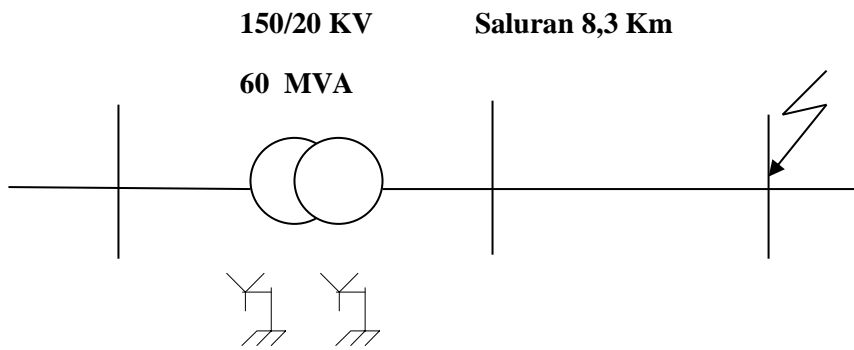


### 4.1.3. Data Rele Arus Lebih (OCR)

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| Merek                    | : ISKRA            |
| Jumlah                   | : 1                |
| Arus Setting             | : 1 Amper          |
| Waktu Setting            | : 1 Detik          |
| Rasio CT                 | : 300/5A           |
| Kfk (Faktor Keamanan)    | : 1,1              |
| Kd (Faktor Arus Kembali) | : 0,95             |
| PMT, VCB                 | : 630 Amper, 25 KA |

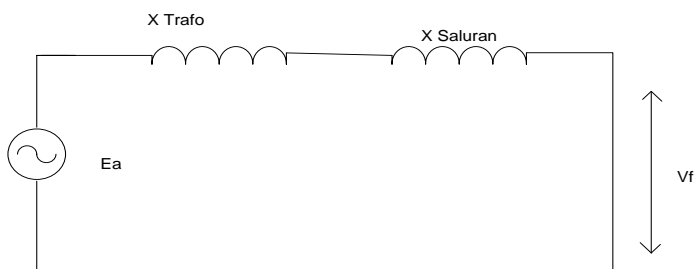
### 4.1.4. Perhitungan Impedansi total

Dari sistem yang ditinjau :

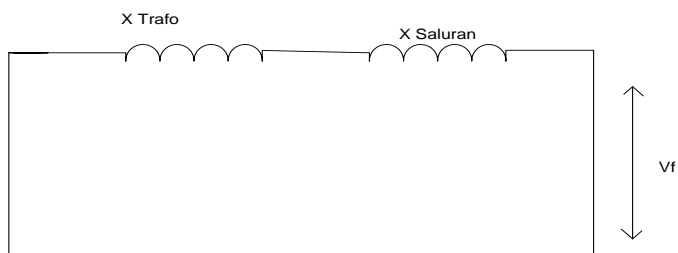


Gambar.1. Diagram Segaris Penyulang Jerman

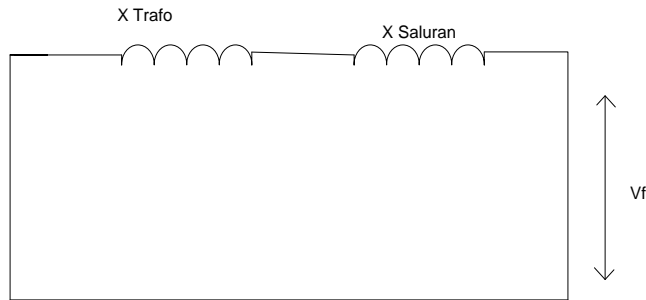
Dimana Impedansi Trafo adalah :



Gambar 2. Reaktansi Urutan Positif



Gambar.3. Reaktansi urutan Negatif



Gambar .4. Diagram Reaktansi urutan Nol

$$Z_{trafo} = 0,083 \left[ \frac{KV_{lama}}{KV_{barur}} \right]^2 \left[ \frac{MVA_{baru}}{MVA_{lama}} \right] = 0,083 \left[ \frac{20}{20} \right]^2 \left[ \frac{60}{60} \right] = \mathbf{0,083 \text{ pu}}$$

$$Z_{total} = Z_{trafo} + Z_{saluran} = 0,083 + (0,3630 + j0,4228) = (0,4460 + j0,4228) \text{ pu}$$

Jadi impedansi urutan positif sama dengan impedansi urutan negatif =  $(0,4460 + j0,4228) \text{ pu}$ , karena sistem transformator diketanahkan langsung maka dengan demikian impedansi urutan Nol nya adalah sama juga dengan impedansi urutan positif dan negatif.

## 4.2. Perhitungan Arus Gangguan

Perhitungan besar arus hubung singkat pada transformator daya 60 MVA 150/20 Kvd di Gardu Induk Muaradua Oku ini, gangguan terjadi pada sisi 20 KV. Dengan memasukan harga-harga impedansi total urutan jala-jala dari sistem maka dapat kita hitung besar arus hubung singkat.

### 4.2.1. Gangguan Hubung Singkat yang Terjadi.

#### Arus Gangguan Satu Fasa

$$I_{hs1\Phi} = \frac{3.E}{Z_1 + Z_2 + Z_o}, \text{ karena trafo ditanahkan langsung maka } Z_1 = Z_2 = Z_o, \text{ maka}$$

$$I_{hs1\Phi} = \frac{3.E}{3.(0,4460 + j0,4228)} = \frac{1 \angle 0^\circ}{0,62 \angle 43,47^\circ} = 1,61 \angle -43,47^\circ \text{ pu}$$

$$I_{f_{hs1\Phi}} = 1,61 \times 1732,10 = 2788,68 \text{ Amper}$$

#### Arus Gangguan Dua Fasa :

$$I_{hs2\Phi} = \frac{\sqrt{3}.V_f}{Z_1 + Z_2} = \frac{\sqrt{3}.(1 + j.0)}{(0,4460 + j0,4228) + (0,4460 + j0,4228)} = \frac{1,73 \angle 0^\circ}{0,67 \angle 43,47^\circ}$$

$$= 2,58 \angle -43,47^\circ$$

$$I_{F_{2\Phi}} = 2,58 \times 1732,10 = 4468,82 \text{ Amper}$$

#### Arus Gangguan Tiga Fasa:

$$I_{hs3\Phi} = \frac{V_f}{Z_1} = \frac{(1 + j.0)}{(0,4460 + j0,4228)} = \frac{1 \angle 0^\circ}{0,62 \angle 43,47^\circ} = 1,61 \angle -43,47^\circ$$

$$IF_{3\Phi} = 1,61 \times 1732,10 = 2788,68 \text{ Amper}$$

#### 4.3. Penyetelan Rele Arus Lebih (OCR)

$$I_{set} = \frac{I_{hs}}{K_s}$$

Dimana,

$I_{set}$  = Arus hubung singkat

$$K_s = 1,5$$

Setting Gangguan Arus Hubung Singkat Satu Fasa :

$$I_{set} = \frac{I_{hs} 1\Phi}{K_s} = \frac{2788,68}{1,5} = 1859,12$$

$$I_n = \frac{1859,12}{\frac{300}{5}} = 30,99 \text{ Amper}$$

$$I_{ins \tan} = 30,99 \cdot I_n$$

Setting waktu kerja rele arus lebih adalah sebesar : Karena rele di stel pada waktu,  $t = 1$  detik, maka pengali waktu (Tms) adalah :

$$Tms = \frac{tx \left| \frac{I_{1\Phi}}{I_{sett}} \right|^{0,02} - 1}{0,14} = \frac{1x \left| \frac{2788,68}{30,99} \right|^{0,02} - 1}{0,14} = 0,66 \text{ detik}$$

Setting Gangguan Arus Hubung Singkat Dua Fasa :

$$I_{set} = \frac{I_{hs} 2\Phi}{K_s} = \frac{4468,82}{1,5} = 2979,21$$

$$I_n = \frac{2979,21}{\frac{300}{5}} = 49,65 \text{ Amper}$$

$$I_{ins \tan} = 49,65 \cdot I_n$$

Setting waktu kerja rele arus lebih adalah sebesar : Karena rele di stel pada waktu,  $t = 1$  detik, maka pengali waktu (Tms) adalah :

$$Tms = \frac{tx \left| \frac{I_{2\Phi}}{I_{sett}} \right|^{0,02} - 1}{0,14} = \frac{1x \left| \frac{4468,82}{49,65} \right|^{0,02} - 1}{0,14} = 0,67 \text{ detik}$$

**Setting Gangguan Arus Hubung Singkat Tiga Fasa :**

$$I_{set} = \frac{I_{hs} 3\Phi}{K_s} = \frac{2788,68}{1,5} = 1859,12$$

$$I_n = \frac{1859,12}{\frac{300}{5}} = 30,99 \text{ Amper}$$

$$I_{ins tan} = 30,99 \cdot I_n$$

Setting waktu kerja rele arus lebih adalah sebesar : Karena rele di stel pada waktu,  $t = 1$  detik, maka pengali waktu (Tms) adalah :

$$Tms = \frac{tx \left| \frac{I_{3\Phi}}{I_{sett}} \right|^{0,02} - 1}{0,14} = \frac{1x \left| \frac{2788,68}{30,99} \right|^{0,02} - 1}{0,14} = 0,66 \text{ detik}$$

## **BAB V KESIMPULAN**

Dari hasil analisa dan perhitungan terhadap gangguan pada transformator daya 60 MVA 150/20 KV, besar setting arus hubung singkat adalah sebesar 30,99 Amper pada waktu 0,66 detik

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. B.M. Weedy, "*Sistem Tenaga Listrik*", Aksara Persada Indonesia, 1978.
2. Dipi. Renaldo Zoro., "*Proteksi Sistem Tenaga*", Diktat Kuliah bagian 2 ITB, 1987.
3. Bonar Pandjaitan, "Proteksi Sistem Tenaga Listrik" Andy Jogjakarta, 2012
4. Cek Mas Cekdin, "Sistem Tenaga Listrik" Andy Jogjakarta, 2007
5. Djiteng Marsudi, 'Pembangkitan Energi Listrik' Erlangga Jakarta, 2002
6. T.S. Hutaeruk. K.M.E.E., "*Analisa Sistem Tenaga Listrik*", Diktat Kuliah Jilid 1 dan 2 Departemen Elektronik ITB, 1979.