

**ANALISA KAPASITAS ARUS PEMUTUS TENAGA SISI 500 KV
PLTU SUMSEL DELAPAN**

Choirul Rizal^{1*}, Dwi Pratiwi², Ricky Saputra³

^{1,2,3} *Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang*
e-mail : choirulrizal1962@gmail.com

ABSTRAK

Pemutus Tenaga (PMT) merupakan Alat pemutus, yang berfungsi sebagai pemutus rangkaian listrik dalam keadaan berbeban. Dalam keseharian sering kali terjadi berbagai kejadian gangguan dalam penyaluran listrik. oleh karena itu untuk mencegah gangguan tersebut terjadi maka diperlukan pemutus tenaga. Pemasangan Pemutus Tenaga ditujukan untuk menghindari terjadinya kerusakan pada peralatan - peralatan Gardu Induk yang nantinya akan menyebabkan terhambatnya penyaluran tenaga listrik ke beban (konsumen). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja Pemutus Tenaga pada saat terjadinya gangguan serta untuk menganalisa faktor- faktor yang mempengaruhi kinerja Pemutus Tenaga pada Gardu Induk Pembangkit Sum-Sel 8. Adapun hasil penelitian terkait kinerja Pemutus Tenaga pada gardu induk tersebut adalah bahwa Kinerja Pemutus Tenaga Pada Sisi 500 kV Gardu Induk Pembangkit Sum-Sel 8 dalam kategori baik.hal tersebut dilihat dari setting waktu kerja relai arus lebih yang terpasang pada sisi 500 kV Gardu Induk tersebut yaitu tidak lebih kecil dari waktu settingnya,. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dari PMT yaitu besarnya arus gangguan hubung singkat yang terjadi. Besar atau kecilnya arus gangguan itu dipengaruhi oleh jarak terjadinya gangguan, semakin jauh titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan yang terjadi begitu pula sebaliknya, semakin dekat titik gangguan maka semakin besar pula arus gangguan yg terjadi. Kemudian yang berikutnya mempengaruhi kinerja Pemutus Tenaga adalah setting relai arus lebih. Dari hasil penelitian ini didapat nilai kapasitas pemutus tenaga di transformator sebesar 1,29 KA dan pada Busbar 1,30 KA.

Kata Kunci : Pemutus Tenaga, Gardu Induk , Arus Lebih

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan dalam pemanfaatan tenaga listrik di zaman modern ini banyak mengalami perkembangan di bidang teknologi yang tentunya berpengaruh pada besarnya konsumsi listrik di masyarakat. Pemanfaatan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari ini tidak terlepas dari berbagai macam gangguan. Gangguan yang terjadi yaitu seperti pada proses pembangkitan, saluran transmisi, gardu induk, gardu distribusi bahkan bisa saja berpengaruh pada proses konsumsi listrik di masyarakat yang disebabkan oleh petir dan hubungan arus pendek listrik.

Gangguan-gangguan tersebut tidak dapat diprediksi kapan terjadinya. Dalam hal ini peneliti lebih fokus terhadap gangguan yang terjadi pada gardu induk. Dimana suatu sistem gardu induk memiliki alat pengaman yang dapat mendeteksi dan memproteksi sistem dari gangguan yang terjadi. Peralatan pengaman (sistem proteksi) yang tepat dan dapat diandalkan ketika terjadinya gangguan salah satunya berupa *circuit breaker* (CB).

Dalam ilmu kelistrikan (elektro), *circuit breaker* berperan dalam proses pengaman atau proteksi pada suatu sistem kelistrikan. *Circuit Breaker*/Pemutus Tenaga (PMT) adalah alat yang paling penting dari semua alat penghilang / peredam dari gangguan tenaga. PMT mempunyai 2 kemampuan

untuk menghilangkan arus hubung singkat yang sangat besar yang melebihi nilai nominal dari arus beban yang melewati konduktor maupun isolator. Pemisah adalah suatu alat untuk memisahkan tegangan pada peralatan instalasi tegangan tinggi biasanya digunakan untuk memisahkan beban yang akan diperbaiki dari beban bertegangan. Dari latar belakang masalah yang telah dipaparkan peneliti bermaksud untuk menganalisis pengaruh dari gangguan listrik pada gardu induk terhadap kinerja circuit breaker^[1,3,4,5]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 . Gardu Induk

Gardu Induk merupakan subsistem dari penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sub system penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub system dari penyaluran tenaga listrik. Berarti, gardu induk merupakan sub-sistem dari sistem tenaga listrik. Sebagai sub sistem penyaluran (transmisi), gardu induk mempunyai peranan penting, dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sub sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan^[2,3,4,6].

2.2. Fungsi Gardu Induk

Fungsi utama dari gardu induk untuk mentransformasikan daya listrik, contohnya seperti :

- 1) Dari tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (500 kV/150 kV).
- 2) Dari tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah (150 kV/70 kV).
- 3) Dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 kV/20 kV, 70 kV/20 kV).

Untuk pengukuran, pengawasan operasi serta pengamanan dari sub system penyaluran tenaga listrik. Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk-gardu induk lain melalui tegangan tinggi sub system penyaluran gardu distribusi, setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang (feeder) tegangan menengah yang ada di gardu induk. Rugi-rugi pada saluran terjadi karena adanya pengaruh dari resistansi (R), reaktansi (X), induktansi (L), Impedansi (Z)^[1,2,6]

2.3. Sistem Perunit

Untuk mempermudah perhitungan arus gangguan yang terjadi baik pada generator maupun pada transformator maka diperlukan perubahan data yang ada ke satuan perunit. Tegangan, arus, daya dan impedansi dalam suatu sistem biasanya dinyatakan dalam persen atau perunit pada suatu base (dasar) yang dipilih atau nilai pedoman untuk masing-masing besaran. Satuan perunit dari harga yang ditinjau didefinisikan sebagai harga riil dari besaran yang ditinjau dibandingkan dengan harga besaran dasar yang dipilih jadi:^[2,4,5]

$$\text{Satuan perunit} = \frac{\text{harga Riil}}{\text{Harga Dasar(base)}}$$

Harga dasar tidak boleh dirubah sampai perhitungan selesai seluruhnya Perhitungan perunit untuk sistem tiga fasa :

$$1 \text{ Base} = \frac{KVAbase}{\sqrt{3} KV base} \text{ (Ampere) } \dots\dots\dots(1)$$

$$1 \text{ Base} = \frac{(KV base/3)^3}{KVAbase/3} \times 1000 \text{ (Ohm)}$$

$$I_{Base} = \frac{(KV_{base})^3}{MV_{base}} \quad (\text{Ohm}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$Z = \frac{Z_{riil} (\text{ohm}) \times KV_{base}}{(KV_{base})^2 \times 1000} \quad (\text{PU}) \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- I = Arus lin KV = Tegangan fasa ke Fasa
- KVA = Daya tiga fasa
- Z = Impedansi

2.4. Impedansi Saluran

$$Z_1 = (R + jX)$$

$$Z_{pu} = \frac{Z_1}{Z_{base}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

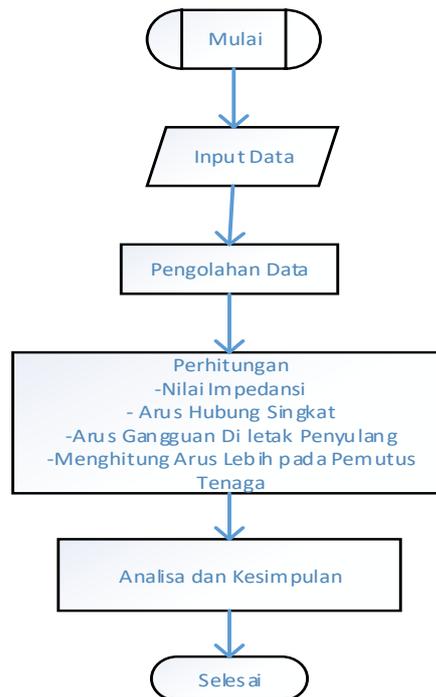
Dimana:

- Z_{pu} : Impedansi Per Unit
- Z_1 : Impedansi saluran
- Z_{base} : Impedansi dasar

3. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini 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.



Gambar. 1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Komponen Gardu Induk Pembangkit Sum-Sel

Pembangunan Gardu Induk Project PLTU Sumsel 8 yang berkapasitas 2 x 665 MW, lokasi Pandam Enim Muara Enim . Dalam pengamanan kelangsungan operasinya system pembangkit tersebut perlu dibuat system proteksi. Dimana dalam penelitian ini dilakukan analisa proteksi pada sisi 500 KV dengan pemutus tenaga tipe SF6.

Adapun data teknis yang ada pada gardu induk tersebut adalah sebagai berikut:

A. Generator

Type	: QFSN3-660-2
Merk	: Harbin Elektrik Machinery
Daya	: 782,4 MVA
Tegangan	: 20 KV
Arus	: 22.585 Ampere
Putaran	: 3.000 Rpm
X1 = X2	: 22,4 %
X0	: 12,4 %
Faktor Kerja	: 0,85

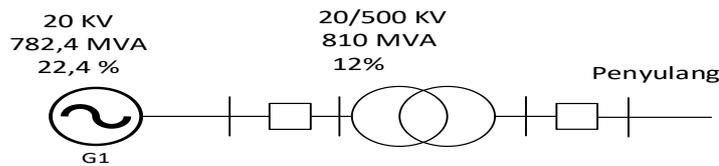
B. Transformator

Type	: TBE/DFP-270000/500
Merk	: Harbin Elektrik Machinery
Daya	: 810 MVA
Tegangan	: 20/500 KV

Arus : 935,31/13500 Ampere
 Putaran : 3.000 Rpm
 $X_1 = X_2$: 12 %
 Faktor Kerja : 0,85

C. Penghantar

Bahan Penghantar : AAAC
 Diameter : 2,25 mm
 Impedansi : 0,225 + J 0,321 Ohm/Km



Gambar.2. Gardu Induk Sum – Sel 8

4.2. Perhitungan Parameter Sistem

a. Impedansi Sumber.

Besarnya Impedansi Sumber diambil sebesar 1 PU.
 Jadi $X_1 = j 1,0$ PU

Untuk I_{base} Sisi 20 KV adalah :

$$I_{base} = \frac{MVA_{base}}{\sqrt{3} \cdot KV_{base}}$$

$$I_{base} = \frac{782,4}{\sqrt{3} \cdot 20} = 22.612,72 \text{ Amper}$$

Untuk I_{base} Sisi 500 KV adalah :

$$I_{base} = \frac{MVA_{base}}{\sqrt{3} \cdot KV_{base}}$$

$$I_{base} = \frac{782,4}{\sqrt{3} \cdot 500} = 904,51 \text{ Amper}$$

b. Reaktansi Trasnformator.

Dari data yang telah ada, maka nilai reaktansi Transformator adalah :

$$X_T = j 0,12 \text{ PU}$$

$$X_{Tbaru} = X_T \times \frac{(KV_{lama})^2}{(KV_{baru})^2} \times \frac{MVA_{baru}}{MVA_{lama}}$$

$$X_{Tbaru} = j0,12 \times \frac{(500)^2}{(500)^2} \times \frac{810}{782,4}$$

$$X_{Tbaru} = j 0,124$$

c. Impedansi Saluran

Untuk Impedansi Saluran diambil impedansi kabel. Untuk mempermudah dalam perhitungan semua nilai impedansi dalam satuan perunit.

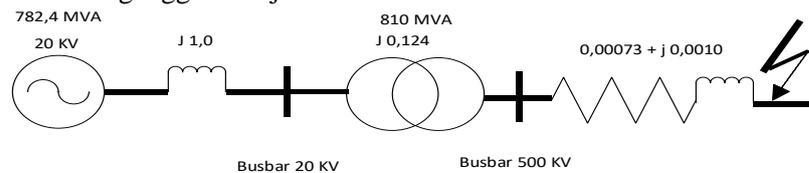
$$Z_{dasar} = \frac{(KV)^2}{MVA}, \quad Z_{dasar} = \frac{(500)^2}{810} = 308,64 \text{ Ohm}$$

$$Z_{pu} = \frac{0,225 + j0,321}{308,64} = (0,00073 + j 0,0010) \text{ pu}$$

4.3. Perhitungan Arus Hubung Singkat

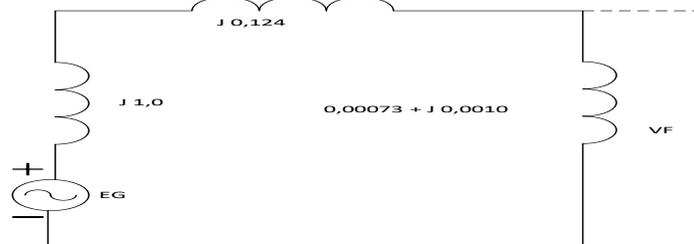
a. Pada Penyulang

Arus hubung singkat yang dihitung adalah arus hubung singkat yang terbesar yaitu arus hubung singkat tiga fasa. Dan titik gangguan terjadi disisi saluran.



Gambar.3. Diagram Segaris Sistem Pembangkit Sum-Sel 8 dalam per unit

Maka gambar diagram reaktansinya adalah sebagai berikut:



Gambar.3. Diagram Urutan Positif, Negatif

$$I_{hs.3\phi} = \frac{V_F}{Z_1}$$

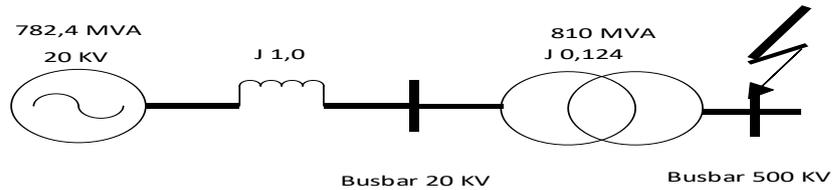
$$I_{hs.3\phi} = \frac{1,0}{j1,0 + j0,124 + 0,00073 + j0,0010}$$

$$I_{hs.3\phi} = \frac{1,0}{0,00073 + j1,125} = \frac{1 \angle 0^\circ}{1,1252 \angle 90^\circ} = 0,89 \angle -90^\circ \text{ pu}$$

$$I_{hs.3\phi} = 904,51 \text{ A} \times 0,89$$

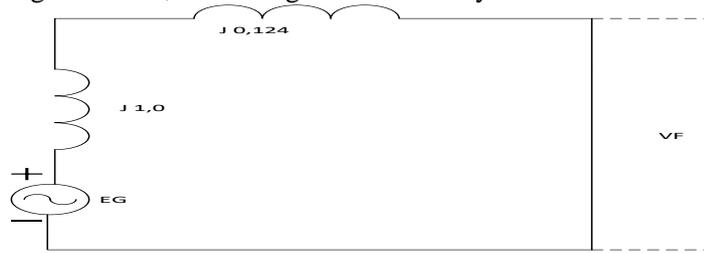
$$I_{hs.3\phi} = 805,0139 \text{ Amper}$$

b. Pada Busbar 500 KV



Gambar.4. Diagram Segaris Gangguan di Busbar

Dari Diagram segaris diatas, maka diagram reaktansinya adalah:



Gambar.5 Diagram Reaktansi gangguan di Busbar

$$I_{hs.3\phi} = \frac{V_F}{Z_1}$$

$$I_{hs.3\phi} = \frac{1\angle 0^0}{Z_{sumber} + Z_{trafo}}$$

$$I_{hs.3\phi} = \frac{1\angle 0^0}{J1,0 + J0,124}$$

$$I_{hs.3\phi} = \frac{1\angle 0^0}{J1,124} = \frac{1\angle 0^0}{1,124\angle 90^0} = 0,89\angle -90$$

$$I_{hs.3\phi} = 904,51 \text{ A} \times 0,90$$

$$I_{hs.3\phi} = 814,059 \text{ Amper}$$

4.4. Penentuan Besar Kapasitas Arus Pemutus Daya.

a. Kapasitas Pemutus Daya pada Transformator 20/500 KV

$$I_{CB} = I_{hs3\phi} \times 1,6$$

$$I_{CB} = 805,0139 \times 1,6$$

$$I_{CB} = 1288,02224 \text{ A} = 1,29 \text{ KA}$$

b. Kapasitas Pemutus Daya pada Busbar

$$I_{CB} = I_{hs3\phi} \times 1,6$$

$$I_{CB} = 814,059 \text{ Amper} \times 1,6$$

$$I_{CB} = 1302,4944 \text{ A} = 1,30 \text{ KA}$$

5. PENUTUP

Setelah Dilakukan Analisa dan Perhitungan maka dapat disimpulkan sbb:

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dalam penelitian , maka dapat disimpulkan bahwa besar kapasitas pemutus untuk PMT transformator 20/500 KV adalah 1,29 KA dan Besar Pemutus untuk PMT Busbar sebesar 1,30 KA.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. MP, "Klasifikasi gardu induk," 2015.
- [2] M. ROJAQ, "Macam-macam Komponen Pada Gardu Induk," 2017. [Online]. Available: <https://mandornya.blogspot.com/2015/04/macam-macam-komponen-gardu-induk.html>.
- [3] H. Guntoro, "Circuit Breaker - Sakelar Pemutus Tenaga / PMT bagian-1." [Online]. Available: <http://dunia-listrik.blogspot.com/2008/10/circuit-breaker-sakelar-pemutus.html>.
- [4] M. T. Amelia, "Evaluasi Penggunaan Pemutus Tenaga Pada Gardu Induk Bungaran Palembang," 2015.
- [5] HaGe, "Relai Arus Lebih," 2009. [Online]. Available: <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/07/relay-arus-lebih.html>.
- [6] Bonggas L.Tobing.2012.Peralatan Tegangan Tinggi.Erlangga.Jakarta.