

Analisis Resetting Relay Dan Load Presentase Terhadap Pola Pelaksanaan Dan Pemeliharaan Pada Gardu Induk 150 Kv Saketi Banten

Rohmanu Dwi Kuncoro ^{*a)}, Ahmad Hermawan ^{a)}, Rhezal Agung Ananto ^{a)}

(Artikel diterima: Mei 2021, direvisi: Juni 2021)

Abstrac: *The Saketi substation has three 150/70 kV power transformers with a capacity of 3x60 MVA with a frequency of 50 Hz where all three transformers have the capacity, transformer 1 60 MVA (PAUWELS TRAF0) has 3 feeders with an average load of 300 A, 10 MW, transformer 2 60 MVA (UNINDO) has 3 feeders with an average load of 200 A, 6.9 MW and transformer 3 60 MVA (UNINDO) has 4 feeders with an average load of 300 A, 10 MW. This calculation and simulation analysis is carried out aiming to find out the relay settings on each transformer under normal conditions and in a maintenance state on one of the transformers for a long period of time. From the results of the analysis and calculation, it was found that the OCR relay setting under normal conditions of the incoming 150 kV transformer transformers 1, 2, and 3 has a current setting value of 0.92 A and a time setting of 0.36 seconds. On the outgoing side the 20 kV transformers 1, 2, and 3 have a setting of 1,039 A and a time setting of 0.166 seconds.*

Keywords : *OCR, Protection Relay, Normal Conditions, Maintenance conditions, load sharing*

1. Pendahuluan

Energi listrik menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat secara umum yang harus terpenuhi. Kebutuhan tenaga listrik di Indonesia meningkat secara signifikan yang disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk. Besarnya peningkatan kebutuhan energi listrik, PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dituntut untuk menambah pusat-pusat pembangkit baru atau penambahan trafo yang dapat melayani kebutuhan beban disisi penyulang. Untuk menjamin terkirimnya energi listrik dari sumber energi listrik ke pelanggan perlu adanya sistem yang minim adanya gangguan dan akibat dari gangguan tersebut.

Berdasarkan Standar ANSI atau IEEE Nomor 100 tahun 1992 gangguan di definisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen, atau suatu elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya. Salah satu bentuk gangguan yang terjadi adalah gangguan hubung singkat baik gangguan tiga fasa, antar fasa maupun gangguan fasa ke tanah. Gangguan hubung singkat tersebut memang kecil tetapi berpengaruh terhadap sistem penyaluran tenaga listrik. Mengingat bila sistem mendapat gangguan (kerja yang tidak normal) maka sistem tenaga listrik harus dapat memperkirakan hal abnormal, serta harus memperhitungkan peralatan pengaman (proteksi) untuk mencegah adanya gangguan sedini mungkin dan melokalisir daerah yang terganggu menjadi seminimal mungkin [1]-[5].

Salah satu cara untuk mencegah adanya gangguan adalah dengan mengoptimalkan setting relay pada jaringan transmisi untuk dapat mencapai mutu penyediaan dan penyaluran tenaga listrik yang handal, dan mampu untuk selalu memenuhi kebutuhan permintaan pelanggan atau beban. Dalam perancangan setting relay proteksi, maka karakteristik dari gangguan harus dipahami. Rancangan tersebut harus menjamin bahwa relay tersebut dapat mendeteksi kondisi abnormal atau gangguan dan melokalisir area yang terganggu tanpa mempengaruhi area yang normal. Peralatan yang dekat dengan gangguan harus 2 bekerja terlebih dahulu sebelum peralatan backup yang letaknya lebih jauh dari

gangguan bekerja.

Pada Gardu Induk Saketi memiliki tiga buah transformator 150/20 kV dan masing-masing memiliki kapasitas 60 MVA. Pada tahun 2018, Gardu Induk Saketi ketika melakukan maintenance, terkait pekerjaan shutdown trafo 3 karena trafo 1 dan trafo 2 sudah memenuhi untuk menanggung beban pada tahun 2018 dan proses re-energize trafo 3 dilakukan pada tahun 2019. Adanya pekerjaan shutdown trafo 3 sampai dengan proses re-energize ini mempengaruhi setting dari sistem relay proteksi yang ada. Maka dari itu perlu dilakukan resetting relay tersebut. Berdasarkan penjelasan diatas penulis menganalisis bahwa dengan adanya shutdown dan re-energize trafo 3 akan mempengaruhi pengaturan sistem proteksi yang sudah ada dan diperlukan resetting peralatan proteksi.

2. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah semua kumpulan atau gabungan yang terdiridari berbagai komponen dan peralatan listrik mulai dari sistem pembangkit, sistem transmisi, sistem distribusi sampai dengan pelanggan, yang saling berhubungan dan merupakan satu kesatuan yang membentuk suatu sistem.

Sistem tenaga listrik berfungsi untuk membangkitkan, mentransmisikan, dan mendistribusikan energy listrik sampai ke pelanggan.

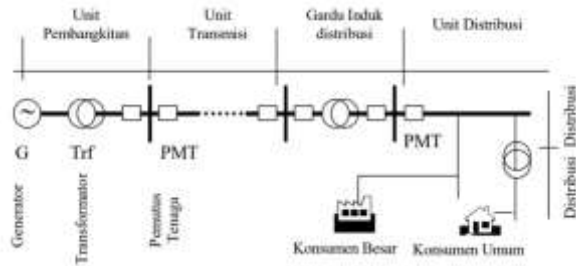
Tiga komponen utama dari sistem tenaga listrik :

- Pusat pembangkit
- Jaringan transmisi dan gardu induk
- Jaringan distribusi

Didalam dunia kelistrikan sering timbul permasalahan-permasalahan teknis, dimana energi listrik dibangkitkan di tempat-tempat yang jauh dari pemukiman penduduk, sedangkan penggunaan energi listrik tersebar diseluruh penjuru tempat. Dengan demikian untuk menyalurkan energi listrik sampai ke pelanggan memerlukan berbagai penanganan teknis. Blok diagram penyaluran energi listrik dapat digambarkan sebagai berikut :

* Korespondensi: rohmanudwik@gmail.com

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141



Gambar 2.1. Diagram Satu Garis Penyaluran Energi Listrik (Aslimeri, 2008)

Gardu induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik atau merupakan satu kesatuan sistem penyaluran (transmisi). Saluran transmisi merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik. Jadi gardu induk merupakan sub-sub sistem dari sistem tenaga listrik.

Gardu induk mempunyai peranan penting, dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan. Gardu induk memiliki sarana instalasi tenaga listrik terdiri dari peralatan-peralatan tenaga listrik listrik yang berfungsi untuk :

1. Mentransformasikan energi listrik pada tegangan yang berbeda, dari tegangan ekstra tinggi ke tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (500kV/150kV), tegangan tinggi ke tegangan tinggi lainnya (150kV/70kV), dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (70kV/20kV), dengan frekuensi tetap.
2. Pengukuran, pengawasan operasi serta pengaman dari sistem tenaga listrik.
3. Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk – gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan ke gardu-gardu distribusi setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang-penyulang (feeder-feeder) tegangan menengah yang ada di gardu induk.
4. Sarana telekomunikasi (pada umumnya untuk internal PLN), yang kita kenal dengan istilah SCADA.

Transformator adalah seperangkat peralatan statis yang berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, mentransformasikan tegangan dan arus bolak balik diantara dua belitan atau lebih pada frekuensi yang sama besar dan biasanya pada nilai arus dan tegangan yang berbeda.

Prinsip kerja transformator berdasarkan prinsip elektromagnetik. Ketikakumparan primer dihubungkan dengan sumber AC (tegangan bolak-balik), perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan perubahan medan magnet atau timbul fluks magnet. Medan magnet berubah dan diperkuat oleh adanya inti sebagai jalur aliran fluksi. Fluksi yang mengalir ke kumparan sekunder akan menimbulkan gaya gerak listrik induksi pada kumparan sekunder, sehingga apabila output sekunder dibebani maka arus dapat mengalir ke beban.

Pemutus tenaga (PMT) atau Circuit Breaker (CB) adalah peralatan pemutus yang berfungsi untuk memutus rangkaian listrik dalam keadaan berbeban (berarus) maupun tanpa beban. PMT

atau CB dapat dioperasikan dalam kondisi normal maupun pada saat terjadi gangguan (abnormal).

Pemutus tenaga mampu beroperasi dalam berbagai kondisi baik ketika kerja normal atau terjadi gangguan. Namun tugas utama PMT adalah mampu memutuskan sirkuit ketika terjadi gangguan. Tugas utama PMT yaitu:

- a) PMT harus mampu lepas ketika terjadi gangguan.
- b) PMT harus mampu mengisolasi gangguan dan memutus arus gangguan.
- c) Kerja PMT harus cepat ketika terjadi gangguan.

Breaking capacity adalah kapasitas daya maksimum pemutus tenaga untuk memutus arus gangguan tanpa menyebabkan kerusakan.

$$MVA_{bc} = \frac{\sqrt{3} \times KV \times I_{hubungsingkat\ 3\ fasa}}{10^6} \quad (2-1)$$

Making current adalah nilai arus puncak selama siklus gelombang pertama ketika terjadi pemutusan oleh PMT.

$$Rated\ Making\ Current = 2.55 \times I_{breaking\ current} \quad (2-2)$$

Short time rating adalah kemampuan PMT untuk mampu bertahan selama 1 sampai 3 detik.

Pemisah adalah peralatan pemisah yang berfungsi untuk memisahkan bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan dan dioperasikan dalam keadaan tidak berbeban. Karena PMS dioperasikan dalam keadaan tidak berbeban, maka jika pada keadaan sistem on PMT harus dioperasikan terlebih dahulu agar rangkaian diputus oleh PMT dan selanjutnya baru PMS dioperasikan, jika pada keadaan off PMS dioperasikan terlebih dahulu baru PMT dioperasikan untuk masuk ke sistem.

Pemisah adalah peralatan pemisah yang berfungsi untuk memisahkan bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan dan dioperasikan dalam keadaan tidak berbeban. Karena PMS dioperasikan dalam keadaan tidak berbeban, maka jika pada keadaan sistem on PMT harus dioperasikan terlebih dahulu agar rangkaian diputus oleh PMT dan selanjutnya baru PMS dioperasikan, jika pada keadaan off PMS dioperasikan terlebih dahulu baru PMT dioperasikan untuk masuk ke sistem.

Sistem tenaga yang besar, dengan wilayah yang luas, sangat rentan dengan kemungkinan terjadinya kerusakan peralatan akibat suatu gangguan hubung singkat, baik yang bersifat temporer, seperti penghantar udara terkena ranting patah atau layang-layang. Juga yang bersifat permanen seperti kawat penghantar yang putus atau juga petir dan proses switching (manuver jaringan) yang menimbulkan tegangan berlebih yang bisa menyebabkan terjadinya flashover pada isolator. Karena begitu banyaknya kemungkinan gangguan hubung singkat yang mungkin mengakibatkan kerusakan pada peralatan, maka perlu dilakukan analisa hubung singkat dengan tujuan sebagai berikut :

1. Untuk menentukan kemampuan memutus (*breaking capacity*) dari suatu alat pengaman (CB).
2. Untuk menentukan setting rele pengaman yang harus dipasang agar peralatan pengaman tersebut bekerja secara optimal.

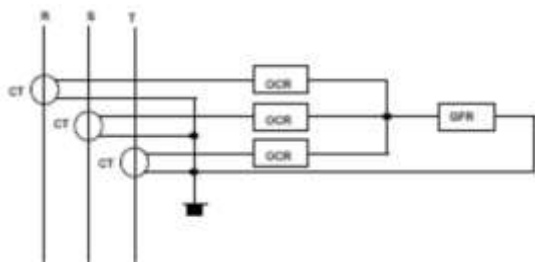
Gangguan tidak simetris pada saluran transmisi tiga fasa dapat disebabkan oleh hubung singkat, perbedaan impedansi akibat pembebanan yang tidak sama, dan penghantar terbuka (open circuit). Untuk melakukan analisis dalam rangkaian tiga fasa yang tidak seimbang dapat dilakukan dengan menggunakan metoda komponen simetris. Teori komponen simetris pertama kali diperkenalkan pada tahun 1918 oleh ilmuwan Amerika yang bernama CL Fortescue. Setelah dilakukan berbagai pengkajian dan penyelidikan serta uji coba, maka beberapa tahun metoda komponen simetris menjadi populer dan hingga saat ini banyak digunakan oleh para enjinir untuk melakukan berbagai perhitungan dan analisa gangguan.

Dasar pemahaman dalam metoda komponen simetris adalah bagaimana suatu sistem yang tidak seimbang pada rangkaian tiga fasa dapat diuraikan menjadi fasor-fasor yang seimbang. Himpunan fasor-fasor inilah yang disebut komponen simetris.

Relai arus lebih akan bekerja apabila ada gangguan arus hubung singkat yang dicatat oleh relai arah, apabila waktu bekerja relai arus lebih dipasang lebih lama makin dekat tempat tempatnya dari sumber tenaga, maka hanya relai yang dekat dengan gangguan saja yang akan bekerja. Dengan demikian hanya rangkaian yang terkena gangguan saja yang akan dibuka (selected tripping). Relai ini bekerja pada waktu dan arus lebih tertentu.

Parameter OCR umumnya adalah :

1. Nilai kerja minimum, merupakan setelan arus minimal yang akan mengerjakan relai.
2. Nilai arus kerja highset, merupakan setelan arus kerja high set untuk arus gangguan yang besar.
3. Karakteristik waktu kerja, merupakan parameter pemilihan kurva waktu kerja.
4. Nilai waktu kerja, merupakan setelan waktu kerja relai berdasarkan karakteristik



Gambar 2.2 Zona Perlindungan Relay Jarak (PLN P3BJB 2013:109)

Seting arus

$$I_s = I_n \times (110 \text{ s/d } 120\%) \quad (2-3)$$

Keterangan :

Is = Setting Arus OCR (ampere)

In = Arus Nominal (ampere)

Setting waktu OCR

$$t = \frac{0,14}{\left[\frac{I_{hs \ p-p}}{I_{set}} \right]^{0,02} - 1} \times TMS \quad (2-4)$$

Karena setting yang dimasukkan pada relay adalah setting TMS maka waktu kerja yang diinginkan pada saat terjadinya gangguan fas-fasa di bus harus ditentukan (umumnya waktu kerja relay proteksi disesuaikan penempatan relaynya)

$$TMS = \frac{\left[\frac{I_{hs \ p-p}}{I_{set}} \right]^{0,02} - 1}{0,14} \times t_{set} \quad (2-5)$$

Keterangan :

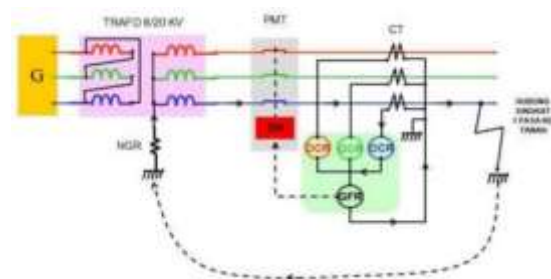
TMS = Time Multiple setting

I_{hs-p-p} = Arus hubung singkat 2 fasa di bus

I_s = Setting arus OCR (ampere)

T_{set} = Setting waktu (SI)

Pada dasarnya relay gangguan tanah adalah relay arus lebih yang digunakan untuk mengkan gangguan ke tanah yaitu 1 (satu) fasa atau 2 (fasa ke tanah. Relay gangguan tanah (ground fault relay) berfungsi untuk memproteksi jaringan tenaga listrik terhadap gangguan antar fasa atau 3 fasa dan hanya bekerja pada satu arah saja rele ini terpasang pada jaringan tegangan tinggi, tegangan menengah, juga pada pengaman transformator tenaga dan berfungsi untuk mengamankan peralatan listrik akibat adanya gangguan fasa ke tanah. Proteksi terhadap gangguan tanah lebih sensitif daripada gangguan antar fasa. Proteksi ini dapat dilakukan menggunakan relay yang hanya akan merespon



Gambar 2.3 Cara Kerja GFR (M. Dwi Kuncahyo, 2017)

terhadap adanya arus residu sistem, karena komponen residual hanya muncul bilamana arus gangguan mengalir ke tanah [6]-[8].

Memproteksi trafo dari kesalahan/gangguan grounding. Berlaku hanya untuk trafo yang titik netralnya di hubungkan ke grounding. Prinsip kerja mirip over current relay.

Untuk mendapatkan nilai setting GFR diperlukan data dan analisa besarnya arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah menurut persamaan : [9]-[12]

$$Fault \ 1 \ Fasa = \frac{3 \ E_{ph}}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \quad (2-6)$$

Keterangan :

I = Arus gangguan 1 fasa ke tanah yang dihitung

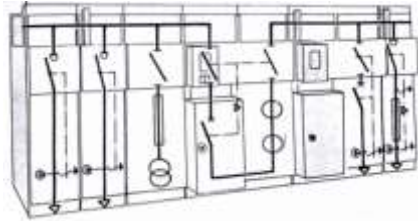
V = Tegangan fasa ke netral

Z₁ = Impedansi urutan positif yang diperoleh dari perhitungan

Z₂ = Impedansi urutan negatif yang diperoleh dari perhitungan

Z₀ = Impedansi urutan nol yang diperoleh dari perhitungan

Kubikel 20 kv adalah seperangkat peralatan listrik yang dipasang pada gardu distribusi yang berfungsi sebagai pembagi,



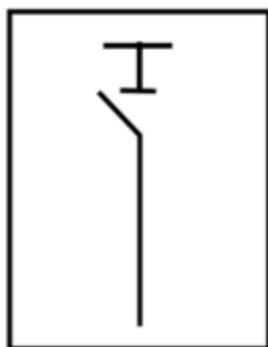
Gambar 2.4 Kubikel 20 kV
(PLN Jasa Pendidikan dan Pelatihan, 2013)

pemutus, penghubung pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik tegangan 20 Kv. kubikel 20 kV biasa terpasang pada gardu distribusi atau gardu hubung yang berupa beton maupun kios

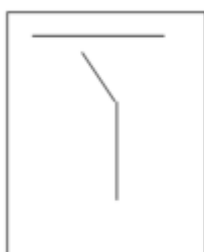
Berdasarkan fungsi dan nama peralatan yang terpasang kubikel dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu :

- Kubikel Pemutus Tenaga (PMT = CB)
- Kubikel PMS (Pemisah)
- Kubikel LBS (Load Break Switch)
- Kubikel CB Out Metering (PMT CB)
- Kubikel PT (Potential Transformer)
- Kubikel B1 (Terminal Out Going)

Kubikel PMS (Pemisah) Berfungsi untuk membuka dan



Gambar 2.5 Simbol Diagram PMT



Gambar 2.5 Simbol Diagram PMT
(PLN Jasa Pendidikan dan Pelatihan, 2013)

menutup aliran listrik 20 kV tanpa beban, karena kontak penghubung tidak dilengkapi alat peredam busur listrik

Kubikel PMT (Pemutus Tenaga)

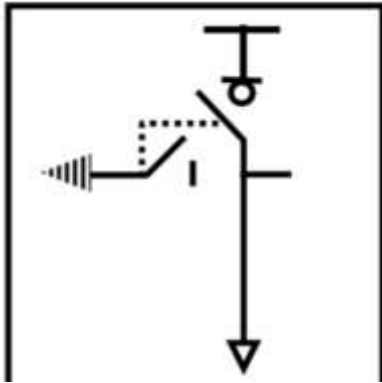
Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban atau tidak berbeban, termasuk memutus pada saat terjadi gangguan hubung singkat

Kubikel terdiri dari :

1. Satu set busbar fase tiga 400 A, 630 A atau 1250 A
2. Dua pemisah tiga kutub dengan arus pengenal 400 A, 630 A atau 1250 A yang dioperasikan secara manual, pemisahan dilakukan dengan penarikan / pencabutan (sistem laci) pemutus tenaga yang ditempatkan dalam kompartemen.
3. Sebuah pemutus tenaga kutub jenis SF6 atau hampa udara dengan pengoperasian melalui energi pegas yang pengisiannya dilakukan secara manual atau motor listrik.
4. Pemutus tenaga tersebut dilengkapi kumparan pelepas (trip) dan indikator yang menunjukkan posisi buka / tutup secara mekanis.
 - a. Arus pengenal 400 A, 630 A atau 1250 A
 - b. Kapasitas pemutus (I_{th}) 12,5 kA 1 sec
 - c. Kapasitas penyambungan (I_{ma}) 31,5 kA.
 - d. Kapasitas pemutusan transformator dalam keadaan tanpa beban : 16 A
 - e. Kapasitas pemutusan pengisian kabel : 50A
5. Tiga buah transformator arus dengan dua inti yang ditempatkan disaluran keluaran
 - a. Arus primer : sesuai kebutuhan (50, 100, 150, 200 dan seterusnya)
 - b. Arus sekunder : 5-5A
 - c. Kapasitas ketahanan arus hubung singkat : 12,5 kA (1 detik)
 - d. Beban pengenal :
Kapasitas transformator arus tersebut harus dapat memenuhi kebutuhan rele yaitu:
 - Satu inti 30 VA, kelas 0,5 untuk pengukuran
 - Satu inti lainnya 15 VA kelas 10-P-10 untuk proteksi
6. Tiga buah transformator tegangan
 - a. Rasio : 20 / $\sqrt{3}$ kV // 100 / $\sqrt{3}$ Volt
 - b. Beban pengenal : 50 VA
 - c. Kelas ketelitian : 0,5
7. Rele
 - a. Satu set rele untuk beban lebih dan gangguan ke bumi, rele harus disambungkan dengan transformator arus diatas. Arus dan waktu dapat diatur terpisah.
 - b. Karakteristik rele beban lebih.
 - c. Rele harus dirancang sehingga melepas sumber tenaga dengan atau tanpa memerlukan suatu daya dari luar
 - d. Rele harus dilengkapi fasilitas untuk pengetesan arus dan pengetesan untuk melepas kontak (trip release)
8. Tiga buah ammeter kebutuhan maksimum dipasang pada panel penunjuk (metering panel)

9. Sistem interlock.

Kubikel LBS Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban atau tidak.

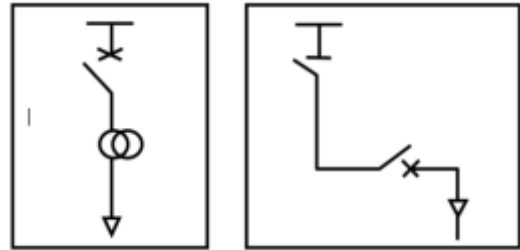


Gambar 2.6 Simbol Diagram LBS (PLN Jasa Pendidikan dan Pelatihan, 2013)

Kubikel LBS

1. Satu set busbar tiga fase 400 A atau 630 A.
2. Sebuah sakelar beban tiga kutub jenis udara, SF6 atau hampa udara dengan operasi secara manual.
 - a. Arus pengenal 400 A
 - b. Kapasitas penyambung (puncak) 31,5 kA (making capacity)
 - c. Kapasitas pemutusan beban aktif (pf ; 0,7) 400 A
 - d. Arus pemutusan pengisian beban 25 A
 - e. Sakelar beban harus dapat dipasang mekanis kontrol elektris (electric control mechanism) tanpa modifikasi yang besar terhadap sakelar tersebut.
 - f. Kapasitas ketahanan arus hubung singkat (1 detik) \geq 12,5 kA
3. Sebuah sakelar pembumian 3 kutub dengan pengoperasian secara manual
4. Tiga buah gawai kontrol tegangan
5. Sistem interlok
6. Busbar pembumian
7. Harus ada ruang yang cukup dan penunjang kabel bagian bawah kubikel untuk melakukan pemasangan terminasi kabel berisolasi padat, penghantar dari bahan aluminium yang dipilih dengan luas penampang sampai dengan 240 mm²
8. Satu set lengkap terminal kabel (jika diperlukan)

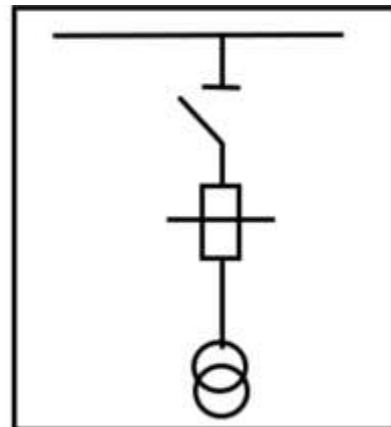
Kubikel CB Out Metering (PMT) Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dengan cepat dalam keadaan normal maupun gangguan kubikel ini disebut juga istilah kubikel pmt (pemutus tenaga) kubikel ini dilengkapi dengan relay peroteksi circuit breaker (PMT, CB) kubikel ini bisa di pasang sebagai alat



Gambar 2.7 Simbol Diagram Kubikel CB Out Metering (PLN Jas Pendidikan dan Peleatihan, 2013)

pembatas, pengukuran dan pengaman pada pelanggan tegangan menengah current transformer yang terpasang memiliki double sekunder satu sisi untuk mensuplai arus ke alat ukur kwh dan satu sisi lagi untuk menggerakkan relai proteksi pada saat ter jadi gangguan

Kubikel PT (*Potensial Transformer*) Berfungsi sebagai kubikel pengukuran, didalam kubikel ini terdapat pms dan transformator tegangan yang menurunkan tegangan dari 20.000 Volt menjadi 100 Volt untuk mensuplai tegangan pada alat ukur kwh kubikel ini kadang kala disebut juga dengan istilah kubikel VT (Voltage



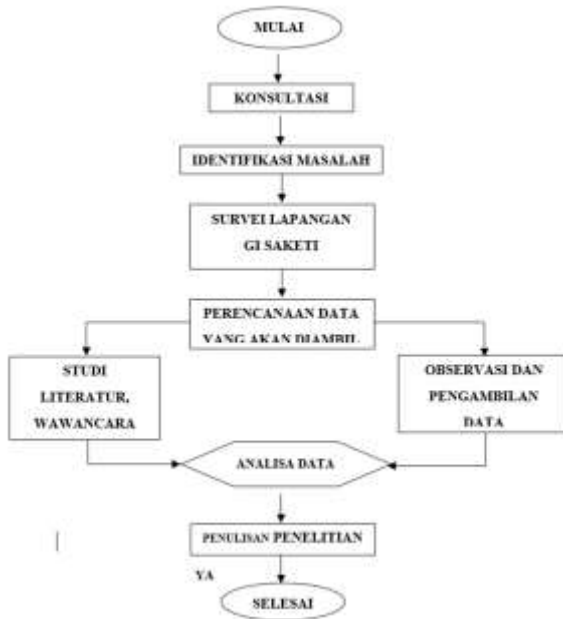
Gambar 2.8 Simbol Diagram Kubikel PT

Transformer). handle kubikel PT harus selalu dalam keadaan masuk dan tersegel

Untuk pengamanan trafo tegangan terhadap gangguan hubung singkat maka dipasanglah fuse TM.

3. Metodologi

Untuk memperoleh data yang akurat sesuai pokok permasalahan, serta menunjang penulisan Penelitian ini, maka dari itu penulis dapat melakukan beberapa metode sebagai berikut seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Observasi adalah pengamatan yang dilakukan penulis pada kondisi lapangan PT.PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Saketi, PT.PLN (Persero) UPT Cilegon agar lebih mengetahui masalah yang sebenarnya terjadi dan untuk memperoleh informasi yang lebih akurat serta untuk mendapatkan data-data pembebanan semua trafo, loading presentase saat trafo 3 sebelum dan setelah re-energize, pembebanan penyulang dari GI dan peak load sebelum dan setelah re-energize, data spesifikasi semua trafo, single line diagram Gardu Induk Saketi, dan spesifikasi relai-relai yang digunakan.

Analisa data dilakukan setelah penulis mengambil data di PT.PLN (Persero), kemudian melakukan pengolahan data untuk membantu menganalisa data. Analisa data yaitu menelaah data secara keseluruhan dari sumber yang diperoleh melalui studi literatur, wawancara, dan observasi.

Penulisan penelitian merupakan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan, analisa data, dan simulasi sehingga penulis dapat melakukan penulisan penelitian ini.

4. Analisis

Gardu Induk Saketi mempunyai tiga buah trafo tenaga 150/70 kV yang berkapasitas 3x60 MVA dengan frekuensi 50 Hz dimana ketiga trafo memiliki kapasitas, trafo 1 60 MVA (PAUWELS TRAF0), trafo 2 60 MVA (UNINDO) dan trafo 3 60 MVA (UNINDO).

Gardu Induk Saketi merupakan gardu induk dengan sistem 150/20 kV dengan frekuensi 60 Hz yang disuplai dari Gas Insulated Swichyard (GIS) Labuan, melalui dua transmisi line yaitu Labuan-Saketi I dan Labuan-Saketi II. Selain itu GI Saketi juga terhubung dengan GI Rangkasbaru melalui dua transmisi line yaitu Saketi-Rangkasbaru I dan Saketi-Rangkasbaru II. Pada keadaan normal aliran arus berasal dari GIS Labuan ke GI Saketi

lanjut GI Rangkasbaru. Gardu Induk Saketi memiliki dua bus yang menyuplai tiga trafo tenaga dengan kapasitas, trafo 1 60 MVA (PAUWELS TRAF0), trafo 2 60 MVA (UNINDO) dan trafo 3 60 MVA (UNINDO). Dimana diantara dua bus tersebut dipasang PMT kopel dalam posisi close, ketika ada pemeliharaan salah satu bus maka PMT kopel dalam posisi open, dimana semua trafo disuplai dari bus yang tidak dipelihara. Dari Gardu Induk Saketi menyuplai beberapa penyulang, diantaranya

Tabel 3.1. Data Penyulang dari GI Saketi

Trafo 1 (60 MVA)	Trafo 2 (60 MVA)	Trafo 3 (60 MVA)
Brokoli	Kangkung	Parakan
Cabe	Kentang	Wortel
Wortel	Bayam	Bawang
		Salada

Over Current Relay (OCR) merupakan proteksi cadangan yang digunakan untuk mengamankan transmisi, OCR berdasarkan sensing arus yang mengalir

Berikut ini merupakan perbandingan setting perhitungan dan setting data dimana tujuan dari pada perbandingan ini adalah untuk mengecek apakah adakah selisih kesalahan yang terjadi dari nilai yang disetting oleh PLN apabila dibandingkan dengan nilai perhitungan.

Tabel 3.2 Perbandingan Setting OCR

Kondisi Sistem Normal						
Setting PLN						
	Setting OCR HV			Setting OCR LV		
	I	T	Ip	I	T	Ip
T1	0.92	0.36	276	1.039	0.166	2080
T2	0.92	0.36	276	1.039	0.166	2080
T3	0.924	0.36	276	1.039	0.166	2080
Setting PLN						
	Setting OCR HV			Setting OCR LV		
	I	T	Ip	I	T	Ip
T1	0.924	0.29	277.2	1.039	0.74	2079.6
T2	0.924	0.29	277.2	1.039	0.74	2079.6
T3	0.924	0.29	277.2	1.039	0.74	2079.6

Untuk data manual book relay memberikan setting relay dengan range minimal dan maksimal sehingga nilai setting masih masuk dalam jangkauan relay. Data hasil perhitungan manual dengan data setting PLN terdapat perbedaan nilai arus setting (Iset) di sisi incoming 150 kV yang tidak signifikan yaitu pada Trafo 1 dan 2 yaitu sebesar 0.004 A. Sedangkan untuk nilai setting waktu pada Trafo 1, 2 dan 3 selisih sebesar 0.07 detik,

untuk setting arus sisi primer relay OCR selisih 1.2 A lebih besar diperhitungkan. Data hasil perhitungan manual dengan data setting PLN tidak terdapat perbedaan nilai arus setting (Iset) di sisi outgoing 20 kV. Sedangkan untuk nilai setting waktu pada Trafo 1, 2 dan 3 terdapat selisih 0.574 detik lebih besar pada perhitungan, untuk setting arus sisi primer relay OCR selisih 0.4 A lebih besar diperhitungkan. Pada setting PLN nilai setting bisa beragam meskipun nilai arus, rasio ct dan relay yang digunakan sama.

[12] SPLN .(1980). “Standart Pentanahan”, PLN.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis Setting Relay Proteksi pada Gardu Induk 150 kV Saketi Banten. Berdasar.

Berdasarkan perhitungan dan analisis, kedua parameter perhitungan yang berbeda jika dibandingkan dengan nilai setting PLN ada selisih dengan kondisi eksisting PLN.

Dari hasil analisis ditemukan bahwa setting TMS yang salah bisa menyebabkan kurva bertabrakan. Nilai pickup yang kurang dari FLA peralatan bisa menyebabkan kesalahan trip relay.

Pada saat terjadi pemeliharaan atau salah satu trafo dimatikan dengan waktu yang lama menyebabkan perubahan nilai aliran daya yang terjadi di sistem.

Daftar Pustaka

- [1] Aslimeri. (2008) “Buku Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2”.
- [2] Hakim, Fahmi Muhammad.(2017). “Gardu Induk”. Politeknik Negeri Malang.
- [3] PLN P3B JB.(2013).“Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali”. PLN.
- [4] SPLN 8-1. (1991).“*Transformator tenaga*”, PLN.
- [5] I Gusti Putu Arka.(2015). “Analisa Pengaruh Pemasangan Directional Ground Relay (DGR) sebagai Pengaman Gangguan Fasa Tanah Penyulang 20 kV”, Politeknik Negeri Bali.
- [6] Gunawan, Indra. (2018). “Analisa Resetting Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Pada Trafo 60 Mva 150/20 Kv Dan Penyulang 20 Kv Gardu Induk Padang Sambia”. Universitas Udayana.
- [7] Wahyu, Risa. (2015). “Studi Pengaruh Uprating Transformator Terhadap Sistem Proteksi Sisi Incoming Pada Gardu Induk Polehan”. Politeknik Negeri Malang.
- [8] Kuncahyo, Dwi Mochammad. (2017). “Analisis Setting Ground Fault Relay (GFR) Terhadap Sistem Pentanahan Netral Transformator Menggunakan Metode Neutral Grounding Resistor (NGR) Pada Penyulang PLN Rayon Kuala Pembuang”, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [9] PLN Jasa Pendidikan dan Pelatihan. (2013). “Pengenalan Kubikel 20 kV”, PLN.
- [10] Silitonga, Natanoel Ezra. (2018). “Analisa Pengaruh Gangguan Di Saluran 150 Kv Tandem – Perak Terhadap Koordinasi Relay Proteksi”. Politeknik Negeri Malang.
- [11] Duta Distanta Duta Pratama. (2015). “Studi Koordinasi Sistem Pengaman Trafo Di Gardu Induk Blimbing”. Politeknik Negeri Malang.