

Analisis Permasalahan *Disconnecting Switch* Pada Unit Induk Transmisi Jawa Barat

Sarah Chairul Annisa
Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun Bogor
email : sarah.annisa@uika-
bogor.ac.id

Adi Mardiansah
Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun Bogor
email :
adi.mardiansah@gmail.com

Nurhidayatulloh
Multimedia Education Study
Program
Universitas Pendidikan
Indonesia
nurhidayatulloh@upi.edu

Abstrak – Gardu induk sangat mempunyai peranan penting dalam pendistribusian tenaga listrik dari transmisi ke konsumen. Proses penurunan dan kenaikan tegangan melalui transmitter ada pada Gardu Induk (GI yang kemudian didistribusikan ke beban-beban. Pusat beban konsumen juga ada pada Gardu Induk. Pada saat pemeliharaan GI saklar pemisah (PMS) atau *disconnecting switch* bagian ini menjadi bagian yang sangat penting, karena dapat memvisualkan bahwa suatu peralatan listrik bebas tidaknya dari tegangan listrik sehingga pekerja menjadi lebih safety dalam melakukan maintenance. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi lapangan dan wawancara. Hasilnya pemisah pada GI tidak dapat dijalankan ketika mesin dalam keadaan berbeban. Namun pembukaan atau penutupannya harus dilaksanakan setelah pemutus tenaga (pmt) dibuka terlebih dahulu. Ini dilakukan untuk keamanan dan penjaminan interlock antara pemisah dengan pemutus beban. Di dalam rangkaian kontrolnya, rangkaian interlock akan mencegah bekerjanya saklar pemisah apabila pemutus tenaganya masih tertutup.

Keywords: gardu induk, saklar pemisah, *disconnecting switch*

Abstract -- In distributing electric power from transmission to consumers, substations have a very important role. At this substation (GI), the voltage reduction process occurs from transmission voltage to low voltage which is then distributed to consumers. The substation is also a load center in a certain area, so it is at this substation that consumer loads are installed via the distribution network. During maintenance at the main substation, the disconnecter switch (PMS) or disconnecter switch plays a very important role because the disconnecter switch states visually that an electrical equipment is free from electrical voltage so that the working voltage is safe for maintenance. The method used in this research is field study and interview methods. As a result, to a certain extent it cannot be operated under load. However, opening or closing must be done after the work stop (PMT) has first been opened. To ensure interlocking, between load termination. In the control circuit, the interlock circuit will prevent the disconnecter switch from working if the circuit breaker is still closed.

Keywords: substation, separation switch, *disconnecting switch*

I. LATAR BELAKANG

PT PLN (Persero) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang jasa, diantaranya penyaluran tenaga listrik, unit pembangkit listrik dan jaringan transmisi listrik. PT PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Tengah (UITJBT) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Bogor yang berwenang terhadap sejumlah Gardu Induk (GI) dan jaringan transmisi.

Gardu induk sangat mempunyai peranan penting dalam pendistribusian tenaga listrik dari transmisi ke konsumen. Pada Gardu Induk (GI) inilah terjadi proses penurunan tegangan dari tegangan transmisi ke tegangan rendah yang kemudian didistribusikan ke beban-beban. Gardu Induk juga merupakan pusat beban pada daerah tertentu, sehingga pada GI inilah

dipasang beban konsumen melalui jaringan distribusi. Gardu Induk memiliki fungsi lainnya sebagai pengukuran, pengawasan operasi serta pengaturan pengaman dari sistem tenaga listrik. Sarana dan peralatan kelistrikan yang berada pada Gardu Induk meliputi Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT), rel daya busbar, isolator, transformator daya, transformator tenaga, pemutus tenaga (PMT), pemisah (PMS), sistem proteksi, instrumentasi ukur, dan sistem pembumian [1,2].

Ketika *maintenance* dilakukan di bagian GI *disconnecting switch* beberapa hal perlu diperhatikan karena ini termasuk bagian inti yang sangat penting. *disconnecting switch* dapat membantu memvisualkan suatu alat terbebas atau tidaknya dari tegangan listrik, hal ini menjadikan pekerja dan hal lainnya aman ketika dilakukan *maintenance*. Hal inilah yang

menjadikan bahwa GI sangat perlu *maintenance* dan perawatan secara berkala sehingga diharapkan mampu bekerja efektif dan efisien. Tentunya dengan perawatan yang baik dapat meminimalisir *error* atau kerusakan peralatan serta untuk memperpanjang umur pemakaian, sehingga efisiensi penransmision energi listrik dapat lebih optimal [1-3]

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi lapangan dan wawancara.

Gardu Induk

Wilayah kerja PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Bogor berupa unit gardu induk ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1 Unit Gardu Induk UPT Bogor

No	Nama Gardu Induk	Alamat Gardu Induk
1	GITET 500 kV Cibinong	Jl. Raya Mercedes Benz, Cicadas, Gn. Putri, Bogor
2	GI 150 kV Cibinong	Jl. Raya Mercedes Benz, Cicadas, Gn. Putri, Bogor
3	GI 150 kV Semen Baru	Jl. Raya Narogong, Kembang Kuning, Klapanunggal, Bogor
4	GI 150 kV ITP	Jl. Raya Mayor Oking, Lulut, Citereup, Bogor
5	GI 150 kV Kedung Badak	Jl. Raya Cilebut, Kedung Badak, Tanah Sareal, Bogor
6	GI 150 kV Bogor Baru	Jl. Raya Cimahpar, Tanah Baru, Kedung Halang, Bogor
7	GI 150 kV Ciawi	Jl. Raya Puncak km. 8, Bendungan, Ciawi, Bogor
8	GI 150 kV Sentul	Jl. Raya Sentul, Bogor
9	GI 150 kV Cibadak Baru	Jl. Palasari No. 20 Sunda Wenang, Parung Kuda, Sukabumi
10	GIS 150 kV Salak Baru	Jl. Awi Bengkok 1, Kabandungan, Sukabumi
11	GIS 150 kV Salak Lama	Jl. Awi Bengkok 7, Kabandungan, Sukabumi
12	GI 150 kV Lembur Situ	Jl. Pelabuhan II km. 7, Lembur Situ, Sukabumi
13	GIS 150 kV Pelabuhan Ratu	Jl. Cipatuguran, Pelabuhan Ratu,, Sukabumi
14	GI 70 kV Kracak	Jl. A. Yani, Kracak, Leuwiliang, Bogor
15	GI 70 kV Bunar	Jl. Raya Jasinga, Bunar, Cigudeg, Bogor
16	GI 70 kV Cileungsi	Jl. Raya Narogong, Dayeuh, Cileungsi, Bogor
17	GI 70 kV Ubrug	Jl. Pelabuhan Ratu, Ubrug, Warung Kiara, Sukabumi
18	GI 70 kV Pelabuhan Ratu	Jl. Bhayangkara No. 15, Citepus, Pelabuhan Ratu, Sukabumi

Diagram satu garis

Diagram satu garis (*single line diagram*), adalah suatu diagram listrik pada gardu induk yang berisi

penjelasan secara umum tentang letak, jenis peralatan di gardu induk, seperti rel (busbar), pemisah (PMS), pemutus tenaga (PMT), PMS tanah, transformator arus, transformator tegangan, lightning arrester (LA), transformator tenaga, dan lain-lain [4]. Single line diagram wilayah UPT Bogor [2].

Warna garis pada *single line diagram* berfungsi sebagai indikator level tegangan yang digunakan. Untuk keseragaman penggunaan warna, maka dibuat suatu aturan yang dimuat dalam aturan jaringan (*grid code*) P3B Jawa Bali [5]. Warna garis pada single line diagram berpedoman kepada *grid code* P3B Jawa Bali.

Tabel 2. Warna Garis Pada Single Line Diagram Grid Code P3B Jawa Bali

Keterangan	Warna
Single line diagrams 500 kV	Biru
Single line diagrams 275 kV	Putih
Single line diagrams 150 kV	Merah
Single line diagrams 66 kV	Kuning
Single line diagrams 30 kV	Hijau
Single line diagrams 20 kV	Cokelat
Single line diagrams 12 kV	Abu-abu
Single line diagrams 6 kV	Oranye / jingga
Single line diagrams 0,4 kV	Ungu
Semua Komponen	Warna Rel
Warna Background	Hitam

Selain warna garis, simbol, dan status dari peralatan juga dibuat keseragaman. Simbol dan status peralatan berpedoman kepada *grid code* P3B Jawa Bali, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Peralatan gardu induk

Prasarana dari suatu gardu induk yang ada di lingkungan instalasi PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Bogor, Gardu Induk pada dasarnya sama untuk seluruh kondisi Indonesia. Perbedaannya hanya pada kapasitas trafo daya terpasang yang diakibatkan oleh faktor permintaan pelayanan beban wilayah [7]. Instalasi ketenagalistrikan di Gardu Induk PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Bogor terdiri atas: (i) Busbar, (ii) pemutus tenaga, (iii) transformator arus, (iv) transformator tegangan, (v)

transformator daya, (vi) pemisah, (vii) *lightning arrester* dan (viii) sistem penyearahan dan catu daya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Kelistrikan UPT PLN Bogor

Sumber daya listrik yang digunakan oleh UPT PLN Bogor berasal dari dua sumber yaitu PLN dan pembangkit sendiri yang menggunakan set pembangkit (*Generating set/genset*). Sumber listrik yang digunakan UPT Bogor dari PLN adalah 6600 VA dan pembangkit sendiri yang digunakan di UPT Bogor adalah set pembangkit merk *Hargen Sound Proof* dengan kapasitas untuk keperluan ruang rapat [6].

B. Pemutus tenaga

Pemutus tenaga (PMT), adalah saklar yang dapat digunakan untuk penghubungan atau pemutusan daya listrik sesuai dengan rating. Fungsi PMT sebagai pemutus beban, maka harus dilengkapi dengan pemadam busur api. Saat pemutusan atau penghubungan (penutupan) kontak-kontak bertegangan pada PMT, akan terjadi busur api listrik yang harus dipadamkan dengan media minyak, udara, atau gas. Salah satu keberadaan PMT 150 kV di Unit Gardu Induk Kedung Badak, adalah PMT dengan merk Alsthom dengan media pemadaman busur api berupa gas SF6 dan minyak diala B [7]. Penampang fisis pemutus tenaga dengan media pemadaman busur api berupa gas SF6.



Sumber: PT PLN (Persero) Unit Gardu Induk Kedung Badak

Gambar 1. Penampang Fisis Pemutus Tenaga Dengan

Keterangan:

- (1) *Breaker base* atau dudukan tempat isolator-isolator post berdiri
- (2) *Box* mekanik penggerak.
- (3) Interrupter unit, adalah bagian pemutus tenaga berupa ruangan yang diselubungi porselen yang didalamnya terdapat kontak-kontak, torak tetap dan silinder penghembus.

C.
unt
list

itu pemisah tidak dapat dimasukkan/dikeluarkan pada rangkaian listrik yang berbeban. Untuk tujuan tertentu pemisah penghantar atau kabel dilengkapi dengan pemisah tanah yang dibuat interlock. Sehingga kemungkinan adanya kesalahan operasi dapat dihindarkan [7]. Penampang fisis pemisah di Unit Gardu Induk Kedung Badak, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Sumber: PT PLN (Persero) Unit Gardu Induk Kedung Badak

Gambar 2. Penampang Fisis Pemisah

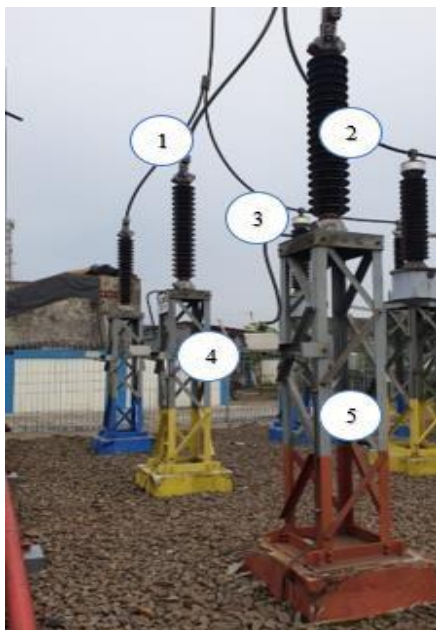
Keterangan:

- (1) Terminal utama, tempat penghubung dari sisi tegangan tinggi (primer) ke peralatan lain.
- (2) Porselen, berfungsi sebagai isolasi antara bagian yang bertegangan dengan badan atau antara bagian bertegangan yang berlainan fasanya.
- (3) Terminal *box*, tempat penghubung sisi sekunder VT dengan peralatan lain yang membutuhkan (proteksi dan pengukuran).
- (4) Pendukung atau penyangga (*supporter*).
- (5) Box wiring, tempat wiring untuk relai-relai internal trafo untuk kebutuhan pengamanan (proteksi).

D. Lightning arrester

Lightning arrester (LA), adalah alat proteksi bagi peralatan listrik terhadap tegangan lebih yang ditimbulkan oleh sambaran petir atau surya hubung (*switching surge*) melalui mekanisme *by-pass* di sekitar isolasi dengan pembentukan jalur dan mudah dilalui oleh arus kilat ke sistem pembumian peralatan, sehingga tidak timbul kerusakan isolasi peralatan. *By-*

pass tersebut harus sedemikian rupa, sehingga tidak berdampak kepada fenomena aliran daya sistem frekuensi jala-jala 50 Hertz [7]. Fungsi *lightning arrester*, adalah sebagai pelindung peralatan listrik pada sistem transmisi atau jaringan terhadap tegangan lebih yang disebabkan oleh sambaran petir atau surja hubung. *Arrester* harus mampu bertindak sebagai isolator dan penyalur beberapa miliampere arus bocor ke bumi pada tegangan sistem dan berubah menjadi konduktor yang sangat baik dan penyalur ribuan ampere arus surja ke bumi, bertegangan lebih rendah dari tegangan *withstand* peralatan ketika terjadi tegangan lebih, dan penghilangan arus susulan dari sistem melalui arrester (*power follow current*) setelah surja petir atau surja hubung berhasil didisipasikan [8]. Penampang fisis *lightning arrester* di Unit Gardu Induk Kedung Badak, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Sumber: PT PLN (Persero) Unit Gardu Induk Kedung Badak

Gambar 3. Penampang Fisis *Lightning Arrester*

Keterangan:

- (1) Elektroda (terminal).
- (2) Isolator.
- (3) Terminal pembumian
- (4) *Counter LA*.
- (5) Penyangga.

E. Sistem penyearahan dan catu daya

Sistem penyearahan dan catu daya di Gardu Induk Kedung Badak, meliputi: (i) catu daya tegangan bolak-balik, (ii) catu daya 110 Vdc dan 48 Vdc, dan (iii) penyearah (*rectifier*).

- Catu daya tegangan arus bolak-balik Pasokan catu daya untuk pemenuhan kebutuhan sendiri di Gardu Induk Kedung Badak diperoleh dari

satu sumber, yaitu transformator pemakaian sendiri yang merupakan aset PT PLN (Persero) ULP Bogor [9].

- Catu daya 110 Vdc dan 48 Vdc

Suplai daya berbentuk arus searah (*dc*) 110 Volt dan 48 Volt diperoleh dari unit baterai dan *rectifier* (*battery charger*). Baterai dan *rectifier* dioperasikan secara paralel untuk beban dengan pola *floating, standby*, atau sistem ganda. Fungsi baterai sebagai sumber tenaga untuk alat kontrol, indikator, penerangan darurat, rele proteksi, dan peralatan komunikasi dengan pemberian isyarat keandalan tinggi. Baterai terpasang di GI Kedung Badak berupa baterai jenis *Acid* tipe SBM300-2 sebanyak 86 sel untuk sistem 110 Vdc dan baterai tipe KLP200 sebanyak 38 untuk sistem 48 Vdc [10]. Penyusunan baterai untuk sistem catu daya 110 Vdc di Gardu Induk Kedung Badak,



Sumber: PT PLN (Persero) Unit Gardu Induk Kedung Badak

F. Pemeliharaan Pemisah (PMS) di Gardu Induk

- Pengertian pemisah

Pemisah (PMS) adalah salah satu peralatan sistem tenaga listrik yang dapat digunakan sebagai saklar pemisah rangkaian listrik dalam keadaan tanpa beban. PMS dijalankan ketika akan dilakukan *maintenance* untuk melihat tegangan pada rangkaian agar lebih safety dari sisa tegangan yang timbul ketika terjadi pemutusan. Posisi *switchyard* PMS 150 kV dalam instalasi akan lebih bagus ketika dijalankan dalam jarak yang cukup jauh, hal ini dilakukan dengan panel control dan dioperasikan menggunakan remote sehingga lebih efektif dan efisien dari segi keamanan operator gardu induk dalam mengoperasikan PMS [6]

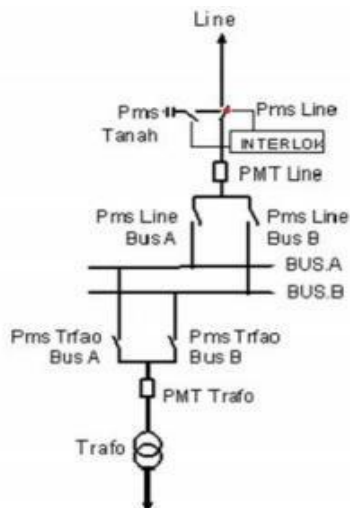
Disconnecting switch juga dapat berfungsi memperlihatkan secara visual bahwa suatu alat listrik sudah bebas dari tegangan kerja. Untuk itu pemisah tidak dapat untuk dikeluarkan ataupun dimasukkan pada rangkaian listrik dalam keadaan berbeban. Hal ini dikarenakan untuk menjamin error urutan operasi tidak terjadi, maka harus ada keadaan saling mengunci (*interlock*), antara pemisah dengan pemutus bebannya.

Dengan terpasang *interlock* ini maka kemungkinan kesalahan operasi bisa dihindari [8,9].

G. Fungsi pemisah

Ada dua fungsi utama dari pemisah yaitu :

1. Pemisah Peralatan berfungsi untuk memisahkan peralatan listrik dari peralatan lain atau instalasi lain yang bertegangan. PMS ini dapat dibuka atau ditutup hanya pada rangkaian jaringan yang tidak berbeban.
2. Pemisah Tanah (Pisau Pentanahan/Pembumian) berfungsi untuk mengamankan dari arus tegangan yang timbul sesudah saluran tegangan tinggi diputuskan atau induksi tegangan dari penghantar atau kabel lainnya. Hal ini perlu untuk keamanan bagi orang-orang yang bekerja pada peralatan instalasi [9].



Sumber: PT PLN (Persero) Pemeliharaan Pemisah (PMS) Unit Gardu Induk Kedung Badak

Gambar 4. Single Line Penempatan Posisi Pemisah

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan diatas, sesuai tujuan pelaksanaan kerja praktik maka dapat disimpulkan :

Secara umum *disconnecting switch* tidak dapat dijalankan ketika ada beban yang terpasang, namun terlebih dahulu pemutus tenaga (PMT) dibuka kemudian dilanjutkan proses pembukaan atau penutupannya. Untuk menjamin keadaan saling mengunci (*interlock*), antara pemisah dengan pemutus bebannya. Pada bagian dalam rangkaian kontrolnya, rangkaian *interlock* akan mencegah bekerjanya saklar pemisah jika PMT masih dalam keadaan tertutup. Maka fungsi dari pemisah (PMS) adalah sebuah alat yang dapat menyambung atau memutuskan rangkaian dengan arus yang rendah kurang lebih lima ampere (5A). PMS akan dikatakan baik apabila memiliki bahan isolator yang baik serta dalam keadaan bagus untuk menahan arus. Pengoperasian yang tidak baik pada pengoperasian dan pemeliharaan pada isolator

PMS (Pemisah) akan memperpendek masa dari isolator PMS dan sebaliknya apabila pemeliharaan dan pengoperasian pada isolator PMS berjalan dengan baik maka akan memperpanjang masa pada isolator.

V. REFERENSI

- [1] Y. Prasetya., "Laporan Kerja Praktik di PT PLN (Persero) UITJBT UPT Bogor Gardu Induk Kedung Badak", Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun, Bogor, Jan. 2022.
- [2] W. Ahsani., "Laporan Kerja Praktik di PT PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Tengah (UITJBT) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Bogor" , Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun, Bogor, Feb. 2023.
- [3] A. Ginanjar, "Laporan Kerja Praktik di PT PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Tengah (UITJBT) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Bogor Gardu Induk 150 KV Pelabuhan Ratu" , Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun, Bogor, Okt. 2021.
- [4] F. Adityo, "Laporan Kerja Praktik di PT PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Tengah (UITJBT) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Bogor" , Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun, Bogor, Feb. 2023.
- [5] D. Maulina, "Pengoperasian Gardu Induk", Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Des. 2017.
- [6] J. Sulaiman, "Analisis sistem pentanahan peralatan pada komponen utama pada gardu induk di maros". Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar, Jul. 2012.
- [7] Buku Petunjuk Batasan Operasi Dan Pemeliharaan Peralatan Penyalur Tenaga Listrik, "Petunjuk Pengoperasian Gardu Induk", PT. PLN (Persero) UITJBT UPT Bogor, Okt 2014.
- [8] Buku Petunjuk Batasan Operasi Dan Pemeliharaan Peralatan Penyalur Tenaga Listrik, "Operasi dan Pemeliharaan Gardu Induk", PT. PLN (Persero) UITJBT UPT Bogor, Okt 2014.
- [9] M.Selva, "Studi Pengamanan Busbar 150 KV Pada Gardu Induk Cengkareng Dengan Relay Differensial." . Institut Teknologi PLN, Jakarta, Mei 2017.
- [10] A. Aulia, "Struktur Organisasi dan Pembagian Tugas PT. PLN Transmisi dan Gardu Induk Panakkukang Kota Makassar dan Gardu Induk Panakkukang Kota Makassar", Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar, Des. 2017.