

Analisis Kebocoran Gas SF₆ di Bay Line Power Breakers (PMT) Bontoala di GI Tallo Lama

Muh Yusri Samsurya¹, Abdul Hafid², Adriani³

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

^{2,3}Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail: ¹mys.uzri356@gmail.com, ²Abdulhafid@unismuh.ac.id, ³adriani@unismuh.ac.id

Abstract— This study aims to analyze the effect of SF₆ gas leaks on PMT performance, the relationship between the occurrence of SF₆ gas leaks and the main body temperature in the PMT to avoid damage when the PMT is not working optimally, and the effect of load imbalance on PMT performance. The place and time of our research was conducted at PT. PLN (Persero) Tragi Panakukang (Gi Tallo Lama. 1) SF₆ gas leaks affect PMT performance, where SF₆ gas leaks have a very bad impact on the safety of the PMT and the equipment around it, SF₆ gas is often filled before the network maneuvering process is carried out on the PMT bay Bontoala. 2) The occurrence of an SF₆ gas leak is related to the main body temperature at the PMT to avoid damage when the PMT is not working optimally.. 3) The effect of load imbalance on PMT performance is shown at the maximum heat point of a substation equipment, especially PMT, which is an abnormality in the PMT equipment so that maintenance repairs must be carried out immediately and the PMT temperature at the old tallo substation can still be said to be normal because the maximum temperature is 36.3.

Keywords— Leakage, S_f6 Gas, Bay Line Power Breakers.

Intisari— Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kebocoran gas SF₆ terhadap kinerja PMT, hubungannya terjadinya kebocoran gas SF₆ terhadap suhu main body pada PMT untuk menghindari kerusakan disaat PMT tidak bekerja dengan optimal, dan pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap kinerja PMT. Tempat dan waktu penelitian kami dilakukan di PT. PLN (Persero) Tragi Panakukang (Gi Tallo Lama. 1) Kebocoran gas SF₆ berpengaruh terhadap kinerja PMT, dimana kebocoran Gas SF₆ berdampak sangat buruk bagi keamanan PMT tersebut serta peralatan yang berada di

sekitarnya, seringkali dilakukan pengisian gas SF₆ sebelum dilakukan proses manufer jaringan pada PMT bay Bontoala. 2) Terjadinya kebocoran gas SF₆ berkaitan dengan suhu main body pada PMT untuk menghindari kerusakan disaat PMT tidak bekerja dengan optimal. 3) Pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap kinerja PMT ditunjukkan pada titik maksimal panas suatu peralatan gardu induk terutama PMT adalah ketidaknormalan pada peralatan PMT sehingga harus segera dilakukan perbaikan maintenance dan suhu PMT di gardu induk tallo lama masih dapat dikatakan normal karena suhu maksimumnya adalah 36.3.

Kata Kunci— Kebocoran, Gas S_f6, Bay Line Power Breakers.

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan yang dibutuhkan setiap orang, baik yang tinggal di perkotaan maupun pedesaan. Dalam pendistribusian tenaga listrik diperlukan gardu induk yang berfungsi untuk mengatur tegangan yang disalurkan dari generator ke pusat beban. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi di bidang ketenagalistrikan, maka dipasang alat pemutus arus (PMT) di setiap gardu induk. PMT adalah sakelar yang dapat digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus/daya listrik sesuai dengan proporsinya pada saat terjadi gangguan pada Gardu Induk (GI) atau peralatan transmisi lainnya.

Pemutus sirkuit terisolasi gas SF₆ memiliki persyaratan yang berbeda dalam pemantauannya karena sifat dielektrik gas SF₆ sangat baik dalam membantu proses pemadaman saat ini, yaitu saat pemutus sirkuit dibuka dan ditutup. Karena sifat dan karakter SF₆ adalah penghantar panas yang baik, isolator yang baik, mampu memadamkan busur api dan tidak mudah bereaksi dengan bahan lain [1].

Meskipun dinyatakan tidak beracun, SF6 dapat menggantikan udara, menyebabkan berkurangnya kadar oksigen yang dapat dihirup makhluk hidup. Namun busur yang terjadi saat PMT diputus dapat merusak peralatan terutama PMT itu sendiri, PMT memiliki banyak klasifikasi jika dilihat dari media isolasinya. Salah satu PMT dengan media pemisahan gas SF6 (*Sulfur Hexafluoride*). Penggunaan gas SF6 sebagai media isolasi pada PMT bertujuan untuk mengurangi terjadinya proses arc.

Menyadari efek dari kebocoran SF6 yang dapat mempercepat terjadinya kerusakan pada PMT, maka dilakukan analisa kebocoran SF6 agar dapat mendeteksi lebih dini. Pendeteksian SF6 lebih cepat dapat mengurangi dampak kerusakan yang bahkan dapat mencegah putusnya PMT.

Oleh karena itu tindakan dalam pencegahan kerusakan pada PMT melalui tindakan analisis atau mendeteksi kebocoran SF6.

II. LANDASAN TEORI

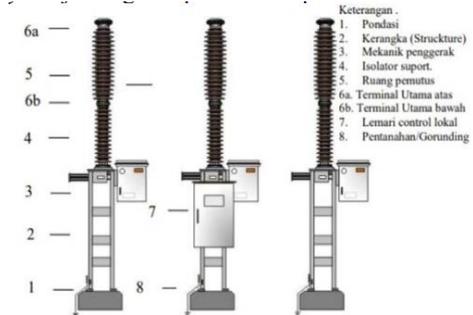
A. Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus arus atau circuit breaker ialah saklar mekanis yang dapat menutup, mengalirkan dan memutuskan arus beban pada kondisi normal dan mengalihkan arus pada periode gangguan seperti short circuit. Pemutus tenaga (PMT) adalah perangkat listrik yang dirancang untuk melindungi sistem daya Anda jika terjadi kegagalan sistem. Kegagalan sistem dapat memiliki berbagai efek, termasuk stabilitas termal, magnetik, dan dinamis. Fungsi utamanya adalah sebagai rangkaian switch gear di bawah beban, yang dapat dibuka dan ditutup ketika terjadi gangguan arus (korsleting) di jaringan dan lainnya [2]

Klasifikasi Pemutus Tenaga (PMT)

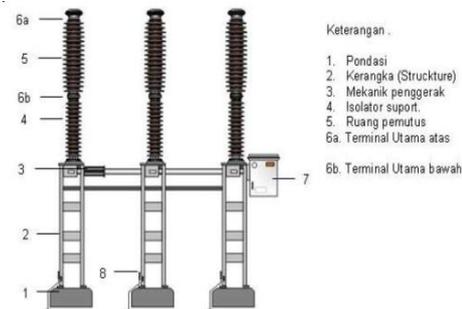
Pemutus Tenaga dibedakan dari beberapa type, dengan berdasarkan tingkat tanggan kerjanya, mekanik penggerak utama, media pemadaman, dan juga proses pemadaman.

1. Besar Tegangan PMT dapat dibedakan menjadi
 - a. Pemutus tegangan rendah range 0.1 sampai 1 KV.
 - b. Pemutus tegangan menengah range 1 sampai 35 KV.
 - c. Pemutus tegangan tinggi range 35 sampai 245 KV.
 - d. Pemutus tegangan extra tinggi range <245 KV
2. Banyaknya Mekanik Penggerak
 - a. PMT Single Pole dengan penggerak di setiap pole, PMT dengan type ini diaplikasikan di trafo induk dengan tujuan agar dapat close tiap fasa.



Gambar 1. PMT single pole [3]

- b. PMT three pole mempunyai satu mekanisme untuk tiga fasa, untuk menggabungkan antar fasa, seringkali PMT type ini pada pasang di trafo, dan juga PMT 20 KV.



Gambar 2. 1. PMT three pole [3]

3. Media isolasinya
 - a. Pemutus dengan media udara hembus (air blast)
 - b. Pemutus dengan media hampa udara (vacuum)
 - c. Pemutus dengan media Gas SF6 (Sulphur hexofluoride)
 - d. Pemutus dengan media minyak. [3]

Mekanisme Kerja Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus tenaga mempunyai dua posisi kerja, membuka dan menutup. Selama operasi penutupan, kontak-kontak penutup menutup melawan gaya-gaya saling berlawanan. Selama operasi pembukaan, kontak-kontak tertutup terpisah sedini mungkin [4].

Mekanisme kerja pemutus tenaga harus melakukan gaya-gaya yang besar pada kecepatan yang tinggi. Waktu operasi antara saat penerimaan sinyal trip dan akhir pemisahan kontak dalam orde 0,03 detik (1,5 cycle) dalam pemutus tegangan tinggi. Pada pemutus lambat yang digunakan dalam sistem distribusi, waktu ini sekitar 3 siklus. Ketika menutup, penutupan kontak harus cepat dengan tekanan kontak yang tepat pada akhir perjalanan kontak. Jika kondisinya tidak terpenuhi, pengelasan

kontak dapat terjadi. Mekanisme harus mampu memberikan tugas khusus pemutus tenaga, kerja pembukaan dan penutupan [5].

Gas SF₆

SF₆ (*Sulfur Heksafluorida*) merupakan suatu unsur campuran gas yang di mana gas ini tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak mudah terbakar sampai temperatur 5000C. Gas ini jika dibandingkan dengan udara, gas SF₆ memiliki massa 5 kali lebih berat dengan sifat elektronegatif yang dimiliki pada gas ini, serta energi ikat yang tinggi, dan juga gas SF₆ memiliki kekuatan dielektrik 2 ½ sampai 3 kali dibanding udara, kekuatan dielektrik akan seiring bertambah dengan penambahan pada tekanan. Gas ini juga mempunyai susunan molekul yang sangat stabil bahkan mendekati sifat gas mulia yang tidak akan terurai dan tidak terjadi reaksi kimia dengan bahan lain [6].

Seiring perkembangan teknologi, maka dikembangkan suatu metode pengisolasian dengan gas pada akhir tahun 1970-an dengan penelitian terhadap gas SF₆ sudah dicapai tahap komersial dan mulai dimanfaatkan sebagai media pada pemutus tenaga tegangan tinggi [2]. Gas SF₆ sekarang ini cukup banyak digunakan sebagai isolasi. Alasan penggunaan gas SF₆ sebagai media isolasi, yaitu: andal dan ekonomis [5].

B. Pengoperasian PMT Gas SF₆

Pemutus tenaga (PMT) 150 kV bermediakan gas SF₆ dioperasikan untuk membebaskan peralatan gardu induk pada kondisi normal atau saat kondisi gangguan agar tidak bertegangan atau sebaliknya. Pembebasan atau pemasukan tegangan pada peralatan gardu induk dinamakan manuver. Dalam proses manuver, PMT tidak bekerja sendiri tetapi ada peralatan yang dinamakan pemisah (PMS). PMS ini berfungsi untuk memisahkan peralatan yang ada di gardu induk dengan kondisi tidak berbeban. Berikut proses pengoperasian gas SF₆ yang terdiri dari pembukaan jaringan yang berarti pembebasan tegangan dan penutupan jaringan yang berarti pemberian tegangan [5].

1. Pembukaan jaringan

Pembukaan jaringan atau pembebasan tegangan dilakukan apabila ada suatu gangguan yang terjadi pada peralatan didalam maupun diluar gardu induk atau dalam sistem transmisi, dan juga apabila akan diadakan proses pemeliharaan pada peralatan-peralatan didalam maupun diluar lingkup gardu induk. Hal yang perlu diperhatikan dalam pembukaan jaringan :

- a. PMT dioperasikan terlebih dahulu, baru kemudian pemisah-pemisahnya.
 - b. Sebelum pemisah dikeluarkan atau dioperasikan harus diperiksa apakah PMT sudah terbuka sempurna, apakah amperemeter menunjukkan nol
- Urutan pembukaan jaringan yaitu, pertama PMT, lalu PMS busbar dibuka, selanjutnya PMS line dibuka dan PMS tanah ditutup.

2. Penutupan jaringan

Penutupan jaringan dilakukan setelah peralatan yang ada didalam maupun diluar gardu induk telah selesai dilaksanakan pemeliharaan ataupun jaringan telah berada dalam kondisi siap diberi tegangan kembali.

Hal yang perlu diperhatikan dalam penutupan jaringan :

- a. PMT dioperasikan setelah pemisah-pemisahnya dimasukkan.
- b. Setelah PMT dimasukkan diperiksa apakah terjadi kebocoran isolasi (misal kebocoran gas SF₆) pada PMT.

Urutan penutupan jaringan yaitu, pertama PMS tanah dibuka, lalu PMS busbar ditutup, selanjutnya PMS line ditutup dan PMT ditutup.

Pemutus arus atau circuit breaker ialah saklar mekanis yang dapat menutup, mengalirkan dan memutuskan arus beban pada kondisi normal dan mengalihkan arus pada periode gangguan seperti short circuit. Pemutus tenaga (PMT) adalah perangkat listrik yang dirancang untuk melindungi sistem daya Anda jika terjadi kegagalan sistem. Kegagalan sistem dapat memiliki berbagai efek, termasuk stabilitas termal, magnetik, dan dinamis. Fungsi utamanya adalah sebagai rangkaian switch gear di bawah beban, yang dapat dibuka dan ditutup ketika terjadi gangguan arus (korsleting) di jaringan dan lainnya [7]

Pemutus tenaga (PMT) 150 kV bermediakan gas SF₆ dioperasikan untuk membebaskan peralatan gardu induk pada kondisi normal atau saat kondisi gangguan agar tidak bertegangan atau sebaliknya. Pembebasan atau pemasukan tegangan pada peralatan gardu induk dinamakan manuver. Dalam proses manuver, PMT tidak bekerja sendiri tetapi ada peralatan yang dinamakan pemisah (PMS). PMS ini berfungsi untuk memisahkan peralatan yang ada di gardu induk dengan kondisi tidak berbeban. Berikut proses pengoperasian gas SF₆ yang terdiri dari pembukaan jaringan yang berarti pembebasan tegangan dan penutupan jaringan yang berarti pemberian tegangan [8].

Ada 2 (dua) jenis penerapan thermovision dengan masing-masing standar/panduan yang dapat digunakan, yaitu:

Pemeriksaan di terminal utama dilakukan dengan melihat perbedaan suhu pada 2 (dua) titik dengan komponen/bahan yang berbeda. Perbedaan suhu antara klem dan konduktor dan perbedaan suhu antara klem dan terminal/stud utama [9].

Menurut sup PLN, suhu maksimum peralatan tenaga listrik di atas 50 derajat. Jika peralatan memiliki suhu di atas 50 derajat, peralatan harus segera diperbaiki agar tidak terjadi kerusakan lebih lanjut [10].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) Tragi Panakukang (Gi Tallo Lama), yang akan dimulai dari 23 Juli hingga 30 Juni 2021. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah Multimeter, Selang indicator, Tabung gas SF6, dan Termal Suhu Peralatan. Pengambilan data sendiri dilakukan di PT. Unit PLN (Persero) Tragi Panakukang GI Tallo Lama yang berupa data tekanan gas SF6, data temperatur PMT dan data beban puncak Bay Line Bontoala yang kemudian digunakan sebagai bahan dalam penulisan tugas akhir ini. Dalam metode pengumpulan data ini, observasi dan peninjauan peralatan digunakan untuk mengumpulkan data secara langsung di lokasi, dan melakukan wawancara dengan pekerja yang ahli di bidangnya.

Penelitian ini dimulai untuk mendapatkan data pada Pemutus Tenaga Listrik (PMT) arah Bay Line Bontoala yang merupakan salah satu Pemutus Tenaga (PMT) yang mengalami kebocoran gas SF6 dan juga sering mengalami kelebihan beban (Overload) di PT PLN (Persero) Gardu Induk Tallo Lama Makassar dengan pertimbangan sebagai berikut:

PMT Line Bontoala yang berlokasi di Gardu Induk Tallo Lama memiliki sering mengalami kebocoran gas SF6 serta ketidakseimbangan beban. Gambar Single line GI Tallo Lama ada di lampiran 4.1.

Dengan demikian, kami menetapkan untuk mengambil pemutus tenaga listrik (PMT) Bontoala sebagai objek penelitian untuk tugas akhir yang berjudul "Analisa Kebocoran Gas SF6 Pada Pemutus Tenaga Listrik (PMT) Bay Line Bontoala Di Gardu Induk Tallo Lama".

Untuk permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pengecekan beban serta pengecekan tekanan gasnya dan juga perawatan rutin oleh tim har PLN. Salah satu kegunaan gas SF6 adalah untuk memadamkan lajur busur api disaat terjadinya pelepasan atau pernormalan rangkaian listrik pada PMT, saat tekanan gas SF6 tidak sesuai standar dari PMT tersebut maka fungsi utama PMT

tidak dapat bekerja dengan optimal dan bisa membuat keadaan penyaluran tenaga listrik bisa terganggu yang biasa mengakibatkan Black Out (Pemadaman Menyeluruh) karena PMT tidak bekerja di saat terjadi gangguan Transmisi.

Tabel 1.

Data Spesifikasi Pemutus Tenaga (PMT) Bay Line Bontoala

| Merk PMT | MERLIN GERIN |
|---------------------|--------------|
| Frekuensi | 50 Hz |
| Rated Voltage | 72.5 KV |
| Rated Current | 1250 A |
| Nomor Seri | 289696 |
| Tahun Pembuatan | 1989 |
| Tekanan Gas SF6 MAX | 7 BAR |
| Kapasitas PMT | 70 KV |



Gambar. 1 PMT Bay Line Bontoala



Gambar 2. Name Plat PMT Bontoala

Berdasarkan IEV (*International Electrotechnical Vocabulary*) 441-14-20 disebutkan bahwa Circuit Breaker atau Pemutus Tenaga merupakan peralatan saklar/switching mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam kondisi abnormal/gangguan seperti kondisi hubung singkat (short circuit) (Ari Susanto, Rudi Kurnianto 2014).

Langkah awal pada proses penelitian kami yaitu dengan mencari Studi literature yang relevan tentang

kaitan gas SF6 dan PMT. Selanjutnya kami mengumpulkan data gas, data beban puncak, data suhu PMT. Setelah didapatkan data tersebut maka langkah selanjutnya kami mengolah data tersebut. Ada 2 cara yang kami gunakan dalam pengolahan data.

- Manualnya adalah untuk mengambil suhu dari PMT yang akan kami periksa dan mengira beban MW dan MVAR. Bagi cara memantau suhu di tallo lama, kami tidak mempunyai sensor suhu pada peralatan penghantaran.
- Pemantauan digunakan untuk mendapatkan semula data tekanan gas pada pmt dan beban puncak di Laluan Bontoala.

Cara yang kami lakukan ialah mengira beban maksimum supaya tidak melebihi kapasiti pmt dan melihat keadaan tekanan gas SF6 dengan memantau dan secara manual setiap kali memasuki beban puncak. Setelah kami mengetahui kapasiti dan kebocoran gas setiap hari, barulah kami menggabungkan hasil kajian kami sama ada terdapat hubungan

atau tidak antara tekanan gas SF6, beban talian dan suhu pmt untuk mengelakkan kerosakan atau gangguan yang lebih meluas akibat PMT tidak berfungsi. secara optimum.

Untuk menentukan arus maksimum dari PMT menggunakan rumus :

$$i = \frac{p}{v \times \sqrt{3}}$$

Dik : P = kapasitas tegangan PMT

V = tegangan yang terpasang

IV. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mengenai suhu body PMT yang terlalu panas itu biasanya dapat mengurangi tekanan gas SF6 pada PMT tersebut dimana semakin panas suhu PMT nya maka semakin cepat Gas nya berkurang sebaliknya dimana jika Suhu PMT normal maka Tekanan Gas SF6 nya juga normal. Tekanan normal di PMT Bay Line Bontoala ialah sebesar 6.8 bar dan tekanan minimum sebesar 6 bar dimana disaat tekanan gas SF6 mencapai batas minimum akan terjadi alarm SF6 LOW STAGE ini menandakan bahwa PMT tersebut harus segera dilakukan Pengisian Jika idak dilakukan pengisian maka PMT tersebut akan menimbulkan busur api yang besar serta bisa juga menyebabkan PMT tersebut tidak bisa lepas di saat terjadinya gangguan.

Maka dari itu yang terjadi kebocoran di PMT Gardu Induk Tallo Lama Bay line di pengaruhi oleh beberapa factor yang utama adalah dari usia PMT tersebut yang

sudah berusia kurang lebih 30 tahun dan juga ada factor suhu lingkungan. Adapun cara untuk mengurangi resiko tersebut adalah harus dilakukan penggantian PMT yang baru karena disaat PMT tersebut tetap digunakan akan terlalu beresiko pada kerusakan yang lebih meluas. Kuasa elektrik ialah jumlah tenaga yang diserap atau dijana dalam litar, sumber tenaga seperti voltan elektrik akan menghasilkan kuasa elektrik manakala beban yang disambungkan akan menyerap kuasa elektrik. Kuasa elektrik dalam sistem voltan AC dikenali dengan tiga jenis iaitu kuasa aktif (nyata) dengan simbol (P) unit (Watt), kuasa ketara dengan simbol (S) unit Volt ampere (VA), Kuasa reaktif dengan simbol. (Q) unit Mega Volt ampere Reaktif (MVAR) (Kadir 1998) Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.

Hasil perhitungan beban puncak tanggal 2 agustus 2021

| Beban puncak | JAM | DATA | | | |
|--------------|-------|-------------|-------------|---------------|-------------------|
| | | Arus Ampere | Daya Semu S | Daya Aktif MW | Daya Reaktif Mvar |
| Siang | 11:00 | 139 | 15,8 | 13,7 | 13,3 |
| | 12:00 | 147 | 16,8 | 13,4 | 13,3 |
| Malam | 18:00 | 151 | 17,2 | 13,8 | 13,3 |
| | 19:00 | 163 | 18,6 | 14,9 | 14,4 |
| Rata-rata | | 150 | 17.1 | 13.95 | 13.575 |

Setelah dilakukan perhitungan pembebanan pada PMT Bay Line Bontoala maka hasilnya di temukan bahwa beban tertinggi sering terjadi pada saat beban puncak pukul 19:00 dan ditemukan ketidakseimbangan beban selisih 10 ampere dimana selisih itu masih aman dari target yang telah ditentukan yakni selisih minimum 20 A. jadi untuk saat ini ketidak seimbangan beban di Gi Tallo lama masih aman dari batas maximum selisih beban.



Gambar 3. Perbandingan Suhu terhadap Beban dan Tekanan

Dari sini bisa digambarkan bahwasanya suhu keadaan panas body PMT sangat berpengaruh pada tekanan gas SF6, dimana semakin tinggi beban dan semakin tingginya panas PMT maka

suhu tekanan gas SF6 akan Berkurang dikarenakan sifat dari gas SF6 yang dingin sebaliknya semakin rendah suhu body PMT maka Tekanan gas SF6 akan normal ditekan 6,8 Bar. suhu lingkungan yang ada di sekitar PMT dapat mempengaruhi tekanan gas SF6 di mana semakin rendah suhu PMT maka tekanan Gas SF6 stabil dan juga sebaliknya disaat suhu PMT panas maka Gas SF6 nyapun ikut turun ini melambangkan Gas SF6 mempunyai sifat dapat berkurang menyesuaikan suhu lingkungannya.

Untuk mengetahui bahwa PMT itu layak digunakan disaat terjadi arus yang tidak seimbang maka kita perlu mengetahui suhu main body dari Pmt tersebut maka dari itu kami melakukan pengecekan dengan menggunakan thermo FLIR E50 untuk mengetahui suhu PMT tersebut.

Pengambilan suhu tersebut sangat berpengaruh pada tekanan Gas SF6.maka dapat dilihat dari table berikut ini.

Tabel 3. hasil suhu Termovisi PMT tanggal 4 agustus 2021

| Suhu Lingkungan | Suhu PMT | Beban | Tekanan Gas |
|-----------------|----------|-------|-------------|
| 33.3° | 33.9 | 137 | 6.8 bar |
| 33.9° | 33.9 | 129 | 6.8 bar |
| 33.4.° | 34.2 | 125 | 6.7 bar |
| 34.1° | 36.3 | 141 | 6.5 bar |
| 33.6° | 35.6 | 133 | 6.6 bar |

Titik maksimal panas suatu peralatan gardu induk terutama PMT ialah minimal dikisaran 50 derajat celcius jika melebihi angka tersebut maka keamanan dari peralatan tersebut (PMT) tidak normal dan harus segera

dilakukan perbaikan maintenance dan suhu PMT di gardu induk tallo lama masih dapat dikatakan normal karena suhu maksimumnya adalah 36.3.

Disetiap PMT memiliki tekanan gas SF6 yang berbeda-beda berdasarkan name plate yang ada di PMT tersebut salah satu yang akan kami teliti mengenai kebocoran gas SF6nya setiap harinya ialah PMT merk MERLYN GERIN tahun 1989 yang berada di Gardu Induk Tallo Lama. Kebocoran ini sudah lama terjadi di GI Tallo lama dan beberapa kali diantisipasi dengan cara mengecek tekanannya melalui monitoring serta Manual berikut data yang kami dapatkan mengenai kebocoran gas SF6 pada PMT Bay Line Bontoala.

Kebocoran Gas SF6 berdampak sangat buruk bagi keamanan PMT tersebut serta peralatan yang berada di sekitarnya, seringkali dilakukan pengisian gas SF6 sebelum dilakukan proses manufer jaringan pada PMT bay Bontoala.

Kebocoran harian ini sangat meresahkan bagi operator Gardu induk Tallo Lama dikarenakan seringkali ditambah tekanan gas SF6nya jika tidak dilakukan pengisian maka akan terjadi alarm yang berbunyi maka dari itu pengisian gas SF6 harus dilakukan secara rutin. Dalam tenaga elektrik, terdapat beberapa jenis kuasa iaitu:

1. Daya Semu (S)
2. Daya Aktif (P)
3. Daya Reaktif (Q)(Ariyanto 2019)

Tabel 3. Tekanan Gas SF6

| Hari | Kebocoran Gas SF6 nya | Tekanan MAX\MIN | Rata-rata 1 minggu % |
|--------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| Senin | 6.8 Bar | 7/6 Bar | - |
| Selasa | 6.78 Bar | 7/6 Bar | - |
| Rabu | 6.72 Bar | 7/6 Bar | - |
| Kamis | 6.65 Bar | 7/6 Bar | - |
| Jumat | 6.62 Bar | 7/6 Bar | - |
| Sabtu | 6.54 Bar | 7/6 Bar | - |
| Minggu | 6.33 Bar | 7/6 Bar | - |
| Total | 46,5 | | 0.94 % |

Sesuai dengan tabel 3. maka dilihat dari kebocoran harian pada PMT Bay Line Bontoala telah mengalami kebocoran tiap harinya. Untuk Menghitung tekanan Gas SF6 normalnya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata- rata} = \frac{\text{Jumlah kebocoran harian}}{\text{jumlah hari}}$$

$$\text{rata - rata} = \frac{6,8+6,78+6,72+6,65+6,62+6,54+6,33}{7}$$

$$\text{rata - rata} = \frac{46,6}{7} = 6,66 \text{ bar}$$

Telah diketahui rata-rata tekanan normalnya maka selanjutnya kita menentukan kebocoran tekanan gas SF6 untuk setiap harinya dengan memaksukan nilai tekanan normal / tekanan max sehingga dapat diketahui presentase kebocoran setiap harinya yaitu :

$$\% \text{ kebocoran} = \frac{6,6}{7} \times 100\%$$

$$\% \text{ kebocoran} = 0,94 \%$$

Setelah dilakukan perhitungan presentase kebocoran tekanan gas SF6 dan hasilnya menunjukkan bahwa PMT Bay Line Bontoala Di Gardu Induk Tallo Lama mengalami kebocoran gas SF6 setiap harinya sebesar 0,094. Bar Dan untuk membunyikan alarm peringatan SF6 low membutuhkan waktu kurang lebih 7 hari untuk mencapai tekanan 6 Bar dimana tekanan gas sebesar 6 Bar ialah tekanan minimum dari PMT Bay Bontoala.

Kebocoran Gas SF6 biasanya di pengaruhi oleh beberapa factor entah itu faktor alam atau faktor kondisi peralatan maupun lingkungan kebocoran ini sangat berdampak pada kestabilan kinerja PMT tersebut dan yang kami temui di Gardu Induk Tallo Lama ialah dimana beban (arus) suatu PMT dan juga suhu (body)nya sangat berpengaruh pada alur Tekanan Gas SF6 kondisi tersebut ialah dimana disaat terjadi kelebihan beban maupun terjadi arus yang tidak seimbang PMT bisa bekerja dengan baik dan juga yang paling utama ialah memperhatikan tekanan Gas SF6nya untuk Bay Line Bontoala di saat akan melakukan manufer jaringan.

Perhitungan MW, Mvar sangat diperlukan untuk melihat kapasitas suatu PMT dikarenakan disaat sebelum terjadinya beban yang lebih kita sudah bisa mengantisipasi dengan cepat mengapa demikian jikalau suatu PMT dialiri beban melebihi kapasitasnya dan kekurangan gas SF6 maka PMT tersebut bisa membahayakan peralatan lainnya dan akan menimbulkan bunga api yang sangat besar dikalau PMT kekurangan SF6 karena sifat dari sf6 ialah untuk meredam lajur busur apa/percikan api yang disebabkan pelepasan tegangan entah secara normal atau terjadinya gangguan.

Pemutus tenaga mempunyai dua posisi kerja, membuka dan menutup. Selama operasi penutupan, kontak-kontak penutup menutup melawan gaya- gaya saling berlawanan. Selama operasi pembukaan, kontak-kontak tertutup terpisah sedini mungkin (Abizar Farzi 2021).

Mekanisme kerja pemutus tenaga harus melakukan gaya-gaya yang besar pada kecepatan yang tinggi. Waktu operasi antara saat penerimaan sinyal trip dan akhir pemisahan kontak dalam orde 0,03 detik (1,5 cycle) dalam pemutus tegangan tinggi. Pada pemutus lambat yang digunakan dalam sistem distribusi, waktu ini sekitar 3 siklus. Ketika menutup, penutupan kontak harus cepat dengan tekanan kontak yang tepat pada akhir perjalanan kontak. Jika kondisinya tidak

terpenuhi, pengelasan kontak dapat terjadi. Mekanisme harus mampu memberikan tugas khusus pemutus tenaga, kerja pembukaan dan penutupan.

Seiring perkembangan teknologi, maka dikembangkan suatu metode pengisolasian dengan gas pada akhir tahun 1970-an dengan penelitian terhadap gas SF6 sudah dicapai tahap komersial dan mulai dimanfaatkan sebagai media pada pemutus tenaga tegangan tinggi (Ari Susanto, Rudi Kurnianto 2014). Gas SF6 sekarang ini cukup banyak digunakan sebagai isolasi. Alasan penggunaan gas SF6 sebagai media isolasi, yaitu: andal dan ekonomis (Goeritno 2018).

Sehingga pemutus tenaga (PMT) 150 kV bermediakan gas SF6 dioperasikan untuk membebaskan peralatan gardu induk pada kondisi normal atau saat kondisi gangguan agar tidak bertegangan atau sebaliknya. Pembebasan atau pemasukan tegangan pada peralatan gardu induk dinamakan manuver. Dalam proses manuver, PMT tidak bekerja sendiri tetapi ada peralatan yang dinamakan pemisah (PMS). PMS ini berfungsi untuk memisahkan peralatan yang ada di gardu induk dengan kondisi tidak berbeban. Berikut proses pengoperasian gas SF6 yang terdiri dari pembukaan jaringan yang berarti pembebasan tegangan dan penutupan jaringan yang berarti pemberian tegangan (Goeritno 2018).

V. KESIMPULAN

Kebocoran gas SF6 berpengaruh terhadap kinerja PMT, dimana kebocoran Gas SF6 berdampak sangat buruk bagi keamanan PMT tersebut serta peralatan yang berada di sekitarnya, seringkali dilakukan pengisian gas SF6 sebelum dilakukan proses manufer jaringan pada PMT bay Bontoala.

Akibat kebocoran PMT Bay Line Bontoala sebesar 0,094 Bar mengakibatkan kelmbatan kinerja PMT dalam untuk membunyikan alarm peringatan SF6 low membutuhkan waktu kurang lebih 7 hari untuk mencapai tekanan 6 Bar dimana tekanan gas sebesar 6 Bar ialah tekanan minimum dari PMT Bay Bontoala.

Terjadinya kebocoran gas SF6 berkaitan dengan suhu main body pada PMT untuk menghindari kerusakan disaat PMT tidak bekerja dengan optimal. Dimana suhu keadaan panas body PMT sangat berpengaruh pada tekanan gas SF6, dimana semakin tinggi beban dan semakin tingginya panas PMT maka suhu tekanan gas SF6 akan Berkurang dikarenakan sifat dari gas SF6 yang dingin sebaliknya semakin rendah suhu body PMT maka Tekanan gas SF6 akan normal ditekan 6,8 Bar

Pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap kinerja PMT ditunjukkan pada titik maksimal panas suatu peralatan gardu induk terutama PMT adalah ketidaknormalan pada peralatan PMT sehingga harus segera dilakukan perbaikan maintenance dan suhu PMT di gardu induk tallo lama masih dapat dikatakan normal karena suhu maksimumnya adalah 36.3

Untuk mengatasi gangguan yang lebih meluas terutama tentang masalah kebocoran gas SF6 pada PMT Bay Line Bontoala agar kiranya dilakukan penggantian PMT baru dimana PMT yang sekarang yang terpasang telah memasuki

usia yang sangat terlalu tua untuk PMT, dimana usia maksimal dari suatu PMT adalah 30 Tahun dan juga jika ingin dilakukan pengecekan mendalam untuk PMT bermedia isolasi SF6 sangat sulit dilakukan dikarenakan harus menggunakan alat yang cukup canggih dan alat tersebut belum ada di lingkungan Gardu Induk Tallo Lama

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Irwan, "Analisis Pengujian Pemutus Tenaga Bay Gondangrejo 2 Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan di Gardu Induk Palur," *J. Chem. Inf. Model.*, 2019.
- [2] M. R. Ari Susanto, Rudi Kurnianto, "Analisa Kelayakan Pemutus Tenaga (PMT) 150 KV Berdasarkan Hasil Uji Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak Dan Keserempakan Kontak di Gardu Induk Singkawang," *eLETRO*, 2014.
- [3] J. S. Iwan, "Analisa Kelayakan Pemutus Tenaga (Pmt) 150 Kv Berdasarkan Hasil Uji Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak Dan Keserempakan Kontak Di Gardu Induk Singkawang," *J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/49769>.
- [4] D. I. dan R. P. A. Abizar Farzi, "ANALISIS KINERJA CIRCUIT BREAKER 20 KV PLTA WONOREJO BERMEDIA SF6 (SULPHUR HEXAFLORIDE)," *Sintax Admiration*, vol. 2, no. 1, pp. 173–180, 2021, [Online]. Available: <http://www.ufrgs.br/actavet/31-1/artigo552.pdf>.
- [5] A. Goeritno, "Kinerja Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Bermedia Gas SF6 Berdasarkan Sejumlah Parameter Diri," *Eeccis*, vol. 12, no. 2, pp. 104–111, 2018.
- [6] P. Harunanda and D. Fauziah, "Analisis Pengaruh Tekanan Gas SF6 terhadap Laju Busur Listrik pada PMT di Gardu Induk Cilegon PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Barat," *Sneto*, vol. 16, no. 1, pp. 354–361, 2021.
- [7] B. Hasan, "Analisis Penggunaan Gas S_f6 Pada Pemutus Tenaga (pmt) Di Gardu Induk Cigereleng Bandung," *Electrans*, vol. 11, no. 2, pp. 81–93, 2012.
- [8] B. Yulistiawan, *Analisis penggunaan GAS SF6 pada pemutus tenaga (PMT)*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2015.
- [9] B. A. Effendi, "Pengujian Tahanan Isolasi Pada Pemeliharaan Pemutus Tenaga Kubikel Outgoing 20 kv Menggunakan Insulation Tester Di Gardu Induk Bantul PT. PLN (Persero) UP2D JTY DCC 2 Yogyakarta," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 126–140, 2020.
- [10] P. PLN, *Buku petunjuk batasan operasi dan pemeliharaan peralatan penyaluran tenaga listrik (No. Dokumen : 19-22\HARLUR- PST\2009)*, SK Direksi. Jakarta: PT. PLN, 2012.