

## BAB 4

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data

##### 4.1.1 Aset Transformator 150 KV di PLTGU Belawan

PLTGU Belawan sangatlah besar cakupannya, karena merupakan pemasok kebutuhan listrik di wilayah Sumatera bagian utara. PLN sektor pembangkitan Belawan sangatlah vital bagi negara karena berkaitan dengan penyediaan listrik yang sangat dibutuhkan oleh semua masyarakat umum. Di PLTGU sektor pembangkitan Belawan terdapat 6 buah transformator 150 kv karena mahalnya peralatan tersebut maka sangatlah penting untuk adanya pendataan aset transformator yang dapat di gunakan untuk data pemeliharaan dikemudian hari. Pendataan aset ini juga berguna untuk mengurangi akibat kegagalan transformator 150 kv dan meningkatkan performa transformator. Berikut ini adalah tabel data aset transformator 150 kv di PLTGU Belawan. Adapun aset transformator pada PLTGU belawan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 aset Transformator 150 KV di PLTGU Belawan

No	KKS	MERK	TYPE	MVA	COOL	VEKT	HV (KV)	HV (Amp)	LV (KV)	LV (Amp)	OIL	Tap
1	11 BAT	UNION	TLSM 8252	151	ONAF	YNd11	155	562	10.5	8303	Dialla D	On Load
2	12 BAT	UNION	TLSM 8352	167	ONAF2	YNd11	155	622	10.5	9183	Dialla D	On Load
3	10 BAT	UNION	TRSM 8352	187	ODAF	YNd11	155	697	15.75	6855	Dialla D	On Load
4	21 BAT	UNION	TLSM 8352	172	ONAF2	YNd11	155	641	10.5	9458	Dialla B	On Load
5	22 BAT	UNION	TLSM 8352	172	ONAF2	YNd11	155	641	10.5	9458	Dialla D	On Load
6	20 BAT	UNION	TRSM 8352	206	ODAF	YNd11	155	767	15.75	7551	Dialla D	On Load

**Keterangan :**

KKS : Kode akses

BAT : Kode Number Akses

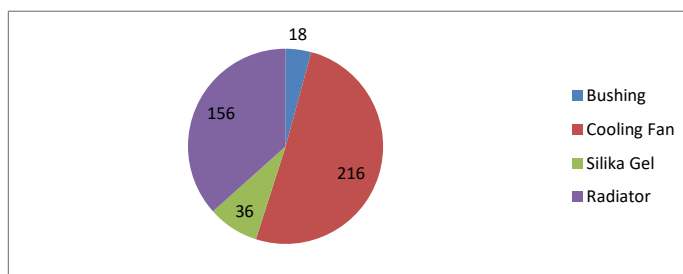
VEKT : Vektor group

ONAF : Oil Natural Air Force

ODAF : Oil Directed Air Force

**4.1.2 Data Pemeliharaan Transformator 150 KV**

Dari data yang di ambil selama masa penelitian jumlah pemeliharaan transformator sesuai dengan kasusnya di PLTGU Belawan. Kebanyakan masalah yang terjadi pada transformator 150 KV adalah pada bagian bushing kotor sebanyak 3 buah yang disebabkan oleh debu ataupun kotoran menempel pada keramik bushing. Pemeliharaan mengenai silika gel transformator mencapai 16 buah. Perbaikan cooling fan transformator mencapai 10 buah. Pemeliharaan transformator diakibatkan radiator bocor mencapai 4 buah.



**Gambar 4.1 Grafik Aset Peralatan Transformator di PLTGU Belawan**

**4.2 Analisa dan Pembahasan**

**a. Penggantian Silika Gel (21 Juli 2017)**

Nama : Transformator 150 KV GT 1.1

*KKS Number* : 11BAT01

*Serial Number* : N407359  
*Merek* : *Union*  
*Tipe* : TLSM 8252  
*Daya / Fasa* : 151 MVA / 3 Fasa  
*Cooling Method* : ONAN, ONAF  
*Vektor Group* : YnD11  
*Tahun Pembuatan* : 1988

**Tabel 4.2 Kondisi Silika Gel Sebelum Penggantian**

No.	Nama Peralatan	Kondisi	Deviasi
1	Silika gel konservator main tanki	Warna merah muda	Konservator <i>main tanki</i> terkontaminasi kandungan air (lembab)
2	Silika gel konservator <i>tap changer</i>	Warna merah muda	Konservator <i>tap changer</i> terkontaminasi kandungan air (lembab)

Analisa :

Dari data yang diambil ketika dilakukan **pemeliharaan preventif** transformator 150 KV bahwa salah satu peralatan transformator yaitu silika gel berwarna merah muda, berarti silika gel tersebut harus diganti dengan yang baru. Silika gel normalnya berwarna biru, ketika silika gel berubah warnanya menjadi *pink* (merah muda) berarti silika gel tersebut telah menyerap banyak kelembapan. Ketika ia berubah menjadi warna *pink* (merah muda), ia tidak bisa lagi menyerap kelembapan pada proses pernapasan di konservator transformator. Warna merah muda pada silika gel diakibatkan pengaruh naik turunnya beban transformator maupun suhu udara luar, maka suhu minyak akan berubah-ubah mengikuti keadaan tersebut. Bila suhu minyak tinggi, minyak akan memuai dan mendesak

udara di atas permukaan minyak keluar dari dalam tangki, sebaliknya apabila suhu turun, minyak menyusut maka udara luar akan masuk ke dalam tangki. Agar minyak isolasi transformator tidak terkontaminasi oleh kelembaban dan oksigen dari luar, maka udara yang akan masuk ke dalam konservator akan difilter melalui silika gel sehingga kandungan airnya terserap dan udara yang masuk adalah udara yang kering. Kandungan air yang terdapat dalam udara apabila bercampur dengan minyak isolasi dalam konservator akan berpengaruh terhadap nilai isolasi minyak. Gambar 4.3 adalah salah satu contoh kegiatan pemeliharaan transformator 150 KV yaitu penggantian silika gel di transformator GT 1.1 .Pekerjaan di bawah dilakukan secara *ON-LINE (Energized)*, karena tidak mengakibatkan trip daripada kinerja transformator tersebut. Saat melakukan penggantian minyak pada tabung silika gel, harus diperhatikan ketinggian level olinya. Karena jika level oli tidak pada *range*, akan membuat pernafasan udara di konservator menjadi terkendala.



**Gambar 4.2 Penggantian Silika Gel Transformator 150 KV GT 1.1**  
Dokumentasi penulis

**Tabel 4.3 Kondisi Silika Gel Setelah Penggantian**

No.	Nama Peralatan	Kondisi	Deviasi
1	Silika gel konservator <i>main tanki</i>	Warna biru	Udara di dalam konservator <i>main tanki</i> menjadi normal
2	Silika gel konservator <i>tap changer</i>	Warna biru	Udara di dalam konservator <i>tap changer</i> menjadi normal

**b. Bushing Transformator Kotor (05 November 2017)**

Nama : Transformator 150 KV ST 2.0  
KKS Number : 20BAT01  
Serial Number : N407991  
Merek : *Union*  
Tipe : TL5M 8352  
Daya / Fasa : 206 MVA / 3 Fasa  
Cooling Method : ONAN, ONAF, ODAF  
Vektor Group : YnD11  
Tahun Pembuatan : 1994

**Tabel 4.4 Kondisi *Bushing* Sebelum Pembersihan**

No.	Nama Peralatan	Kondisi	Deviasi
1	<i>Bushing</i> sekunder	Kotor	Nilai tahanan isolasi menurun
2	<i>Bushing</i> netral	Kotor	Nilai tahanan isolasi menurun

Analisa :

Pada saat unit pembangkit stop karena ada terjadinya gangguan (perbaikan memerlukan waktu lebih dari 2 hari) atau adanya pemeliharaan yang sudah dijadwalkan, *bushing* transformator yang kotor akan dilakukan pemeliharaan berupa pembersihan menggunakan *sakaphen* (pasta pembersih). Karena jika *bushing* dalam keadaan kotor digunakan untuk operasi transformator akan mengakibatkan buruknya kinerja transformator. Kotoran pada permukaan *bushing* dapat menyebabkan terbentuknya lapisan penghantar di permukaan *bushing*. Kotoran ini dapat mengakibatkan jalannya arus melalui permukaan *bushing* sehingga mencapai bodi transformator. Umumnya kotoran ini tidak menjadi penghantar sampai endapan kotoran tersebut basah karena hujan/embun. *Bushing* tersebut dapat mengakibatkan kondisi *short circuit*. Selain pembersihan *bushing* tersebut, dilakukan juga pengecekan kekencangan baut-baut pada klem *bushing* tersebut menggunakan kunci momen agar tidak terjadi *losses* atau *stress* tegangan. Gambar 4.4 merupakan proses pengerjaan pembersihan *bushing* sekunder dan netral serta pengerjaan pengencangan baut-baut pada klem *bushing*.



**Gambar 4.3 Pembersihan *Bushing* Transformator 150 KV ST 2.0**  
Sumber dokumentasi penulis

**Tabel 4.5 Kondisi *Bushing* Setelah Pembersihan**

No.	Nama Peralatan	Kondisi	Deviasi
1	<i>Bushing</i> sekunder	Bersih	Performa keandalan <i>bushing</i> sekunder menjadi normal
2	<i>Bushing</i> netral	Bersih	Performa keandalan <i>bushing</i> netral menjadi normal

**c. Penggantian Radiator Transformator (12-25 Mei 2017)**

Nama : Transformator 150 KV ST 2.0

*KKS Number* : 20BAT01

*Serial Number* : N407991

Merek : *Union*

Tipe : TLSM 8352

Daya / Fasa : 206 MVA / 3 Fasa

*Cooling Method* : ONAN, ONAF, ODAF

Vektor Group : YnD11

Tahun Pembuatan : 1994

**Tabel 4.6 Kondisi Radiator Sebelum Perbaikan**

No.	Nama Peralatan	Kondisi	Deviasi
1	Radiator	Bocor	Level oli berkurang dan sitem pendingin kurang maksimal

Analisa :

Dari data yang diambil ketika dilakukan pemeliharaan preventif transformator 150 KV bahwa salah satu peralatan transformator yaitu radiator mengalami kebocoran. Pada radiator yang bocor, titik lubang kebocoran sebelumnya sudah

dilakukan tindakan perbaikan dini berupa pengeleman menggunakan araldite. Karena konstruksi radiator di titik lubang kebocoran sudah berkarat (rapuh) dan tidak memungkinkan dilakukan pengeleman lagi, maka radiator tersebut harus diganti dengan radiator yang baru untuk menghindari berkurangnya volume oli pada *main* tangki transformator. Bilamana volume oli pada *main* tangki transformator berkurang akan menimbulkan panasnya belitan atau gelembung-gelembung udara yang nantinya bisa membuat *short circuit* pada transformator tersebut. Radiator tersebut haruslah diganti dengan radiator baru sesuai rekomendasi hasil pemeliharaan sebelumnya, selama proses penggantian radiator harus diperhatikan *line piping oil*.



**Gambar 4.4 Perbaikan Radiator Transformator 150 KV ST 2.0**  
*Sumber dokumentasi penulis*

Gambar 4.5 merupakan aktifitas serangkaian pekerjaan penggantian radiator di transformator ST 2.0. Sebelum pembongkaran radiator, *valve* oli pada *line piping* dan radiator yang dibongkar harus ditutup semua agar oli tidak mengalir lagi ke radiator tersebut. Oli yang ada di dalam radiator kemudian di *drain* ke tangki penampungan oli sampai tidak tersisa lagi olinya. Setelah radiator kosong dari oli dilakukan proses penggantian radiator baru, setelah terpasang radiatornya maka *valve* dibuka seperti keadaan semula agar oli dapat mengisi ke dalam radiator.



Selama proses pengisian radiator maka level oli pada konservator akan berkurang, oli pada tanki penampungan itulah yang akan digunakan untuk *make up* daripada level oli di konservator. Setelah selesai, semua *venting* dibuka agar udara yang terjebak pada transformator dapat terbang. Karena jika terdapat gelembung-gelembung udara dalam sistem sirkulasi minyak, maka akan membuat terjadinya gangguan seperti *short circuit*, membuat relai *bulchoz* bekerja.

**Tabel 4.7 Kondisi Radiator Setelah Perbaikan**

No.	Nama Peralatan	Kondisi	Deviasi
1	Radiator	Tidak ada kebocoran	Level oli dan sitem pendingin kembali normal

**d. Perbaikan *Cooling Fan* AN707 Transformator (31 Juli 2017)**

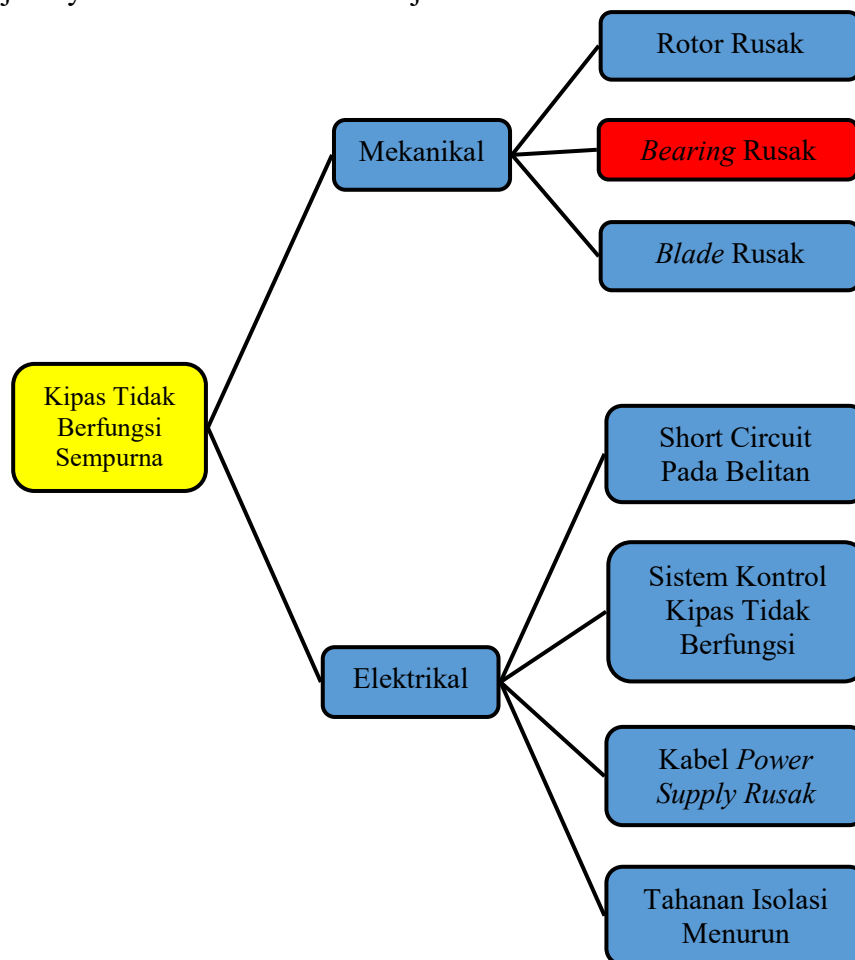
Nama : Transformator 150 KV GT 2.1  
*KKS Number* : 21BAT01  
*Serial Number* : N407989  
Merek : *Union*  
Tipe : TL5M 8352  
Daya / Fasa : 172 MVA / 3 Fasa  
*Cooling Method* : ONAN, ONAF  
Vektor Group : YnD11  
Tahun Pembuatan : 1993

**Tabel 4.8 Kondisi *Cooling Fan* Sebelum Perbaikan**

No.	Nama Peralatan	Kondisi	Deviasi
1	<i>Cooling fan</i> AN707	Suara kasar	Performa menurun, beban <i>ampere</i> motor naik, suhu motor dapat menjadi panas

Analisa :

Dari data yang diambil ketika dilakukan pemeliharaan preventif transformator daya 150 KVA bahwa salah satu peralatan transformator yaitu kipas pendingin (AN707) bermasalah, terdengar *noise* pada kipas pendingin tersebut. Setelah dilakukan pengukuran beban *ampere* motor kipas pendingin mengalami *ubnormal*, kemudian dilakukan pengukuran suhu pada motor kipas pendingin asih dalam keadaan normal. Motor kipas pendingin kemudian dibawa ke *workshop* listrik PLTGU untuk dilakukan pemeriksaan dan perbaikan lebih lanjut, karena tidak memungkinkannya dilakukan pekerjaan di area tersebut untuk menghindari terjadinya kecelakaan dalam bekerja.



**Gambar 4.5 Root Cause Problem Solving Kipas Pendingin**

Setelah kipas pendingin berada di *workshop* har listrik PLTGU, sesuai hasil data pemeliharaan preventif bahwa kipas pendingin AN707 mengalami *noise*. Terdapat 2 jenis gangguan pada kipas pendingin yaitu gangguan pada mekanikal dan elektrikal *equipment* tersebut. Jika gangguan yang terjadi berupa *noise*, bisa diprediksi bahwa kipas pendingin tersebut mengalami mekanikal yang *ubnormal*. Besar kemungkinan kerusakan terjadi pada *bearingnya* sesuai dengan *root cause problem solving* pada gambar 4.6 di atas. Selanjutnya motor kipas pendingin dilakukan pembongkaran untuk melihat kondisi bearing motor tersebut. Ternyata *bearing* NDE mengalami *lossness* atau kelonggaran pada mekanik *bearing* yang mempengaruhi motor kipas pendingin saat berputar terjadi *noise*. Kemudian *bearing* tersebut diganti dengan yang baru karena ketika *bearing* mengalami kelonggaran pada mekanikal, *bearing* tersebut sudah tidak dapat diperbaiki atau dipergunakan kembali. Setelah dilakukan penggantian bearing dan dirakit kembali, motor kipas pendingin dilakukan *performance test* sebelum dipasang kembali pada transformtor. Rata-rata *ampere* motor pada ketiga fase sebesar  $\pm 0,8$  A dan suara menjadi normal kembali. Berarti motor kipas pendingin dalam kategori baik dan dapat dipergunakan kembali untuk sistem pendinginan transformator GT 2.1. Gambar 4.12 merupakan proses perbaikan kipas pendingin transformator.



**Gambar 4.6 Perbaikan Kipas Pendingin**  
Sumber Dokumentasi penulis

**Tabel 4.9 Kondisi *Cooling Fan* Setelah Perbaikan**

No.	Nama Peralatan	Kondisi	Deviasi
1	<i>Cooling fan</i> AN707	Suara normal	Performa normal, beban <i>ampere</i> motor normal, suhu motor menjadi normal

Dari semua data yang diperoleh selama periode bulan oktober 2016 hingga bulan Desember 2017 diperoleh bahwa masalah yang banyak terjadi pada transformator 150 KV PLTGU Belawan adalah pada bagian *bushing* kotor sebanyak 3 buah. *Bushing* tersebut yaitu *bushing high voltage* dan *bushing* neutral yang sering menjadi kotor dikarenakan lokasinya berada pada *outdoor*, sehingga debu (polusi udara) ataupun kotoran dapat senantiasa menempel pada keramik *bushing*. Memang masalah tersebut tidak bisa dihindari, untuk meminimalisirkan terjadinya gangguan pada *bushing* tersebut dilakukannya pemeliharaan periodik berupa pemeliharaan preventif. Kemudian masalah yang banyak terjadi pada transformator adalah pada bagian *silica gel* sebanyak 16, hal tersebut terjadi karena sering naik turunnya beban transformator. Karena beban transformator yang naik turun, hal tersebut membuat minyak pendingin pada konservator volumenya bertambah dan berkurang, sehingga udara pernafasan yang melewati *silica gel* sering bersirkulasi dan membuat *life time silica gel* jadi pendek. Masalah pada urutan ketiga adalah *cooling fan* transformator mengalami kerusakan sebanyak 10, namun pada masalah ini jarang sekali terjadi karena *life time* dari *equipment* tersebut tergolong lama. Dalam periode yang diambil data, 1 unit transformator hanya mengalami kerusakan *cooling fan* sebanyak 1-2 buah. Pada urutan yang terakhir terdapat masalah kebocoran pada radiator transformator sebanyak 4, hal tersebut terjadi karena konstruksi radiator mengalami korosif. Masalah pada bagian ini meskipun sedikit presentasinya namun dalam hal perbaikannya memerlukan transformator dalam keadaan *off-line* dan waktu yang lama. Selama transformator dalam keadaan *off-line* dapat membuat kerugian besar terhadap

pendistribusian listrik ke konsumen karena tidak bisa menjual listrik yang dihasilkan unit tersebut..

#### **.4.3 Kondisi Transformator 150 kv dengan kualitas yang baik**

Untuk mengetahui kualitas transformator 150 kv yang baik harus memperhatikan beberapa peralatan agar kualitas transformator daya tetap handal meskipun usia pakai transformator yang sudah cukup lama operasi. Untuk itu perlu dilakukannya pemeliharaan agar kualitas transformator tetap handal.

**Tabel 4.10 Sebelum dilakukan pemeliharaan**

<b>NO</b>	<b>Peralatan</b>	<b>Kondisi</b>	<b>Dampak</b>
1	Bushing	Kotor	Nilai tahanan isolasi menurun
2	Silica Gel	Warna merah muda	Konservator <i>main tanki</i> terkontaminasi kandungan air (lembab)
3	Cooling Fan	Suara kasar	Performa menurun, beban <i>ampere</i> motor naik, suhu motor dapat menjadi panas
4	Radiator	Bocor	Level oli berkurang dan sitem pendingin kurang maksimal

Setelah dilakukan pemeliharaan hasil yang didapatkan diharapkan transformator dapat bekerja secara optimal

**Tabel 4.11 Setelah dilakukan pemeliharaan**

<b>NO</b>	<b>Peralatan</b>	<b>Kondisi</b>	<b>Dampak</b>
1	Bushing	Bersih	Performa keandalan <i>bushing</i> menjadi normal
2	Silica Gel	Warna biru	Udara di dalam konservator <i>main tanki</i> menjadi

			normal
<b>3</b>	Cooling Fan	Suara normal	Performa normal, beban <i>ampere</i> motor normal, suhu motor menjadi normal
<b>4</b>	Radiator	Ok	Level oli dan sitem pendingin kembali normal