

Pengaruh Tingkat Kelembaban Terhadap Kinerja Pemisah (PMS) 150 kV Pada Gardu Induk

Muliadi

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro
Universitas Iskandar Muda
Jln. Kampus UNIDA, Surien, Meuraxa,
Kota Banda Aceh
muliadi.tripa@gmail.com

Syukri

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro
Universitas Iskandar Muda
Jln. Kampus UNIDA, Surien, Meuraxa,
Kota Banda Aceh
syukrie0383@gmail.com

Teuku Murisal Asyadi

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro
Universitas Syiah Kuala
Jln. Tgk. Syech Abdul Rauf No. 7
Darussalam Banda Aceh
teukumurisal@gmail.com

Diterima : November 2021
Disetujui : Desember 2021
Dipublikasi : Januari 2022

Abstrak— Pemisah (PMS) adalah peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai saklar pemisah rangkaian listrik dalam keadaan tanpa beban. PMS dioperasikan pada saat pekerjaan pemeliharaan untuk melokalisasi tegangan rangkaian agar aman dari sisa tegangan yang timbul setelah diputuskan. Posisi *switchyard* PMS 150 kV dalam instalasi akan lebih efektif dan efisien jika pengoperasiannya dapat dilakukan dari jarak jauh di panel kontrol dengan menggunakan remote sehingga dapat mempercepat proses normalisasi sistem dan juga akan memberikan rasa aman kepada operator gardu induk dalam mengoperasikan PMS. Pada saat mengoperasikan PMS, kegagalan dapat disebabkan oleh kerusakan elektrikal dan mekanikal. Kerusakan elektrikal dan mekanikal pada box PMS 150 kV dapat disebabkan oleh tingkat kelembaban yang tidak sesuai SNI 0225:2011 yaitu melebihi dari +5 s.d. 85 % RH. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh tingkat kelembaban terhadap kinerja PMS dan untuk menurunkan tingkat kelembaban pada PMS 150 kV pada GI Banda Aceh. Adapun metode yang digunakan yaitu dengan melakukan observasi, pengujian, dan pengukuran langsung ke lapangan pada pukul 06:00 WIB, 10:00 WIB, dan 20:00 WIB. Selanjutnya, data-data hasil pengukuran yang didapatkan sebelum dilakukan usaha perbaikan dibandingkan dengan data hasil pengukuran setelah usaha perbaikan. Hasilnya didapatkan bahwa sebelum dilakukan perbaikan tingkat kelembaban di box PMS melebihi dari 85% RH, dan setelah dilakukan perbaikan tingkat kelembaban turun dibawah 85% RH dan sudah sesuai dengan SNI 0225:2011. Kinerja PMS pada semua bay sudah menjadi baik karena tidak ada lagi kerusakan pada peralatan kontrol seperti kontaktor, *limit switch*, dan kapasitor.

Kata Kunci: *Tingkat kelembaban; Pemisah; Gardu induk; Bay; SNI*

Abstract—The separator (PMS) is an electric power system equipment that functions as an electrical circuit separator switch in a no-load state. PMS is operated during maintenance work to localize the circuit voltage to be safe from the residual voltage that arises after being disconnected. The position of the 150 kV PMS *switchyard* in the installation will be more effective and efficient if the operation can be carried out remotely at the control panel using a remote so that it can speed up the system normalization process and will also provide a sense of security

to substation operators in operating PMS. When operating the PMS, failure can be caused by electrical and mechanical damage. Electrical and mechanical damage to the 150 kV PMS box can be caused by humidity levels that do not match SNI 0225:2011, which is more than +5 to 85 % RH. The purpose of this study was to determine the effect of humidity levels on PMS performance and to reduce humidity levels at 150 kV PMS at the Banda Aceh GI. The method used is by conducting observations, testing, and direct measurements to the field at 06:00 WIB, 10:00 WIB, and 20:00 WIB. Furthermore, the measurement data obtained before the repair effort was compared with the measurement data after the repair effort. The results showed that before the repair the humidity level in the PMS box was more than 85% RH, and after the repair, the humidity level fell below 85% RH and was by SNI 0225:2011. PMS performance in all bays has become good because there is no more damage to control equipment such as contactors, limit switches, and capacitors.

Keywords: *Humidity level; Separator; Substation; Bay; SNI*

I. PENDAHULUAN

Pemisah (PMS) merupakan salah satu peralatan listrik bertegangan tinggi yang sangat berperan penting dalam memisahkan peralatan listrik dengan instalasi lain dalam keadaan tanpa beban. PMS juga memiliki fungsi sebagai peralatan yang dapat mengamankan operator atau petugas di lapangan dari sisa tegangan yang timbul setelah diputuskan [1][2]. Secara mekanik, PMS dapat dioperasikan dengan tiga cara yaitu secara manual, menggunakan motor, dan secara pneumatik [3]. Namun, supaya lebih efektif dan efisien pengoperasian PMS dapat juga dilakukan dengan menambahkan remote kontrol sehingga lebih cepat dan aman. Penggunaan remote kontrol dapat memudahkan operator atau petugas pada saat melakukan pembebasan, cukup hanya menekan tombol remote yang terdapat pada panel tanpa perlu masuk dan mengengkol mekanik penggerak PMS ke dalam *switchyard* [4][5].

Pada gardu induk (GI) Banda Aceh, pengoperasian PMS sudah menggunakan remote kontrol, tetapi masih sering mengalami kendala pada saat pengoperasiannya. Hal tersebut diakibatkan oleh tingkat kelembaban yang tinggi pada *box*

PMS 150 kV melebihi dari standar yang telah ditetapkan yaitu +5 s.d. 85 % RH sehingga menyebabkan kerusakan elektrik dan mekanikal. Tingkat kelembaban yang tinggi juga dapat menyebabkan korosi atau pengkaratan pada peralatan terutama terhadap peralatan yang berbahan logam di peralatan kontrol PMS [5].

Berdasarkan hasil *survey* di lapangan, kerusakan elektrik dan mekanikal yang diakibatkan oleh tingkat kelembaban yang tinggi dapat merusak peralatan kontrol seperti kontaktor, kapasitor, dan *limit switch*. Oleh sebab itu, PMS perlu dilakukan perbaikan *limit switch* dan kontaktor serta penurunan kelembaban sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) agar remote kontrol dapat bekerja secara optimal dalam pengoperasian PMS 150 kV. Adapun standar yang digunakan sebagai acuan yaitu SNI 0225:2011 [6].

Pada penelitian sebelumnya, sudah dilakukan analisis hasil pemeliharaan pemisah di gardu induk 150 kV Gondangrejo. Hasilnya, didapatkan bahwa nilai tahanan isolasi yang bervariasi dan nilai suhu hasil termovisi tidak lebih dari 39 °C [2]. Pada penelitian lain juga sudah dilakukan penelitian tentang sistem kerja dan fungsi *disconnecting switch* (DS) atau PMS di GI 500 kV Gandul Cinere, hasilnya didapatkan bahwa pada saat membuka PMS perlu membumikan terminal jaringan dengan sakelar pembumian agar aman bagi pekerja yang melakukan perawatan [7]. Selanjutnya, telah dilakukan perancangan *prototype* pengontrol mekanik pada PMS (*disconnecting switch*) berbasis arduino uno yang diterapkan sebagai sistem pengontrol atau pengendali arus lebih pada trafo distribusi agar dapat mengurangi resiko terjadinya kecelakaan dalam pekerjaan [3].

Dari beberapa penelitian sebelumnya, belum ada yang meneliti tentang pengaruh tingkat kelembaban terhadap kinerja PMS 150 kV pada GI. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat kelembaban terhadap kinerja PMS dan untuk meurunkan tingkat kelembaban pada PMS 150 kV pada GI Banda Aceh agar mendekati kelembaban peralatan sesuai dengan SNI 0225:2011. Adapun metode yang digunakan yaitu dengan melakukan observasi dan pengukuran langsung ke lapangan pada pukul 06:00 WIB, 10:00 WIB, dan 20:00 WIB. Selanjutnya, data-data hasil pengukuran yang didapatkan sebelum dilakukan usaha perbaikan dibandingkan dengan data hasil pengukuran setelah usaha perbaikan.

Manfaat penelitian ini diharapkan agar semua PMS 150 kV pada GI Banda Aceh memiliki nilai kelembaban yang sesuai dengan SNI 0225:2011 sehingga dapat beroperasi dengan cepat dan aman.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) P3B Sumatera Unit Pelayanan Transmisi Banda Aceh, terletak di Jalan Soekarno-Hatta, Lampeuneurut, Banda Aceh atau yang lebih dikenal dengan sebutan Gardu Induk Banda Aceh. Adapun metode yang digunakan yaitu dengan melakukan observasi, pengujian, dan pengukuran langsung ke lapangan pada pukul 06:00 WIB, 10:00 WIB, dan 20:00 WIB. Selanjutnya, data-data hasil pengukuran yang didapatkan sebelum dilakukan usaha perbaikan dibandingkan dengan data hasil pengukuran setelah usaha perbaikan.

A. Gardu Induk

Gardu induk merupakan perangkat hubung bagi tegangan tinggi 150 kV yang memiliki fungsi agar dapat menyalurkan dan mengendalikan daya listrik [8][9][10]. Peralatan-peralatan yang terdapat pada gardu induk antara lain busbar, transformator daya, pemutus tenaga (PMT), pemisah (PMS), *current transformer* (CT), *potential transformer* (PT), *lightning arrester* (LA), perangkat hubung bagi 20 kV, dan sarana pendukung lainnya [11][12].

B. Pemisah (PMS)

Pemisah atau *disconnecting switch* (DS) merupakan alat yang digunakan untuk menyatakan secara visual bahwa suatu peralatan listrik sudah bebas dari tegangan kerja. Ada dua fungsi dari PMS, yaitu sebagai pemisah peralatan dan pemisah tanah [1][7]. Penempatan PMS biasanya terdapat pada sisi penghantar (*line*), sisi rel (*bus*), sisi kabel, pada suatu rel sehingga rel tersebut dapat terpisah menjadi dua seksi (pemisah seksi), dan pada penghantar untuk menghubungkan ke tanah [1][13].

Mekanik penggerak PMS untuk membuka dan menutup rangkaian terdiri tiga macam, yaitu [11][14]:

- Tenaga penggerak secara manual
Pengoperasian PMS jenis ini dilakukan secara manual dengan cara memutar atau menggerakkan lengan PMS melalui fasilitas mekanik.
- Tenaga penggerak dengan motor
Untuk membuka atau menutup rangkaian, pengoperasian lengan PMS dilakukan dengan motor.
- Tenaga penggerak pneumatik (tekanan udara)
Pengoperasian PMS untuk membuka atau menutup rangkaian dengan cara memutar/menggerakkan lengan PMS melalui fasilitas penggerak dengan pneumatik (tekanan udara).

C. Langkah-langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitiannya yaitu pengumpulan data, pengukuran temperatur dan kelembaban, analisa dan pembahasan, dan kesimpulan. Diagram alir penelitian selengkapny ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

1. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, dilakukan pengumpulan data semua peralatan PMS 150 kV yang terpasang pada GI Banda Aceh. Adapun semua data tersebut, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. DATA PERALATAN PMS 150 kV GI BANDA ACEH

No	Nama Bay	Jumlah PMS	Merk	Type
1	Penghantar Sigli 1	3	Coelme	SDC
2	Penghantar Sigli 2	3	Coelme	SDC
3	TD 1	2	Coelme	SDC
4	TD 2	2	Coelme	SDC
5	TD 3	2	Areva	S2DA
6	Kopel Bus 150 kV	2	Coelme	SDC

2. Pengukuran Temperatur dan Kelembaban

Untuk mendapatkan hasil penelitian, pengukuran temperatur dan kelembaban pada *box* PMS 150 kV dilakukan sebelum dan sesudah perbaikan. Peralatan yang digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban adalah Humidity meter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pada penelitian ini proses pengukuran tingkat kelembaban pada *box* PMS 150 kV dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali dalam sehari yaitu pukul 06:00 WIB, pukul 10:00 WIB, dan pukul 21:00 WIB.



Gambar 2. Alat Ukur Humidity meter

Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara yang bahwa dalam udara selalu terkandung air dalam bentuk uap

TABEL 2. PENGUKURAN KELEMBABAN DAN TEMPERATUR SEBELUM PERBAIKAN PMS 150 kV

No	Bay	Bus	Pukul 06:00 WIB		Pukul 10:00 WIB		Pukul 20:00 WIB	
			Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)
1	Penghantar Sigli 1	1	88,6	24,5	73,8	33,3	85,9	27,9
		2	86,9	24,4	63,3	32,7	82,6	27,8
2	Penghantar Sigli 2	1	87,4	24,4	62,9	33,0	83,9	27,9
		2	87,3	24,4	62,0	32,7	82,6	27,8
3	TD 1	1	85,1	24,2	63,4	32,9	78,5	27,4
		2	85,9	24,2	60,0	32,7	81,4	28,2
4	TD 2	1	88,1	24,3	68,5	33,5	88,4	27,5
		2	87,5	24,2	64,4	33,2	86,3	27,4
5	TD 3	1	74,0	27,0	59,0	32,8	76,1	27,8
		2	73,9	26,8	57,2	32,6	75,5	27,9
6	Kopel Bus 150 kV	1	84,6	24,2	61,1	31,6	75,6	27,2
		2	82,5	24,1	63,0	31,4	77,3	26,9
Suhu udara luar			85,2	24,0	60,9	32,2	78,4	27,0

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kelembaban pukul 06:00 WIB pada *box* PMS bay penghantar (PHT) Sigli 1, PHT Sigli 2, transformator daya (TD) 1, dan TD 2 melebihi dari standar yang telah ditetapkan yaitu +5 sampai dengan 85% RH. Sedangkan pada TD 3 dan Kopel bus 150 kV masih sesuai dengan standar SNI 0225:2011.

air dan berubah menjadi titik air [15]. Adapun teknik pengukuran kelembaban dilakukan dengan cara:

- Membuka *box* PMS 150 kV ± 5 cm.
- Memasukkan sensor pada alat ukur Humidity meter ke dalam *box* PMS 150 kV di posisi tengah dan menutup kembali *box* PMS 150 kV.
- Tunggu ± 2 menit hingga didapatkan nilai suhu dan kelembaban yang tetap.
- Terakhir, masukkan nilai suhu dan kelembaban pada *display* pada formulir yang tersedia dan,
- Membandingkan dengan standar SNI 0225:2011.

Selanjutnya, terdapat beberapa peralatan penelitian yang digunakan untuk pencegahan atau menurunkan kelembaban PMS 150 kV yang tidak bisa dioperasikan secara remote. Peralatan tersebut adalah multimeter digital, pisau karter, *door sealent*, lem lubang, *heater*, *silikagel*, dan *toolkit*. Langkah-langkah untuk menurunkan kelembaban pada *box* PMS 150 kV yaitu dengan cara menggantikan *door sealent*, menutup rapat lubang kabel, melakukan penambahan *heater*, dan menempatkan *silikagel*.

3. Analisa Data

Pada penelitian ini, analisa data kelembaban dan suhu dilakukan berdasarkan hasil pengukuran sebelum dilakukan perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan pada PMS 150 kV GI.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran PMS 150 kV Sebelum Perbaikan

Pengukuran kelembaban dan temperatur dilakukan sebelum perbaikan yaitu pada pukul 06:00 WIB, pukul 10:00 WIB, dan pukul 20:00 WIB, maka didapatkan data-data sebagai berikut:

Pukul 10:00 WIB, hasil pengukuran pada semua *bay* menunjukkan bahwa masih sesuai dengan standar, yaitu dikisaran 57,2 sampai dengan 73,8 %RH dan suhu dikisaran 31,4 sampai dengan 33,5 °C, sedangkan pukul 20:00 WIB, *bay* PHT Sigli 1 dan TD 2 sudah melebihi standar SNI, sedangkan pada PHT Sigli 2, TD 1, TD 3, dan kopel *bus* 150

kV masing-masing masih sesuai dengan standar SNI yaitu dikisaran 75,5 sampai dengan 83,9 %RH dan suhu dikisaran 26,9 sampai dengan 28,2 °C. Selanjutnya, pengujian

dilakukan untuk melihat pengaruh kelembaban terhadap kinerja PMS, hasilnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini.

TABEL 3. HASIL PENGUJIAN KINERJA PMS SEBELUM PERBAIKAN

No	Bay	Bus	Peralatan Kontrol			Keterangan
			Kontaktor	Limit Switch	Kapasitor	
1	Penghantar Sigli 1	1	Rusak	Rusak	Baik	PMS tidak bisa di remote dan tidak bisa <i>Open/Closed</i> rangkaian
		2	Baik	Rusak	Baik	PMS tidak bisa <i>Open/Closed</i> rangkaian
2	Penghantar Sigli 2	1	Baik	Rusak	Baik	PMS tidak bisa <i>Open/Closed</i> rangkaian
		2	Baik	Rusak	Baik	PMS tidak bisa <i>Open/Closed</i> rangkaian
3	TD 1	1	Baik	Baik	Rusak	Motor penggerak PMS tidak bekerja
		2	Rusak	Baik	Baik	PMS tidak bisa di remote
4	TD 2	1	Baik	Rusak	Baik	PMS tidak bisa <i>Open/Closed</i> rangkaian
		2	Baik	Rusak	Baik	PMS tidak bisa <i>Open/Closed</i> rangkaian
5	TD 3	1	Baik	Baik	Baik	Kondisi PMS dan peralatan control baik
		2	Baik	Baik	Baik	Kondisi PMS dan peralatan control baik
6	Kopel Bus 150 kV	1	Baik	Baik	Baik	Kondisi PMS dan peralatan control baik
		2	Baik	Baik	Rusak	Motor penggerak PMS tidak bekerja

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil pengujian kinerja PMS sebelum dilakukan perbaikan terjadi kerusakan kontektor dan *limit switch* pada bay PHT Sigli 1 bus 1 sehingga menyebabkan PMS tidak bisa bekerja membuka dan menutup (*open/closed*) rangkaian karena tidak bisa di remote, TD1 bus 2 mengalami kerukan pada kontektor menyebabkan PMS tidak bisa di remote. Pada PHT Sigli 1 bus 1 dan PHT Sigli 2 bus 1 dan 2 mengalami kerusakan pada peralatan kontrol *limit switch* sehingga menyebabkan PMS tidak bisa membuka atau menutup rangkaian. Selanjutnya, pada bay TD1 bus 1 dan buy kopel bus 150 kV bus 2 mengalami kerusakan pada kapasitor sehingga menyebabkan motor tidak bisa bekerja (*start*).

Adapun usaha yang dilakukan untuk menurunkan tingkat kelembaban diantaranya:

- Melakukan penggantian *door sealent*

Door sealent yang sudah tipis perlu dilakukan penggantian agar *box* PMS tertutup rapat sehingga tingkat kelembaban menjadi turun dan sesuai standar. Proses pengantiannya seperti terlihat pada Gambar 3.

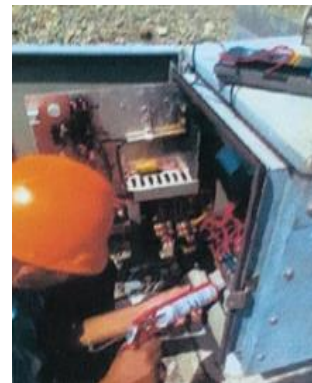


Gambar 3. Pergantian *door sealent*

- Menutup lubang kabel dengan rapat

Karet penutup lubang kabel yang sudah lama biasanya sudah rusak dan tidak rapat lagi sehingga terdapat lubang pada kabel masuk *box* PMS 150 kV. Lubang tersebut dapat mengakibatkan naiknya

tingkat kelembaban pada PMS. Proses penutupan lubang kabel seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Menutup lubang kabel

- Penambahan *heater*

Penambahan *heater* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 perlu dilakukan agar panas dalam *box* PMS 150 kV dapat diminimalisir sehingga tingkat kelembabannya menjadi turun.



Gambar 5. Penambahan *heater*

- Penempatan *silikagel*

Penempatan *silikagel* pada *box* PMS seperti yang terlihat pada Gambar 6 berfungsi untuk menyerap bintik-bintik air pada udara yang lembab sehingga PMS tidak korosif dan awet.



Gambar 6. Penempatan *silikagel*

B. Pengukuran PMS 150 kV Sesudah Perbaikan

Setelah usaha perbaikan dilakukan pada *box* PMS 150 kV, maka kembali dilanjutkan proses pengukuran tingkat kelembaban dan temperatur. Selanjutnya, hasil yang didapatkan dari proses pengukuran sebelum perbaikan dibandingkan dengan hasil pengukuran yang didapatkan setelah dilakukan perbaikan pada *box* PMS. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat optimalisasi kinerja PMS setelah dilakukan perawatan ataupun perbaikan. Hasil dari proses pengukuran yang dilakukan setelah perbaikan selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 4. PENGUKURAN KELEMBABAN DAN TEMPERATUR SETELAH PERBAIKAN PMS 150 kV

No	Bay	Bus	Pukul 06:00 WIB		Pukul 10:00 WIB		Pukul 20:00 WIB	
			Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)
1	Penghantar Sigli 1	1	79,9	23,7	61,7	36,3	77,5	27,1
		2	77,5	23,7	61,2	36,4	75,7	27,2
2	Penghantar Sigli 2	1	74,5	24,1	60,0	36,0	76,7	27,2
		2	72,3	23,9	57,2	36,2	70,2	27,0
3	TD 1	1	75,5	23,8	56,2	35,0	69,8	27,4
		2	73,9	23,7	56,0	36,0	70,4	27,3
4	TD 2	1	75,4	23,6	65,9	34,9	76,4	27,3
		2	75,6	23,7	56,5	34,5	67,6	27,5
5	TD 3	1	77,5	24,3	55,5	35,5	74,3	28,1
		2	76,8	24,8	55,4	36,1	73,0	28,3
6	Kopel Bus 150 kV	1	67,5	23,9	56,0	33,8	66,0	27,9
		2	58,0	24,1	53,0	33,2	60,6	27,7
Suhu udara luar			84,5	23,3	64,7	31,7	86,5	26,3

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan setelah usaha perbaikan didapatkan bahwa terjadi penurunan tingkat kelembaban pada *box* PMS 150 kV sehingga sesuai dengan standar SNI 0225:2011, yaitu +5 s.d. 85 % RH.

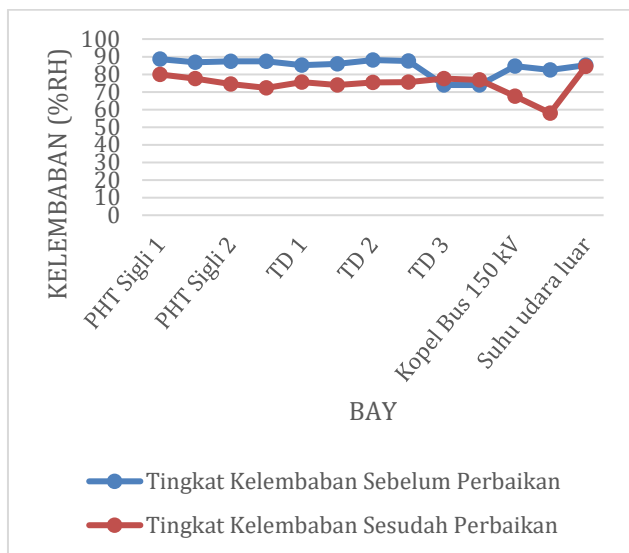
Setelah dilakukan perbaikan dan pengukuran kelembaban pada *box* PMS 150 kV, maka dilakukan kembali pengujian untuk mengetahui pengaruh kelembaban terhadap kinerja PMS, hasil pengujian selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 5.

TABEL 5. HASIL PENGUJIAN KINERJA PMS SETELAH PERBAIKAN

No	Bay	Bus	Peralatan Kontrol			Keterangan
			Kontaktor	Limit Switch	Kapasitor	
1	Penghantar Sigli 1	1	Baik	Baik	Baik	Kinerja PMS pada semua <i>bay</i> sudah menjadi baik karena tidak ada lagi kerusakan pada peralatan kontrol seperti kontaktor, <i>limit switch</i> , dan kapasitor.
		2	Baik	Baik	Baik	
2	Penghantar Sigli 2	1	Baik	Baik	Baik	
		2	Baik	Baik	Baik	
3	TD 1	1	Baik	Baik	Baik	
		2	Baik	Baik	Baik	
4	TD 2	1	Baik	Baik	Baik	
		2	Baik	Baik	Baik	
5	TD 3	1	Baik	Baik	Baik	
		2	Baik	Baik	Baik	
6	Kopel Bus 150 kV	1	Baik	Baik	Baik	
		2	Baik	Baik	Baik	

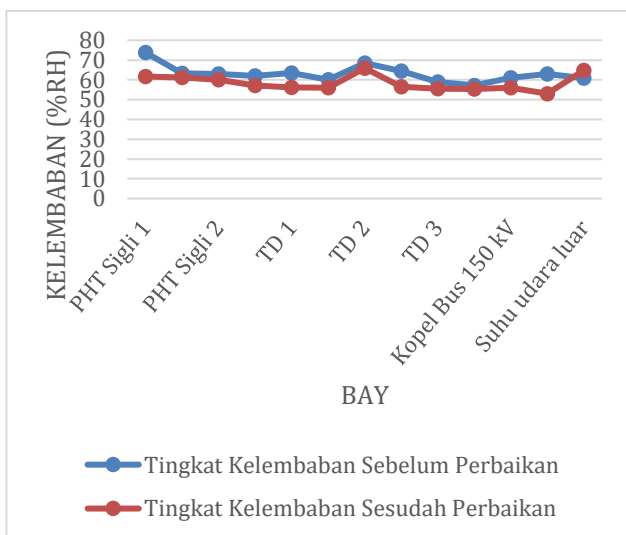
Pada Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa pengaruh tingkat kelembaban dapat mempengaruhi kinerja dari PMS. Tingkat kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan peralatan kontrol dari PMS (kontektor, *limit switch*, dan kapasitor) menjadi rusak sehingga menyebabkan kinerja dari PMS terganggu. Namun, dari hasil pengujian yang dilakukan setelah perbaikan maka tingkat kelembaban

menjadi turun dan kondisi peralatan kontrol pada *box* panel PMS menjadi baik sehingga kinerja dari PMS menjadi lebih baik juga. Hal ini terbukti pada saat di remote, PMS dapat bekerja tanpa mengalami gangguan pada peralatan elektrikal dan mekanikal. Selanjutnya, untuk grafik perbandingan hasil pengukuran antara sebelum dan sesudah usaha perbaikan dapat dilihat pada Gambar 7, 8, dan 9.



Gambar 7. Grafik perbandingan tingkat kelembaban pukul 06:00 WIB

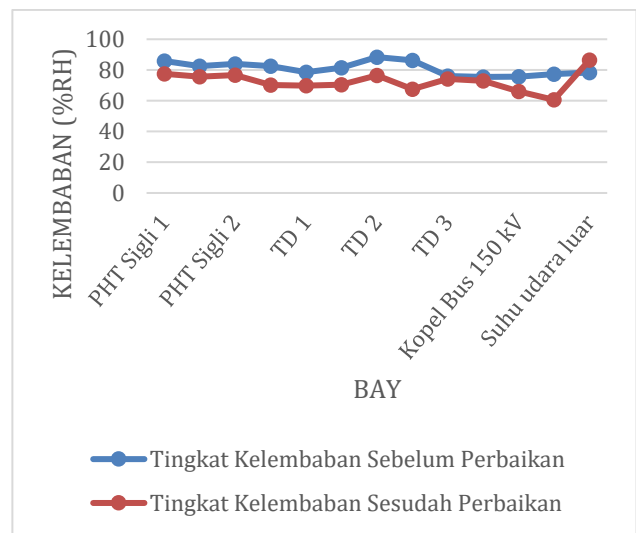
Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa perbandingan tingkat kelembaban pukul 06:00 WIB sebelum dan sesudah dilakukan usaha perbaikan. Sebelum dilakukan perbaikan, tingkat kelembaban terendah terjadi pada bay TD 3 bus 2 yaitu dengan nilai 73,9 % RH, sedangkan tingkat kelembaban tertinggi terjadi pada bay PHT Sigli 1 bus 1 yaitu dengan nilai 88,6 % RH dengan tingkat kelembaban pada suhu udara luar yaitu 85,2 % RH. Jadi, tingkat kelembaban sebelum dilakukan usaha perbaikan cenderung melebihi dari standar SNI 0225:2011. Namun setelah dilakukan usaha perbaikan, tingkat kelembaban pada semua bay mengalami penurunan dan sudah sesuai dengan standar SNI 0225:2011. Nilai tingkat kelembaban terendah terdapat pada bay kopel bus 150 kV bus 2 dengan nilai 58,0 % RH, sedangkan nilai tingkat kelembaban tertinggi terjadi pada bay PHT Sigli 1 bus 1 dengan nilai 79,9 % RH dengan tingkat kelembaban pada suhu udara luar yaitu 84,5 % RH.



Gambar 8. Grafik perbandingan tingkat kelembaban pukul 10:00 WIB

Hasil perbandingan tingkat kelembaban yang diukur pada pukul 10:00 WIB sebelum dan sesudah dilakukan usaha perbaikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, yaitu didapatkan bahwa sebelum dilakukan perbaikan, tingkat kelembaban terendah terjadi pada bay TD 3 bus 2 yaitu

dengan nilai 57,2 % RH, sedangkan tingkat kelembaban tertinggi terjadi pada bay PHT Sigli 1 bus 1 yaitu dengan nilai 73,8 % RH dengan tingkat kelembaban pada suhu udara luar yaitu 60,9 % RH. Nilai tingkat kelembaban yang diukur pada pukul 10:00 WIB masih sesuai dengan standar SNI 0225:2011. Hasil pengukuran yang dilakukan pada pukul 10:00 WIB setelah dilakukan usaha perbaikan menunjukkan bahwa tingkat kelembaban pada semua bay juga mengalami penurunan. Nilai tingkat kelembaban terendah terdapat pada bay kopel bus 150 kV yaitu pada bus 2 dengan nilai 53,0 % RH, sedangkan nilai tingkat kelembaban tertinggi terjadi pada bay TD 2 bus 1 dengan nilai 65,9 % RH dengan tingkat kelembaban pada suhu udara luar yaitu 64,7 % RH.



Gambar 9. Grafik perbandingan tingkat kelembaban pukul 20:00 WIB

Selanjutnya, pada Gambar 9 menunjukkan bahwa perbandingan tingkat kelembaban pukul 20:00 WIB sebelum dan sesudah dilakukan usaha perbaikan. Sebelum dilakukan perbaikan, tingkat kelembaban terendah terjadi pada bay TD 3 bus 2 yaitu dengan nilai 75,5 % RH, sedangkan tingkat kelembaban tertinggi terjadi pada bay TD 2 bus 1 yaitu dengan nilai 88,4 % RH dengan tingkat kelembaban pada suhu udara luar yaitu 78,4 % RH. Jadi, tingkat kelembaban sebelum dilakukan usaha perbaikan cenderung melebihi dari standar SNI 0225:2011. Namun setelah dilakukan usaha perbaikan, tingkat kelembaban pada semua bay mengalami penurunan dan sudah sesuai dengan standar SNI 0225:2011. Nilai tingkat kelembaban terendah terdapat pada bay kopel bus 150 kV bus 2 dengan nilai 60,6 % RH, sedangkan nilai tingkat kelembaban tertinggi terjadi pada bay PHT Sigli 1 bus 1 dengan nilai 77,5 % RH dengan tingkat kelembaban pada suhu udara luar yaitu 86,5 % RH.

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tingkat kelembaban sangat mempengaruhi kinerja dari PMS 150 kV. Apabila tingkat kelembaban melebihi dari standar SNI 0225:2011 yaitu diatas 85 % RH dibiarkan dalam waktu yang lama, maka akan menyebabkan rusaknya peralatan kontrol PMS 150 kV seperti kontaktor, *limit switch*, dan kapasitor sehingga kinerja PMS menjadi terganggu. Selanjutnya, hasil dari perbaikan kerusakan PMS pada gardu induk juga menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi banyak disebabkan oleh kerusakan elektrik dan mekanik. Hal ini terlihat pada saat sebelum dan sesudah dilakukan usaha perbaikan. Dari tabel hasil pengukuran, pengujian, dan grafik yang di ditampilkan

menunjukkan bahwa sebelum dilakukan perbaikan tingkat kelembaban pada *box* PMS 150 kV meningkat diatas 85 % RH sehingga menyebabkan kerusakan elektrik dan mekanik pada PMS. Oleh sebab itu, bila tingkat kelembaban pada *box* PMS 150 kV melebihi dari 85% RH dibiarkan secara terus-menerus tanpa ada perbaikan atau *maintenance* maka akan menyebabkan peralatan kontrol PMS terganggu bahkan rusak. Apabila peralatan kontrol PMS rusak seperti kontaktor, *limit switch*, dan kapasitor, maka PMS tidak bisa digerakkan dengan remote kontrol dan tidak bisa membuka atau menutup rangkaian dikarenakan motor penggerak mekanik tidak bekerja. Jadi, semua hal tersebut sangat mempengaruhi terhadap kinerja PMS pada gardu induk terutama sekali pada Gardu Induk Banda Aceh.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa menurunkan tingkat kelembaban terhadap kinerja PMS 150 kV merupakan metode paling efektif. Hasil pengukuran tingkat kelembaban pada *box* PMS pukul 06:00 WIB sebelum dilakukan perbaikan didapatkan bahwa pada *bay* TD 3 dan *bay* kopel masih memenuhi standar SNI 0225:2011 yaitu +5 s.d. 85 % RH, sedangkan pada *bay* yang lain hasilnya didapatkan bahwa nilai tingkat kelembabannya melebihi dari 85 % RH. Hasil pengukuran setelah dilakukan usaha perbaikan didapatkan sudah sesuai dengan standar SNI 0225:2011 yaitu dibawah 85 % RH. Hasil pengujian setelah perbaikan diketahui bahwa kinerja PMS pada semua *bay* sudah menjadi baik karena tidak ada lagi kerusakan pada peralatan kontrol seperti kontaktor, *limit switch*, dan kapasitor.

REFERENSI

- [1] M. J. Jacob J. Rikumahu, Denny R. Pattiapon, "Perancangan Peningkatan Keandalan Sistem Tenaga Listrik Pada Gardu Hubung Poka Kota Ambon," J. SIMETRIK, vol. 9, no. 1, pp. 171–178, 2019.

- [2] D. A. Randi, "Analisis Hasil Pemeliharaan Pemisah di Gardu Induk 150 kV Gondangrejo," Tek. Elektro Univ. Muhammadiyah Surakarta, 2020.
- [3] M. A. Pratama, "Perancangan Prototype Pengontrol Mekanik Pada PMS (Disconnecting Switch) Berbasis Arduino Uno," Tugas Akhir, pp. 1–74, 2019.
- [4] A. Fadillah, "ANALISA HASIL PENGUJIAN SWITCHGEAR PADA SISTEM KELISTRIKAN GEDUNG REAKTOR SERBA GUNA GA SIWABESSY," Semin. Keselam. Nukl., pp. 1–10, 2016.
- [5] Sukardi, "Perbaikan dan Pencegahan Kegagalan Operasi PMS 150 kV Secara Remote Pada Gardu Induk Banda Aceh," Uji Portofolio Kompetensi PT PLN, 2012.
- [6] Badan Standar Nasional Indonesia, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)," Standar Nas. Indones. (SNI 02252011), vol. 2011, 2011.
- [7] Hafiz Farid Azhar, "Sistem Kerja dan Fungsi Disconnecting Switch atau Pemisah (PMS) di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) 500 kV PT.PLN (Persero) Gandul Cinere," 2020.
- [8] T. S. Novalin and R. Hidayat, "Analisis Pengujian Tahanan Kontak Disconnecting Switch atau PMS Terhadap Rugi Daya Penghantar di Gardu Induk Telukjambe," J. Elektro Luceat, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [9] M. Takhmil Imam Rifa'i, Slamet Hani, "Analisis Sistem Pentanahan Dengan Kontruksi Berbentuk Kisi-Kisi (Grid) Pada Switchyard Gardu Induk 150 kV Bantul," J. Elektr., vol. 4, no. 2, pp. 73–79, 2017.
- [10] A. I. T. Yahja Igrisa, Yasin Mohamad, "Analisis Perkiraan Umur Trafo Tenaga 150 kV di GI Isimu," Jambura J. Electr. Electron. Eng., vol. 3, no. 2, pp. 101–108, 2021.
- [11] Standarisasi, SPLN T3.003-1:2007 - Desain GI 150 kV Konvensional Bagian B: Peralatan Switchyard. Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2007.
- [12] A. Syofian, "SISTEM PENTANAHAN GRID PADA GARDU INDUK PLTU TELUK SIRIH," J. Momentum, vol. 14, no. 1, pp. 36–45, 2013.
- [13] E. Ediwan, M. Muliadi, M. Mahalla, N. Nazaruddin, and A. Mulkan, "The Reconfiguration of Network at 20 kV Distribution System Nagan Raya Substation with the Addition of the Krueng Isep Hydroelectric Power Plant," J. Nas. Tek. Elektro, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.25077/jnte.v10n2.888.2021.
- [14] "Sistem Pakar Corrective Bay Penghantar Gardu Induk Mekarsari Karawang Dengan Metode Forward Chaining," SIGMA-Jurnal Teknol. Pelita Bangsa, vol. 3, no. 1, pp. 2407–3903, 2015.
- [15] C. Fandeean, "Monitoring Suhu Non-Contact Sambungan Kabel Dengan Trafo Berkapasitas 20 kV Pada Gardu Induk Ngagel Berbasis IoT," vol. 2021, no. Senada, pp. 66–74, 2021.