

PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN HOT SPOT (TITIK PANAS) PADA DS (DISCONNECTOR SWITCH) REL 2

Henriana

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Email: 2283190002@untirta.ac.id

Endy Permata

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Email: endipermata@untirta.ac.id

Alamat: Jl. Raya Palka No.Km 3, Panancangan, Kec. Cipocok Jaya, Kabupaten Serang,
Banten 42124

Korespondensi penulis: 2283190002@untirta.ac.id

Abstract

Equipment at the substation, of course, has the possibility of problems or damage, both caused by nature, as well as failure of the electrical equipment itself. Disconnecter Switch is a separator switch in the substation system that must be considered because when there is an excess Hot Spot on this disconnecter switch, it is likely to melt if it is not handled quickly, of course this will trigger losses for the substation itself both in terms of material and others. The method used in this study is a direct observation method, with direct observation in the field and literature studies so that it can be known the maintenance process of the Disconnecting Switch against Hot Spots which is a problem in the disconnecter switch. From the results of this study, it is known that the contact resistance values measured in the disconnecter switch are phase R $52 \mu\Omega$, phase S $37 \mu\Omega$, and phase T $63 \mu\Omega$.

Keywords: *Disconnecter Switch, Substations, Maintenance*

Abstrak

Peralatan pada gardu induk tentu saja memiliki kemungkinan terjadi masalah ataupun kerusakan, baik yang disebabkan oleh alam, maupun kegagalan dari peralatan listrik itu sendiri. *Disconnecter Switch* merupakan saklar pemisah dalam sistem gardu induk yang harus diperhatikan tahanannya karena ketika terjadi Hot Spot berlebih pada *disconnecter switch* ini maka kemungkinan besar akan meleleh jika tidak cepat ditangani, tentu hal ini akan memicu kerugian bagi gardu induk itu sendiri baik dari segi material dan lainnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi langsung, dengan pengamatan langsung dilapangan dan studi literatur sehingga dapat diketahui proses pemeliharaan *Disconnecting Switch* terhadap *Hot Spot* yang menjadi masalah di *disconnecter switch*. Dari hasil penelitian ini diketahui nilai tahanan kontak yang diukur di *disconnecter switch* yaitu phase R $52 \mu\Omega$, phase S $37 \mu\Omega$, dan phase T $63 \mu\Omega$.

Kata kunci: *Disconnetor Switch, Gardu Induk, Pemeliharaan*

LATAR BELAKANG

Gardu induk adalah salah satu sub komponen pembangkit yang berfungsi sebagai perangkat hubung bagi tegangan tinggi 150 KV yang dapat menyalurkan dan mengendalikan tegangan listrik. Adapun komponen utama yang terdapat di dalam gardu induk ini diantaranya adalah: busbar, transformator daya, pemutus tenaga (PMT), pemisah (PMS), *current transformer* (CT), *potential transformer* (PT), *lighting arrester* (LA), perangkat hubung bagi, dan komponen utama yang lainnya.[1]

Dalam pemeliharaan rutin tahunan atau pemeliharaan preventif *disconnecting switch* ada beberapa hal yang harus kita perhatikan agar dapat menjaga daya tahan dan efisiensi operasi *disconnecting switch* itu sendiri agar dapat bekerja sebagai mestinya, sehingga dalam penyaluran tenaga listrik tetap terjaga. dalam proses pemeliharaan preventif atau pemeliharaan rutin sangat membantu pada kinerja *disconnecting switch* itu sendiri dalam sistem pemutusan tegangan.[2]

Disconnecting Switch (DS) adalah salah satu sub komponen instalasi pembangkit tenaga listrik yang mempunyai peran penting dalam sistem pembangkitan diantaranya berfungsi sebagai pemisah yang memisahkan peralatan listrik dengan instalasi lain dalam keadaan tidak bertegangan. Selain itu juga *disconnecting switch* ini mempunyai fungsi lain sebagai peralatan yang mampu mengamankan operator atau petugas di lapangan dari hasil sisa tegangan yang ditimbulkan setelah pemutusan. berdasarkan sistem pengoprasian secara mekanik *disconnecting switch* dapat kita operasikan dengan tiga cara diantaranya secara manual, motor listrik, pneumatik. Namun yang paling efektif dan lebih efisien digunakan dalam pengoprasian *disconnecting switch* menggunakan remot kontrol sehingga dalam proses pengerjaannya lebih cepat dan aman. dalam penggunaan remot kontrol ini tentu saja mempermudah pekerjaan petugas pemeliharaan karena hanya tinggal menekan remot yang terdapat pada panel tanpa perlu mengengkol secara manual. Namun apabila remot kontrol ini tidak bekerja secara optimal maka biasanya dilakukan dengan cara manual diengkol.[3]

Disconnect switch ini merupakan saklar pemisah dalam system gardu induk yang harus diperhatikan tahanannya karena ketika terjadi *Hot Spot* berlebih pada *disconnect switch* ini maka kemungkinan besar akan meleleh jika tidak cepat ditangani, tentu hal ini akan memicu kerugian bagi gardu induk itu sendiri baik dari segi material dan lainnya.

KAJIAN TEORITIS

Disconnecting Switch (DS) atau Pemisah (PMS) adalah suatu alat untuk memisahkan tegangan pada peralatan instalasi tegangan tinggi. Ada dua macam fungsi PMS, yaitu:

- Pemisah Tanah (Pisau Pentanahan): Berfungsi untuk menghilangkan/ mentanahkan tegangan induksi.
- Pemisah Peralatan: Berfungsi untuk mengisolasi peralatan listrik dari peralatan lain atau instalasi lain yang bertegangan. Pms ini boleh dibuka atau ditutup hanya pada rangkaian yang tidak berbeban.



Gambar 1. *Disconeccting Switch (DS)*

Parameter yang diperhatikan dalam *Disconecctor Switch* adalah sebagai berikut:

- a. Kemampuan mengalirkan arus (Arus Nominal = Ampere)
- b. Kemampuan mengalirkan arus ditentukan oleh besarnya penampang dua batang kontaktor, dengan demikian permukaan sentuh dari keduanya sangat menentukan. Apabila sebagian permukaan kontak terdapat kotoran (berkarat) akan sangat mempengaruhi luasnya penampang dan dalam batas tertentu kontaktor akan menjadi panas. - Kemampuan tegangan (Rating Tegangan = kV).
- c. Tegangan operasi PMS dapat dilihat dari kekuatan isolasinya. Semakin tinggi tegangan akan semakin panjang/tinggi isolator penyangga yang dipergunakan.
- d. Kemampuan menahan Arus Hubung Singkat (kA : Kilo Ampere)

Apabila terjadi hubung singkat, dimana arus hubung-singkat berlipat kali arus nominalnya, dalam waktu singkat (detik) PMS harus mampu menahan dalam batas yang diijinkan. Besaran parameter tersebut dapat dibaca pada name plat yang terpasang pada PMS. Disamping itu parameter yang berkaitan dengan mekanik penggerak adalah:

- a. Tekanan udara kompresor (bila menggunakan tenaga penggerak pneumatik)
- b. Tekanan minyak hidrolik (bila menggunakan tenaga penggerak hidrolik).[4]

Tenaga penggerak motor dibedakan menjadi dua bagian diantaranya adalah tenaga penggerak yang dilakukan secara manual dan tenaga penggerak menggunakan motor. Adapun perbedaannya adalah tenaga penggerak yang dilakukan secara manual adalah Pengoperasian PMS ini (mengeluarkan / memasukkan) secara manual dengan memutar/menggerakkan lengan yang sudah terpasang. Adapun tenaga penggerak yang dilakukan oleh motor adalah Motor penggerak ini terpasang pada box mekanik dimana box harus dalam keadaan bersih. Secara periodik dilakukan pemeliharaan kebersihan pada terminal kabel wiring, kontaktor-kontaktur dan dilakukan pelumasan pada poros/roda gigi. Pintu box harus tertutup rapat agar semut atau binatang kecil lainnya tidak bisa masuk kedalamnya.

Hot Spot merupakan titik panas pada suatu titik yang ada pada komponen-komponen gardu induk yang menimbulkan *trouble* sehingga menimbulkan kerusakan atau lelehan pada komponen tersebut, hal ini jika dibiarkan maka akan menimbulkan dampak kerugian baik secara material maupun secara ekonomi. Untuk menghindari hal itu kita harus melakukan monitoring klem suhu pada titik jumper yang bertujuan untuk memonitoring suhu klem jumper pada gardu induk.[5]

METODE PENELITIAN

Dalam penulisan kali ini penulis menggunakan metode penelitian langsung dengan cara observasi. Dalam penelitian observasi ini penulis secara langsung melakukan pengamatan langsung di lapangan terhadap objek yang akan penulis teliti untuk mengetahui keadaan asli di lapangan. Dalam penelitian kali ini penulis melakukan pengamatan yang dilakukan langsung dalam sistem pembangkitan gardu induk (GI) 150 KV tepatnya di Rangkas baru wilayah kerja dari PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung. Guna mempermudah dalam proses penelitian penulis, maka dengan ini penulis menyusun susunan kerangka penelitian agar lebih mudah

dapat dipahami, selain itu juga dalam kerangka penyusunan ini harus jelas tahap-tahapannya seperti gambar berikut ini.

Gambar 2. Kerangka Kerja Penelitian



Dari gambar 1 diatas maka dapat diuraikan pembahasan dari masing-masing tahapan dalam penelitian seperti berikut ini:

a. Studi Literatur

Dalam tahap pertama penelitian, mula-mula harus menentukan dan mencari landasan-landasan teori yang akan digunakan. Dalam proses pemilihan landasan teori ini kita bebas menentukan sumber yang akan kita kutip baik dalam buku, artikel, jurnal ilmiah untuk memenuhi konsep dan teori yang digunakan dalam laporan guna membuat laporan yang lebih baik.

b. Observasi Lapangan

Tahap kedua yaitu tahap pengambilan data secara langsung di lapangan (Tahap Observasi). Hal ini sangat penting dilakukan guna mengetahui perbandingan anatara teori dan keadaan asli di lapangan.

c. Pengumpulan Data

Selanjutnya setelah kita melakukan pengamatan di lapangan kita juga perlu menentukan data apa saja yang akan kita ambil dan menentukan judul laporan praktik apa yang akan kita ambil, hal ini guna penulis lebih terfokus terhadap apa yang akan penulis dan lebih rinci dalam pengambilan datanya.

d. Analisis Sistem

Setelah penulis mendapatkan data yang kita dapat langsung dilapangan penulis juga perlu mengolah data hasil analisis. Data ini kemudian di olah, anilisis, dan di evaluasi guna memperoleh hasil yang baik dan sesuai.

e. Pembuatan Laporan

Setelah penulis mendapatkan data dan anilisis secara selanjutnya penulis melakukan penyusunan laporan praktik industry sesuai dengan kerangka penelitian yang telah penulis tulis dengan rinci dan terurut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Disconnecting Switch merupakan suatu sistem peralatan tenaga listrik yang mempunyai fungsi sebagai saklar pemisah rangkaian listrik tenaga dalam keadaan bertegangan maupun tidak bertegangan (tanpa arus beban). *Disconnecting Switch* ditempatkan terpasang antara Pemisah (PMSBus) juga sumber tegangan, selain itu pemisah PMS dan beban (PMSLine/Kabel) ini juga dilengkapi dengan PMS Tanah (Earthing Switch) Ketika dalam proses pemeliharaan atau punya tujuan tertentu PMSLine/Kabel dilengkapi dengan PMS Tanah. Hal ini bertujuan karena dalam PMSLine/Kabel dan PMS Tanah di dalamnya terdapat sistem alat yang sering disebut interlock Fungsi Disconnecting Switch (DS) secara umum terbagi menjadi 2 yaitu:

- a) Pemisah (PMS) tanah (pisau pentanahan): pemisah ini mempunyai fungsi untuk menetralkan (menghilangkan)/menggrounding (mentanahkan) tegangan induksi. PMS ini juga berfungsi untuk pengamanan dari arus tegangan yang timbul, arus yang timbul ini diakibatkan karena pemutusan saluran tinggi atau induksi tegangan dari kabel penghantar. Hal ini tentu saja harus diperhatikan oleh pekerja yang bekerja pada peralatan instalasi tegangan.
- b) Pemisah peralatan: Pemisah peralatan: alat ini berfungsi mengisolasi peralatan-peralatan listrik atau instalasi lain yang masih mempunyai tegangan. Disconnecting ini bisa dipelihara atau dibuka maupun ditutup hanya dalam keadaan tidak mempunyai beban.



Gambar 3. Perbaikan *Hot Spot* pada *Disconnecting Switch*

Hasil pemeliharaan instalasi tenaga listrik pada perbaikan hotspot pada pisau PMS REL-2 Bay KOPO-2 FASA T. Pemisah (PMS) merupakan peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai saklar pemisah rangkaian listrik tidak ada arus beban (dipisahkan peralatan listrik dari peralatan lain yang mempunyai daya tegang). Sedangkan, Pisau merupakan komponen kontak pemisah yang berfungsi menghubungkan atau memisahkan bagian yang bertegangan.

Tahapan Pelaksanaan:

1. Briefing
2. Persiapan Peralatan
3. Pembagian Tugas
4. Memastikan Peralatan yang akan dikerjakan bebas tegangan menggunakan voltage detector
5. Memasang pentahanan local
6. Melaksanakan pengujian tahanan kontak pisau PMS Rel-2 Bay Kopo 2 Sebelum perbaikan
7. Membersihkan pisau kontak PMS Rel-2 Bay Kopo-2 Fasa T menggunakan rust penetran oil (WD) dan scotchbrite h) Melapisi pisau kontak PMS Rel-2 Bay Kopo-2 Fasa T menggunakan Contact Grease
8. Melaksanakan pengujian tahanan kontak pisau PMS Rel-2 Bay Kopo2 setelah perbaikan
9. Merapikan peralatan
10. Pekerjaan selesai

Pelaksanaan pekerjaan perbaikan hotspot pada PMS REL-2 BAY KOPO FASA T pada Gardu Induk Rongkasbitung baru 150 KV salah satunya dilaksanakan pada tanggal 14 Maret

2022 bidang pemeliharaan gardu induk ULTG Rangkas telah melaksanakan perbaikan terhadap anomaly hotspot pada PMS Rel-2 Baya Kopo-2 Fasa T. serelah dilaksanakan *cleaning* pada pisau PMS Rel-2 Bay Kopo-2 Fasa T di Gardu Induk Rangkasbitung baru 150 KV dan dilaksanakan pengujian tahanan kontak dengan hasil Ketika tahanan kontak pada keadaan panas di Fasa R menunjukkan $52\mu\Omega$ selanjutnya Ketika dilakukan perbaikan Tahanan Kontak Kembali ke keadaan normal yaitu $22\mu\Omega$. Begitu pula pada fasa S dan T, pada titik S dilaksanakan pengujian tahanan kontak dengan hasil Ketika tahanan kontak pada keadaan panas di titik ini menunjukkan $37\mu\Omega$ selanjutnya Ketika dilakukan perbaikan Tahanan Kontak Kembali ke keadaan normal yaitu $22\mu\Omega$ sedangkan pada fasa T dilaksanakan pengujian tahanan kontak dengan hasil Ketika tahanan kontak pada keadaan panas di fasa T menunjukkan $63\mu\Omega$ selanjutnya Ketika dilakukan perbaikan Tahanan Kontak Kembali ke keadaan normal yaitu $24\mu\Omega$. Pemantauan dilakukan menunakan kamera Thermal maka PMS Rel-2 Bay Kopo-2 Fasa T di Gardu Induk Rangkasbitung baru dinyatakan normal. Berikut merupakan hasil uji dalam bentuk tabel :

Tabel 1. Data Perbaikan Tahanan Kontak

Fasa	Tahanan Kontak Sebelum	Tahanan Kontak Sesudah
R	$52\mu\Omega$	$22\mu\Omega$
S	$37\mu\Omega$	$22\mu\Omega$
T	$63\mu\Omega$	$24\mu\Omega$



Gambar 4. Hasil Uji Coba Tahanan Kontak Sebelum dan Sesudah

Dalam mengukur nilai tahanan kontak yang dimiliki oleh *Disconnecting Switch*, dilakukan dengan menggunakan kamera thermal sehingga dengan menggunakan alat tersebut dapat diketahui titik yang memiliki panas yang berlebih ketika gardu induk berbeban. Dalam hal ini kenaikan tahanan kontak diakibatkan karena perubahan nilai beban di gardu induk.

Tabel 2. Hasil Thermovisi GI Rangkas Baru 150 KV

NO	NAMA	PHASE	SEKAR TERTINGGI (AMPER)	SEKAR AKTUAL (AMPER)	SEKAR KLEM (V)	SEKAR KONDUKSI DR. (V)	WLAJ	STATUS	KETERANGAN
1	LINE DROPER	S	1100	960	30.2	32.1	-1.18	BAK	
2		S	1100	960	31	32.3	-1.71	BAK	
3		T	1100	960	31	32.3	-1.71	BAK	
4	PARALEL CLAMP	S	1100	960	30.4	32.3	3.86	BAK	
5		S	1100	960	28	34	3.83	BAK	
6		T	1100	960	30.3	32	3.82	BAK	
7	SA	S	1100	960	34.5	32.1	3.15	BAK	
8		S	1100	960	34.5	32.3	3.86	BAK	
9		T	1100	960	34.1	32.3	3.36	BAK	
10	CVT	S	1100	960	30.8	34	2.10	BAK	
11		S	1100	960	30.8	34.1	-0.28	BAK	
12		T	1100	960	30.1	35.2	-0.78	BAK	
13	PMS LINE ARAH CVT	S	1100	960	30.2	34	1.58	BAK	
14		S	1100	960	34.7	34.1	0.78	BAK	
15		T	1100	960	30.3	35	0.38	BAK	
16	PMS LINE PILAU	S	1100	960	30.8	34.1	-0.36	BAK	
17		S	1100	960	30.1	34.2	-1.44	BAK	
18		T	1100	960	34.2	34	0.28	BAK	
19	PMS LINE ARAH CT	S	1100	960	34	33	1.31	BAK	
20		S	1100	960	34.7	34.8	-0.28	BAK	
21		T	1100	960	30.8	34.8	-1.71	BAK	
22	CT ARAH PMS LINE	S	1100	960	30.1	33.2	3.48	BAK	
23		S	1100	960	30.2	35	0.28	BAK	
24		T	1100	960	34.9	34.8	0.01	BAK	
25	CT ARAH PNT	S	1100	960	30.8	33	3.41	BAK	
26		S	1100	960	30.3	34	3.32	BAK	
27		T	1100	960	30.7	34	0.29	BAK	
28	PNT BARAH	S	1100	960	30.1	34	0.38	BAK	
29		S	1100	960	30.2	35	1.58	BAK	
30		T	1100	960	30.1	35	0.13	BAK	
31	PNT ATAS	S	1100	960	30	34.1	2.48	BAK	
32		S	1100	960	30.7	34	0.04	BAK	
33		T	1100	960	34.8	33.3	1.44	BAK	
34	KLEM JEMBATAN ATAS	S	1100	960	30.7	34	-0.36	BAK	
35		S	1100	960	30.7	34	0.04	BAK	
36		T	1100	960	30.4	33.2	-1.05	BAK	
37	T CLAMP ORIS BAR	S	1100	960	30.5	34.1	-0.13	BAK	
38		S	1100	960	30.9	33	1.18	BAK	
39		T	1100	960	30.4	34.1	-0.82	BAK	
40	PARALEL CLAMP PMS REL	S	1100	960	30.1	30.8	1.71	BAK	
41		S	1100	960	30.3	30.1	-0.20	BAK	
42		T	1100	960	30.2	34.3	1.18	BAK	
43	PMS REL 2 ARAH PARALEL	S	1100	960	30.1	34	1.44	BAK	
44		S	1100	960	30	34.1	1.18	BAK	
45		T	1100	960	30	33.8	1.58	BAK	
46	PMS REL 2 PILAU	S	1100	960	33.8	33.8	-0.38	BAK	
47		S	1100	960	34.3	32.1	3.15	BAK	
48		T	1100	960	30.4	34.3	13.82	OVERHEAT	
49	PMS REL 2 ARAH REL	S	1100	960	34.8	33.8	1.00	BAK	
50		S	1100	960	34.2	32.1	2.75	BAK	
51		T	1100	960	34.1	34.2	-0.13	BAK	
52	T CLAMP REL 2	S	1100	960	33	33	0.00	BAK	
53		S	1100	960	30.1	34.3	-1.84	BAK	
54		T	1100	960	33	30.1	-0.78	BAK	

Dari data diatas menunjukan bahwa ketika saat terjadi Hot Spot pada tahanan kontak Disconnecting Switch yang harus segera dilakukan pemeliharaan dan perbaikan menunjukan bahwa tahanan kontak sudah mencapai suhu yang begitu tinggi. Dalam tabel juga menunjukan perubahan tahanan sebelum dan sesudah dilaksanakannya perbaikan sehingga dapat kita lihat juga perubahan yang cukup signifikan. Disconnecting Switch atau PMS rel 2 terdiri dari tiga pisa diantaranya fasa R, S, dan T. ketiga pisa ini mempunyai tahanan kontak yang berbeda masing-masing diantaranya fasa R bertahanan $52 \mu\Omega$ sehingga hal ini perlu segera dilaksanakan pemeliharaan, jika tidak segera dilaksanakan perbaikan maka akan menimbulkan kerusakan pada PMS rel atau PMS rel akan meleleh, tentu hal ini akan menimbulkan kerugian yang sangat besar baik dari segi materil atau dari segi lainnya. Begitu juga dengan fasa S dan juga T tentu harus pula dilaksanakan perbaikan ketika tahanan kontak terjadi tegangan maksimum yang begitu tinggi. Adapun batas normal tegangan ini adalah mencapai $36 \mu\Omega$ maka kalo sudah melebihi nilai sekian itu sudah cukup riskan terjadi kerusakan dan harus segera diperbaiki. Adapun terjadinya lonjakan arus ini atau arus normal sampai ke arus perbaikan itu biasanya bisa bertahan sampai dengan 6 bulan sekali dilaksanakannya perbaikan, hal ini memang cukup rutin dilaksanakan (Pemeliharaan Preventif). Adapun hasil dari pemeliharaan dapat kita lihat pada tabel dibawah ini

KESIMPULAN DAN SARAN

Disconnecting Switch merupakan suatu sistem peralatan tenaga listrik yang mempunyai fungsi sebagai saklar pemisah rangkaian listrik tenaga dalam keadaan bertegangan maupun tidak bertegangan (tanpa arus beban). Berdasarkan hasil pengamatan, Ketika tahanan kontak mencapai kondisi hot spot maka perlu dilakukan perbaikan dan perawatan agar kondisi gardu induk tetap terjaga. Pemantauan tahanan kontak dilakukan melalui kamera Thermal untuk mengetahui suhu dari tahanan kontak tersebut.

Dalam melaksanakan praktik industri penulis, menyarankan agar berkomitmen dan bertanggung jawab atas apa yang telah ditugaskan demi menjaga nama baik kampus dan jurusan. Selain itu, selalu menerapkan Keselamatan dan Kesehatan kerja (K3) demi menghindari kecelakaan kerja terutama PT PLN ULTG Rangkasbitung bersentuhan langsung dengan tegangan tinggi yang dapat membahayakan praktikan jika tidak berhati-hati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Received Oktober 30, 2022; Revised November 2, 2022; Accepted Desember 20, 2022

*Corresponding author, e-mail 2283190002@untirta.ac.id

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. PLN (Persero) ULTG Rongkasbitung karena telah menerima serta memberikan pengalaman dan pengetahuan yang baru kepada penulis.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Muliadi, Syukri, Mursial A.T. (2022). Pengaruh Tingkat Kelembaban Terhadap Kinerja Pemisah (PMS) 150 KV pada Gardu Induk. JJEED. 4. 92-98
- [2] Arnata A,M., Gonibala, Silimang S, Lily S, Patres. (2021).Analisa Pengujian Unjuk Kerja Pemisah (*Disconnecting Switch*) di Gardu Induk 150 KV Otam. Unsrat. 1-10.
- [3] Marco, G,S., Santosa Julius. (2019). Analisa Perancangan Gardu Induk Outdoor 150 KV di Tallasa, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Jurnal Dimensi Teknik Elektro. 1. 37-42
- [4]Aslimeri. dkk. (2008). Teknik Transmisi Tenaga Listrik. Jakarta. Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan
- [5] Siswanto Agus, Alfian Reza, Subyanta Erfan., (2021). Analisa Kinerja PMS Rel 2 Bay Trafo 6 Menggunakan *Thermovision Methode* di Gardu Induk Sunyaragi. Foristek. 2. 114-120