

Iwan Koswara¹
 Ruby Soebiantoro²
 Ahmad Al Baihaqi³

ANALISIS TAHANAN ISOLASI JARINGAN AIRFIELD LIGHTING PADA RUNWAY EDGE LIGHT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL RADIN INTEN II LAMPUNG

Abstrak

Latar belakang penelitian adalah adanya persyaratan terkait nilai tahanan isolasi kabel serta adanya temuan nilai tahanan isoalasi yang rendah pada jaringan airfield lighting di Bandara Radin Inten II Lampung. Tujuan penelitian tersebut untuk mengetahui penyebab penurunan nilai tahanan isolasi. Metode yang dilakukan adalah kuantitatif. Pembahasan penelitian meliputi Pengukuran nilai tahanan isolasi kabel pada tampilan CCR yang dikumpulkan beberapa bulan sebelum penelitian dengan nilai EFD pada CCR untuk circuit I dan circuit II rata-rata hasilnya kurang bagus yaitu di bawah $10 \text{ M}\Omega$ dari standarnya minimal $50 \text{ M}\Omega$. Saat dilakukan pengukuran menggunakan isolation tester nilai tahanan isolasi kabel dari gawang ke gawang di dapat hasil rata-rata di atas $50 \text{ M}\Omega$. Hal ini menggambarkan tahanan isolasi kabel dalam kondisi bagus. Tetapi kondisi semua bak kontrol yang diteliti terisi penuh dengan lumpur, serta kondisi rubber isolation tape pada semua konektor kondisinya rusak. Setelah dilakukan penyiraman air pada bak kontrol maka nilai EFD pada circuit I dan II pada CCR mengalami penurunan dibanding sebelum penyiraman. Kesimpulan dari penelitian ini adalah terjadi penurunan nilai tahanan isolasi kabel pada jaringan runway edge light yang disebabkan kerusakan rubber isolation tape yang melindungi konektor kabel seri dan konektor sekunder ke lampu yang menyebabkan air meresap ke dalam konektor

Kata Kunci: Kabel, Runway Edge Light, Tahanan Isolasi

Abstract

The background of the study is the existence of requirements related to cable insulation resistance values and the finding of low insulation resistance values in the Airfield lighting network at Radin Inten II Airport, Lampung. The purpose of the study was to determine the cause of the decrease in insulation resistance values. The method used is quantitative. The discussion of the study includes measuring the cable insulation resistance value on the CCR display collected several months before the study with the EFD value on the CCR for circuit I and circuit II, the average results were not good, namely below $10 \text{ M}\Omega$ from the standard of at least $50 \text{ M}\Omega$. When measurements were taken using an isolation tester, the cable insulation resistance value from goal to goal was obtained with an average result above $50 \text{ M}\Omega$. This illustrates that the cable insulation resistance is in good condition. However, the condition of all the control tanks studied was filled with mud, and the condition of the rubber isolation tape on all connectors was damaged. After watering the control tank, the EFD value on circuits I and II on the CCR decreased compared to before watering. The conclusion of this study is that there was a decrease in the insulation resistance value of the cable in the runway edge light network which was caused by damage to the rubber isolation tape that protects the series cable connector and the secondary connector to the lamp which caused water to seep into the connector.

Keywords: cable, Insulation resistance, Runway edge light

^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
 Email : iwan.koswara@ppicurug.ac.id, ruby605@gmail.com, alba.haqi03@gmail.com

PENDAHULUAN

Bandar Udara Internasional Radin Inten II Lampung sebelumnya bernama Pelabuhan Udara Branti adalah peninggalan Pemerintahan Jepang yang dibangun pada tahun 1943. Bandara Branti diubah menjadi Bandar Udara Radin Inten II berdasarkan SK. Menteri Perhubungan No. KM. 10 Tahun 1997. Bandar Udara Internasional Radin Inten II merupakan bandar udara umum yang dikelola PT Angkasa Pura II. Bandara tersebut merupakan moda transportasi vital dalam menunjang pembangunan kota lampung. Beberapa penerbangan antara lain rute Lampung-Jakarta dan Lampung- Bali dan sebaliknya. Juga melayani penerbangan haji dan umrah. Tercatat Bandara Internasional Radin Inten II mampu melayani 3.350 penumpang setiap hari. Ketika beroperasi penuh pada 2017 (Wikipedia, 2024).

Bandara Radin Inten II memiliki fasilitas sisi udara yaitu runway ukuran 3000 m x 45 m; apron berukuran 545 m x 110 m (8 parking stand); taxiway ukuran 95 m x 23 m dan taxiway ukuran 112 m x 23 m; strip 2770 m x 150 m. Sementara untuk fasilitas sisi darat antara lain terdiri dari terminal penumpang seluas 9.650 m²; gedung parkir terminal, gedung administrasi; gedung PKP-PK; gedung sub PKP-PK; gedung genset; gedung tower (LPPNPI); gedung workshop; gedung arsip; gedung perlengkapan; dan lain-lain (Biro Komunikasi dan Informasi Publik, 2019).

Dari sekian banyak fasilitas bandara yang dimiliki Bandara Radin Inten II tentu tidak terlepas dengan masalah yang timbul. Salah satu masalah yang ada menurut keterangan teknisi setempat adalah masalah jaringan runway edge light. Masalah tersebut adalah kualitas tahanan isolasi yang tidak sesuai standar, terutama saat musim hujan. Hal tersebut dapat mengganggu kinerja peralatan Constant Current Regulator (CCR). Persyaratan nilai tahanan isolasi mengharuskan panjang rangkaian 6.000 meter atau lebih memiliki minimum $30\text{ M}\Omega$ (PR 26, 2022). Tahanan isolasi kabel yang tidak standar atau tidak bagus dapat berakibat timbulnya bahaya arus bocor (Rakasiwi et al., 2022). Bahaya tersebut antara lain arus listrik akan mengalir ke tempat yang tidak semestinya melalui celah tersebut. Kebocoran tersebut dapat menngancam keamanan dan keselamatan. Penurunan nilai isolasi dapat diakibatkan oleh penggunaan tegangan lebih . Selain itu penurunan isolasi tahanan dapat diakibatkan karena teraliri arus listrik maksimal dalam waktu yang lama, masa pakai kabel yang sudah sekian lama serta adanya sambungan yang bocor (Yusniati et al., 2021).

Permasalahan terkait tahanan isolasi penghantar pada jaringan runway edge light tersebut harus segera dilakukan. Jika tidak segera dilakukan akan menyebabkan gangguan kinerja Constant Current Regulator. Sebelum dilakukan perbaikan maka harus dicari penyebabnya. Untuk mengetahui penyebab penurunan nilai tahanan isolasi tersebut penulis akan mendatangi lokasi jaringan kabel serta menguji nilai tahanan isolasi menggunakan isolation tester. Sebagai sampel untuk pengujian , penulis akan menguji jaringan secara random. Nilai hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan standar yang ada. Selain kabel penghantar penulis juga menganalisis konektor yang ada di bak kontrol. Setelah penyebab penuruan nilai tahanan isolasi bisa diidentifikasi penyebabnya maka langkah perbaikan bisa dilakukan.

Untuk mencari penyebab nilai tahanan isolasi yang menurun dapat dirumaskan yaitu bagaimana mengetahui penyebab nilai tahanan isolasi pada jaringan mengalami penurunan. Tujuan penelitian ini adalah mencari penyebab nilai tahanan isolasi pada jaringan runway edge light Bandar Udara Radin Inten II Lampung.

Berdasarkan dari latar belakang yang telah disampaikan tersebut maka penulis akan melakukan analisis jaringan AFL pada runway edge light di Bandara Radin Inten II Lampung. Dengan adanya penelitian ini diharapkan bisa menjadi masukan kepada teknisi Bandara Radin Inten II untuk melakukan perbaikan yang diperlukan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksploratif berdasarkan langkah-langkah yang disusun oleh Sugiyono. Metode ini dipilih karena memudahkan peneliti untuk mengukur dan menganalisis data secara obyektif, sehingga menghasilkan penemuan yang dapat dijadikan acuan untuk menarik kesimpulan (Sugiyono, 2020). Langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tetapkan bidang yang akan diselidiki

Langkah pertama adalah menentukan bidang yang akan diselidiki yaitu terkait nilai tahanan isolasi Airfield Lighting pada runway edge light

2. Rumuskan masalah secara jelas
Dalam tahap ini Penulis membuat rumusan masalah yaitu apa penyebab rendahnya nilai tahanan isolasi.
3. Rumuskan tujuan yang ingin dicapai
Dalam tahap ini dirumuskan tujuan dari penelitian ini yaitu agar nilai tahanan isolasi pada jaringan runway edge light sesuai standar..
4. Kumpulkan informasi awal lewat data maupun literatur
Pengumpulan data terkait nilai tahanan isolasi didapat dari informasi teknisi di Bandar Udara Radin Inten II Lampung
5. Susun rancangan pendekatan
Dalam tahap ini merupakan rencana yang digunakan untuk mendapatkan jawaban atas pertanyaan penelitian. Rancangan ini mencakup dari membuat hipotesis, pengumpulan data, analisis, dan kesimpulan.
6. Tentukan cara pengumpulan data
Pengumpulan data didapatkan dari data terkait nilai tahanan isolasi di runway edge light yang dikumpulkan teknisi. Data diukur oleh teknisi melalui pembacaan di Constant Current Regulator. Data tadi tersimpan di catatan harian teknisi
7. Tentukan alat pengumpulan data
Dalam penelitian ini ditentukan peralatan dalam pengambilan data yaitu isolation tester untuk pengambilan data nilai isolasi
8. Tentukan sumber informasi
Sumber informasi didapatkan dari teknisi setempat. Informasi tersebut antara lain terkait kapan kabel tersebut dipasang, informasi tentang datasheet CCR, Perawatan dan perbaikan yang pernah dilakukan dan lainnya
9. Kumpulkan data sesuai dengan rancangan yang telah disusun
Dalam pengumpulan data yang dibutuhkan yaitu hasil ukur nilai tahanan isolasi dan dibandingkan dengan standar yang ada
10. Susun laporan
Penyusunan laporan sesuai format yang ada untuk menjawab permasalahan yang terjadi

B. Teknik Pengumpulan Data

Cara untuk mendapatkan suatu data yang dibutuhkan oleh peneliti dapat disebut juga teknik pengumpulan data. Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode (Sugiyono, 2020), yaitu:

1. Studi Pustaka
Studi pustaka adalah kegiatan untuk mengumpulkan informasi atau data yang berkaitan dengan topik yang dibahas oleh peneliti. Informasi-informasi tersebut bersumber dari buku, dokumen, karya ilmiah, jurnal, disertasi, dan lain sebagainya.
2. Observasi
Teknik observasi adalah kegiatan untuk mengumpulkan informasi atau data secara langsung. Dalam teknik pengumpulan data ini, penulis melakukan observasi langsung di lokasi .

C. Teknik Pengolahan Data

Terdapat beberapa tahapan pengolahan data penelitian yang akan digunakan meliputi

1. Pengumpulan Data Penelitian
Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran secara langsung ke lokasi yaitu Bandara Radin Inten II Lampung. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat ukur Insulation tester untuk mengetahui nilai tahanan isolasi kabel. Data juga dapat diambil dengan melihat parameter yang ada pada tampilan Contant Current Regulator yang menyuplai arus ke lampu runway edge light.
2. Memproses Data Penelitian
Pada tahap pemrosesan data, peneliti menggunakan metode analisis eksperimental dan statistik komparasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

Dari semua tahapan yang telah dilakukan dan melihat serta mengamati hasil pengukuran yang didapat, maka dapat diketahui bahwa:

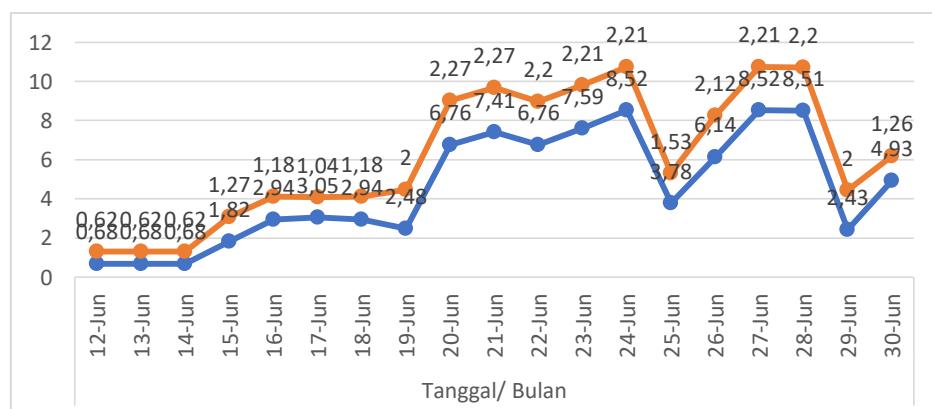
1. Saat awal pengukuran EFD pada CCR didapatkan nilai CCT I di atas $15 \text{ M}\Omega$ dan CCT II di atas $10 \text{ M}\Omega$. Kemudian setelah dilakukan penyiraman air pada bak kontrol hasil pengukuran EFD turun menjadi sekitar $7 \text{ M}\Omega$ dan nilai CCT II sekitar $6,7 \text{ M}\Omega$. Serta dilakukan pengukuran menggunakan insulation tester dengan melepas kabel jaringan yang ada di CCR didapatkan hasil $4,9 \text{ M}\Omega$ dan $5,4 \text{ M}\Omega$
2. Saat dilakukan pengukuran tiap gawang, yaitu antar bak kontrol menggunakan insulation tester didapat hasil yang bagus. Nilai rata-rata tahanan isolasi kabel di atas $50 \text{ M}\Omega$. Nilai tersebut di atas yang disyaratkan dalam PR 26 tahun 2022.
3. Dari pengamatan di lapangan didapatkan hasil pengamatan kondisi bak kontrol yang tergenang lumpur dan air (saat hujan) serta kondisi isoalasi rubber pada konektor semua dalam kondisi rusak. Hal ini menyebabkan air meresap masuk ke dalam konektor yang menyebabkan nilai isoalasi jaringan mengalami penurunan.

b. Pembahasan

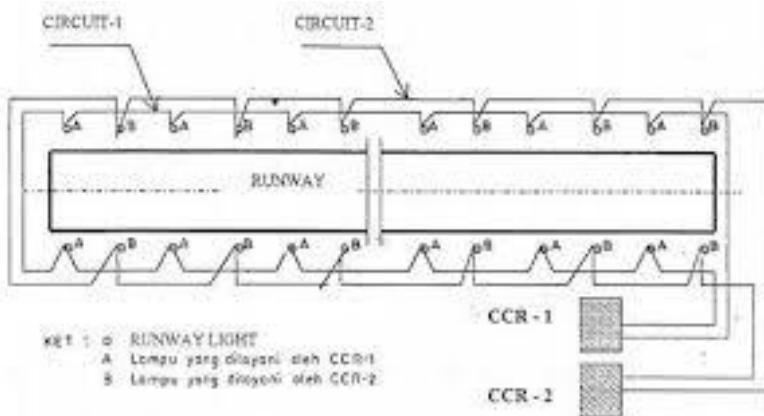
1. Langkah pertama adalah pengumpulan informasi awal. Informasi yang didapat penulis yaitu data nilai tahanan isolasi circuit I dan II pada jalur runway edge light. Data tersebut merupakan data sekunder yang Tim dapatkan dari catatan harian teknisi listrik di Bandara Radin Inten II Lampung.

Tabel.1 Data Hasil Pengukuran Nilai EFD pada CCR

Jalur	Tanggal/ Bulan									
	12/6	13/6	14/6	15/6	16/6	17/6	18/6	19/6	20/6	21/6
CCT 1	0,68	0,68	0,68	1,82	2,94	3,05	2,94	2,48	6,76	7,41
CCT 2	0,62	0,62	0,62	1,27	1,18	1,04	1,18	2,00	2,27	2,27
Jalur	Tanggal/ Bulan									
	22/6	23/6	24/6	25/6	26/6	27/6	28/6	29/6	30/6	
CCT 1	6,76	7,59	8,52	3,78	6,14	8,52	8,51	2,43	4,93	
CCT 2	2,20	2,21	2,21	1,53	2,12	2,21	2,20	2,00	1,26	



Gambar.1 Grafik hasil pengukuran nilai EFD



Gambar 2. Rangkaian CCR pada circuit untuk menyuplai power pada lampu

2. Penyusunan rancangan pendekatan .Data akan diambil di sisi CCR dan di lokasi circuit runway edge light. Tahapan yang disusun adalah
 - a. Mengambil data awal dari teknisi terkait nilai EFD pada CCR
 - b. Mengambil data EFD pada CCR saat sebelum pengambilan data di sisi runway. Hal tersebut digunakan acuan saat bak kontrol sebelum disiram air untuk menguji kebocoran pada sambungan konektor
 - c. Pengambilan data di sisi bak kontrol

Ditentukan tahap pertama membuka enam bak kontrol dilanjutkan dengan mengamati kondisi konektor, trafo, dan bak kontrol. Dilanjutkan dengan melakukan pengukuran nilai tahanan isolasi dari kabel seri
 - d. Membuka empat bak kontrol lainnya untuk dilakukan penyiraman air. Hal tersebut untuk menguji apakah pada sambungan terjadi rembesan air saat ada genangan.
 - e. Pengambilan data EFD di CCR setelah dilakukan penyiraman dan pengambilan data nilai tahanan isolasi di CCR menggunakan Isolation tester
3. Pengumpulan data

Dalam tahap pengumpulan data penulis membagi dua tempat. Tempat pertama adalah dari CCR di ruang teknisi dan tempat kedua dilakukan di bak control di sisi runway.

Pengambilan data pada CCR di ruang teknisi Data penelitian terkait tahanan isolasi pada jaringan CCT 1 dan CCT 2. Data diambil dengan mengoperasikan CCR yang menyuplai daya listrik ke CCT 1 dan CCT 2. Kondisi cuaca saat pengambilan data kondisi cuaca cerah panas, dengan suhu 29 derajat celcius. Pengambilan data penelitian dilakukan dengan melihat hasil pengukuran nilai EFD yang tertera di CCR. Dari hasil pengamatan didapatkan nilai tahanan isolasi rata-rata pada circuit I nilai EFD 15,2 MΩ dan CCT II dengan nilai 10,97 MΩ

Tabel.2 Hasil Pengukuran Nilai EFD

NO	CIRCUIT	HASIL UKUR EFD CCR
1	CCT 1	15,2 MΩ
2	CCT 2	10,97 MΩ

Pengambilan data dilanjutkan dengan pengambilan data tahanan isolasi di lokasi bak kontrol sisi runway. diawali dengan membuka bak kontrol. Di dalam bak kontrol terdapat Setelah membuka bak kontrol dilanjutkan pengamatan secara visual kondisi :

- a. Bak kontrol

Untuk pengamatan pada bak kontrol dilakukan dengan apakah bak kontrol dalam kondisi baik dan bersih. Kondisi di lapangan dilihat visual menunjukkan bak kontrol dalam kondisi yang kotor, terisi tanah. Hal ini menunjukkan air hujan yang membawa lumpur masuk ke bak kontrol. Kondisi ini menyebabkan komponen dalam bak kontrol terendam air dan lumpur .

- efeknya berpengaruh pada nilai tahanan isolasi jaringan jika terdapat kabel yang bocor ataupun isolasi yang tidak bagus.
- Konektor kabel
Dari hasil pengamatan di lapangan kondisi konektor kabel seri dan konektor sekunder (yang menghubungkan ke lampu) dalam kondisi baik
 - Isolasi yang melindungi konektor
Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, kondisi rubber isolating tape yang melindungi sambungan konektor kit dalam kondisi tidak bagus. Hal tersebut menurut teknisi setempat sudah lama (lebih satu tahun) tidak dilakukan pengujian.
 - Trafo seri
Saat dilakukan pengamatan terkait kondisi trafo seri masih dalam kondisi bagus. Artinya tidak ada kondisi cacat pada trafo. Tahapan berikutnya adalah membuka sambungan konektor pada kabel seri yang menghubungkan trafo dan lampu. Kemudian pembukaan konektor pada kabel seri. Hal yang sama dilakukan untuk bak kontrol lainnya. Setelah konektor dilepas dilakukan pengukuran tahanan isolasi kabel menggunakan alat insulation tester. Pengukuran tahanan isolasi pada kabel tersebut dilakukan tiga kali dan dirata-rata nilainya,. Kemudian Pengukuran tersebut dilanjutkan untuk mengukur nilai tahanan isolasi untuk jalur kabel selanjutnya. Dalam penelitian ini Tim membuka 10 bak kontrol. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai tahanan isolasi melebihi $50\text{ M}\Omega$.

Tabel.3 Hasil ukur tahanan isolasi di lapangan

NO	Lokasi Bak kontrol	Nilai Tahanan isolasi rata-rata	Keterangan
1	1-3	$65\text{ M}\Omega$	CUACA PANAS Suhu 29°C
2	2-4	$100\text{ M}\Omega$	CUACA PANAS Suhu 29°C
3	3-6	$85\text{ M}\Omega$	CUACA PANAS Suhu 29°C

Dari hasil pengukuran langsung tahanan isolasi kabel pada jalur circuit didapatkan hasil kesimpulan bahwa isolasi kabel masih dalam kondisi bagus hal ini mengacu ke peraturan PR 26 tahun 2022 tentang Pedoman Teknis Operasional Keselamatan penerbangan Sipil. Di dalam PR 26 tahun 2022 disebutkan bahwa nilai minimal tahanan isolasi untuk panjang di bawah 3000 meter adalah $50\text{ M}\Omega$. Tahapan setelah dilakukan pengukuran nilai isolasi kabel maka dilanjutkan dengan melakukan penyambungan kembali konektor yang menghubungkan kabel seri dan konektor ke output trafo menuju lampu atau jalur sekunder trafo. Setelah dihubungkan kembali, konektor tersebut dibungkus dengan rubber isolating tape. Hal ini dimaksudkan menghindari air meresap ke dalam konektor. Pemasangan rubber isolating tape harus ditarik dengan kuat dan dipastikan tidak ada kebocoran apabila ada resapan air.

Langkah selanjutnya dilanjutkan dengan membuka empat bak kontrol lain yang mewakili circuit I dan circuit II. Kemudian dilakukan penyiraman air ke bak kontrol tersebut dan didiamkan . Hal tersebut dimaksudkan untuk mengetahui kebocoran pada konektor di bak kontrol. Setelah itu Tim kembali ke Ruang Teknisi untuk melanjutkan langkah penelitian selanjutnya.

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran nilai tahanan isolasi untuk circuit I dan II melalui nilai EFD pada CCR di ruang teknisi . Hasil dari pengukuran EFD menunjukkan hasil yang berbeda signifikan yaitu menurunnya nilai tahanan isolasi dibandingkan saat sebelum dilakukan penyiraman air pada bak kontrol.

Pengukuran juga dilakukan menggunakan insulation tester pada sisi CCR. Pengukuran dilakukan dengan melepas kabel output dari CCR yang menuju ke arah jaringan runway edge light.

Dari hasil pengukuran menggunakan insulation tester pada CCR di ruang teknisi, didapat hasil pengukuran nilai tahanan isolasi sebesar $4.9 \text{ M}\Omega$ dan $5.4 \text{ M}\Omega$.

Dari hasil pengambilan data di lapangan membuktikan bahwa terjadi penurunan nilai tahanan isolasi pada kabel. Saat awal sebelum penyiraman air pada bak kontrol dan setelah dilakukan penyiraman terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai EFD. Hal ini membuktikan bahwa terdapat kebocoran pada isolasi yang melindungi konektor. Hal tersebut didukung dari hasil pencatatan nilai EFD saat setelah turun hujan dengan nilai EFD yang rata rata bernilai lebih rendah dibandingkan saat cuaca panas.

SIMPULAN

Setelah dilakukan tahapan-tahapan penelitian maka peneliti dapat menyimpulkan hal penelitian ini, Hasil kesimpulan tersebut :

1. Nilai tahanan isolasi kabel jaringan runway edge light CCT I dan CCT II dalam kondisi bagus atau sesuai yang di syaratkan dalam PR 26 tahun 2022
2. Komponen konektor dan trafo seri dalam kondisi bagus
3. Rubber isolation tape yang melindungi konektor kabel seri dan konektor ke lampu dari air dalam kondisi rusak, karena dalam waktu yang sangat lama tidak dilakukan pengukuran sehingga tidak ada penggantian isolasi.
4. Bak kontrol dalam kondisi terisi lumpur dan kondisi hujan akan menampung air, Hal ini menyebabkan komponen terendam yang mengakibatkan kebocoran listrik dari CCR serta menyebabkan nilai tahanan isolasi menjadi di bawah standar. Kondisi bak kontrol yang terendam lumpur disebabkan posisi bak kontrol seakan akan di bawah permukaan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Komunikasi dan Informasi Publik. (2019). Diresmikan, Terminal Baru Bandara Radin Inten II dan Bandara Silampari Percepat Pertumbuhan Ekonomi. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. <https://dephub.go.id/post/read/diresmikan,-terminal-baru-bandara-radin-inten-ii-dan-bandara-silampari-percepat-pertumbuhan-ekonomi>
- Caledonian Airport. (2013). Airfield Lighting Cables Caledonian Airport Cables Fl2Xcy » Applications. 5–6. www.airport-cables.com
- Chlebek, J. (2019). Runway lighting systems as a key tool to extend operational capabilities of VFR airports. *Transportation Research Procedia*, 43, 236–242. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.12.038>
- Civil Aviation Regulatory Comission Airport Electrical System, 1 CIVIL AVIATION REGULATORY COMISSION (2018).
- Darmadi, A. C., Kholistianingsih, K., & Yulianto, P. (2023). Analisis Tahanan Isolasi Pada Isolator Porselin Dan Polimer Terhadap Polutan Garam Di Gistet 500 Kv Adipala Cilacap. *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, 23(2), 42–55. <https://doi.org/10.53810/jt.v23i2.455>
- Design and Installation Details for Airport Visual Aids, Pub. L. No. Advisory Circular No.: 150/5340-30J (2018).
- Freschi, F., Mitolo, M., & Tommasini, R. (2015). Electrical Safety of Aeronautical Ground Lighting Systems. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 51(3), 2003–2008. <https://doi.org/10.1109/TIA.2014.2365191>
- Hartono, S., & Abdullatif, R. F. (2017). Sistem pengaman kebocoran arus listrik pada pemanas air elektrik. 1761–1768.
- Hudha, M. S., & Multi, A. (2019). Perencanaan Saluran Kabel Bawah Tanah Pada Instalasi Pengolahan Gas. *Sinusoida*, XXI(2), 18–29.
- Kee-Hong Um, K.-W. L. (2014). Penelitian tentang penilaian umur kabel dengan analisis karakteristik resistansi isolasi yang memenuhi faktor percepatan persamaan Arrhenius Resistansi Isolasi dengan Faktor Percepatan Persamaan. 14(5), 231–241.

- Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor: SKEP/114/VI/2002 Tentang Standar Gambar Instalasi Sistem Penerbangan Bandar Udara (Airfield Lighting System), Pub. L. No. SKEP/114/VI/2002, Direktorat Jendral Perhubungan Udara (2002).
- Ma, X., Yang, J., Peng, J., & Li, L. (2017). Design of the optical structure of airfield in-pavement LED runway edge lights. Second International Conference on Photonics and Optical Engineering, 10256, 1025602. <https://doi.org/10.1117/12.2268687>
- Panjaitan, A., Sahputra, A., & Syafriwel. (2020). Analisis Sistem Constant Current Regulator pada Lampu Precision Approach Path Indikator di Bandara Udara. Edu Elektrika Journal, 9(2), 31–35.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011), Pub. L. No. PUIL 2011, 2011 Badan Standardisasi Nasional 1 (2011).
- PR 26, Pub. L. No. PR 26, Kementerian Perhubungan (2022).
- PT SUCACO Tbk. (2021). Airport Lighting Cable. In Monetary Policy Report, (Vol. 1, Issue October 2021).
- Rakasiwi, Z. M., Bawono, A., Putranto, 1, Tadeus, D. Y., 2, Mangkusasmito, F., 2, & 2. (2022). Identifikasi dan proteksi kebocoran arus listrik pada rumah tangga. 25(3).
- Salim, A., Sultan, A. R., & Akmal, A. (2016). ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM SALURAN KABEL UDARA TEGANGAN MENENGAH (SKUTM) DAN SALURAN KABEL TANAH TEGANGAN MENENGAH (SKTM). ELEKTRIKA NO. II/TAHUN 13/NOPEMBER 2016, 195–212.
- Sudjoko, R. I., Hartono, Hariyadi, S., & Suwito. (2021). Design and Simulation of Airfield Lighting System Using 8 Luminaire in Airfield Lighting Laboratory at Politeknik Penerbangan Surabaya. Journal of Physics: Conference Series, 1845(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1845/1/012034>
- Sugiyono. (2020). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Sutopo (ed.)). Alfabeta.
- Thayoob, Y. H. M., Visvanathan, Y. S., Ahmed, S. K., & Ghani, A. B. A. (2016). Analysis and characterization of water tree condition in XLPE cables from dielectric spectroscopy measurement in frequency domain. IEEE 2015 International Conference on Signal and Image Processing Applications, ICSIPA 2015 - Proceedings, 526–531. <https://doi.org/10.1109/ICSIPA.2015.7412247>
- Vidal, D., Monjo, L., & Sainz, L. (2016). Aeronautical ground lighting system study: Field measurements and simulations. IET Generation, Transmission and Distribution, 10(13), 3228–3233. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2015.1536>
- Wikipedia. (2024). Bandar Udara Radin Inten II-Bandar Lampung. Wikipedia. https://id.wikipedia.org/wiki/Bandar_Udara_Radin_Inten_II-Bandar_Lampung#cite_note-1
- Yusniati, Pelawi, Z., Armansyah, & Taufik, I. (2021). PENGUKURAN RESISTANSI ISOLASI INSTALASI PENERANGAN BASEMENT PADA GEDUNG RUMAH SAKIT GREND MITRA MEDIKA MEDAN. 16(3).