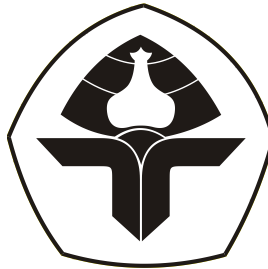


LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISIS EFEKTIVITAS RANCANGAN TANGAN
ROBOT UNTUK PEMASANGAN TEKEP
ISOLATOR DI ISOLATOR TARIK SALURAN
UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM)**



Oleh :

Ni Putu Susri Aprilian Iriani

NIM. 1915333021

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS EFEKTIVITAS RANCANGAN TANGAN
ROBOT UNTUK PEMASANGAN TEKEP ISOLATOR DI
ISOLATOR TARIK SALURAN UDARA TEGANGAN
MENENGAH (SUTM)**

Oleh :

Ni Putu Susri Aprilian Iriani

NIM. 1915333021

Tugas Akhir ini Diajukan untuk

Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

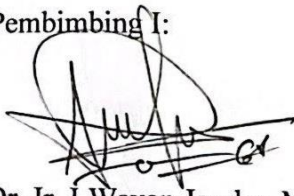
di

Program Studi DIII Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing I:



Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si
NIP. 196807061994031003

Pembimbing II:



Ir. I Nengan Sunaya, MT
NIP. 196412091991031001

Disahkan Oleh:

Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ni Putu Susri Aprilian Iriani

NIM : 1915333021

Program Studi : DIII Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir berjudul “ANALISIS EFEKTIVITAS RANCANGAN TANGAN ROBOT UNTUK PEMASANGAN TEKEP ISOLATOR DI ISOLATOR TARIK SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM)” adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Jimbaran, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Ni Putu Susri Aprilian Iriani

NIM. 1915333021

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ni Putu Susri Aprilian Iriani

NIM : 1915333021

Program Studi : DIII Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak Bebas Royalty Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “ANALISIS EFEKTIVITAS RANCANGAN TANGAN ROBOT UNTUK PEMASANGAN TEKEP ISOLATOR DI ISOLATOR TARIK SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM)” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty Non-eksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmedia atau mengalihformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jimbaran, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Ni Putu Susri Aprilian Iriani

NIM. 1915333021

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISIS EFEKTIVITAS RANCANGAN TANGAN ROBOT UNTUK PEMASANGAN TEKEP ISOLATOR DI ISOLATOR TARIK SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM)” tepat pada waktunya.

Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Kelas Kerjasama PT PLN (Persero) Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini, penulis tidak terlepas dari bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan solusi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. I Nengah Sunaya, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan solusi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak / Ibu Dosen, dan Instruktur Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan pengarahan dan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Bapak / Ibu staf PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan, yang telah yang telah memberikan izin serta membantu selama pencarian data untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Bapak / Ibu staf PT PLN (Persero) ULP Tabanan, yang telah yang telah memberikan izin serta membantu selama pencarian data untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh keluarga yang penulis cintai yang senantiasa memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

10. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Negeri Bali dan semua pihak yang telah membantu serta memberikan motivasi kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, mengingat terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga apa yang disajikan dalam Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat di manfaatkan sebagaimana mestinya.

Jimbaran, Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

Ni Putu Susri Aprilian Iriani

Analisis Efektivitas Rancangan Tangan Robot untuk Pemasangan *Tekep* Isolator di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Masalah terbesar yang dapat mempengaruhi stabilitas dan keandalan sistem tenaga listrik adalah gangguan. Gangguan pada sistem tenaga listrik dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor internal (mis: Pin Isolator pecah) dan faktor eksternal (mis: hewan). Pada saat tertentu pemadaman dapat terjadi dan disebabkan oleh hewan seperti burung, tupai dan ular. Untuk mengurangi pemadaman tersebut diperlukan perawatan berkala guna mengatasi gangguan tersebut dengan memasang *tekep* isolator. Saat pertama kali diperkenalkan *tekep* isolator sangat efektif untuk mengatasi gangguan sesaat/permanen yang disebabkan oleh hewan, namun pengerjaannya membutuhkan waktu yang cukup lama dan mematikan daya listrik. Untuk mengatasi pemadaman penyulang untuk pemasangan *tekep* isolator, maka dibuatlah alat tangan robot. Dari hasil analisa perbandingan pekerjaan pemasangan *tekep* isolator dengan pemadaman dan tanpa pemadaman diperoleh penghematan yang signifikan. Sehingga penggunaan alat ini sangat bermanfaat jika diimplementasikan di PT PLN (Persero) Region Bali dan daerah lain yang menggunakan jenis *tekep* isolator yang sama. Tahanan isolasi lebih dari 100 Giga Ohm, arus bocor lebih rendah dari 1 miliampere, kekuatan dielektrik lebih dari 11,6 kV, dan jarak pekerja ke bagian aktif lebih dari 60 cm untuk membuat sistem dalam keadaan aman . **Kata Kunci** : Gangguan, Aman, *Tekep* Isolator, Tangan Robot.

ABSTRACT

Ni Putu Susri Aprilian Iriani

Analysis of the Effectiveness for the Project of Robot Hands Installing Tekep Isolator in Air Duct Connection Insulators (SUTM)

The biggest problem that can affect the stability and reliability of the power system is a disturbance. Disruption of the electric power system can be caused by two factors, namely internal (ex: Pin Insulator rupture) and external factors (ex: animals). In particular moment outages may occur and caused by animals such as birds, squirrel and snakes. To reduce the outage requires a periodic maintenance in order to overcome such interference by installing Tekep Isolator. When first introduced Tekep Isolator very effective to overcome the momentary interruption / permanent caused by animals, but the job requires considerable time and shut off the electric power. For cope with blackouts feeders for the installation of the tekep isolator, then made the tool tekep isolator. From the results of a comparative analysis of the installation work insulator caps with and without blackout blackout obtained significant savings. So the use of this tool is very useful if it is implemented in PT PLN (Persero) Region Bali and other areas that use the same type of Tekep Isolator. The insulation value the shaft is more than 100 Giga Ohm, the leakage current is lower than 1 milliampere, the dielectric strength is more than 11.6 kV, and the worker distance to live parts is more than 60 cm to make the system in a safe state. **Keyword**: Disturbances, Save, Tekep Isolator, Tangan Robot.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	i
PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Permasalahan dan Batasan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	I-4
1.4 Manfaat.....	I-4
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	II-1
2.2 Saluran Distribusi Tenaga Listrik.....	II-3
2.2.1 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM).....	II-3
2.2.2 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM).....	II-4
2.2.3 Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM).....	II-4
2.3 Isolasi.....	II-5
2.3.1 Isolasi Udara	II-6
2.3.2 Isolator Jaringan Distribusi.....	II-7
2.4 Gangguan Sistem Distribusi	II-10
2.5 <i>Tekep</i> Isolator	II-11
2.5.1 <i>Tekep</i> Isolator Lurus	II-12
2.5.2 <i>Tekep</i> Isolator Belokan	II-13
2.5.3 <i>Tekep</i> Isolator Extention	II-15
2.5.4 <i>Tekep</i> Isolator Connector	II-16
2.5.5 <i>Tekep</i> Isolator <i>Fuse Cut Out</i>	II-18
2.5.6 <i>Tekep</i> Isolator Arrester dan <i>Tekep</i> Isolator Bushing Trafo	II-19
2.5.7 <i>Tekep</i> Isolator Klem Isolator Tarik/Strain Clamp.....	II-21
2.5.8 Pemasangan Strain Clamp	II-22

2.5.9 Pemasangan <i>Tekep</i> Isolator Gardu.....	II-23
2.5.10 Pemasangan <i>Tekep</i> Isolator Extention	II-23
2.6 Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB)	II-24
2.6.1 Pengertian Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB)	II-24
2.6.2 Tujuan Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB)	II-24
2.6.3 Manfaat Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB)	II-24
2.6.4 Sistem Jaringan Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB)	II-25
2.6.5 Jenis Metode Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB – TM) ...	II-25
2.6.6 Persyaratan Personil PDKB	II-28
2.6.7 Sertifikasi Kompetensi PDKB	II-29
2.6.8 Standar Kebutuhan Personil PDKB	II-29
2.6.9 Perlengkapan APD PDKB	II-30
2.6.10 Peralatan kerja PDKB	II-30
2.7 Standar Operating Procedure (SOP).....	II-37
2.7.1 Pengertian Standar Operating Procedure (SOP).....	II-37
2.7.2 Tujuan SOP.....	II-38
2.7.3 Prinsip penyusunan SOP.....	II-38
2.7.4 Format SOP.....	II-39
2.7.5 Manfaat SOP.....	II-45
2.7.6 Tahap Penyusunan SOP	II-48
2.7.7 Metode Penulisan SOP	II-51
2.7.8 Kelengkapan SOP	II-54
2.8 Tangan Robot	II-59
2.8.1 Konsep desain tangan robot.....	II-59
2.8.2 Cara kerja tangan robot pemasang <i>tekep</i> isolator klem tarik	II-59
2.9 Jarak Rambat	II-60
2.10 Pengujian Tahanan Isolasi	II-62
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 Metode Penelitian.....	III-1
3.2 Teknik Pengambilan Data	III-1
3.3 Jenis Data	III-2
3.4 Sumber Data	III-2
3.5 Pengolahan Data.....	III-3
3.6 Diagram Alur Penelitian.....	III-3
3.7 Analisis Data	III-5
3.8 Hasil yang Diharapkan	III-5

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Gambaran Umum Tangan Robot Pemasang <i>Tekep</i> Isolator Tarik pada Klem Isolator Tarik	IV-1
4.1.1 Data spesifikasi <i>Tekep</i> Isolator Klem Isolator Tarik/ <i>Strain Clamp</i>	IV-3
4.1.2 Pemasangan <i>Strain Clamp</i>	IV-4
4.2 Data Gangguan Akibat Binatang dan Pohon.....	IV-4
4.3 Persyaratan Teknis Tangan Robot Pemasang <i>Tekep</i> Isolator Klem Isolator Tarik	IV-8
4.3.1 Persyaratan Tegangan Tembus.....	IV-8
4.3.2 Persyaratan Arus Bocor.....	IV-8
4.3.3 Persyaratan Jarak Aman	IV-8
4.3.4 Persyaratan Dalam Keadaan Hujan.....	IV-10
4.4 Perlengkapan K3 dalam Pengoperasian Tangan Robot Pemasang <i>Tekep</i> Isolator Klem Isolator Tarik	IV-11
4.5 Langkah Kerja Pengoperasian Tangan Robot.....	IV-13
4.6 Rancangan Hasil Dokumen <i>Standard Operating Procedur</i> (SOP)	IV-21
4.7 Pembahasan.....	IV-34
4.8 Pengujian Waktu Pemasangan <i>Tekep</i> Isolator dengan Tangan Robot.....	IV-37
4.9 Analisa Kelayakan <i>Hook Stick</i> 20kV, Sarung Tangan <i>Safety</i> 20kV dan Sepatu <i>Safety</i> 20kV sebagai Alat Bantu Pengoperasian Tangan Robot.....	IV-41
4.9.1 Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Stick 20kV	IV-42
4.9.2 Hasil Pengujian Sarung Tangan 20 KV	IV-48
4.9.3 Hasil Pengujian Sepatu <i>Safety</i> 20 KV	IV-50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.1 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	L-1
LAMPIRAN.....	L-6

DAFTAR TABEL

Tabel 2 .1 Contoh Format <i>Header</i> SOP.....	II-43
Tabel 2 .2 Contoh Format Narasi Prosedur	II-45
Tabel 2.3 Simbol – Simbol Diagram Alir.....	II-52
Tabel 2.4 Hubungan Tingkat Polusi dengan <i>Creepage Distance</i>	II-61
Tabel 4.1 Batasan-Batasan Arus dan Pengaruhnya Terhadap Tubuh Manusia.....	IV-9
Tabel 4.2 Tabel Keadaan Cuaca sesuai dengan pekerjaan PDKB-TM Berjarak.....	IV-11
Tabel 4.3 Perlengkapan K3 Pengoperasian Tangan Robot PDKB Berjarak	IV-11
Tabel 4.4. Tabel lembar pengesahan SOP	IV-24
Tabel 4.5 Perlengkapan yang Dibutuhkan dalam Pengoperasian Tangan Robot.....	IV-27
Tabel 4.6 Simbol-Simbol Prosedur.....	IV-28
Tabel 4.7 Uraian Pekerjaan Persiapan Pengoperasian.....	IV-32
Tabel 4.8 Uraian Pekerjaan Pelaksanaan Pengoperasian.....	IV-33
Tabel 4.9 Pengujian pertama tangan robot pada fasa R,S dan T.....	IV-38
Tabel 4.10 Pengujian kedua tangan robot pada fasa R,S dan T.....	IV-38
Tabel 4.11 Pengujian ketiga tangan robot pada fasa R,S dan T.....	IV-38
Tabel 4.12 Pengujian keempat tangan robot pada fasa R,S dan T.....	IV-39
Tabel 4.13 Pengujian kelima tangan robot pada fasa R,S dan T.....	IV-39
Tabel 4.14 Analisis arus bocor <i>stick</i> 20kV dengan Megger 10kV	IV-45
Tabel 4.15 Analisis arus bocor sarung tangan 20kV dengan Megger 10kV	IV-50
Tabel 4.16 Analisis arus bocor sepatu <i>safety</i> 20kV dengan Megger 10kV	IV-53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Sistem tenaga Listrik	II-1
Gambar 2.2 Konfigurasi Jaringan Distribusi Radial.....	II-2
Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan Distribusi Tertutup	II-2
Gambar 2.4 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)	II-4
Gambar 2.5 Saluran Kabel Udara tegangan Menengah (SKUTM)	II-4
Gambar 2.6 Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM)	II-5
Gambar 2.7 Hubungan antara tegangan tembus dan jarak isolasi udara	II-6
Gambar 2.8. Pin Type Isolator.....	II-8
Gambar 2.9. Post Type Insulator	II-9
Gambar 2.10. Suspension Type Insulator	II-9
Gambar 2.11. Spool Type Insulator.....	II-10
Gambar 2.12 <i>Tekep</i> Isolator.....	II-12
Gambar 2.13. Dimensi <i>Tekep</i> Isolator	II-13
Gambar 2.14 Dimensi <i>Tekep</i> Isolator Belokan Tampak Atas	II-15
Gambar 2.15. Dimensi <i>Tekep</i> Isolator Extention.....	II-16
Gambar 2.16 Dimensi <i>Tekep</i> Isolator Connector LLC.....	II-17
Gambar 2.17 Dimensi <i>Tekep</i> Isolator YS-CO-AP	II-19
Gambar 2.18 Dimensi <i>Tekep</i> Isolator YS-BUS-ARR-AP	II-21
Gambar 2.19 Dimensi <i>Tekep</i> Isolator Strainclamp.....	II-22
Gambar 2.20. <i>Tekep</i> Isolator Connector dan Strain Clamp	II-23
Gambar 2.21. <i>Tekep</i> Isolator Gardu.....	II-23
Gambar 2.22. <i>Tekep</i> Isolator Extention	II-24
Gambar 2.23. Logo PDKB	II-24
Gambar 2.24 PDKB Berjarak	II-26
Gambar 2.25 Metode Sentuh Langsung	II-27
Gambar 2.26 Rubber Gloves	II-27
Gambar 2.27. Sleeves	II-28
Gambar 2.28. Kendaraan Bucket Isolasi	II-28
Gambar 2.29 APD pada Metode Berjarak dan Sentuh Langsung	II-30
Gambar 2.30. <i>Hook Pole</i>	II-31
Gambar 2.31. <i>Hook Stick Extension</i>	II-31

Gambar 2.32. <i>Tie Stick</i>	II-31
Gambar 2.33. <i>Universal Hand Stick</i>	II-32
Gambar 2.34. <i>Binding Wire Cutter Stick</i>	II-32
Gambar 2.35. <i>Rack Wire Cutter Stick</i>	II-32
Gambar 2.36. <i>Wire Holding Stick</i>	II-32
Gambar 2.37. <i>All Angel Cog Spanner Stick</i>	II-33
Gambar 2.38. <i>Conductor Support Pole</i>	II-33
Gambar 2.39. <i>Pin Type Insulator Cover</i>	II-33
Gambar 2.40. <i>Conductor Cover</i>	II-34
Gambar 2.41. <i>Tension String Cover</i>	II-34
Gambar 2.42. <i>Pole Cover</i>	II-34
Gambar 2.43. <i>Line House</i>	II-35
Gambar 2.44. <i>Insulating Flexible Cover</i>	II-35
Gambar 2.45. <i>Insulating Blanket Clamp</i>	II-35
Gambar 2.46. <i>Insulating Overshoes</i>	II-36
Gambar 2.47. <i>Insulating Gloves</i>	II-36
Gambar 2.48. <i>Insulating Sleeves</i>	II-36
Gambar 2.49. <i>Insulating Protective Helmet</i>	II-37
Gambar 2.50. <i>Protective Spectacles</i>	II-37
Gambar 2.51 <i>Basic Flowchart</i>	II-54
Gambar 2.52. Konsep dasar tangan robot.....	II-59
Gambar 2.53 Cara kerja tangan robot	II-60
Gambar 2.54 <i>Creepage distance</i> pada Isolator	II-61
Gambar 2.55 Insulation Tester	II-63
Gambar 4.1 Rangkaian Control Tangan Robot	IV-1
Gambar 4.2. Konsep dasar tangan robot.....	IV-2
Gambar 4.3 Dimensi <i>Tekep Isolator Strainclamp</i>	IV-4
Gambar 4.4. <i>Tekep Isolator Connector dan Strain Clamp</i>	IV-4
Gambar 4.5 Grafik Data Gangguan Tahun 2019	IV-5
Gambar 4.6 Grafik Data Gangguan Tahun 2020	IV-6
Gambar 4.7 Grafik Gangguan Tahun 2021	IV-7
Gambar 4.8 <i>Flowchart</i> Persiapan Pengoperasian Tangan Robot	IV-15
Gambar 4.10 Penggantungan tangan robot dengan hook stick.....	IV-19

Gambar 4.11 Proses Menutup Tangan Robot.....	IV-20
Gambar 4.12 Pengecekan <i>tekep</i> isolator melalui kamera yang di tangan robot	IV-20
Gambar 4.13. Melepaskan tangan robot dari tekep isolator yang sudah terpasang..	IV-21
Gambar 4.14 Bagian <i>Header</i> SOP Pengoperasian Tangan Robot.....	IV-23
Gambar 4.15 Bagian <i>Footer</i> SOP Pengoperasian Tangan Robot	IV-23
Gambar 4.16 <i>Flowchart</i> Persiapan Pengoperasian Tangan Robot	IV-29
Gambar 4.17 <i>Flowchart</i> Pemasangan <i>Tekep</i> Isolator	IV-30
Gambar 4.18 Stick 20kV sebagai Alat Bantu Pengoperasian Tangan Robot.....	IV-42
Gambar 4.19 Pengujian tahanan isolasi kering dengan megger 10.000 Volt	IV-43
Gambar 4.20 Pengujian tahanan isolasi basah dengan megger 10.000 Volt	IV-44
Gambar 4.21. Cincin Karet pada Stik 20kV sebaagai Pengaman.....	IV-46
Gambar 4.22. Jarak sudut	IV-46
Gambar 4.23 Pengujian tahanan isolasi kering sarung tangan megger 10.000 Volt	IV-48
Gambar 4.24 Pengujian tahanan isolasi basah sarung tangan megger 10.000 Volt .	IV-49
Gambar 4.25 Pengujian tahanan isolasi kering sepatu <i>safety</i> megger 10.000 Volt..	IV-51
Gambar 4.26 Pengujian tahanan isolasi basah sepatu <i>safety</i> megger 10.000 Volt ..	IV-52
Gambar L.1. Contoh SOP PDKB	L-25
Gambar L.2. <i>Type</i> Tekep Isolator untuk Isolator Tumpu	L-26
Gambar L.3. <i>Type</i> Tekep Isolator untuk Isolator Tarik dan <i>Connector</i>	L-27
Gambar L.4. <i>Type</i> Tekep Isolator untuk Gardu Distribusi	L-28
Gambar L.5. Dokumentasi Pembuatan Tangan Robot	L-29
Gambar L.6 Dokumentasi saat Pengoperasian Tangan Robot	L-30
Gambar L.7 Dokumentasi saat Pengukuran Arus Bocor <i>stick</i> 20kV	L-31
Gambar L.8 Dokumentasi saat Pengukuran Arus Bocor sarung tangan 20kV.....	L-32
Gambar L.9 Dokumentasi saat Pengukuran Arus Bocor sepatu <i>safety</i> 20kV	L-33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Contoh SOP PDKB	L-6
Lampiran 2. <i>Type-type Tekep</i> Isolator	L-26
Lampiran 3. <i>Type-type Tekep</i> Isolator	L-27
Lampiran 4. <i>Type-type Tekep</i> Isolator	L-28
Lampiran 5. Dokumentasi Pembuatan Tangan Robot	L-29
Lampiran 6. Dokumentasi Pengoperasian Tangan Robot	L-30
Lampiran 7. Dokumentasi Pengukuran Arus Bocor Stick 20kV	L-31
Lampiran 8. Dokumentasi Pengukuran Arus Bocor Sarung Tangan 20kV	L-32
Lampiran 9. Dokumentasi Pengukuran Arus Bocor Sepatu <i>Safety</i> 20kV	L-33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu faktor penting dalam pembangunan bagi setiap bangsa termasuk Indonesia. Energi listrik memiliki peran penting bagi pembangunan baik dalam aspek ekonomi maupun sosial[1]. Saat ini di Indonesia pendistribusi energi listrik satu-satunya PT PLN (Persero). Dalam penyaluran energi listrik diharapkan daya yang tersalurkan semaksimal mungkin, sehingga konsumen dan produsen merasakan kenyamanan. Sistem penyaluran energi listrik harus memiliki keandalan yang tinggi yang bertujuan untuk menjaga kualitas dan kontinuitas penyaluran energi listrik[2].

Kehandalan merupakan kata kunci sebagai jaminan kontinuitas pasokan tenaga listrik kepada pelanggan. Kinerja kehandalan yang dimaksud ditentukan dari rendahnya angka SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan ENS (*energy not sale*)[3]. Berdasarkan SPLN 59 tahun 1985, SAIFI yang diizinkan sebesar 1,199 kali/tahun dan SAIDI yang diizinkan sebesar 1,75 jam/tahun[4]. Salah satu bukti nyata bahwa PLN dan jajarannya terus berusaha melakukan perbaikan pelayanan adalah mewujudkan pelayanan setara kualitas dunia atau *World Class Services (WCS)*. PLN Pusat telah menunjuk PLN Distribusi Bali sebagai percontohan *World Class Services* sehingga Bali diharapkan dapat memberi pelayanan terbaik setara kualitas dunia[5]. Salah satu upaya untuk menekan nilai SAIDI dan SAIFI dengan mengurangi frekwensi dan waktu pemadaman karena gangguan maupun dalam proses perbaikan atau pemeliharaan. Tahun 2018 pada Penyulang Buruan ULP Sanur, nilai SAIDI sebesar 3,307 jam per tahun dan nilai SAIFI sebanyak 7 kali per tahun. Sedangkan jika dipasang tekep isolator tahun 2019, nilai SAIDI akan turun menjadi 0,16 jam per tahun dan nilai SAIFI sebanyak 2,9 kali per tahun. Pemasangan tekep isolator akan membantu mencapai target dari WCS PLN Distribusi Bali[6].

Kehadiran *tekep* isolator memberi harapan kepada PLN untuk menanggulangi gangguan *external* alam pada jaringan A3C yang diakibatkan oleh pepohonan, binatang, cuaca dan sebagainya[7]. *Tekep* isolator merupakan sebuah komponen pengaman jaringan distribusi saluran udara tegangan menengah (SUTM). *Tekep*

isolator merupakan sebuah komponen yang berfungsi untuk pengamanan pada isolator tarik, mencegah pengotoran pada isolator tumpu, selain itu juga untuk mengikatkan penghantar A3CS pada isolator tumpu[8]. *Tekep* isolator untuk gardu dapat menanggulangi gangguan fasa ke tanah. Jika terjadi gangguan satu fasa ke tanah maka akan mengganggu dua fasa yang sehat lainnya dalam sistem tiga fasa[7]. Saat terjadi gangguan satu fase ke tanah di *fuse cut out*, *bushing trafo* dan *arrester* akibat gangguan *external* dari alam misalnya binatang maupun pepohonan tidak akan menyebabkan listrik padam.

Apabila tidak memiliki system proteksi dan pengamanan yang baik maka tidak akan terpenuhinya standar SAIDI dan SAIFI, bukan hanya merugikan konsumen PLN juga mengalami kerugian[9]. Kerugian yang dialami oleh PLN adalah energi yang tidak terjual akibat terjadinya pemadaman[9]. Sementara itu pemasangan *tekep* isolator ini hanya bisa dipasang dalam keadaan listrik padam. Karena sulit dan terbatasnya jadwal pemadaman, ini menjadi kendala dalam pemasangan *tekep* isolator yang akan memberikan harapan kepada PLN untuk menanggulangi terjadinya pemadaman akibat gangguan *external* alam. Dengan adanya tangan robot pemasangan *tekep* isolator ini, *tekep* isolator dapat dipasang dengan metode pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB) sehingga PLN juga akan mendapatkan manfaat yaitu meningkatkan kehandalan system distribusinya.

PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan memiliki tim pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB) yang bekerja dengan risiko tinggi (*High Risk*). Salah satu pekerjaan pemeliharaan PDKB di PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan adalah pemasangan *tekep* isolator atau pengamanan pada *arrester*, *fuse cut out*, *bushing* maupun pada *connector* dan *strain clamp*. Dalam pemasangan *tekep* isolator menggunakan tangan robot dengan metode pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB) diharapkan dapat menekan nilai SAIDI dan SAIFI saat melakukan pemeliharaan jaringan distribusi dan memberikan pelayanan terbaik bagi para pelanggan.

Untuk mengetahui alur proses kerja pengoperasian tangan robot ini , penyusunan *Standard Operating Procedure* (SOP) menjadi suatu hal yang penting. Hal ini dinilai penting karena SOP adalah pedoman atau acuan untuk melaksanakan tugas pekerjaan sesuai dengan fungsi dan SOP juga merupakan alat penilaian kinerja perusahaan berdasarkan indikator-indikator teknis, administratif

dan prosedural sesuai dengan tata kerja, prosedur dan sistem kerja pada unit kerja yang bersangkutan[10].

Memperhatikan uraian di atas, maka penulis mengangkat tugas akhir berjudul “ANALISIS EFEKTIVITAS RANCANGAN TANGAN ROBOT UNTUK PEMASANGAN TEKEP ISOLATOR DI ISOLATOR TARIK SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM)”. Melalui tugas akhir ini penulis mengharapkan dapat menganalisis efektivitas pemasangan *tekep* isolator dengan tangan robot, yang nantinya pemasangan *tekep* isolator ini dapat dilakukan dalam keadaan bertegangan.

1.2 Permasalahan dan Batasan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, adapun permasalahan yang timbul adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana efektivitas yang harus dipenuhi oleh Tangan Robot Pemasang *Tekep* Isolator Di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)?
2. Apa Perlengkapan K3 yang harus dipenuhi dalam Pengoperasian Tangan Robot Pemasang *Tekep* Isolator Di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)?
3. Apa persyaratan yang harus dipenuhi pada saat bekerja dalam keadaan bertegangan?
4. Bagaimana rancangan dokumen Standar Operasional Prosedur dalam pemasangan *tekep* isolator klem isolator Tarik menggunakan tangan robot?
5. Bagaimana spesifikasi alat bantu dalam Pengoperasian Tangan Robot Pemasang *Tekep* Isolator Di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)?

Adapun batasan masalah dari pembuatan rancangan SOP pengoperasian tangan robot pemasang *tekep* isolator di isolator tarik pada SUTM adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas yang harus dipenuhi oleh Tangan Robot Pemasang *Tekep* Isolator Di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)?
2. Apa Perlengkapan K3 yang harus dipenuhi dalam Pengoperasian Tangan Robot Pemasang *Tekep* Isolator Di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)?
3. Apa persyaratan yang harus dipenuhi pada saat bekerja dalam keadaan bertegangan?

4. Bagaimana rancangan dokumen Standar Operasional Prosedur dalam pemasangan *tekep* isolator klem isolator Tarik menggunakan tangan robot?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan umum dan khusus dari pembuatan rancangan SOP pengoperasian tangan robot pemasang *tekep* isolator di isolator tarik pada SUTM adalah sebagai berikut:

a. Tujuan umum

Adapun tujuan umum dari pembuatan rancangan SOP pengoperasian tangan robot pemasang *tekep* isolator di isolator tarik pada SUTM adalah sebagai berikut:

1. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek.
3. Untuk menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah dan menerapkannya ke dalam bentuk perencanaan.

b. Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari pembuatan rancangan SOP pengoperasian tangan robot pemasang *tekep* isolator di isolator tarik pada SUTM sebagai berikut:

1. Dapat menganalisis efektivitas yang harus dipenuhi oleh Tangan Robot Pemasang *Tekep* Isolator Di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM).
2. Dapat menganalisis perlengkapan K3 yang harus dipenuhi dalam Pengoperasian Tangan Robot Pemasang *Tekep* Isolator Di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM).
3. Dapat mengevaluasi persyaratan yang harus dipenuhi pada saat bekerja dalam keadaan bertegangan.
4. Dapat merancang rancangan dokumen Standar Operasional Prosedur dalam pemasangan *tekep* isolator klem isolator Tarik menggunakan tangan robot.

1.4 Manfaat

Penulisan Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak, diantaranya:

1. Bagi Penulis

Hasil penelitian pada Tugas Akhir ini bermanfaat dalam mengaplikasikan teori-teori yang telah diberikan selama masa perkuliahan yang diterapkan langsung di lapangan dalam menambah wawasan penulis.

2. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan terkait inovasinya dalam menurunkan nilai SAIDI, SAIFI, serta ENS PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan melalui Politeknik Negeri Bali dengan pemasangan tekep isolator menggunakan tangan robot, yang nantinya pemasangan tekep isolator ini dapat dilakukan dalam keadaan bertegangan

3. Bagi Civitas Akademika Politeknik Negeri Bali

Bagi civitas akademika Politeknik Negeri Bali, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu baru dalam merancang *Standart Operating Procedure* (SOP) yang kedepannya dapat digunakan sebagai pedoman atau acuan untuk melaksanakan tugas pekerjaan sesuai dengan fungsi dan SOP juga merupakan alat penilaian kinerja berdasarkan indikator-indikator teknis, administratif dan prosedural sesuai dengan tata kerja, prosedur dan sistem kerja pada unit kerja yang bersangkutan

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pendahuluan memaparkan tentang latar belakang, perumusan masalah dan batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan. Latar belakang membahas alasan dilakukannya sebuah penelitian. Perumusan masalah dan batasan masalah berisikan uraian tentang permasalahan dan batasan permasalahan dalam penelitian. Tujuan menguraikan hasil akhir penelitian. Manfaat menguraikan guna penelitian ini dilakukan, serta sistematika penulisan menguraikan penulisan penelitian per babnya.

BAB II : LANDASAN TEORI

Landasan teori membahas teori-teori yang mendukung dan menunjang dalam penelitian sebagai dasar dalam pengolahan data.

BAB III : METODOLOGI

Metodologi berisikan langkah-langkah pengolahan data secara sistematis yang dilakukan sesuai dengan diagram alir penyusunan Tugas Akhir.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pembahasan berisikan data-data yang telah dikumpulkan dan diperoleh untuk penelitian, kemudian diolah sesuai kebutuhan penelitian. Analisis berisikan hasil pengolahan data yang dirangkum dari hasil pembahasan untuk memperoleh hasil penelitian.

BAB V : PENUTUP

Pembahasan berisikan data-data yang telah dikumpulkan dan diperoleh untuk penelitian, kemudian diolah sesuai kebutuhan penelitian. Analisis berisikan hasil pengolahan data yang dirangkum dari hasil pembahasan untuk memperoleh hasil penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang telah penulis lakukan, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan tangan robot pemasang *tekep* isolator pada klem isolator tarik membuat pekerjaan menjadi lebih efektif dan efisien. Hal ini dinilai dari tingkat efektivitas tangan robot dalam pemasangannya memerlukan waktu rata-rata 8 menit 40 detik dimulai dari persiapan hingga pemasangan pada phasa terakhir untuk 3 *tekep* isolator pada jaringan tegangan menengah. Sedangkan jika dilakukan pemadaman waktu yang diperlukan untuk pemasangan 3 tekep isolator dimulai dari persiapan hingga berakhirnya pemadaman yaitu kurang lebih 1 jam. Dalam menutup *tekep* isolator dengan tangan robot sangat presisi, tangan robot mampu menutup semua klem isolator secara sempurna dilihat dari layar monitor pada *smartphone*.
2. Perlengkapan K3 yang harus dipenuhi dalam Pengoperasian Tangan Robot Pemasang *Tekep* Isolator Di Isolator Tarik Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) yaitu: *Safety Helmet*, *Leather Gloves*, Jas Hujan, Pakaian Kerja Lapangan, *Insulating Overshoes 20 KV*, *Insulating Gloves 20 KV*, Pelindung mata anti UV, Kotak P3K dan *Safety Harness*. Hasil Uji sarung tangan dan sepatu *safety* menunjukkan nilai isolasi lebih dari 100 Giga Ohm dan arus bocor lebih rendah dari 1 miliampere sehingga tidak berpengaruh terhadap kejutan pada tubuh manusia.
3. Persyaratan yang harus dipenuhi pada saat bekerja dalam keadaan bertegangan yaitu harus ada *linesman* (Pelaksana yang memperbaiki dan memelihara instalasi), harus ada *groundman* (Pelaksana yang bertugas di bagian bawah instalasi yang sedang diperbaiki atau dipelihara) ,harus ada Pengawas K3 dan Pengawas Pekerjaan, menandatangani SP2B, menandatangani SP3B, APD (Alat Pelindung Diri) wajib dalam keadaan baik dan dicek oleh pengawas K3, sebelum bekerja dan peralatan kerja diberi silicon untuk mencegah aliran air disaat pekerjaan dalam kondisi hujan. Hasil uji juga menunjukkan bahwa alat bantu hook stick melebihi persyaratan yang ditentukan. Nilai isolasi lebih dari

100 Giga Ohm, arus bocor lebih rendah dari 1 miliampere, dengan kekuatan dielektrik lebih dari 11,6 kV, dan jarak pekerja ke bagian aktif lebih dari 60 cm, untuk membuat sistem dalam kondisi aman.

4. Pembuatan SOP Pemasangan *Tekep* Isolator Klem Isolator Tarik dengan Tangan Robot menggunakan metode diagram alir/chart. Prosedur kerja dibuat dengan menggunakan diagram alir (*flowchart*) dengan bantuan instruksi kerja dan deskripsi disetiap kegiatannya, sehingga dapat dengan mudah dipahami dan dilaksanakan dengan efektif dan efisien oleh para pelaksana.

5.1 Saran

1. PT PLN (Persero) hendaknya melindungi bagian jaringan yang terbuka dengan memasang *Tekep* Isolator atau isolasi lainnya sehingga tidak ada bagian yang terbuka dalam Saluran Udara Tegangan Menengah, sehingga terhindar dari gangguan temporer.
2. PT PLN (Persero) hendaknya lebih mengintensifkan perabasan dan penebangan pohon untuk meminimalisir terjadinya gangguan akibat pohon tumbang mengenai jaringan.
3. Pembuatan rancangan *Standar Operating Procedur* ini diharapkan dapat membantu tim PDKB-TM, Petugas Yantek dan Vendor dalam mengoperasikan tangan robot pemasang *tekep* isolator yang nantinya dapat mengurangi nilai SAIDI dan SAIFI.
4. Dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai *tekep* isolator pada gardu distribusi maupun jaringan tegangan menengah dalam menaggulangi gangguan temporer lainnya. Gangguan temporer yang dimaksud seperti gangguan burung, musang dan lainnya yang dapat menyebabkan gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadijah, H. 2014. *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Permintaan Daya Listrik Rumah Tangga di Kabupaten Soppeng*. Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- [2] PT PLN (Persero). *SPLN No 68-2:1986 Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi*, Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 1986
- [3] Mardiansyah, F. 2018. *Evaluasi Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi pada Penyulang PM. 6 Photo Gardu Induk Pematangsiantar*.
- [4] Girindra, I. B. P., Jondra, W., & Teresna, I. W. (2020). "Tekep Isolator Gardu untuk Menanggulangi Gangguan Binatang Tupai". *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 10(2), 65-71.
- [5] Adnyana, Ngurah, dan Yohanes Sukrislismono. 2005. *To Be World Class Service (proses Metamorfosis PLN Distribusi Bali)*. Denpasar: Jala
- [6] Jondra, I. W., Parti, I. K., Ta, I. K., & Sari, N. P. I. P. 2021. "Meningkatkan Keandalan Penyulang Buruan dengan Pemasangan Tekep Isolator". *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, 2, 135-139.
- [7] Abasana, I. Gusti Ketut., Teresna, I. Wayan. 2020. "Analisis Pengaruh Penggunaan Tekep isolator Pengganti Distribution Tie Terhadap Rugi-Rugi Penyulang Kubu". Politeknik Negeri Bali
- [8] Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si. *Pengantar Tekep Isolator*, [Online] 2020, <https://www.youtube.com/watch?v=afu7AG8i1iU> (Diakses: 15 Februari 2022).
- [9] Rumbay, J. R., Patras, L. S., & Similang, S. (2022). *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Indeks SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Area Sangihe*. Universitas Negeri Semarang
- [10] Nugrogo, Untoro. 2014. *Workshop Penyusunan SOP Unit Eks Proyek*. Universitas Negeri Semarang.
- [11] Rizky Iriando, G. E. D. D. Y., & Imam Agung, A. C. H. M. A. D. 2019. *Studi Koordinasi Sistem Proteksi Pada Transformator 20kv Di Jaringan Distribusi 20kv Penyulang Bandilan*. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(3). PT PLN (Persero), Buku

- 1 Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.* Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2010.
- [12] Suhadi, Tri Wrahatnolo. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1.* Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. [Online] <http://dekop.files.wordpress.com/2010/09/87-teknik-distribusi-tenaga-listrik-jilid-1.pdf>. [Diakses tanggal 13 Februari 2022].
- [13] Ayati Saadah, Iqbal Arsyad, & Junaidi. 2019. *Studi Perencanaan Pembangunan Penyulang Baru untuk Pembagian Beban Penyulang Sahang 1 dan Raya 17 PT PLN (PERSERO) ULP SIANTAN.* *Jurnal Teknik Elektro.*
- [14] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 04 Tahun 2009 Tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik
- [15] PT PLN (Persero), *Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik,* Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2010.
- [16] Heri, J., Yuningtyastuti, Y., & Syakur, A. (2012). “Studi Arus Bocor Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Silane Dengan Variasi Pengisi Pasir Silika (Dengan Polutan Pantai)”. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 14(1),* 20-37.
- [17] Badri, Imam Ibnu.2019. “Penjelasan Mengenai Bahan Isolasi Gas”. [Online]. <https://www.teachmesoft.com/2018/12/penjelasan-mengenai-bahan-isolasi-gas.html>. [Diakses tanggal 18 Maret 2022].
- [18] Suswanto, D. (2009). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Padang: Universitas Negeri Padang.*
- [19] Hendri, MT. 2016. *Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik.* Medan: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- [20] PT PLN (Persero), SPLN S3.0004-2016. *Spesifikasi Pole Mounted Automatic Circuit Recloser Dan Sistem Kontrol,* Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2016.
- [21] PT. Adiputra. 2018. *Spesifikasi Tekep Isolator.* Denpasar
- [22] PT PLN (Persero), SPLN U2.001: 2020. *Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan.* Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2020.
- [23] Anonim. Apa itu PDKB. Yogyakarta: PDKB. [Online]. <https://pdkb.id/apa-itu-pdkb-.html>. [Diakses :15 Februari 2022]
- [24] Anonim. 2020. *Metode Kerja PDKB-TM Sentuh Langsung.* Yogyakarta: PDKB. [Online]. <https://pdkb.id/read/113/metode-kerja-pdkb-tm-rubber-gloves-sentuh-langsung.html>. [Diakses: 16 Februari 2022]

- [25] PT PLN (Persero), SPLN D3.032:2020. *Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan Peralatan Tegangan Menengah*. Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2020.
- [26] PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan, *Inventaris PDKB 2020*, Denpasar: PT PLN (Persero) UP3 Bali Selatan, 2020.
- [27] Santoso, J. D. 2014. *Lebih Memahami SOP (Standard Operation Procedure)*. Surabaya : Kata Pena
- [28] Tambunan, R.M. 2011. *Panduan Penyusunan Standar Operating Procedure (Your Best Guidance to Have Effective Standar Operating Procedure)*. Jakarta: MAIESTAS
- [29] Sailendra, Annie. (2015). *Langkah-langkah raktis Membuat SOP*. Yogyakarta: Trans Idea Publishing
- [30] Hartatik, Indah. 2014. *Buku Pintar Membuat SOP*. Yogyakarta : Flashbooks.
- [31] Rahardian, Y. P . 2013. *Penyusunan Model Standard Operating Procedure Pengelolaan Islamic Center*. Penelitian Individual BOPTN 2013. Yogyakarta : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- [32] Ekotama, Suryono. 2011. *Cara Gampang Bikin Standard Operating Procedure Agar Roda Usaha Lebih Tertata*, Yogyakarta: Media Pressindo.
- [33] Baridwan, Z.2004. *Intermediate Accounting, Edisi Kedelapan*. Yogyakarta:BPFE.
- [34] Ticket. 2005. *ISO 9001 : 2000 in Brief (2nd ed)*. Oxford : Elsevier Butterworth Heineman
- [35] Hardani, Helmina Andriani, Jumari Ustiauwaty, Evi Fatmi Utami, Ria Rahmatul I., Roushandy Asri Fardani, Dhika Juliana Sukmana, Nur Hikmatul Auliya, *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*, Yogyakarta: CV Pustaka Ilmu Group, 2020.
- [36] Widiawati, Ana. 2021. *Data Kualitatif dan Kuantitatif dalam Penelitian*. [Online]. <https://penerbitbukudeepublish.com/data-kualitatif-kuantitatif/>. [Diakses tanggal 23 Maret 2022]
- [37] Ascarya. 2021. *Data Kualitatif-Definisi, Jenis, Analisis dan Contoh*. [Online]. <https://ascarya.or.id/data-kualitatif/>. [Diakses tanggal 23 Maret 2022]
- [38] Asep Saefullah, Mohammad Fakhturrokhman, Yuvita Oktarisa, Resty Dwi Arsy, Hayin Rosdiana, Vaka Gustiono, dan Seno Indriyanto. *Rancang Bangun*

Alat Praktikum Hukum Ohm Untuk Memfasilitasi Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills), Gravity. Vol. 4 No. 2, 2018.

- [39] Bambang Sugiyantoro, dan T. Haryono, *Pemanfaatan Isolator Plastik untuk mendukung Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB)*.Skripsi. [Online]. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/1000>. [Diakses tanggal 23 Maret 2022].
- [40] Soemohadiwidjojo, Arini T. (2017). *Mudah Menyusun SOP Edisi 2*. Jakarta: Penebar Plus.
- [41] Hartatik, Indah. P. (2014). *Buku Pintar Membuat SOP (Standard Operating Procedure)*. Yogyakarta: Flashbook.
- [42] Nuraida, Ida. (2014). *Manajemen Administrasi Perkantoran Edisi Revisi*. Yogyakarta: PT. Kanisiu
- [44] Santosa, Joko D. (2014). *Lebih Memahami S.O.P (Standard Operation Procedure)*. Surabaya: Kata Pena.
- [45] Tathagati, Arini. (2014). *Step by Step Membuat SOP (Standard Operating Procedure)*. Yogyakarta: Efata Publishing.
- [46] Sailendra, Annie. (2015). *Langkah-Langkah Praktis Membuat SOP Cetakan Pertama*. Yogyakarta: Trans Idea Publishing.
- [47] Budiharjdo, M. (2014). *Panduan Praktis Menyusun SOP*. Jakarta: Raih Asa Sukses.
- [48] Soemohadiwidjojo, Arini T. (2017). *Mudah Menyusun SOP Edisi 2*. Jakarta: Penebar Plus
- [49] Fatimah, dkk. (2015). *Mudah Menyusun SOP*. Indonesia: Pustaka Baru Press.
- [50] Moekijat. (2008). *Administrasi Perkantoran*. Bandung: Mandar Maju.
- [51] PT. PLN (Persero) UID Bali. *Laporan Harian Gangguan Penyulang dan Proteksi Tahun 2019, 2020 dan 2021*. Denpasar
- [52] PT PLN (Persero) .2017. *Instruksi Kerja PDKB-TM Penggantian Jumper* . Jakarta Selatan: PT PLN (Persero) Komisi PDKB Pusat.
- [53] Winata, S. V. (2016). *Perancangan Standard Operating Procedure (SOP) Pada Chocoblab. PERFORMA: Jurnal Manajemen dan Start-Up Bisnis Volume 1 Nomor 1*, April 2016
- [54] Jondra, W., Sunaya, Nengah & Wiryawan,I.M.A. (2019). “Kelayakan Alat Pembumian Pengaman Listrik Untuk Distribusi Tegangan Menengah Dengan Kabel A3CS”. *Matrix: Jurnal Teknik Elektro*.

- [55] Mohamed EL-Shimy Mahmoud. (2018). *Sistem pembumian listrik (grounding) sistem laporan teknis dan kursus singkat*, Gerbang penelitian: Laporan Teknis: Februari.
- [56] Kumail Hassan Kharal, Chang-Hwan Kim, Chulwon Park, Jae-Hyun Lee, Chang-Gi Park, Se Hee Lee and Sang-Bong Rhee. (2018). *Studi pengukuran jarak bebas minimum antara saluran transmisi DC 500 kV dan vegetasi*, *Energies*, 11, 2606.
- [57] Sanjay Gothwal, Kaustubh Dwivedi, dan Priyanka Maheshwari. (2018). *Karakteristik pelepasan sebagian dan masa pakai isolasi dengan bentuk gelombang tegangan*, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Volume: 05 Issue: 07 July.
- [58] Saba, TM, Tsado, J. PhD, Raymond, E. PhD, dan Adamu, MJ. (2014). *Tingkat kesadaran tentang bahaya listrik dan langkah-langkah keselamatan di antara pengguna listrik perumahan di Minna Metropolis di Negara Bagian Niger, Nigeria*. Universitas Negeri Jakarta
- [59] Manik C Ghosh, Raju Basak, Avik Ghosh, Writwik Balow, dan Ayan Dey. (2015). *Sebuah artikel tentang keselamatan listrik*, *IJSRD, Jurnal Internasional untuk Penelitian & Pengembangan Ilmiah*, Vol. 3, Edisi 10.
- [60] Nadia Mahdini, Fino Wahyudi Abdul, *Alat Pelindung Diri Pada Pekerjaan yang Bertegangan Listrik di PT. PLN Area Bekasi*, *Jurnal Mahasiswa Bina Insani*, Vol.3, No.2, Februari, 2019
- [61] Burhan, Puhrani, Setia Graha, and M. Ali Watoni. "Efektivitas Penggunaan Residual Current Circuit Breaker Sebagai Pengaman Manusia Terhadap Arus Bocor Akibat. Kegagalan Isolasi." *Jurnal INTEKNA: Informasi Teknik dan Niaga* 18.1 (2018): 13-17.]
- [62] PT PLN (Persero), SPLN U2.001:2020. *Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan Peralatan Tegangan Menengah Persyaratan Umum dan Tata Kelola*. Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2020.
- [63] Anonim. 2021. *Pengukuran Tahanan Isolasi*. [Online]. <https://blksarang.kemnaker.go.id>. [Diakses: 18 Agustus_2022]
- [64] Harsono, B. B. S. D. A., Pramana, P. A. A., Mangunkusumo, K. G. H., Tambunan, H. B., & Ridwan, M. (2022). *FRAMEWORK ASESMEN TEKNOLOGI DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN STRATEGIS UTILITAS*. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 10(1), 12-19