

ABSTRACT

BONDAN RANDINATA.

TEMPERATURE MONITORING AND LUBRICATION DEVICE
FOR MECHANICAL DISCONNECTING SWITCH AND AIR BREAK SWITCH

Supervised by Ir. Ibnu Hajar, S.T., M.Sc., IPU.

In the current Digital Era, all aspects of community activities and other information devices require a reliable and sustainable electricity supply, therefore PLN strives to meet these customer demands by modernizing work equipment to support the continuity of electricity distribution. In a SUTM network there are several types of switching equipment including ABSW (Air Break Switch), DS (Disconnecting Switch) which are opened and closed manually, therefore maintenance is needed to prevent failure. In preventive maintenance there are 2 methods, namely the PDKB team method and the blackout method by manually lubricating the ABSW / DS which takes between 1-2 hours of blackout and if the online method is used only the PDKB team can lubricate the equipment. In its implementation, all ABSW / DS lubrication work is carried out by the PDKB team, so the PDKB Work Order piles up.

Therefore, I created an automated lubrication tool, which is operated online by the PDKB and Yantek teams. Officers no longer need to climb poles, eliminating the need for DISCONNECTING SWITCH (DS) and AIR BREAK SWITCH (ABSW) lubrication by the blackout method. This allows electricity to continue to be distributed to customers and can reduce the SAIDI number. This tool, called AMPLAS (Temperature Monitoring and Lubrication Tool), can also measure the temperature of DISCONNECTING SWITCH (DS) and AIR BREAK SWITCH (ABSW) contacts, thus determining whether officers need only lubrication or complete maintenance. AMPLAS can be used by Yantek officers for preventative maintenance to prevent further damage and maintain reliable performance on switching equipment.

KEYWORDS: ABSW, AMPLAS, IoT, PDKB, Yantek

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Ruang Lingkup Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.2 Air Break Switch (ABSW) dan Cara Pengoperasiannya	5
2.3 Disconnecting Switch (DS) pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV	9
2.4 Distribution Control Center (DCC) dan SCADA 20KV	12
2.5 Monitoring Kondisi Peralatan Tegangan Tinggi	14
2.6 Pembuatan AMPLAS	15
2.7 Pemilihan Alternatif Masalah FGD, COP dan RCPS	17
2.8 Kerangka Pemikiran	21
BAB III METODE PERANCANGAN	22
3.1 Metodologi.....	22

3.2	Populasi dan Sampel.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Proses Pembuatan Alat	29
4.1.1	Desain Rangkaian IoT.....	30
4.1.2	Desain Inovasi.....	42
4.2	Hasil Pembuatan AMPLAS	44
4.2.1	Hasil Perancangan AMPLAS	45
4.3	Implementasi	46
4.4	Pengaruh Penggunaan AMPLAS terhadap Pemeliharaan.....	46
4.5	Manfaat dan Dampak Implementasi AMPLAS	47
4.6	Evaluasi Hasil Implementasi	53
4.7	Penggunaan AMPLAS oleh Tim Pelayanan Teknik (Yantek).....	56
BAB V PENUTUP		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		63
LAMPIRAN		64
LEMBAR BIMBINGAN PROYEK AKHIR		65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Metode kerja pelumasan.....	20
Tabel 4.1 Biaya Material Pembuatan AMPLAS	45
Tabel 4.2 Perbandingan Suhu Thermovision dengan Sensor Suhu AMPLAS	49
Tabel 4.3 Parameter Rekomendasi.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Air Break Switch (ABSW) dan Cara Pengoperasiannya.....	5
Gambar 2.2 Disconnecting Switch (DS) 20KV Pabrik.....	9
Gambar 2.3 SCADA Dispatcher UP2D Jawa Tengah dan D.I.Y.....	12
Gambar 2.4 Pemasangan AMPLAS Pada Thelescopic Stick.....	16
Gambar 2.5 Root Cause Problem Solving (RCPS)	17
Gambar 4.6 Forum Group Discussion (FGD)	18
Gambar 2.7 Flowchart Kerangka Pemikiran	21
Gambar 3.1 Pelumasan ABSW PDKB-SL.....	24
Gambar 3.2 Pelumasan DS.....	24
Gambar 3.3 Flowchart Penelitian	25
Gambar 3.4 Sampel Pekerjaan AMPLAS	28
Gambar 4.1 Wiring Rangkaian IoT	30
Gambar 4.2 Relay	32
Gambar 4.3 WemosD1 Mini	33
Gambar 4.4 Sensor IR MLX90614.....	34
Gambar 4.5 Modul charger TP4056.....	35
Gambar 4.6 Pompa oli DC	36
Gambar 4.7 Baterai Lipo 850mAh 3S 11.1V	37
Gambar 4.8 Casing baterai Litium Ion 18650	38
Gambar 4.9 Polyethylene (PE).....	39
Gambar 4.10 Spesifikasi Polyethylene (PE).....	40
Gambar 4.11 Pemilihan bahan dan Pembuatan alat	42
Gambar 4.12 Gambar Desain AMPLAS	43
Gambar 4.13 Pembuatan Tabung AMPLAS	44
Gambar 4.14 Cara Penggunaan AMPLAS	45
Gambar 4.15 Thermovision.....	48
Gambar 4.16 ABSW (Air Break Switch)	52
Gambar 4.17 ABSW Macet.....	54
Gambar 4.18 Kondisi Kontak ABSW	54
Gambar 4.19 Disconnecting Switch (DS)	55
Gambar 4.20 Implementasi Pemakaian AMPLAS.....	56
Gambar 4.21 Tampilan Aplikasi BLYNK IoT	57
Gambar 4.22 Pisau ABSW Rusak	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Cek Plagiasi	64
Lampiran 2 Lembar Bimbingan Proyek Akhir.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam operasional jaringan distribusi 20 KV, setiap pelaksanaan jadwal pemadaman memerlukan koordinasi yang cermat antara *Dispatcher* Jaringan Distribusi 20 KV dan petugas lapangan dari Unit Layanan Pelanggan (ULP). *Dispatcher* bertugas melakukan switching atau manuver penyulang 20 kV untuk melimpahkan beban jaringan, agar pelayanan listrik tetap berjalan tanpa gangguan. Namun, dalam pelaksanaannya, kinerja switching sering terhambat oleh kondisi *ABSW* (*Air Break Switch*) yang macet. Kondisi ini menimbulkan kesulitan bagi *Dispatcher* dalam melakukan manuver ke penyulang lain, terlebih ketika jumlah petugas lapangan terbatas. Akibatnya, kegagalan manuver tidak hanya menunda proses pemadaman terjadwal, tetapi juga dapat mengganggu stabilitas sistem jaringan, sehingga berpotensi memengaruhi kualitas pelayanan kepada pelanggan.

Kejadian kegagalan manuver biasanya terjadi pada saat pemadaman rutin maupun ketika ada gangguan pada jaringan. Dalam situasi gangguan, diperlukan manuver cepat untuk memindahkan beban ke penyulang yang aman agar wilayah yang tidak terdampak gangguan tetap memperoleh pasokan listrik. Dengan kata lain, koordinasi dan kesiapan alat sangat krusial untuk memastikan sebagian pelanggan tetap memperoleh suplai listrik. Salah satu penyebab utama macetnya *ABSW* (*Air Break Switch*) adalah kurangnya pelumasan pada kontak mekanik switch. Kurangnya pelumasan membuat komponen *ABSW* (*Air Break Switch*) sering stuck, sehingga proses switching menjadi terhambat.

Sampai saat ini, pemeliharaan pelumas mekanik *ABSW* (*Air Break Switch*) belum dilakukan secara rutin karena keterbatasan alat yang mampu melumasi secara otomatis. Pemeliharaan manual hanya dapat dilakukan oleh tim Pemeliharaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) untuk jaringan TM 20 kV. Proses ini memerlukan *work order* dari tim Pelayanan Teknik (YANTEK) dan harus menunggu jadwal prioritas tim Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB), yang banyak terfokus pada pekerjaan peningkatan pelayanan pelanggan, pemasangan baru, atau perubahan jaringan. Akibatnya, pemeliharaan preventif seperti pelumasan mekanik *ABSW* (*Air Break Switch*) sering terabaikan, meskipun dampaknya dapat signifikan terhadap keandalan jaringan.

Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan sebuah inovasi berupa alat yang mendukung rutinitas pemeliharaan mekanik *ABSW* (*Air Break Switch*). Alat ini memungkinkan petugas YANTEK melakukan pemeliharaan, baik saat inspeksi rutin jaringan maupun menjelang jadwal manuver atau switching. Alat tersebut dinamakan AMPLAS (Alat Monitoring Suhu dan Pelumasan). AMPLAS merupakan perangkat pelumasan otomatis yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan dapat dikontrol melalui aplikasi Android di smartphone. Dengan teknologi ini, petugas YANTEK dapat menjadwalkan pelumasan secara rutin tanpa bergantung sepenuhnya pada tim PDKB.

Penerapan AMPLAS membawa beberapa manfaat signifikan. Pertama, alat ini mengurangi risiko kegagalan manuver atau switching penyulang 20 kV karena pemeliharaan telah dilakukan secara teratur. Kedua, AMPLAS memungkinkan pemantauan kondisi *ABSW* secara real-time melalui sensor suhu dan sistem kontrol, sehingga potensi masalah dapat dideteksi lebih awal sebelum menimbulkan gangguan. Ketiga, inovasi ini meningkatkan efisiensi operasional tim YANTEK, karena proses pelumasan dapat dilakukan dengan aman tanpa harus memanjat tiang atau menghentikan pasokan listrik.

Secara keseluruhan, pengembangan AMPLAS merupakan langkah strategis dalam meningkatkan keandalan jaringan distribusi 20 kV dan kualitas layanan pelanggan. Alat ini tidak hanya menyederhanakan proses pemeliharaan, tetapi juga meningkatkan keselamatan kerja dan produktivitas tim lapangan. Dengan adanya AMPLAS, pemeliharaan preventif menjadi lebih terjadwal dan berkesinambungan, yang pada akhirnya mendukung stabilitas jaringan dan kepuasan pelanggan. Inovasi ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi modern, seperti IoT dan otomasi, dengan praktik pemeliharaan konvensional dapat menghasilkan solusi yang lebih efisien, aman, dan handal bagi operasional jaringan listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah untuk pembahasan pada perancangan ini yaitu :

1. Bagaimana dengan perancangan sebuah alat otomatis untuk pekerjaan pelumasan kontak mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* ?
2. Bagaimana pekerjaan pelumasan kontak mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* bisa dapat dilakukan oleh tim selain PDKB ?

3. Bagaimana pekerjaan pelumasan kontak mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* dapat cepat dan efisien tanpa menunggu permintaan pekerjaan *work order*) Tim PDKB ?
4. Bagaimana meningkatkan keandalan jaringan dengan meminimalkan terjadinya gagal manuver Jaringan tegangan Menengah (JTM) 20KV dan mempercepat manuver ?
5. Bagaimana meningkatkan jumlah pekerjaan lapangan melalui pengoperasian dari jarak aman ?
6. Bagaimana meningkatkan efisiensi operasional dengan memungkinkan Tim PDKB dan Tim Yantek melakukan pemeliharaan secara fleksibel tanpa ketergantungan jadwal ?
7. Bagaimana menjaga dan meningkatkan citra PLN dengan memberikan pelayanan listrik yang lebih stabil dan mengurangi durasi gangguan bagi pelanggan ?

1.3 Tujuan

1. Membuat alat pelumasan otomatis untuk peneliatian melalui proses perancangan, perakitan dan pengujian untuk *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*.
2. Membuat alat berfungsi dengan baik saat pekerjaan pelumasan yang digunakan tim Pelayanan Teknik (Yantek).
3. Mendukung pemeliharaan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* secara lebih rutin, cepat dan efisien.
4. Meningkatkan keandalan jaringan dengan meminimalkan terjadinya gagal manuver Jaringan tegangan Menengah (JTM) 20KV dan mempercepat manuver.
5. Meningkatkan jumlah pekerjaan lapangan melalui pengoperasian dari jarak aman menggunakan *thelescopic stick* dan kontrol berbasis *smartphone*.
6. Meningkatkan efisiensi operasional dengan memungkinkan Tim PDKB dan Tim Yantek melakukan pemeliharaan secara fleksibel tanpa ketergantungan jadwal.
7. Menjaga dan meningkatkan citra PLN dengan memberikan pelayanan listrik yang lebih stabil dan mengurangi durasi gangguan bagi pelanggan.

1.4 Manfaat

Manfaat membuat alat ini adalah :

1. Alat pelumas *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* otomatis yang dapat digunakan oleh tim Yantek secara *real time*.
2. Dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas pemeliharaan kontak mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* dengan metode pelumasan dengan oli dari jarak jauh karena alat ini aman, mudah dan sederhana.
3. Meningkatkan kehandalan kinerja *switching* 20 KV.
4. Meningkatkan kontinuitas pemeliharaan pelumasan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*.
5. Sebagai alat untuk prediktif maintenance.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Alat Monitoring Suhu dan Pelumas (AMPLAS) hanya digunakan untuk pelumasan pada kontak-kontak peralatan *switching ABSW (Air Break Switch)* dan *DS (Disconnecting Switch)* pada jaringan 20 Kv secara bertegangan yang dapat dilakukan oleh tim Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) maupun petugas Pelayanan Teknik (Yantek) di Unit Layanan Pelanggan (ULP) dengan menggunakan peralatan bantu *thelescopic stick* dan perangkat *smartphone* untuk mengendalikan minyak pelumas dan melihat suhu dengan menggunakan aplikasi *Blynk Iot* yang sudah diatur untuk integrasinya dengan wireless lokal sesuai petunjuk SOP yang dibuat pada AMPLAS.

Perancangan pembuatan Alat Monitoring Suhu dan Pelumasan (AMPLAS) ini dilakukan di Unit Pelaksana Pelanggan (UP3) Klaten yang berada di Unit Induk Distribusi Jawa Tengah & Daerah Istimewa Yogyakarta (UID JTY). Pembahasan dan evaluasi alat ini juga kerjasama dengan UP3 lainnya di seluruh Jawa Tengah dan D.I.Y pada bagian PDKB. Dalam pembahasan ini masuk ke dalam *Focus Group Discussion (FGD)* dan *Community of Practice (COP)* serta di buatlah *Root Cause Problem Solving (RCPS)* pada perancangan alat ini. Dari *FGD* dan *COP* ini melibatkan manajemen teknik di PLN UP3 dan manajemen tim PDKB untuk mengetahui dan evaluasi penyempurnaan alatnya.

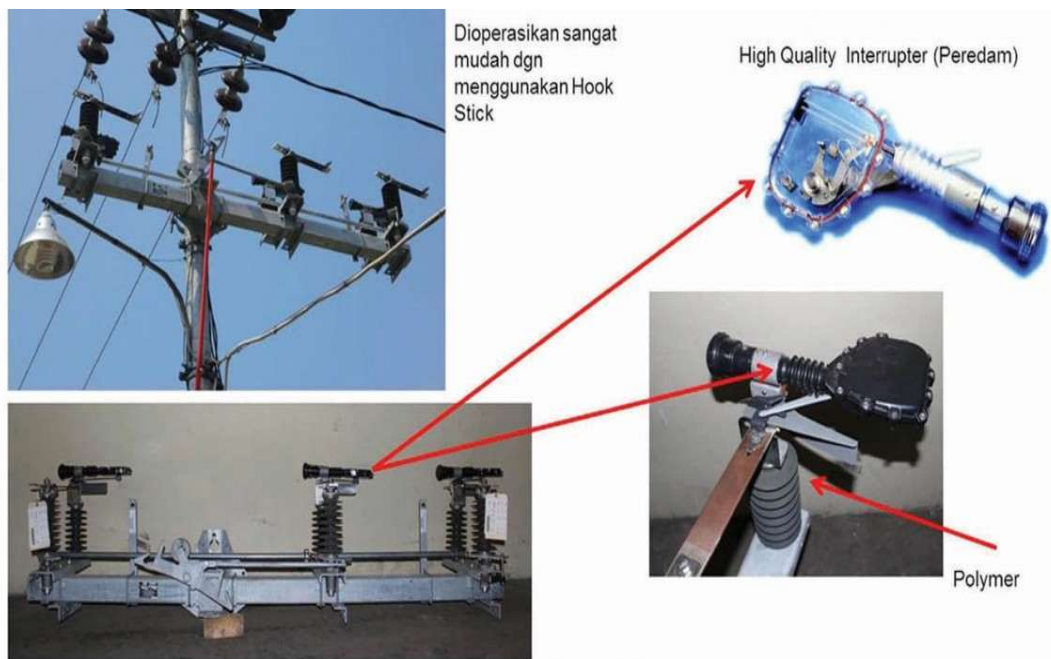
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Landasan teori merupakan dasar konseptual yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan dan pembuatan AMPLAS (Alat Monitoring Pengukur Suhu dan Pelumas) pada mekanik *Air Break Switch* (ABSW) dan *Disconnecting Switch* (DS). Bab ini membahas konsep monitoring kondisi peralatan tegangan tinggi, teori pendukung pembuatan AMPLAS, serta pendekatan pemilihan solusi melalui *Focus Group Discussion* (FGD), *Community Of Practice* (COP), dan *Root Cause Problem Solving* (RCPS) sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan alat inovasi.

2.2 Air Break Switch (ABSW) dan Cara Pengoperasiannya



Gambar 2.1 Air Break Switch Pabrik

Sumber: <https://www.kwj.co.id>

Load Break Switch (LBS) atau *Air Break Switch* (ABSW) merupakan salah satu peralatan penting dalam sistem distribusi tenaga listrik tegangan menengah, khususnya pada jaringan 20 kV. Peralatan ini berfungsi sebagai pemutus dan penghubung rangkaian listrik

dalam kondisi berbeban, sehingga memungkinkan dilakukannya manuver jaringan, pemeliharaan, maupun isolasi gangguan tanpa harus memadamkan seluruh penyulang.

LBS banyak digunakan pada jaringan distribusi karena memiliki kemampuan memutus arus beban secara aman, berbeda dengan *disconnecting switch (DS)* yang hanya boleh dioperasikan dalam kondisi tanpa beban. *Air Break Switch* bekerja dengan media pemadam busur berupa udara bebas, sehingga konstruksinya relatif sederhana, ekonomis, dan mudah dalam perawatan.

Secara konstruksi, *LBS* terdiri dari beberapa bagian utama yaitu pisau kontak (*moving contact*), kontak tetap (*fixed contact*), isolator penyangga, mekanisme penggerak, rangka penopang, serta sistem pemadam busur listrik. Kontak utama biasanya terbuat dari bahan konduktor berkualitas tinggi yang dilapisi perak untuk mengurangi tahanan kontak dan meminimalkan pemanasan saat dialiri arus.

Pada saat terjadi proses pemutusan arus, akan timbul busur listrik akibat pemisahan kontak. Busur ini harus segera dipadamkan agar tidak merusak peralatan. Pada *LBS* tipe air break, busur dipanjangkan dan didinginkan oleh udara sehingga energi busur berkurang dan akhirnya padam. Beberapa *LBS* dilengkapi dengan *arc chute* atau ruang pemadam busur untuk mempercepat proses pemadaman. Fungsi utama *Load Break Switch* dalam jaringan distribusi antara lain sebagai peralatan *manuver* untuk pengalihan beban, sebagai pengaman saat dilakukan pekerjaan pemeliharaan, serta sebagai isolator bagian jaringan yang mengalami gangguan. Dengan adanya *LBS*, kontinuitas penyaluran energi listrik dapat ditingkatkan karena gangguan dapat dilokalisasi pada satu bagian saja tanpa memadamkan seluruh jaringan.

Dalam sistem distribusi PLN distribusi, *LBS* sering dipasang pada gardu hubung, tiang jaringan, maupun pada gardu distribusi. Pengoperasiannya dapat dilakukan secara manual menggunakan tuas atau handle, maupun secara *motorized* menggunakan sistem kendali jarak jauh yang terintegrasi dengan *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*. Prinsip kerja *LBS* didasarkan pada kemampuan kontak untuk membuka dan menutup rangkaian dalam kondisi berbeban. Saat tuas penggerak dioperasikan, mekanisme pegas akan bekerja untuk membuka kontak secara cepat sehingga waktu terjadinya busur listrik menjadi sangat singkat. Hal ini penting untuk mengurangi keausan kontak dan meningkatkan umur peralatan.

Keandalan *LBS* sangat dipengaruhi oleh kondisi kontak, kekencangan sambungan, kebersihan isolator, serta pelumasan mekanisme penggerak. Kontak yang longgar atau kotor dapat menyebabkan kenaikan temperatur yang berpotensi menimbulkan hotspot dan kegagalan operasi. Oleh karena itu, diperlukan pemeliharaan rutin berupa inspeksi visual, pengukuran tahanan kontak, serta pengecekan mekanisme gerak.

Pengoperasian *LBS* manual harus mengikuti prosedur keselamatan kerja yang ketat. Sebelum melakukan operasi, petugas wajib menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti helm, sarung tangan isolasi, sepatu safety, dan *face shield*. Selain itu, harus dipastikan bahwa kondisi sistem memungkinkan untuk dilakukan manuver sesuai dengan perintah operasi.

Langkah-langkah pengoperasian *LBS* secara manual adalah sebagai berikut. Pertama, lakukan koordinasi dengan pusat pengatur distribusi untuk mendapatkan izin manuver. Kedua, lakukan identifikasi peralatan yang akan dioperasikan dan pastikan label serta diagram satu garis sesuai. Ketiga, periksa kondisi fisik *LBS* meliputi isolator, kontak, dan mekanisme penggerak.

Selanjutnya, pastikan posisi berdiri aman dan tidak berada tepat di depan arah kemungkinan loncatan busur. Pegang tuas penggerak dengan kuat, kemudian lakukan operasi buka atau tutup dengan gerakan cepat dan mantap hingga mencapai posisi akhir yang ditandai dengan indikator mekanis. Hindari melakukan gerakan setengah karena dapat menimbulkan busur yang berkepanjangan. Setelah operasi selesai, lakukan pengecekan posisi kontak secara visual untuk memastikan bahwa *LBS* benar-benar dalam kondisi open atau close. Catat hasil operasi pada log sheet serta laporkan kepada dispatcher bahwa manuver telah selesai dilaksanakan.

Dalam kondisi tertentu, *LBS* juga dilengkapi dengan interlock mekanis maupun elektrik untuk mencegah kesalahan operasi. Interlock ini berfungsi agar *LBS* tidak dapat dioperasikan apabila peralatan lain masih dalam kondisi tertentu yang berbahaya, misalnya saat pemutus tenaga masih tertutup. Pemeliharaan *LBS* meliputi pembersihan isolator dari debu dan kotoran, pengecekan kekencangan baut, pelumasan bagian mekanik, serta pengukuran tahanan kontak menggunakan micro-ohmmeter. Nilai tahanan kontak yang tinggi menunjukkan adanya degradasi yang dapat menyebabkan pemanasan berlebih.

Keunggulan *LBS* dibandingkan peralatan pemutus lainnya adalah konstruksi yang sederhana, biaya investasi yang relatif rendah, serta kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan. Namun demikian, kemampuan pemutusannya terbatas hanya pada arus beban,

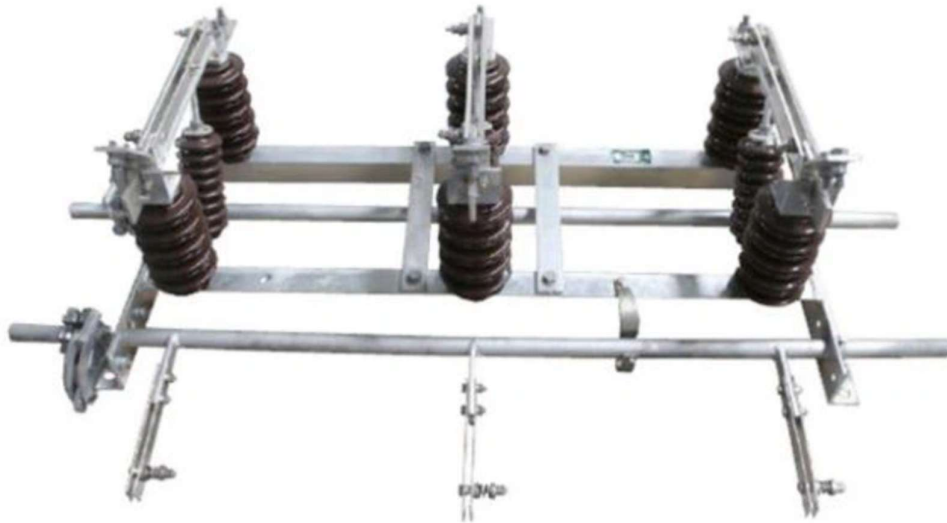
sehingga tidak dapat digunakan untuk memutus arus hubung singkat. Oleh karena itu, dalam sistem distribusi, LBS biasanya dipasang bersama dengan peralatan proteksi seperti recloser atau pemutus tenaga yang memiliki kemampuan memutus arus gangguan. Kombinasi ini memungkinkan terciptanya sistem yang andal dan fleksibel dalam manuver jaringan.

Dalam perkembangan teknologi, LBS mulai dilengkapi dengan sensor monitoring seperti sensor temperatur kontak, arus, dan posisi mekanis yang terintegrasi dengan sistem Internet of Things (IoT). Dengan adanya monitoring ini, kondisi LBS dapat dipantau secara real time sehingga potensi kegagalan dapat dideteksi lebih dini. Monitoring temperatur pada kontak LBS sangat penting karena kenaikan suhu merupakan indikator awal adanya masalah seperti sambungan longgar, oksidasi, atau keausan kontak. Dengan sistem monitoring berbasis IoT, data temperatur dapat dikirimkan ke pusat kontrol dan ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga memudahkan analisis kondisi peralatan.

Penerapan sistem monitoring pada LBS mendukung konsep predictive maintenance, yaitu pemeliharaan berdasarkan kondisi aktual peralatan. Hal ini lebih efektif dibandingkan pemeliharaan berkala konvensional karena dapat mengurangi biaya dan meningkatkan keandalan sistem.

Kesimpulannya, Load Break Switch merupakan peralatan vital dalam sistem distribusi tenaga listrik yang berfungsi untuk manuver jaringan dan isolasi gangguan dalam kondisi berbeban. Pengoperasian yang benar, pemeliharaan yang baik, serta penerapan sistem monitoring modern akan meningkatkan keandalan dan umur pakai peralatan.

2.3 Disconnecting Switch (DS) pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV



Gambar 2.2 Disconnecting Switch (DS) 20KV Pabrikan

Sumber: <https://id.silicone-insulator.com/>

Disconnecting Switch (DS) atau saklar pemisah merupakan salah satu peralatan penting dalam sistem distribusi tenaga listrik tegangan menengah 20 kV. Peralatan ini berfungsi sebagai pemisah rangkaian listrik dalam kondisi tanpa beban untuk memberikan jarak isolasi yang aman secara visual antara bagian yang bertegangan dan yang tidak bertegangan. DS tidak dirancang untuk memutus arus beban maupun arus gangguan, sehingga pengoperasiannya harus dilakukan setelah rangkaian dipastikan tidak berbeban.

Pada jaringan distribusi 20 kV, DS banyak digunakan pada gardu hubung, gardu distribusi, dan pada tiang jaringan sebagai sarana isolasi saat dilakukan pekerjaan pemeliharaan, perbaikan, maupun lokalisir gangguan. Dengan adanya DS, petugas dapat memastikan bahwa bagian jaringan yang akan dikerjakan benar-benar terpisah dari sumber tegangan sehingga aman untuk dilakukan pekerjaan. Secara konstruksi, DS terdiri dari beberapa bagian utama yaitu kontak tetap (fixed contact), kontak bergerak (moving contact), pisau pemisah, isolator penyangga, mekanisme penggerak, serta rangka penopang. Kontak DS biasanya berbentuk pisau yang dapat berputar atau bergeser untuk membuka dan menutup rangkaian. Pada posisi terbuka, terlihat celah udara yang cukup sebagai bukti pemisahan secara mekanis dan elektrik.

Isolator pada DS berfungsi sebagai penopang sekaligus isolasi terhadap tanah. Isolator harus memiliki kekuatan mekanis dan ketahanan terhadap tegangan lebih serta kondisi lingkungan seperti polusi, kelembaban, dan temperatur. Mekanisme penggerak DS umumnya berupa tuas manual yang dioperasikan menggunakan tongkat operasi (hot stick) dari bawah tiang.

Prinsip kerja DS adalah membuka atau menutup kontak dalam kondisi tanpa arus. Oleh karena itu, sebelum DS dioperasikan, rangkaian harus dipastikan telah diputus oleh pemutus tenaga, recloser, atau Load Break Switch. Apabila DS dioperasikan dalam kondisi berbeban, akan timbul busur listrik yang dapat merusak kontak dan membahayakan petugas. Fungsi utama DS dalam jaringan distribusi antara lain sebagai peralatan isolasi untuk pekerjaan pemeliharaan, sebagai titik pemisah jaringan saat terjadi gangguan, serta sebagai pengaman tambahan untuk memastikan tidak adanya tegangan pada peralatan yang akan dikerjakan. DS juga berperan dalam manuver jaringan untuk mengubah konfigurasi sistem distribusi. Dalam pengoperasian di lapangan, DS biasanya dilengkapi dengan indikator posisi yang menunjukkan kondisi open atau close. Selain itu, beberapa DS dilengkapi dengan pengunci mekanis untuk mencegah perubahan posisi yang tidak diinginkan akibat getaran atau gangguan eksternal.

Keandalan DS sangat dipengaruhi oleh kondisi kontak, kebersihan isolator, kekencangan sambungan, serta kelancaran mekanisme penggerak. Kontak yang kotor atau teroksidasi dapat meningkatkan tahanan kontak dan menimbulkan pemanasan saat dialiri arus bocor. Oleh karena itu, diperlukan pemeliharaan rutin berupa pembersihan, pelumasan mekanisme, serta pemeriksaan visual. Pemeliharaan DS meliputi inspeksi kondisi fisik isolator, pengecekan baut dan sambungan, pembersihan dari debu dan polusi, serta pengujian mekanisme buka tutup. Selain itu, dilakukan pengukuran tahanan isolasi untuk memastikan tidak terjadi kebocoran arus ke tanah.

Pengoperasian DS harus mengikuti prosedur keselamatan kerja yang ketat. Petugas wajib menggunakan alat pelindung diri seperti helm keselamatan, sarung tangan isolasi, sepatu safety, kacamata pelindung, serta menggunakan tongkat operasi yang sesuai standar tegangan 20 kV. Langkah pertama dalam pengoperasian DS adalah melakukan koordinasi dengan pusat pengatur distribusi untuk mendapatkan izin operasi. Setelah itu, dilakukan identifikasi peralatan yang akan dioperasikan berdasarkan diagram satu garis dan penandaan di lapangan.

Sebelum DS dibuka, pastikan bahwa peralatan pemutus beban seperti pemutus tenaga, recloser, atau Load Break Switch dalam kondisi terbuka sehingga tidak ada arus yang mengalir. Selanjutnya, lakukan pengecekan menggunakan alat pendeteksi tegangan untuk memastikan bahwa bagian yang akan diisolasi benar-benar tidak bertegangan. Setelah dipastikan aman, petugas mengambil posisi yang aman dan menggunakan tongkat operasi untuk menarik atau mendorong tuas DS dengan gerakan cepat dan mantap hingga mencapai posisi terbuka sempurna. Pastikan pisau pemisah terlihat jelas terpisah dari kontak tetap sebagai indikasi isolasi yang sempurna.

Setelah DS dalam posisi terbuka, langkah selanjutnya adalah memasang pentanahan sementara (grounding) pada sisi yang telah diisolasi untuk menghindari tegangan induksi maupun tegangan sisa. Hal ini sangat penting untuk menjamin keselamatan petugas yang akan melakukan pekerjaan pada jaringan. Untuk penutupan kembali DS, pastikan seluruh peralatan kerja telah dilepas, pentanahan sementara telah dilepas, dan kondisi jaringan siap untuk dioperasikan. Penutupan dilakukan dengan prosedur yang sama menggunakan tongkat operasi dengan gerakan cepat hingga posisi kontak tertutup sempurna.

Dalam sistem distribusi modern, DS juga mulai dilengkapi dengan sensor posisi dan monitoring yang terintegrasi dengan sistem SCADA sehingga status open atau close dapat dipantau dari pusat kontrol. Hal ini meningkatkan keandalan operasi dan mempercepat proses manuver jaringan. Kesalahan dalam pengoperasian DS, seperti membuka dalam kondisi berbeban atau tidak memasang pentanahan sementara, dapat menimbulkan risiko kecelakaan kerja yang serius. Oleh karena itu, kepatuhan terhadap prosedur operasi standar dan penggunaan APD merupakan hal yang mutlak.

Dengan pengoperasian yang benar dan pemeliharaan yang baik, DS dapat berfungsi secara optimal sebagai peralatan isolasi yang andal dalam sistem distribusi tenaga listrik 20 kV. Peralatan ini berperan penting dalam menjamin keselamatan kerja, mempermudah pemeliharaan, serta meningkatkan kontinuitas penyaluran energi listrik.

2.4 Distribution Control Center (DCC) dan SCADA 20KV



Gambar 2.3 SCADA Dispatcher UP2D Jawa Tengah dan D.I.Y

Sumber: <https://metrosemarang.com/>

Distribution Control Center (DCC) merupakan pusat pengendalian sistem distribusi tenaga listrik yang berfungsi untuk memonitor, mengendalikan, dan melakukan manuver jaringan secara terpusat. DCC berperan penting dalam menjaga keandalan sistem distribusi 20 KV karena seluruh informasi kondisi jaringan seperti status penyulang, arus, tegangan, beban, serta posisi peralatan switching dapat dipantau secara *real time*. Dalam operasinya, DCC menggunakan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*. *SCADA* adalah sistem yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari peralatan di lapangan, mengirimkannya ke pusat kontrol, serta memungkinkan operator melakukan pengendalian jarak jauh terhadap peralatan seperti *Recloser*, *Load Break Switch*, dan pemutus tenaga (PMT).

Pada jaringan tegangan menengah 20 kV, *SCADA* terhubung dengan berbagai peralatan di lapangan melalui *Remote Terminal Unit (RTU)* atau perangkat kontrol lainnya. RTU berfungsi untuk membaca parameter listrik seperti arus, tegangan, faktor daya, frekuensi, serta status open-close peralatan. Data tersebut kemudian dikirimkan melalui

media komunikasi seperti fiber optik, radio, atau jaringan seluler ke DCC. Fungsi utama DCC antara lain melakukan pemantauan kondisi jaringan secara real time, melakukan manuver jaringan untuk mengalihkan beban saat terjadi gangguan, mempercepat proses penormalan, serta mendukung analisis keandalan sistem distribusi. Dengan adanya DCC, waktu pemadaman dapat dikurangi sehingga nilai SAIDI dan SAIFI menjadi lebih baik.

SCADA memiliki beberapa komponen utama yaitu Master Station yang berada di DCC, RTU yang berada di lapangan, Human Machine Interface (HMI) sebagai tampilan bagi operator, serta sistem komunikasi data. HMI menampilkan diagram satu garis jaringan distribusi lengkap dengan informasi status peralatan dan parameter listrik. Prinsip kerja SCADA dimulai dari pengambilan data oleh RTU di lapangan. Data tersebut dikirimkan ke Master Station di DCC, kemudian ditampilkan pada HMI dalam bentuk numerik maupun grafik. Operator dapat memberikan perintah kontrol seperti membuka atau menutup peralatan switching melalui HMI yang kemudian diteruskan ke RTU untuk dieksekusi di lapangan.

Keandalan sistem SCADA sangat bergantung pada kualitas komunikasi data, kehandalan RTU, serta keamanan sistem dari gangguan dan akses tidak sah. Oleh karena itu, sistem SCADA dilengkapi dengan redundansi komunikasi, backup server, serta sistem keamanan jaringan. Pengoperasian DCC dilakukan oleh operator yang memiliki kompetensi dalam sistem tenaga listrik dan pengendalian SCADA. Operator bertugas memantau kondisi jaringan selama 24 jam, mencatat setiap perubahan status peralatan, serta melakukan koordinasi dengan petugas lapangan saat terjadi gangguan atau pekerjaan pemeliharaan.

Prosedur pengoperasian SCADA dalam kondisi normal meliputi pemantauan parameter listrik pada setiap penyulang, memastikan tidak terjadi beban lebih, serta memantau posisi peralatan switching. Operator juga melakukan pencatatan beban puncak dan melakukan analisis tren beban untuk perencanaan sistem. Pada saat terjadi gangguan, SCADA akan memberikan alarm berupa indikasi trip pada penyulang yang terganggu. Operator kemudian melakukan analisis lokasi gangguan berdasarkan data arus gangguan dan status peralatan. Selanjutnya dilakukan manuver jaringan dengan membuka dan menutup peralatan switching secara remote untuk melokalisasi gangguan dan menormalkan bagian jaringan yang tidak terdampak. Sebelum melakukan operasi remote melalui SCADA, operator harus memastikan bahwa peralatan dalam kondisi siap operasi, tidak ada petugas

yang sedang bekerja pada jaringan tersebut, serta telah dilakukan koordinasi dengan petugas lapangan. Hal ini penting untuk menghindari kecelakaan kerja.

Langkah-langkah pengoperasian peralatan melalui SCADA adalah sebagai berikut. Pertama, pilih peralatan yang akan dioperasikan pada tampilan HMI. Kedua, lakukan verifikasi identitas peralatan dan statusnya. Ketiga, kirim perintah open atau close melalui sistem. Keempat, pastikan perintah telah dieksekusi dengan melihat perubahan status pada HMI serta umpan balik dari RTU.

Selain pengoperasian jarak jauh, DCC juga berfungsi sebagai pusat dokumentasi dan pelaporan. Setiap operasi switching, gangguan, serta perubahan konfigurasi jaringan dicatat dalam log sistem yang dapat digunakan untuk analisis keandalan dan evaluasi kinerja jaringan.

Pemeliharaan sistem SCADA meliputi pengecekan perangkat keras seperti server, RTU, dan media komunikasi, serta pemeliharaan perangkat lunak seperti pembaruan sistem dan backup data. Pemeliharaan ini penting untuk memastikan sistem tetap andal dan siap digunakan setiap saat. Dalam perkembangan teknologi, sistem SCADA mulai terintegrasi dengan konsep smart grid dan Internet of Things (IoT). Integrasi ini memungkinkan monitoring kondisi peralatan seperti temperatur kontak, arus beban, serta kondisi mekanis secara real time sehingga mendukung penerapan predictive maintenance.

Kesimpulannya, Distribution Control Center dan SCADA merupakan komponen vital dalam pengoperasian jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian jaringan secara real time, mempercepat penanganan gangguan, meningkatkan keandalan sistem, serta mendukung keselamatan kerja melalui koordinasi operasi yang terpusat.

2.5 Monitoring Kondisi Peralatan Tegangan Tinggi

Monitoring kondisi merupakan metode pemantauan parameter penting pada peralatan tegangan tinggi dengan tujuan mencegah gangguan operasional serta kerusakan dini. Pada sistem distribusi tenaga listrik, peralatan *switching* seperti *disconnecting switch (DS)* dan *air break switch (ABSW)* memiliki peran penting dalam menjaga kontinuitas penyaluran energi listrik. Kondisi mekanik peralatan tersebut sangat dipengaruhi oleh suhu, kerja dan kualitas pelumasan pada bagian kontak dan mekanisme penggeraknya.

Kenaikan suhu yang tidak terkontrol dapat menimbulkan peningkatan resistansi kontak dan membentuk titik panas (*hotspot*), sedangkan pelumasan yang tidak optimal dapat menyebabkan gesekan berlebih dan percepatan keausan komponen mekanik. Apabila kondisi ini tidak terdeteksi sejak dini, maka berpotensi menimbulkan kegagalan operasi peralatan. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring berbasis sensor yang mampu memantau kondisi peralatan secara *continue* dan *real-time*.

Penerapan monitoring kondisi memungkinkan dilakukannya pemeliharaan secara *preventif* dan *prediktif*. Dengan demikian, pelaksana dapat mengambil tindakan perbaikan sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar, sehingga keandalan dan umur pakai peralatan tegangan tinggi dapat ditingkatkan.

2.6 Pembuatan AMPLAS

Pembuatan AMPLAS dilatarbelakangi oleh permasalahan yang terjadi pada proses pemeliharaan pelumasan kontak-kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* di lapangan. Saat ini, proses pemeliharaan pelumasan hanya dapat dilakukan oleh Tim Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB). Kondisi tersebut menyebabkan keterbatasan dalam pelaksanaan pemeliharaan, khususnya ketika jumlah *work order* (permintaan pekerjaan) yang masuk ke Tim PDKB cukup banyak.

Masih ditemukannya *work order Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* macet yang masuk ke Tim PDKB berdampak pada tertundanya pelaksanaan pekerjaan PDKB lainnya. Selain itu, pelumasan kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* belum dapat dilakukan secara *continue* karena harus menunggu jadwal dari Tim PDKB. Proses pelumasan secara konvensional juga membutuhkan waktu yang relatif lama karena petugas harus menaiki tiang dan melakukan pelumasan secara langsung, sehingga berpotensi menimbulkan risiko keselamatan kerja.

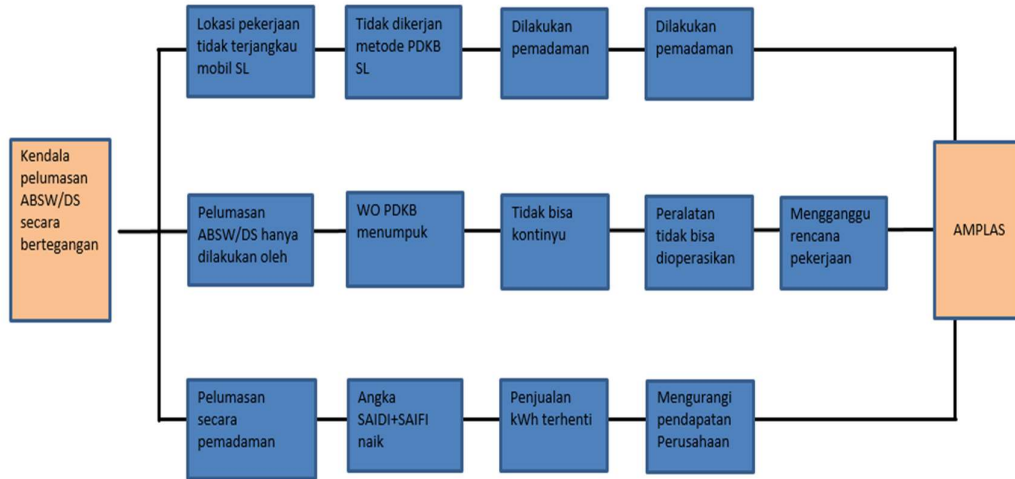


Gambar 2.4 Pemasangan AMPLAS Pada Thelescopic Stick

Permasalahan lain yang dihadapi adalah belum tersedianya peralatan pelumasan kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* yang dapat dioperasikan secara jarak jauh, fleksibel, dan terkontrol. Di samping itu, belum terdapat alat pelumas yang mampu mengukur suhu pada kontak-kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, padahal suhu merupakan parameter penting untuk mendeteksi adanya peningkatan resistansi kontak atau gesekan berlebih.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dikembangkan AMPLAS sebagai alat inovasi yang berfungsi untuk melakukan pelumasan kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* sekaligus memonitor suhu pada kontak tersebut. AMPLAS dirancang agar dapat digunakan secara lebih aman, efisien, dan mendukung kegiatan pemeliharaan yang bersifat preventif dan prediktif.

2.7 Pemilihan Alternatif Masalah FGD, COP dan RCPS



Gambar 2.5 Root Cause Problem Solving (RCPS)

Dalam menentukan solusi yang tepat terhadap permasalahan pemeliharaan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, dilakukan proses pemilihan alternatif melalui pendekatan *Forum Group Discussion (FGD)* dan *Community of Practice (COP)*. Kegiatan ini melibatkan pihak-pihak terkait yang memiliki pengalaman dan kompetensi di bidang pemeliharaan peralatan distribusi tenaga listrik.

Melalui *FGD* dan *COP*, diperoleh berbagai masukan dan usulan solusi untuk mencegah terjadinya macet atau kegagalan operasi pada peralatan *switching*. Hasil diskusi menunjukkan bahwa diperlukan suatu alat yang mampu mendukung proses pelumasan dan monitoring kondisi tanpa ketergantungan penuh pada Tim PDKB serta dapat dioperasikan tanpa melakukan pemadaman jaringan.

Berdasarkan hasil analisis *Root Cause Problem Solving (RCPS)*, diketahui bahwa penumpukan pekerjaan pelumasan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* terjadi karena pekerjaan tersebut hanya dapat dilaksanakan oleh Tim PDKB berdasarkan *work order* dari ULP terkait. Akibatnya, *work order* yang masuk ke Tim PDKB menumpuk dan menghambat pelaksanaan pekerjaan PDKB lainnya.

Dengan adanya AMPLAS, kegiatan pelumasan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* dapat dilakukan oleh Tim Yantek maupun Tim Teknik ULP terkait. Hal ini diharapkan dapat mengurangi beban *work order* pelumasan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* pada Tim PDKB. Selain itu, AMPLAS menjadi solusi pemeliharaan yang bersifat preventif dan prediktif karena dapat digunakan secara continue

untuk memantau kondisi suhu dan pelumasan kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, sehingga keandalan dan keselamatan operasi peralatan *switching* dapat ditingkatkan.



Gambar 2.6 Forum Group Discussion (FGD)

Dari gambar *Root Cause Problem Solving (RCPS)* diatas dibutuhkan untuk mencari akar masalah yang terjadi untuk menentukan solusi berupa sebuah alat otomatis dalam konteks pemeliharaan peralatan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, *RCPS* diatas adalah beberapa kendala saat pemeliharaan *switching* dengan tim PDKB yaitu Lokasi tiang listrik tidak terjangkau, *work order* (permintaan pekerjaan) PDKB menumpuk, terjadinya kegagalan *manuver* jaringan 20KV, banyak pemadaman, dsb. Analisis ini penting karena pelumasan yang tidak optimal berpotensi menyebabkan kenaikan gesekan, keausan komponen, dan gangguan operasional peralatan tegangan tinggi.

Penumpukan *work order* ini menyebabkan pelaksanaan pekerjaan PDKB lain tertunda seperti pasang baru, tambah daya pelanggan, sisip tiang listrik, *jumper* trafo distribusi, sehingga operasi peralatan *switching* tidak dapat dilakukan. Keterlambatan

pelumasan juga berisiko meningkatkan gesekan antar kontak dan klem, mempercepat keausan, dan memicu kenaikan suhu yang tidak terdeteksi secara dini. Ketiga, pelumasan dilakukan tidak secara *continue*, karena hanya dilakukan saat *work order* diterbitkan. Hal ini menyebabkan perawatan bersifat reaktif, bukan prediktif, sehingga risiko kerusakan komponen mekanik akibat gesekan berlebih atau suhu tinggi meningkat.

Dari hasil analisis tersebut, *RCPS* menunjukkan bahwa dibutuhkan solusi inovatif yang mampu mengatasi seluruh kendala di atas. Solusi ini diwujudkan melalui Alat Monitoring Suhu dan Pelumasan (AMPLAS) mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, sebuah alat yang mampu melakukan pelumasan kontak secara otomatis sekaligus memonitor kondisi suhu secara *real-time*. Dengan adanya AMPLAS, pelumasan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* dapat dilakukan oleh Tim Yantek maupun Tim Teknik ULP terkait, sehingga *work order* yang masuk ke Tim PDKB berkurang dan distribusi pekerjaan menjadi lebih merata.

Selain itu, AMPLAS memungkinkan pelumasan dilakukan secara *continue* dan otomatis, serta memantau suhu pada kontak mekanik. Sistem monitoring suhu ini memastikan apabila terjadi peningkatan panas, tindakan perbaikan dapat dilakukan sebelum menimbulkan kerusakan serius. Dengan demikian, AMPLAS mendukung pemeliharaan preventif dan prediktif, yang meningkatkan keandalan peralatan dan menurunkan risiko gangguan operasional.

Dari sisi keselamatan dan efisiensi, AMPLAS memberikan keuntungan signifikan. Operator tidak perlu menaiki tiang atau melakukan kontak langsung dengan peralatan tegangan tinggi, sehingga risiko keselamatan kerja berkurang. Informasi kondisi peralatan dapat diakses dan dikendalikan secara jarak jauh melalui *handphone* atau sistem Internet of Things (IoT), memudahkan pengawasan dan pencatatan kondisi peralatan.

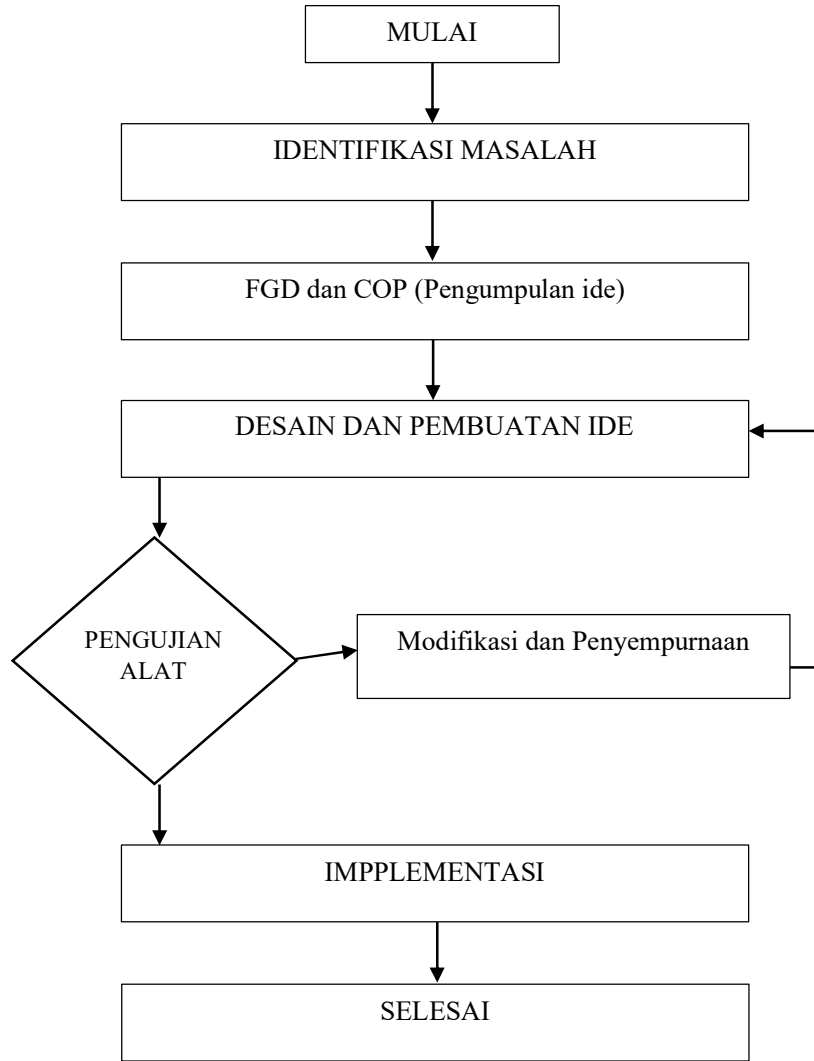
Mekanisme kerja AMPLAS berdasarkan analisis *RCPS* meliputi beberapa langkah yaitu, sensor suhu mendeteksi panas pada *clamp* atau *conductor*, sensor pelumas memonitor kondisi pelumasan kontak, dan mikrokontroler memproses data untuk menentukan apakah pelumasan otomatis perlu dilakukan. Selanjutnya, sistem jarak jauh menampilkan kondisi peralatan dan memungkinkan operator melakukan kontrol tanpa harus berada di lokasi fisik. Dengan mekanisme ini, AMPLAS secara langsung mengatasi kendala utama yang ditemukan melalui *RCPS*: ketergantungan pada Tim PDKB, penumpukan *work order*, dan pelumasan yang tidak *continue*. Selain meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja,

AMPLAS juga mendukung pemeliharaan prediktif, memperpanjang umur komponen *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, dan menjaga keandalan operasional peralatan tegangan tinggi.

Tabel 2.1 Metode Kerja Pelumasan

JENIS PEKERJAAN	METODE KERJA	FOTO	WAKTU	KEMUDAHAN
Pelumasan kontak-kontak <i>ABSW (Air Break Switch)</i>	Manual, naik tiang sesuai SOP padam ataupun SOP bertegangan		2-3 jam	Memasang cover PDKB dan melumasi secara langsung di kontak-kontak <i>ABSW (Air Break Switch)</i>
	Dengan metode gabungan mobil PDKB SL (Sentuh langsung) dan MB (Metode Berjarak)		1 jam	Dengan menggunakan galah isolasi dan Mobil PDKB-SL (Sentuh Langsung)
	Alat Monitoring Suhu dan Pelumas (AMPLAS)		30 menit	Dipasang pada <i>thelescopik stick</i> pengoperasian dari bawah tiang sehingga lebih cepat dan lebih aman

2.8 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.7 Flowchart Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran penelitian ini diawali dari latar belakang, yaitu banyaknya *work order* PDKB yang menumpuk dari pekerjaan pelumasan mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* di UP3 Klaten sehingga membuat sebuah alat pelumasan otomatis. Selanjutnya, pada bagian teori dasar, penelitian ini berlandaskan pada perancangan, perakitan dan pengujian Alat Monitoring Suhu dan Pelumasan (AMPLAS).

BAB III

METODE PERANCANGAN

3.1 Metodologi

Proses pembuatan inovasi AMPLAS berawal dari identifikasi permasalahan dan kendala yang terjadi di lapangan. Tim melakukan observasi langsung terhadap operasional jaringan distribusi 20 kV, khususnya terkait pemeliharaan kontak *ABSW* (*Air Break Switch*) dan *DS* (*Disconnecting Switch*). Dari hasil pengamatan, diketahui bahwa pelumasan pada peralatan tersebut hanya bisa dilakukan oleh tim PDKB, sehingga pemeliharaan preventif tidak bisa dilaksanakan secara rutin. Kondisi ini sering menimbulkan hambatan pada proses manuver jaringan, meningkatkan durasi pemadaman saat terjadi gangguan, dan berpotensi menurunkan kualitas layanan PLN kepada pelanggan.

Setelah permasalahan ini diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan diskusi internal dan kajian teknis yang tercantum dalam *Change of Procedure (COP)*. Diskusi ini bertujuan untuk merumuskan solusi yang tepat untuk mengatasi kendala pelumasan mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break switch (ABSW)*. Beberapa alternatif pemecahan masalah dievaluasi, termasuk penggunaan alat otomatis, sistem sensor, dan integrasi teknologi *Internet of Things (IoT)*. Dari hasil kajian, diputuskan bahwa pengembangan alat berbasis *IoT* yang dapat dikontrol melalui smartphone menjadi solusi paling efektif dan praktis.

Proses desain dimulai dengan perancangan alat dan pemilihan bahan yang sesuai. Tabung dan mekanisme internal dirancang agar tahan terhadap kondisi lingkungan jaringan listrik, ringan, serta aman bagi operator. Setelah desain selesai, dibuat prototipe yang kemudian diuji coba untuk menilai fungsi dan ketahanan alat. Pengujian meliputi uji pelumasan otomatis, pengukuran suhu kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, serta kestabilan komunikasi dengan aplikasi Android. Hasil pengujian ini digunakan sebagai dasar untuk penyempurnaan desain agar alat dapat bekerja dengan optimal dan aman.

Dalam pelaksanaannya, AMPLAS dipasang pada *thelescopic stick* sehingga operator dapat melakukan pelumasan dari bawah tiang tanpa harus memanjat. Mekanisme pelumasan otomatis memungkinkan pengisian oli pada kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* dilakukan secara tepat sesuai kebutuhan. Alat ini menggunakan sensor

dan mikrokontroler yang terhubung dengan *IoT*, sehingga seluruh proses dapat dikendalikan dan dipantau melalui *smartphone*. Dengan sistem ini, pemeliharaan dapat dilakukan secara *real-time*, terjadwal, dan lebih efisien dibanding metode manual sebelumnya.

Keunggulan utama inovasi ini adalah kemampuan untuk mendukung pemeliharaan berkelanjutan oleh tim YANTEK. Dengan adanya AMPLAS, pekerjaan pelumasan tidak lagi tergantung pada jadwal tim PDKB, sehingga pemeliharaan preventif dapat dilakukan secara rutin. Hal ini berdampak positif terhadap keandalan jaringan 20 KV, menurunkan risiko gangguan, serta meningkatkan keamanan dan produktivitas tim lapangan. Selain itu, penggunaan teknologi *IoT* memungkinkan dokumentasi dan monitoring data pelumasan secara otomatis, yang dapat dijadikan referensi untuk evaluasi dan perencanaan pemeliharaan selanjutnya.

Secara keseluruhan, proses pembuatan AMPLAS mencerminkan integrasi antara inovasi teknologi dan kebutuhan operasional di lapangan. Alat ini tidak hanya menyelesaikan masalah teknis terkait pelumasan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, tetapi juga meningkatkan keselamatan kerja, efisiensi waktu, dan kualitas layanan. Dengan pendekatan ini, AMPLAS menjadi solusi pemeliharaan yang praktis, berkelanjutan, dan dapat diterapkan secara luas di unit-unit PLN lainnya. Inovasi ini menunjukkan bahwa kombinasi desain mekanik, elektronik, dan teknologi digital dapat menghasilkan alat yang mendukung keberlanjutan operasional jaringan listrik dan meningkatkan kinerja tim lapangan secara signifikan.

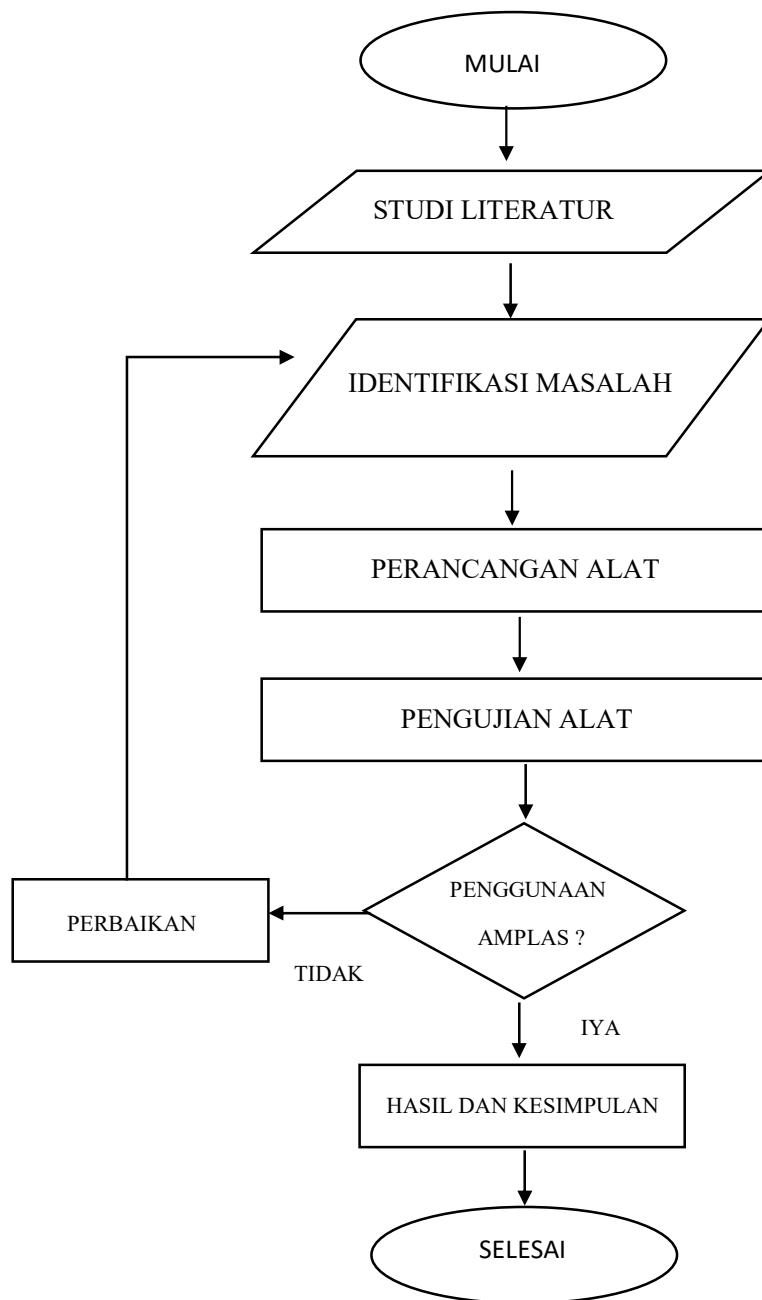
Selain aspek teknis dan efisiensi operasional, pengembangan AMPLAS juga menekankan pada peningkatan kompetensi sumber daya manusia. Tim YANTEK dilibatkan langsung dalam proses uji coba dan pelatihan penggunaan alat, termasuk cara mengoperasikan aplikasi *IoT*, memantau suhu kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, serta melakukan perawatan rutin pada alat. Pendekatan ini memastikan bahwa inovasi tidak hanya berhenti pada perangkat teknologi semata, tetapi juga mendorong peningkatan keterampilan dan pemahaman petugas lapangan terhadap pemeliharaan preventif. Dengan begitu, keberlanjutan operasional jaringan 20 KV dapat dijaga secara optimal, sekaligus meningkatkan kesadaran dan budaya keselamatan kerja di lingkungan PLN.



Gambar 3.1 Pelumasan ABSW PDKB-SL



Gambar 3.2 Pelumasan DS



Gambar 3.3 Flowchart Penelitian

Alur perancangan ini diawali dengan tahap studi literatur, yang bertujuan memperoleh pemahaman mendalam serta referensi mengenai kendala yang sering terjadi dalam manuver jaringan distribusi 20 KV akibat kerusakan pada kontak mekanik *DS* (*Disconnecting Switch*) dan *ABSW* (*Air Break Switch*). Studi literatur dilakukan melalui buku, jurnal ilmiah, artikel, serta sumber-sumber elektronik yang relevan. Dengan memperoleh informasi ini, peneliti dapat memahami kondisi lapangan, faktor penyebab kerusakan, serta metode pemeliharaan yang telah diterapkan sebelumnya, sehingga langkah-langkah penelitian berikutnya dapat lebih terarah dan berbasis data.

Setelah itu, dilakukan identifikasi masalah untuk menentukan fokus penelitian. Fokus utama yang dipilih adalah bagaimana pekerjaan pelumasan pada *DS* dan *ABSW* dapat dilakukan tanpa memerlukan pemadaman jaringan. Tahap ini melibatkan pengamatan kondisi lapangan, wawancara dengan petugas tim YANTEK dan PDKB, serta evaluasi prosedur pemeliharaan yang ada. Identifikasi masalah bertujuan agar penelitian dapat menghasilkan solusi yang efektif dan tepat sasaran, terutama dalam meningkatkan keandalan jaringan serta efisiensi pemeliharaan.

Berdasarkan hasil identifikasi, langkah selanjutnya adalah perancangan dan pembuatan alat pelumasan otomatis yang diberi nama AMPLAS (Alat Monitoring Pelumas dan Pengukur Suhu). Pada tahap ini, dilakukan perancangan mekanik, pemilihan material yang sesuai, integrasi sensor suhu dan sistem kontrol berbasis *IoT*, serta pengembangan aplikasi Android untuk memudahkan pengoperasian alat. Prototipe AMPLAS kemudian diuji untuk memastikan kemampuan pelumasan otomatis berjalan optimal, sensor memberikan data suhu yang akurat, dan seluruh sistem dapat dikendalikan dengan aman oleh operator dari jarak aman menggunakan telescopic stick.

Setelah alat siap, tahap implementasi dilakukan di lapangan. AMPLAS digunakan oleh tim YANTEK dalam pemeliharaan preventif *DS* dan *ABSW* selama satu bulan. Selama periode ini, data mengenai pemakaian energi dicatat, sehingga dapat dihitung *saving KWH* dan *saving rupiah/KWH* sebagai indikator efisiensi penggunaan alat. Analisis data ini membantu menilai seberapa besar kontribusi AMPLAS dalam mengurangi biaya operasional serta meningkatkan keandalan jaringan, dibandingkan dengan metode pelumasan manual sebelumnya yang memerlukan work order ke tim PDKB.

Tahap berikutnya adalah analisis hasil implementasi. Data yang diperoleh selama penggunaan AMPLAS diolah untuk menjawab pertanyaan penelitian, yaitu apakah alat ini dapat digunakan oleh tim YANTEK secara online, tanpa harus memadamkan jaringan. Analisis dilakukan dari berbagai aspek, termasuk efisiensi waktu, tingkat keberhasilan pelumasan, dampak terhadap keandalan jaringan, serta kemudahan pengoperasian oleh tim lapangan. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk mengevaluasi efektivitas AMPLAS serta merumuskan rekomendasi perbaikan apabila diperlukan.

Langkah terakhir dalam alur penelitian adalah penarikan kesimpulan. Kesimpulan diambil berdasarkan seluruh proses mulai dari studi literatur, identifikasi masalah, perancangan dan pembuatan alat, implementasi, hingga analisis hasil. Hasil kesimpulan ini diharapkan tidak hanya menjadi jawaban terhadap pertanyaan penelitian, tetapi juga dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya atau penerapan AMPLAS di unit-unit PLN lain. Dengan demikian, alur penelitian ini menekankan pada pendekatan sistematis yang menggabungkan kajian literatur, pengembangan inovasi teknologi, serta evaluasi lapangan untuk mendukung keberlanjutan dan keandalan operasional jaringan distribusi listrik.

Secara keseluruhan, *flowchart* penelitian ini menggambarkan proses yang runtut dan terstruktur, mulai dari pengumpulan informasi awal hingga implementasi dan evaluasi inovasi. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap langkah didasarkan pada data dan analisis yang valid, sehingga solusi yang dihasilkan, yaitu AMPLAS, dapat diimplementasikan dengan efektif, aman, dan efisien di lapangan. Pendekatan sistematis ini juga memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi potensi kendala atau perbaikan yang mungkin diperlukan, sehingga inovasi dapat terus disempurnakan dan disesuaikan dengan kebutuhan operasional PLN.

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kontak mekanik *DS (Disconnecting Switch)* dan *ABSW (Air Break Switch)* pada PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelanggan (UP3) Klaten yang beralamat di Jalan Perintis Kemerdekaan No. 3A, Kec. Klaten utara, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Namun, karena keterbatasan waktu dan ruang lingkup penelitian, maka tidak semua kontak mekanik *DS (Disconnecting Switch)* dan *ABSW (Air Break Switch)* dianalisis secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan sampel berupa satu kontak mekanik *DS (Disconnecting Switch)* di depan kantor. Pemilihan sampel dilakukan secara purposive, yaitu berdasarkan pertimbangan bahwa kontak mekanik *DS (Disconnecting Switch)* tersebut memiliki data teknis yang lengkap, terpasang di percabangan tiang listrik nomor K1-56A dari jalur penyulang KLN01 Gardu Induk Klaten, serta mewakili kondisi umum kontak mekanik *DS (Disconnecting Switch)* yang digunakan di UP3 Klaten. Dengan pendekatan ini, hasil penelitian diharapkan dapat menggambarkan efektivitas pekerjaan pelumasan otomatis dengan pemeliharaan tanpa padam.



Gambar 3.4 Sampel Pekerjaan AMPLAS

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Alat

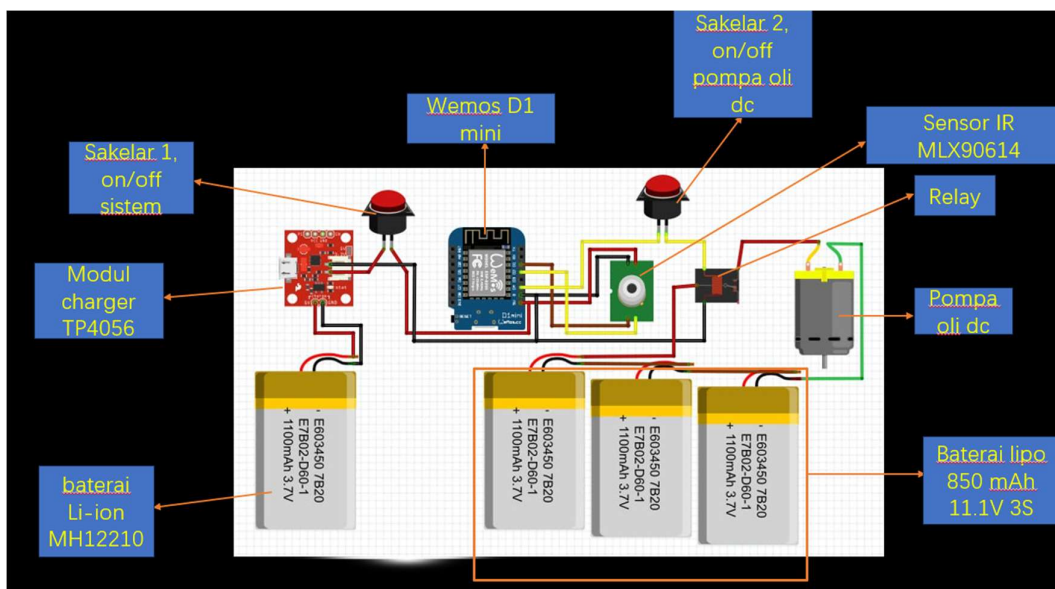
Pembuatan alat AMPLAS (Alat Monitoring Suhu dan Pelumas) dilakukan berdasarkan kebutuhan lapangan terhadap pemeliharaan mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* yang selama ini masih bergantung pada metode manual dan keterlibatan tim PDKB. Proses pembuatan alat dimulai dari tahap perancangan desain, pemilihan komponen, perakitan sistem, hingga pengujian fungsi alat.

Pada tahap perancangan, AMPLAS dirancang sebagai alat yang ringan, mudah dioperasikan, serta aman digunakan pada jaringan tegangan menengah 20 KV. Desain alat menyesuaikan kondisi lapangan dengan penggunaan telescopic stick sehingga petugas tidak perlu memanjat tiang. Selanjutnya dilakukan pemilihan komponen utama yang terdiri dari mikrokontroler Wemos D1 Mini sebagai pengendali sistem, sensor suhu infrared MLX90614 untuk membaca suhu kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, relay sebagai saklar elektronik, serta pompa oli DC sebagai aktuator pelumasan.

Tahap perakitan dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen ke dalam *reveal/casing* yang telah disiapkan. Sistem kelistrikan disusun agar antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya pompa terpisah, sehingga meningkatkan keamanan alat. Setelah perakitan selesai, dilakukan pemrograman mikrokontroler agar alat dapat dikendalikan melalui aplikasi *Blynk* berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Pengujian alat dilakukan untuk memastikan fungsi pelumasan dan monitoring suhu berjalan dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa AMPLAS mampu menyemprotkan pelumas secara stabil dan menampilkan data suhu kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* secara *real-time* melalui aplikasi *smartphone*. Dengan demikian, proses pembuatan alat AMPLAS telah memenuhi tujuan perancangan dan siap diimplementasikan di lapangan.

4.1.1 Desain Rangkaian IoT



Gambar 4.1 Wiring Rangkaian IoT

Dalam merancang AMPLAS, pemilihan komponen utama dilakukan dengan mempertimbangkan fungsi, dimensi, serta efisiensi agar desain alat menjadi ringkas, aman, dan mudah dioperasikan. Setiap komponen dipilih berdasarkan kemampuan teknis dan kesesuaian dengan sistem otomatisasi berbasis IoT yang dirancang.

Wemos D1 Mini dipilih sebagai pusat kendali atau “otak” dari AMPLAS. Perangkat ini berperan untuk mengatur dan mengendalikan seluruh fungsi alat, mulai dari pengoperasian pompa oli hingga pembacaan sensor suhu. Wemos D1 Mini dipilih karena ukurannya yang kompak, ringan, dan memiliki kemampuan sebagai platform IoT, sehingga memungkinkan integrasi dengan aplikasi Android untuk pengendalian jarak jauh. Dengan adanya Wemos D1 Mini, seluruh sistem dapat dijalankan secara otomatis dengan akurasi tinggi, sekaligus memudahkan pemantauan kondisi peralatan secara real-time.

Sebagai sensor suhu, digunakan MLX90614 yang bekerja dengan prinsip *infrared* (IR). Sensor ini mampu mendeteksi suhu objek maupun lingkungan sekitar dengan tingkat akurasi yang tinggi. Keunggulan sensor IR MLX90614 membuatnya sangat ideal untuk memantau kondisi suhu kontak *ABSW* dan *DS*, sehingga pemeliharaan dapat dilakukan berdasarkan data yang akurat. Informasi suhu yang diperoleh kemudian diteruskan ke Wemos D1 Mini untuk analisis dan pengambilan keputusan secara otomatis.

Untuk pengisian ulang baterai, digunakan Modul TP4056. Modul ini berfungsi memastikan baterai lithium ion 18650 dapat diisi ulang secara aman dan efisien. Pemilihan modul TP4056 bertujuan agar sistem daya dapat dioperasikan berulang kali tanpa menimbulkan risiko kerusakan pada baterai, sehingga alat dapat digunakan dalam jangka waktu lama dengan pemeliharaan minimal.

Pada sistem pelumasan, pompa oli DC dipakai untuk menyemprotkan pelumas pada kontak *ABSW* secara otomatis. Pemilihan pompa ini didasarkan pada daya yang dibutuhkan, ukuran, serta kemampuan pompa untuk bekerja secara efisien dalam jangka panjang. Relay DC 5V digunakan sebagai saklar yang mengendalikan pompa oli, sehingga pengoperasian pompa menjadi lebih presisi dan aman. Dengan adanya relay, pompa hanya akan menyala sesuai perintah dari mikrokontroler, mengurangi risiko kesalahan manual atau kebocoran oli.

Sumber daya untuk pompa oli DC disuplai oleh baterai Li-ion 850 mAh 3S 11.1V, yang dipilih karena memberikan daya cukup untuk menggerakkan pompa dengan stabil serta memiliki durasi pemakaian yang memadai. Sedangkan sistem mikrokontroler Wemos D1 Mini diberi daya menggunakan baterai lithium ion 18650, karena ukurannya kecil namun memiliki kapasitas daya yang cukup untuk menjalankan seluruh sistem elektronik secara kontinu. Untuk melindungi baterai dan menjamin keamanan operasional, digunakan casing baterai Li-ion MH12210, yang berfungsi menahan benturan, mencegah hubungan pendek, dan memudahkan pemasangan pada tabung alat.

Selain itu, sistem AMPLAS dilengkapi dengan saklar *On/Off* yang memungkinkan kontrol manual untuk menyalakan atau mematikan seluruh sistem atau pompa oli DC. Saklar ini memberikan fleksibilitas bagi operator untuk menghentikan sistem secara cepat apabila terjadi gangguan atau kondisi darurat, sehingga keselamatan kerja tetap terjaga.

Dengan pemilihan komponen-komponen tersebut, AMPLAS berhasil dirancang menjadi alat yang ringkas, efisien, dan aman digunakan. Integrasi antara mikrokontroler, sensor, pompa, modul pengisian, baterai, dan saklar manual memastikan alat dapat beroperasi secara otomatis, namun tetap dapat dikendalikan secara manual bila diperlukan. Pendekatan ini menjadikan AMPLAS sebagai solusi pemeliharaan *ABSW* dan *DS* yang modern, praktis, serta dapat diterapkan oleh tim YANTEK di lapangan secara aman dan berkelanjutan. Untuk menyusun AMPLAS membutuhkan beberapa komponen yaitu:

a. Pemakaian Relay untuk IoT



Gambar 4.2 Relay

Relay merupakan salah satu komponen penting dalam sistem AMPLAS yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik. Fungsi utama *relay* adalah menggerakkan kontaktor untuk memindahkan posisi saklar dari kondisi ON ke OFF, atau sebaliknya, dengan memanfaatkan aliran listrik. Pada alat ini, digunakan relay elektromagnet 5V dengan arus 50 mA, yang memiliki kemampuan untuk menggerakkan armature *relay*. Armature ini bertindak sebagai saklar yang dapat menghantarkan listrik hingga 220V dengan arus maksimal 2A, sehingga mampu mengendalikan beban listrik secara aman.

Dalam konteks AMPLAS, *relay* berperan sebagai pengontrol motor pompa oli DC. Motor pompa ini digunakan untuk menyemprotkan pelumas secara presisi pada kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*. Dengan adanya *relay*, pompa oli DC dapat dihidupkan atau dimatikan sesuai kebutuhan, sehingga proses pelumasan menjadi lebih terkendali dan aman. Penting untuk dicatat bahwa pada sistem AMPLAS, kontrol pompa oli dilakukan secara manual melalui aplikasi *Blynk*, sehingga operator memiliki kendali langsung terhadap pompa dan dapat menyesuaikan pengoperasian dengan kondisi lapangan. Sistem ini tidak diatur secara otomatis, karena pengontrolan manual memberikan fleksibilitas lebih tinggi bagi petugas lapangan dalam melakukan pemeliharaan sesuai situasi nyata di lapangan.

Penggunaan *relay* juga meningkatkan keamanan dan efisiensi operasional. Dengan *relay*, arus listrik yang relatif besar untuk motor pompa tidak langsung melewati mikrokontroler, sehingga risiko kerusakan pada sistem elektronik utama dapat diminimalkan. Selain itu, relay memungkinkan pemisahan antara sistem kontrol dengan sistem daya tinggi, sehingga keselamatan operator lebih terjaga. Integrasi *relay* dalam AMPLAS menunjukkan bagaimana prinsip elektromagnetik sederhana dapat diterapkan untuk mendukung otomasi alat sambil tetap menjaga fleksibilitas pengoperasian dan keselamatan kerja.

b. Pemakaian Wemos D1 Mini untuk IoT



Gambar 4.3 Wemos D1 Mini

Dalam dunia teknologi informasi (IT), khususnya pada bidang *Internet of Things (IoT)*, perkembangan embedded system mengalami kemajuan pesat. Teknologi embedded system merupakan hasil kolaborasi antara perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang untuk menunjang pekerjaan manusia dengan lebih efisien, terutama di era digital saat ini. Salah satu contoh implementasi IoT yang populer adalah penggunaan Wemos D1 Mini, sebuah modul *WiFi* mini berbasis ESP8266 yang dikenal ekonomis dan handal.

ESP8266 memungkinkan modul Wemos D1 Mini menghubungkan perangkat mikrokontroler, seperti Arduino, ke jaringan Internet melalui koneksi *WiFi*. Modul ini dapat beroperasi secara mandiri (standalone) untuk memproses program atau coding yang diterimanya, sehingga memungkinkan pengembangan proyek mini tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Kemampuan ini menjadikan Wemos D1 Mini sangat fleksibel dan efisien, karena satu modul dapat menangani kontrol, pemantauan, serta komunikasi data secara bersamaan.

Pengembangan Wemos D1 Mini muncul sebagai solusi untuk mengatasi tingginya biaya modul wireless berbasis mikrokontroler konvensional. Dengan ukuran yang kecil, konsumsi daya rendah, dan harga relatif terjangkau, Wemos D1 Mini memungkinkan perancang alat IoT membuat prototipe dengan cepat dan ekonomis. Dalam konteks AMPLAS, Wemos D1 Mini berperan sebagai otak sistem, mengontrol pompa oli DC, membaca data sensor suhu, serta mengirim informasi ke aplikasi Android secara real-time. Hal ini menjadikan alat lebih modern, otomatis, dan mudah dioperasikan oleh tim lapangan tanpa perlu pemadaman jaringan.

Selain itu, fleksibilitas Wemos D1 Mini mempermudah integrasi dengan sensor dan aktuator lain, sehingga sistem dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai kebutuhan lapangan. Kemampuan untuk mengelola data secara langsung dan berkomunikasi melalui jaringan *WiFi* menjadikan modul ini ideal untuk proyek *IoT* yang memerlukan monitoring jarak jauh, kontrol otomatis, serta dokumentasi data secara kontinu. Dengan demikian, pemilihan Wemos D1 Mini pada AMPLAS bukan hanya berdasarkan ekonomis, tetapi juga karena kemampuannya yang andal, ringkas, dan kompatibel dengan prinsip *embedded system modern*.

c. Pemakaian Sensor IR MLX90614 untuk IoT



Gambar 4.4 Sensor IR MLX90614

Sensor IR MLX90614 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur suhu suatu objek tanpa memerlukan kontak fisik langsung. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi energi inframerah yang dipancarkan oleh objek setiap benda yang berada di atas *nol absolut* dan kemudian mengubah energi tersebut menjadi sinyal listrik. Dengan cara ini, suhu objek dapat diketahui secara akurat. Sensor ini memanfaatkan rentang panjang gelombang inframerah antara 0,78 hingga 14 μm . Apabila objek memiliki panjang gelombang di luar rentang tersebut, tingkat energinya sangat rendah, sehingga detektor sensor tidak cukup sensitif untuk mendeteksi keberadaan objek tersebut.

Salah satu keunggulan utama sensor IR MLX90614 adalah kemampuannya untuk mengukur suhu tanpa kontak fisik secara langsung, sehingga hasil pengukuran relatif tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar. Sensor ini termasuk sensor *non-contact* yang bekerja berdasarkan prinsip radiasi panas. Energi inframerah yang dipancarkan objek dikumpulkan secara melingkar, difokuskan pada detektor, dan kemudian diterjemahkan menjadi informasi suhu. Laser yang terdapat pada sensor hanya berfungsi untuk membidik target, sehingga tidak memengaruhi hasil pengukuran.

Selain kelebihan tersebut, pemilihan sensor IR MLX90614 untuk alat AMPLAS didasarkan pada spesifikasinya yang sesuai dengan kebutuhan operasional. Sensor ini memiliki rentang suhu operasi -40°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ untuk suhu sensor itu sendiri, dan mampu mengukur objek dengan rentang suhu -70°C hingga $+380^{\circ}\text{C}$. Spesifikasi ini memungkinkan sensor bekerja optimal dalam berbagai kondisi lingkungan di lapangan, sehingga pemantauan suhu kontak *ABSW* dan *DS* dapat dilakukan secara akurat, aman, dan andal.

d. Pemakaian Modul charger TP4056 untuk IoT



Gambar 4.5 Modul charger TP4056

Modul charger TP4056 merupakan rangkaian pengisi daya baterai yang dilengkapi dengan dua buah *LED* (*Light Emitting Diode*) sebagai indikator status pengisian. *LED* berwarna merah berfungsi untuk menunjukkan bahwa baterai sedang berada dalam proses pengisian daya (*charging*), sedangkan *LED* berwarna hijau digunakan sebagai penanda bahwa baterai telah mencapai kapasitas penuh (*full charge*). Dengan adanya indikator visual ini, pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi pengisian baterai tanpa memerlukan alat ukur tambahan, sehingga meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam pengoperasian sistem.

Selain berfungsi sebagai pengisi daya, modul charger TP4056 juga dilengkapi dengan sistem proteksi yang dirancang untuk menjaga keamanan baterai dan rangkaian secara keseluruhan. Sistem proteksi ini bekerja dengan cara menghentikan proses pengisian ketika baterai telah terisi penuh, sehingga dapat mencegah terjadinya *overcharging* yang berpotensi merusak baterai. Pada kondisi tersebut, suplai daya untuk rangkaian secara otomatis dialihkan dan disediakan langsung dari sumber tegangan 5 V yang berasal dari modul charger. Modul TP4056 digunakan untuk mengisi baterai Li-ion tipe MH12210 yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai sumber tegangan input bagi mikrokontroler Wemos D1 mini, sehingga sistem tetap dapat beroperasi secara stabil baik saat proses pengisian maupun setelah baterai terisi penuh.

e. Pemakaian Pompa oli DC untuk AMPLAS



Gambar 4.6 Pompa oli DC

Pompa oli DC merupakan salah satu perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengalirkan atau memompa fluida berupa oli dengan menggunakan sumber tegangan arus searah (DC). Perangkat ini dirancang khusus untuk menangani fluida dengan viskositas tinggi, sehingga cocok digunakan pada sistem yang membutuhkan sirkulasi oli secara stabil dan berkelanjutan. Pompa oli DC bekerja dengan memanfaatkan motor DC sebagai penggerak utama yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk mendorong cairan melalui saluran pompa.

Pompa oli DC memiliki spesifikasi teknis berupa kecepatan putar motor maksimum hingga 8.500 rpm serta kemampuan memompa *fluida* dengan *debit* mencapai 12 liter per menit, yang bergantung pada jenis dan viskositas cairan yang dipompa. Pompa ini beroperasi pada tegangan kerja sebesar 12 V DC dengan arus nominal sekitar 1,5 A. Spesifikasi tersebut menunjukkan bahwa pompa oli DC memiliki performa yang cukup tinggi untuk mendukung kebutuhan pemompaan *fluida* berat seperti oli, dibandingkan dengan pompa DC konvensional.

Pemilihan pompa oli DC sebagai komponen utama dalam sistem ini didasarkan pada karakteristik oli yang memiliki massa jenis dan tingkat kekentalan lebih tinggi dibandingkan air. Apabila menggunakan pompa DC biasa, kinerja motor cenderung tidak optimal karena torsi yang dihasilkan tidak mencukupi untuk mengalirkan oli secara maksimal. Akibatnya, proses pemompaan menjadi tidak stabil dan aliran oli tidak berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, pompa oli DC dipilih karena memiliki daya dorong dan torsi yang lebih besar sehingga mampu menangani beban kerja yang lebih berat.

Dalam implementasinya, sistem ini menggunakan dua sumber daya baterai yang terpisah untuk menjaga kinerja dan kestabilan alat. Baterai pertama memiliki rentang tegangan antara 3,7 V hingga 4,2 V yang digunakan khusus untuk mendukung operasi sistem kontrol dan rangkaian elektronika. Sementara itu, baterai kedua dengan tegangan 12 V

digunakan secara khusus sebagai sumber daya untuk pompa oli DC. Pemisahan sumber daya ini bertujuan untuk menghindari gangguan tegangan serta memastikan pompa oli dapat bekerja secara optimal tanpa mempengaruhi kinerja sistem kontrol secara keseluruhan.

f. Pemakaian Baterai Lipo 850mAh 3S 11.1V Untuk AMPLAS



Gambar 4.7 Baterai Lipo 850mAh 3S 11.1V

Baterai merupakan perangkat penyimpan energi yang bekerja dengan mengonversi energi kimia menjadi energi listrik. Proses konversi tersebut terjadi melalui mekanisme perpindahan elektron dari satu material ke material lainnya yang berlangsung di dalam rangkaian listrik tertutup. Prinsip kerja ini memungkinkan baterai digunakan sebagai sumber daya listrik yang efisien untuk berbagai aplikasi elektronik, khususnya pada perangkat yang membutuhkan suplai daya mandiri.

Saat ini, baterai yang umum digunakan pada perangkat bergerak (*portable*) terdiri atas empat jenis baterai isi ulang (*rechargeable*), yaitu Nikel Cadmium (NiCd), Nikel Metal Hybrid (NiMH), Lithium Ion (Li-Ion), dan Lithium Polymer (Li-Po). Keempat jenis baterai tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi kapasitas, massa, maupun tegangan kerja, sehingga pemilihannya disesuaikan dengan kebutuhan sistem dan karakteristik beban yang digunakan.

Baterai Lithium Polymer (Li-Po) memiliki keunggulan dibandingkan jenis baterai lainnya karena tidak menggunakan elektrolit cair, melainkan memanfaatkan elektrolit polimer kering yang berbentuk lapisan tipis menyerupai film plastik. Struktur ini membuat baterai Li-Po lebih fleksibel dalam desain dan memiliki risiko kebocoran yang lebih rendah. Oleh karena itu, baterai jenis ini banyak digunakan pada perangkat elektronik modern yang menuntut efisiensi ruang dan bobot.

Pada kemasan atau label baterai lithium polymer sering dijumpai simbol huruf "S" yang menunjukkan jumlah sel (cell) dalam satu paket baterai (battery pack). Angka yang terletak di depan huruf tersebut menandakan jumlah sel yang disusun secara seri, yang umumnya berkisar antara 2S hingga 6S. Pemilihan baterai Li-Po dalam sistem ini didasarkan

pada kemampuannya untuk dapat diisi ulang, memiliki dimensi yang relatif ringkas, serta mampu menghasilkan total tegangan hingga mencapai 11,1 V, sehingga sesuai untuk mendukung kebutuhan daya rangkaian secara optimal.

g. Pemakaian Casing baterai Litium Ion 18650 Untuk Tempat Baterai AAA



Gambar 4.8 Casing baterai Litium Ion 18650

Batu baterai merupakan salah satu komponen yang memiliki tingkat kerentanan cukup tinggi terhadap kerusakan, terutama akibat benturan atau terjatuh. Untuk mengurangi risiko tersebut, pada perancangan alat ini digunakan casing atau kotak baterai khusus yang berfungsi sebagai pelindung fisik. Penggunaan casing ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan keamanan baterai, tetapi juga membantu menjaga kondisi baterai agar tetap dalam keadaan baik serta mempermudah proses penempatan dan pengambilan baterai ketika alat akan dioperasikan.

Secara umum, wadah baterai banyak dibuat dari material plastik karena memiliki bobot yang ringan dan sifatnya tidak reaktif terhadap baterai. Material plastik juga dinilai aman karena tidak menimbulkan pengaruh negatif terhadap kondisi baterai selama proses penyimpanan. Seiring dengan perkembangan teknologi material, desain battery case terus mengalami inovasi dengan penggunaan bahan alternatif selain plastik, salah satunya adalah silikon. Silicone case baterai mampu memberikan perlindungan yang setara dengan casing plastik, khususnya dalam meredam benturan dan guncangan yang dapat merusak baterai.

Pemilihan casing baterai pada alat ini didasarkan pada pertimbangan faktor keselamatan dan keandalan sistem secara keseluruhan. Alat yang dikembangkan digunakan untuk mengoperasikan fluida cair berupa oli, sehingga diperlukan perlindungan tambahan guna mengantisipasi kemungkinan terjadinya kebocoran pada wadah penampung oli. Dengan adanya casing baterai, baterai dapat terlindungi dari paparan cairan serta pengaruh lingkungan lainnya, sehingga keamanan penggunaan dan kinerja alat dapat terjaga secara optimal.

h. Bahan Polyethylene (PE) Untuk Membuat AMPLAS



Gambar 4.9 Polyethylene (PE)

Polietilena (PE) adalah salah satu jenis polimer sintetis yang tersusun dari unit-unit monomer etilena dengan rumus kimia umum $(C_2H_4)_n$. Struktur molekul polietilena terbentuk melalui proses polimerisasi, di mana molekul etilena berulang dan saling berikatan membentuk rantai panjang. Sebagai material polimer, polietilena memiliki karakteristik yang dapat berubah apabila dikenai perlakuan tertentu, salah satunya adalah paparan radiasi, yang dapat memengaruhi susunan molekul serta sifat fisiknya.

Paparan radiasi pada polietilena dapat menyebabkan terjadinya perubahan struktur internal berupa pembentukan ikatan silang (*cross-linking*) antar rantai polimer. Proses pembentukan ikatan silang ini merupakan perubahan sifat fisis yang cukup signifikan karena berdampak langsung pada peningkatan kekuatan mekanik, kestabilan termal, serta ketahanan material terhadap deformasi akibat panas. Meskipun mengalami perubahan struktur akibat perlakuan tersebut, secara umum polietilena tetap dikenal sebagai material dengan kestabilan kimia yang baik.

Dari aspek ketahanan kimia, polietilena memiliki kemampuan untuk menahan pengaruh berbagai jenis bahan kimia, kecuali terhadap senyawa halida dan oksida kuat yang dapat merusak struktur polimernya. Dalam hal kelarutan, polietilena hanya dapat larut dalam pelarut tertentu seperti hidrokarbon aromatik dan hidrokarbon terklorinasi pada suhu tinggi, yaitu di atas $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Namun demikian, hingga saat ini belum terdapat pelarut yang mampu melarutkan polietilena secara sempurna pada suhu ruang. Kombinasi sifat stabilitas kimia, ketahanan terhadap lingkungan, serta karakteristik fisik yang baik menjadikan polietilena banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang aplikasi industri. Sumber : Purba, 2011. <https://laminatedplastics.com/polyethylene.pdf> sebagai rujukan tipikal bahan polyethylene.

Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHMW PE)

UHMWPE is light weight (1/8 the weight of steel), high tensile strength, and is easily machined. It is the ideal material for many wear parts in machinery and equipment as well as a superb lining in material handling systems and storage containers. UHMW PE is self-lubricating, shatter resistant, long-wearing, abrasion and corrosion resistant. It meets FDA and USDA acceptance for food and pharmaceutical equipment and is a good performer in applications up to 180 °F (82 °C) or when periodically cleaned with live steam or boiling water to sterilize.

TYPICAL PROPERTIES of POLYETHYLENE				
ASTM or UL test	Property	LDPE	HDPE	UHMW
PHYSICAL				
D792	Density (lb/in ³) (g/cm ³)	0.033 0.92	0.035 0.96	0.034 0.93
D570	Water Absorption, 24 hrs (%)	<0.01	<0.01	<0.01
MECHANICAL				
D638	Tensile Strength (psi) at 72°F	1,400	4,600	5,800
D638	Tensile Strength (psi) at 150°F	400	400	400
D638	Tensile Modulus (psi)	57,000	200,000	80,000
D638	Tensile Elongation at Break (%)	100	400	300
D790	Flexural Strength at Yield (psi)	1,500	4,600	3,500
D790	Flexural Modulus (psi)	29,000	174,000	88,000
D695	Compressive Strength (psi)	1,400	4,600	3,000
D695	Compressive Modulus (psi)	54,000	100,000	80,000
D732	Shear Strength (psi)	-	-	3,000
D785	Hardness, Shore D	D45	D69	D62-D66
D256	IZOD Notched Impact (ft-lb/in)	No Break	1.3	No Break
THERMAL				
D696	Coefficient of Linear Thermal Expansion (x 10 ⁻⁵ in./in./°F)	-	6	11
D648	Heat Deflection Temp (°F / °C) at 66 psi at 264 psi	120 / 48 116 / 46	170 / 76 176 / 80	203 / 95 180 / 82
D3418	Approx. Melting Temperature (°F / °C)	244 / 118	260 / 125	275 / 136
-	Max Operating Temp (°F / °C)	160 / 71	180 / 82	180 / 82
C177	Thermal Conductivity (BTU-in/ft ² -hr-°F) (x 10 ⁻⁴ cal/cm-sec-°C)	-	-	2.84 10.0
UL94	Flammability Rating	HB	HB<	HB
ELECTRICAL				
D149	Dielectric Strength (V/mil) short time, 1/8" thick	460-700	450-500	2300
D150	Dielectric Constant at 1 MHz	2.25- 2.30	2.30- 2.35	2.30- 2.35
D150	Dissipation Factor at 1 kHz	0.0002	0.0002	0.0005
D257	Surface Resistivity (ohm/square) at 50% RH	> 10 ¹⁵	> 10 ¹⁵	> 10 ¹⁵
D495	Arc Resistance (sec)	135-160	200-250	250-350

Benefits

Durability
Easily fabricated
Chemical resistance
Abrasion resistance
Electrical properties
Impact resistance
Low coefficient of friction
Moisture resistance

Applications

Tanks and containers
Food storage containers
Laboratory equipment
Disposable formed products
Surface structures
Vacuum formed end caps and tops
Moisture barrier

NOTE: The information contained herein are typical values intended for reference and comparison purposes only. They should NOT be used as a basis for design specifications or quality control. Contact us for manufacturers' complete material property datasheets.
All values at 73°F (23°C) unless otherwise noted.

Gambar 4.10 Spesifikasi Polyethylene (PE) [16]

AMPLAS merupakan alat yang dibuat menggunakan bahan Nilon Polyethylene (PE) yang dibentuk menjadi sebuah tabung mekanik. Struktur tabung ini dirancang dengan ketebalan sebesar 0,8 mm dan panjang mencapai 31 cm, menyesuaikan dengan kebutuhan desain serta spesifikasi ukuran yang telah ditetapkan sejak tahap perencanaan. Pemilihan dimensi tersebut bertujuan untuk menghasilkan bentuk alat yang proporsional dan mendukung kinerja sistem secara optimal.

Pemilihan material Polyethylene (PE) didasarkan pada karakteristiknya yang ringan, kuat, dan memiliki daya tahan yang baik terhadap pengaruh lingkungan, khususnya pada area jaringan listrik. Selain itu, bahan PE juga memiliki sifat isolasi listrik yang baik, sehingga mampu meningkatkan tingkat keselamatan kerja dan meminimalkan risiko bahaya listrik bagi operator saat alat digunakan di lapangan.

AMPLAS dilengkapi dengan beberapa komponen elektronik pendukung yang terdiri dari rangkaian kontrol, motor pompa oli, serta tabung penyimpanan oli atau minyak pelumas. Seluruh komponen tersebut dirancang agar dapat bekerja secara terintegrasi untuk mendukung proses pelumasan secara otomatis dan efisien. Keberadaan sistem elektronik ini memungkinkan pengoperasian alat menjadi lebih praktis dibandingkan metode pelumasan konvensional.

Proses pembuatan AMPLAS dilakukan melalui beberapa tahapan yang dikerjakan secara teliti dan sistematis, mulai dari pemilihan bahan baku, pengukuran dengan tingkat presisi tinggi, hingga tahap perakitan komponen sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Ketelitian pada setiap tahap produksi bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik, aman digunakan, serta mampu bekerja secara optimal dalam kondisi lapangan.

Berdasarkan hasil pengukuran, berat AMPLAS dalam kondisi tanpa minyak pelumas adalah sebesar 0,851 kg. Tabung oli yang digunakan memiliki kapasitas maksimum 0,268 liter, sehingga ketika terisi penuh berat total alat menjadi sekitar 1,1 kg. Dengan bobot yang relatif ringan tersebut, AMPLAS dapat dioperasikan dengan mudah oleh petugas lapangan menggunakan telescopic stick, sekaligus tetap menjaga kestabilan alat saat digunakan untuk pelumasan ABSW atau DS. Kombinasi pemilihan material, ukuran, dan desain yang tepat menjadikan AMPLAS mampu meningkatkan efisiensi operasional serta keselamatan kerja dibandingkan dengan metode pemeliharaan manual.

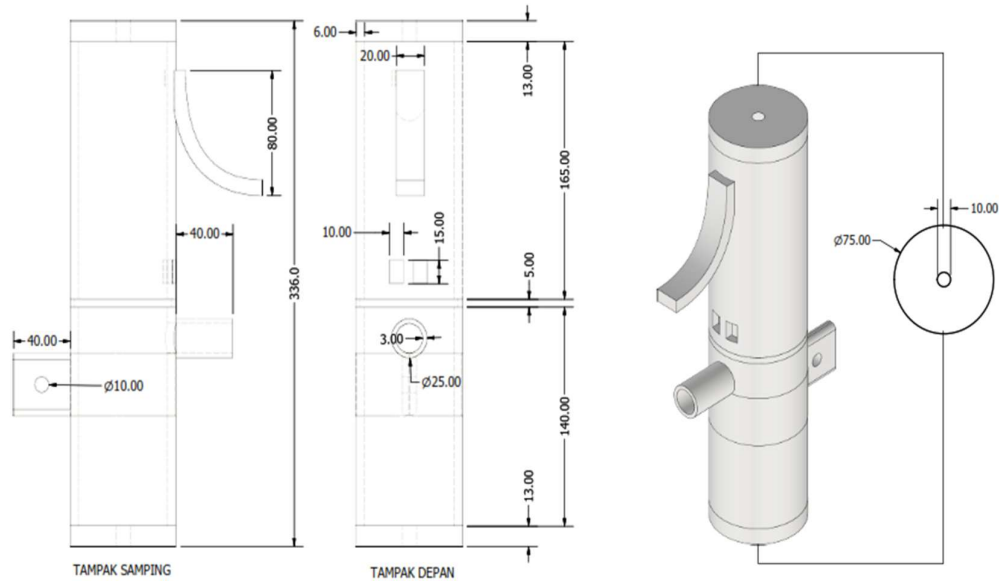


Gambar 4.11 Pemilihan bahan dan Pembuatan alat

4.2 Desain Inovasi

Desain inovasi AMPLAS (Alat Monitoring Pelumas dan Pengukur Suhu) dibuat untuk mengatasi kendala yang muncul pada metode pemeliharaan pelumasan peralatan switching tegangan menengah, seperti ABSW (*Air Break Switch*) dan DS (*Disconnecting Switch*). Sebelumnya, pemeliharaan pelumas sangat bergantung pada pekerjaan manual yang dilakukan tim PDKB, sehingga kegiatan preventive maintenance sulit dijalankan secara rutin dan konsisten. Dengan adanya AMPLAS, proses pemeliharaan dapat dilakukan secara otomatis dan lebih terkontrol.

Secara fisik, AMPLAS memiliki bentuk tabung silindris yang dibuat dari bahan polyethylene (PE). Pemilihan bahan ini didasarkan pada sifat isolasi listrik yang dimiliki, ringan, serta tahan terhadap kondisi lingkungan di jaringan listrik. Desain ini juga memperhatikan keselamatan operator dan memastikan alat tetap andal saat digunakan dalam kondisi tegangan tinggi. Bagian atas tabung dapat dibuka untuk pengisian ulang pelumas, sementara bagian bawah menyediakan akses untuk pengisian daya baterai dan perawatan sistem elektronik berbasis IoT, sehingga pemeliharaan alat lebih praktis.



Gambar 4.12 Gambar Desain AMPLAS

Dari sisi sistem, AMPLAS menggabungkan komponen mekanik dan elektronik menjadi satu kesatuan yang terpadu. Sistem elektronik terdiri dari mikrokontroler yang terhubung dengan *IoT*, sensor suhu inframerah untuk mendeteksi panas pada kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, motor pompa pelumas DC, *relay*, serta sumber daya baterai. Seluruh sistem dapat dikendalikan melalui aplikasi berbasis Android, memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan proses pelumasan dan memantau suhu peralatan secara real time. Dengan integrasi ini, AMPLAS tidak hanya berperan sebagai alat pelumasan otomatis, tetapi juga berfungsi sebagai perangkat monitoring kondisi peralatan.

Selain itu, desain AMPLAS mempertimbangkan kemudahan penggunaan dan efisiensi operasional. Alat dapat dipasang pada telescopic stick, sehingga operator dapat mengoperasikannya dari bawah tiang tanpa harus memanjat. Hal ini secara langsung mengurangi risiko kecelakaan kerja dan tindakan tidak aman di lapangan. Dengan konsep desain ini, AMPLAS menghadirkan solusi pemeliharaan yang aman, efisien, dan modern, serta mendukung pelaksanaan preventive maintenance secara lebih efektif.

4.3 Proses Pembuatan AMPLAS



Gambar 4.13 Pembuatan Tabung AMPLAS

Proses dari perancangan sesuai dengan gambar desain, AMPLAS ini terbuat dari bahan Nilon Polyethylene (PE) dibuat tabung sebagai alat mekanik dengan ketebalan 0,8 mm panjang tabung 31 cm sesuai dengan gambar ukuran di bawah ini. AMPLAS dilengkapi dengan perangkat lunak rangkaian elektronik, motor pompa oli dan tabung tempat oli/minyak pelumas. Dalam proses pembuatannya dengan pemilihan bahan dan dengan cermat mengukur dan dalam proses pembuatannya sesuai dengan ukuran dan desain yang sudah ditentukan. Berat AMPLAS tanpa minyak pelumas adalah 0,851 Kg sedangkan volume tabung minyak max 0,268 L jadi berat total saat siap digunakan adalah 1,1 Kg.

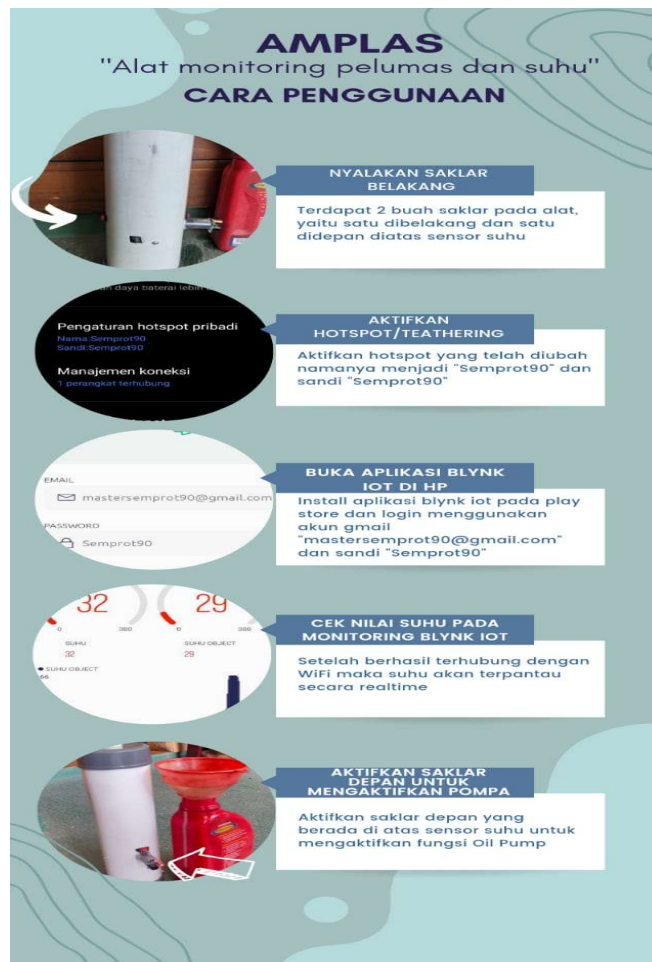
Tabel 4.1 Biaya Material Pembuatan AMPLAS

NO	NAMA BARANG	JUMLAH	SATUAN	HARGA @BARANG	TOTAL HARGA
A	KOMPONEN ELEKTRONIK				
1	Wemos d1 mini	1	Buah	Rp 30.000	Rp 30.000
2	Relay	2	Buah	Rp 10.000	Rp 20.000
3	Laser	1	Buah	Rp 3.000	Rp 3.000
4	Sensor MLX90614	1	Buah	Rp 150.000	Rp 150.000
5	Saklar	2	Buah	Rp 1.000	Rp 2.000
6	Lipo Battery 3s 11.1v	1	Buah	Rp 130.000	Rp 130.000
7	Jack DC male female	1	Buah	Rp 1.000	Rp 1.000
8	Batery 3.7v NRC	1	Buah	Rp 50.000	Rp 50.000
9	Case Baterai	1	Buah	Rp 9.000	Rp 9.000
10	Kabel Jumper	4	meter	Rp 1.000	Rp 4.000
11	Modul Charger	1	Buah	Rp 10.000	Rp 10.000
12	Pompa Air Celup Mini Serbaguna DC12V	1	Buah	Rp 60.000	Rp 60.000
13	Pcb polos	2	Buah	Rp 5.000	Rp 10.000
14	ferrit chloride	2	Buah	Rp 7.000	Rp 14.000
15	Kertas cetak pcb	2	Buah	Rp 20.000	Rp 40.000
16	transistor	2	Buah	Rp 3.000	Rp 6.000
17	kabel port	5	Buah	Rp 6.000	Rp 30.000
18	pin head	2	Buah	Rp 3.000	Rp 6.000
B	MEKANIK				
1	Nilon PE	1	Buah	Rp 170.000	Rp 170.000
2	PVC	1	Set	Rp 5.000	Rp 5.000
C	JASA PEMBUATAN				
	Jasa pembuatan dan perakitan	1	Set	Rp 1.650.000	Rp 1.650.000
TOTAL 1 SET AMPLAS					Rp 2.400.000

4.4 Hasil Perancangan AMPLAS

Dalam perancangan pembuatan amplas ini, kita memilih bahan dari polyethylene untuk kita bubut sesuai dengan desain yang sudah kita buat bebrbentuk tabung yang akan di isi kedua sisinya atas bawah di bengkel bubut besi. Setelah di bubut sesuai dengan desain, kita pasang rangkaian *IoT* yang sudah kita buat pada rangkaian elektronik. dengan memasukkan pompa oli dan baterai di bagian bawah, terdapat juga *port charger* baterai yang kita siapkan untuk kondisi baterai saat habis.

Setelah pemasangan ke tabung AMPLAS sudah selesai, maka di uji coba dengan menyalakan aplikasi Android Blynk Iot dengan kode “Semprot Master”. Setelah tersambung dengan device maka dapat di coba untuk implementasinya, yaitu cek sensor suhu dan tekan tombol “ON”, maka oli akan keluar dari ujung selang pada AMPLAS.



Gambar 4.14 Cara Penggunaan AMPLAS

4.5 Pengaruh Penggunaan AMPLAS terhadap Pemeliharaan

Penggunaan alat AMPLAS memberikan pengaruh signifikan terhadap proses pemeliharaan *ABSW* dan *DS*, khususnya dalam mengurangi ketergantungan terhadap pemadaman jaringan dan tim PDKB. Sebelum penggunaan AMPLAS, pelumasan kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* umumnya dilakukan dengan metode pemadaman atau menggunakan tim PDKB yang membutuhkan waktu relatif lama dan koordinasi yang kompleks.

Setelah AMPLAS diimplementasikan, pelumasan dapat dilakukan oleh tim YANTEK tanpa harus memadamkan jaringan. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan efisiensi waktu pemeliharaan, karena proses pelumasan dapat dilakukan lebih cepat dan fleksibel sesuai kebutuhan lapangan. Selain itu, tidak adanya pemadaman selama pekerjaan

pelumasan menyebabkan energi listrik tetap tersalurkan ke pelanggan, sehingga nilai SAIDI dapat ditekan.

Dari sisi keandalan peralatan, penggunaan AMPLAS memungkinkan pelumasan dilakukan secara lebih rutin dan terjadwal. Monitoring suhu kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* juga membantu petugas dalam mendeteksi kondisi awal terjadinya peningkatan panas akibat gesekan atau resistansi kontak. Dengan demikian, pemeliharaan dapat dilakukan secara preventif sebelum terjadi kerusakan yang lebih serius.

Secara keseluruhan, penggunaan AMPLAS berpengaruh positif terhadap keandalan jaringan distribusi 20 KV, efisiensi operasional, serta keselamatan kerja petugas. Alat ini menjadi solusi yang efektif untuk mendukung pemeliharaan tanpa pemadaman dan meningkatkan kualitas pelayanan kelistrikan kepada pelanggan.

4.6 Manfaat dan Dampak Implementasi AMPLAS

Implementasi alat AMPLAS (Alat Monitoring Pelumas dan Pengukur Suhu) memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas pemeliharaan peralatan switching ABSW dan DS pada jaringan distribusi 20 kV di lingkungan PT PLN UP3 Klaten. Sebelum adanya alat ini, proses pelumasan masih dilakukan secara manual oleh tim PDKB dengan keterbatasan waktu, personel, serta belum tersusunnya jadwal pemeliharaan mekanik secara berkala. Kondisi tersebut menyebabkan banyaknya peralatan ABSW dan DS yang mengalami kemacetan, meningkatnya jumlah *Work Order (WO)*, serta terganggunya kelancaran manuver jaringan tegangan menengah.

Dari sisi teknis, AMPLAS mampu meningkatkan efisiensi waktu pekerjaan secara signifikan. Proses pelumasan yang sebelumnya memerlukan waktu antara 1 hingga 3 jam, kini dapat diselesaikan dalam rentang 30–45 menit per titik. Pelumasan dilakukan secara otomatis dengan bantuan telescopic stick dan dikendalikan melalui smartphone berbasis Android, sehingga tidak memerlukan kontak langsung dengan peralatan bertegangan. Selain itu, AMPLAS dilengkapi dengan sensor suhu inframerah yang berfungsi untuk memantau kondisi panas pada titik kontak mekanik *ABSW* dan *DS*. Data suhu ini digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pemeliharaan, di mana suhu di atas 40°C mengindikasikan perlunya dilakukan pelumasan atau tindakan pemeliharaan lanjutan sesuai dengan standar termovisi PLN.



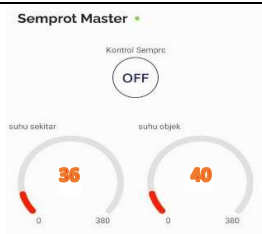
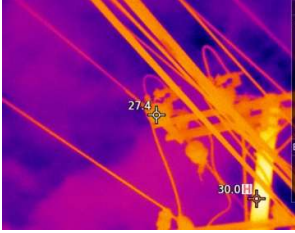
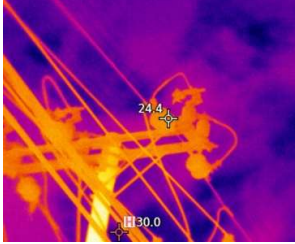
Gambar 4.15 Thermovision

Sumber: <https://www.dyt-ir.com/>

Kamera thermovision (thermal camera/kamera termal) berfungsi untuk mendeteksi, mengukur, dan memvisualisasikan radiasi inframerah (panas) yang dipancarkan oleh objek, mengubah data suhu tersebut menjadi gambar visual (termogram) yang dapat dilihat. Kamera ini memungkinkan manusia melihat "panas" tanpa cahaya sekitar, sehingga berguna untuk Mengidentifikasi koneksi longgar, sirkuit kelebihan beban (overload), atau komponen kelistrikan yang mengalami panas berlebih (*hotspot*) sebelum terjadi kerusakan atau kebakaran.

Kita buat *sampling* dan membandingkan antara sensor suhu dari AMPLAS dengan sensor suhu dari kamera *thermovision*. *Sampling* dilakukan oleh tim inspeksi yantek pada kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* di wilayah kerja PLN ULP Klaten Kota, dari penyulang KLN01 sampai dengan RECLOSER K1-46 yaitu zona 1 dari penyulang KLN01 Gardu Induk Klaten.

Tabel 4.1 Perbandingan Thermovision Dengan Sensor Suhu AMPLAS

NO.	Thermovision	Sensor Suhu AMPLAS	Error percentage
1.	 37,3°C	 37°C	$\%Error = \frac{37,3 - 37}{37} \times 100\%$ $\%Error = 0,81 \%$
2.	 40,6°C	 40°C	$\%Error = \frac{40,6 - 40}{40} \times 100\%$ $\%Error = 1,5 \%$
3.	 27,4°C	 27°C	$\%Error = \frac{27,4 - 27}{27} \times 100\%$ $\%Error = 1,48 \%$
4.	 24,4°C	 24°C	$\%Error = \frac{24,4 - 24}{24} \times 100\%$ $\%Error = 1,66 \%$

Dari data di atas, penggunaan Sensor suhu pada AMPLAS menggunakan komponen Sensor Infra Red MLX90614 dengan perhitungan perbandingan presentase *error* yang telah dilakukan sebanyak 4 kali, menyimpulkan bahwa rata-rata presentasi *error* perbandingan suhu di tabel atas dengan 4 kali *sampling* adalah sebanyak 1,3 %. Presentase ini masih memungkinkan *compatible* untuk menggunakan Sensor Suhu AMPLAS Infra Red MLX90614 sebagai tindakan

prediktif sebelum melakukan pelumasan. Jika suhu di bawah 40°C, maka pelumasan menggunakan AMPLAS dapat dilakukan, jika suhu diatas 40°C disarankan untuk tidak melakukan pelumasan, karena beresiko terbakar. Langkah yang di lakukan ketika suhu diatas 40°C adalah melakukan pekerjaan pemadaman untuk memperbaiki atau menggantik mekanik *ABSW* atau *DS*.

Dari pedoman SK DIR PLN 520 Tentang Parameter Thermovisi, Tahun 2014 [11]. Sebagai dasar standard kondisi dalam menentukan suhu sesuai rekomendasi buku sebagai berikut :

Tabel 4.2 Parameter Rekomendasi

No.	Parameter	Keterangan
1.	0°C s/d 10°C	Kondisi baik
2.	>10°C s/d 25°C	Periksa saat pemeliharaan
3.	> 25°C s/d 40°C	Rencanakan perbaikan (maksimal 30 hari)
4.	> 40°C s/d 70°C	Langkah Perbaikan
5.	>70°C	Kondisi darurat

Keunggulan lain dari AMPLAS adalah kemampuannya untuk mendukung sistem pemeliharaan preventif dan prediktif. Dengan adanya monitoring suhu secara *real-time*, potensi gangguan akibat peningkatan resistansi kontak atau gesekan mekanik dapat terdeteksi lebih awal. Hal ini membantu mencegah terjadinya kerusakan yang lebih besar serta meminimalkan risiko kegagalan operasi peralatan switching pada saat manuver jaringan. Dengan demikian, keandalan sistem distribusi listrik dapat terjaga dengan lebih baik.

Dari aspek non-teknis, penggunaan AMPLAS memberikan dampak positif terhadap keselamatan kerja petugas lapangan. Operator tidak lagi diwajibkan untuk memanjat tiang atau bekerja pada posisi berisiko tinggi, karena seluruh proses dapat dilakukan dari bawah menggunakan peralatan bantu. Hal ini secara langsung menurunkan potensi kecelakaan kerja serta mendukung penerapan budaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K2 dan K3) di lingkungan PLN. Selain itu, keterlibatan tim Yantek dalam pengoperasian AMPLAS turut

mengurangi ketergantungan terhadap tim PDKB, sehingga beban kerja dapat terdistribusi lebih merata dan penumpukan *Work Order* dapat ditekan.

Dari sisi finansial, hasil implementasi AMPLAS sejak Desember 2023 hingga Mei 2024 menunjukkan adanya penghematan biaya operasional dan peningkatan nilai ekonomi perusahaan dengan total keuntungan lebih dari seratus juta rupiah. Pengurangan pemadaman yang sebelumnya diperlukan untuk pekerjaan pelumasan juga berdampak pada meningkatnya penjualan energi listrik, menurunnya nilai SAIDI, serta mempercepat waktu pemulihan jaringan (*recovery time*) ketika terjadi gangguan. Dengan berkurangnya aktivitas pemadaman terencana, tingkat kepuasan pelanggan juga cenderung meningkat karena suplai listrik menjadi lebih stabil dan andal.

Selain manfaat yang telah dirasakan, AMPLAS juga memiliki potensi pengembangan lebih lanjut. Alat ini tidak hanya dapat digunakan untuk pelumasan ABSW dan DS, tetapi juga berpeluang diaplikasikan pada pengukuran suhu peralatan lain seperti *Fuse Cut Out (FCO)*, *NH Fuse*, serta konektor Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Dengan pengembangan tersebut, AMPLAS dapat menjadi perangkat standar pemeliharaan multifungsi yang mendukung berbagai kebutuhan monitoring dan perawatan peralatan distribusi listrik.

Secara keseluruhan, implementasi AMPLAS memberikan dampak positif yang mencakup aspek teknis, keselamatan kerja, operasional, serta finansial perusahaan. Alat ini tidak hanya mempercepat dan mempermudah proses pemeliharaan, tetapi juga mendukung strategi PLN dalam meningkatkan keandalan jaringan, menekan indeks gangguan, serta menjaga citra perusahaan di mata masyarakat. Oleh karena itu, AMPLAS dapat dinilai sebagai inovasi yang layak untuk diterapkan secara lebih luas di unit-unit PLN lainnya sebagai bagian dari sistem pemeliharaan modern berbasis teknologi.

4.7 Implementasi AMPLAS

Proses implementasi inovasi AMPLAS dimulai setelah serangkaian tahapan perancangan, pembuatan prototipe, serta pengujian fungsi dan ketahanan isolasi selesai dilakukan. Tahap awal pelaksanaan dilaksanakan di wilayah UP3 dan ULP Klaten, kemudian diperluas ke unit-unit lain setelah dilakukan sosialisasi kepada tim Yantek dan personel teknik terkait. Langkah ini penting agar semua pihak memahami tujuan dan cara kerja alat sebelum digunakan secara rutin.



Gambar 4.16 Air Break Switch (ABSW)

Dalam pelaksanaannya, AMPLAS diterapkan pada kegiatan pemeliharaan preventif pelumasan ABSW dan DS, yang sebelumnya jarang dilakukan karena keterbatasan tenaga, waktu, dan prosedur manual yang rumit. Dengan hadirnya AMPLAS, proses pelumasan menjadi lebih cepat, aman, dan tidak memerlukan pemadaman jaringan. Pelaksana cukup mengendalikan alat dari bawah tiang menggunakan *thelescopic stick*, sementara kontrol dan monitoring dilakukan melalui smartphone yang terhubung dengan aplikasi berbasis Android.

Selain itu, implementasi AMPLAS juga melibatkan *transfer* pengetahuan kepada petugas lapangan melalui sesi berbagi pengalaman (*sharing session*) dan pendampingan langsung. Tujuannya adalah memastikan seluruh tim memahami prosedur pengoperasian alat, langkah-langkah keselamatan kerja, serta perawatan dasar AMPLAS. Dengan pendekatan ini, inovasi tidak hanya meningkatkan efisiensi teknologi, tetapi juga mendukung peningkatan kompetensi sumber daya manusia.

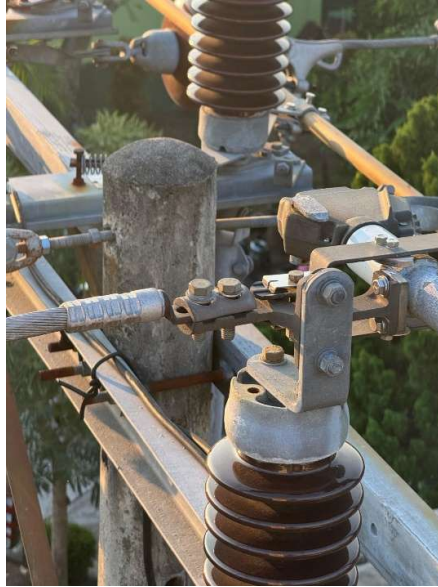


Gambar 4.17 ABSW Macet

Dari segi operasional, penerapan AMPLAS terbukti mempercepat proses pelumasan dibanding metode konvensional. Pelumasan kini dapat dilakukan secara terjadwal dan berkelanjutan oleh tim Yantek, tanpa harus menunggu jadwal khusus dari tim PDKB. Hal ini memungkinkan distribusi pekerjaan yang lebih merata, meningkatkan produktivitas tim, serta mengurangi risiko keterlambatan dalam pemeliharaan peralatan kritis.

4.8 Evaluasi Hasil Implementasi

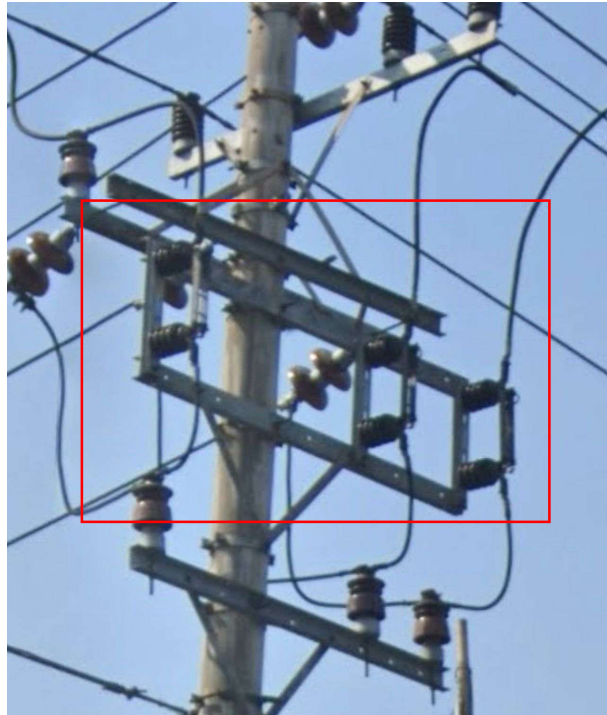
Evaluasi implementasi AMPLAS dilakukan melalui pengamatan langsung di lapangan, pengujian alat, serta masukan dari petugas yang mengoperasikan perangkat ini secara rutin. Fokus evaluasi mencakup aspek teknis, keselamatan kerja, efisiensi waktu, serta dampak terhadap keandalan jaringan listrik.



Gambar 4.18 Kondisi Kontak ABSW

Dari sisi teknis, AMPLAS menunjukkan performa yang konsisten dalam proses pelumasan dan pemantauan suhu. Sensor suhu inframerah mampu memberikan data real-time mengenai kondisi kontak *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*, sehingga informasi ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan pemeliharaan, baik bersifat preventif maupun prediktif. Sistem pelumasan otomatis juga berjalan sesuai kebutuhan tanpa menimbulkan kebocoran atau mengganggu komponen lain di sekitarnya.

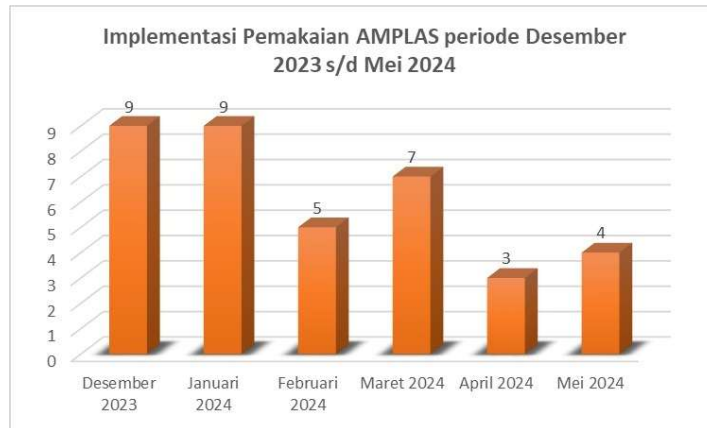
Hasil evaluasi juga menunjukkan perlunya beberapa penyempurnaan desain. Beberapa perubahan yang dilakukan antara lain penggantian material tabung dari PVC menjadi polyethylene, penyesuaian ketebalan tabung, serta perbaikan padaudukan selang dan mekanisme pegangan. Perubahan ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan alat, mempermudah pengoperasian, dan mengurangi waktu yang dibutuhkan saat menggunakan AMPLAS.



Gambar 4.19 Disconnecting Switch (DS)

Disconnecting Switch (DS) atau bisa di sebut Pemisah (PMS) dari tegangan 20KV dengan syarat pelepasan kontak mekaniknya posisi tidak ada beban atau arus (*Ampere*). Pemeliharaan kontak mekanik *DS* sangat dibutuhkan agar tidak adanya kerusakan lebih lanjut.

Dari aspek keselamatan dan efisiensi kerja, penerapan AMPLAS memberikan dampak positif yang signifikan pada *Disconnecting Switch (DS)*. Risiko kecelakaan kerja berkurang karena pelaksana tidak lagi harus melakukan pekerjaan di ketinggian. Selain itu, durasi pengerjaan menjadi lebih singkat sehingga produktivitas tim meningkat, sementara potensi gangguan layanan kepada pelanggan dapat diminimalkan.

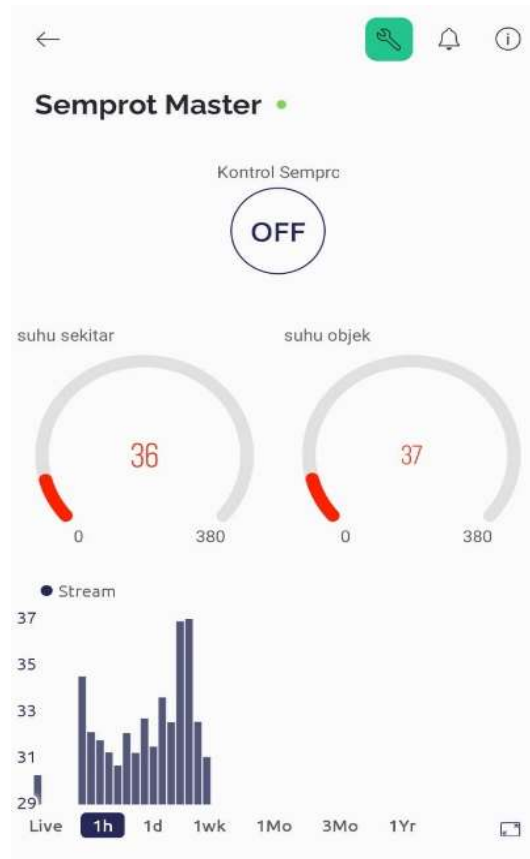


Gambar 4.20 Implementasi Pemakaian AMPLAS

Secara keseluruhan, evaluasi menunjukkan bahwa AMPLAS terbukti efektif dan layak diterapkan secara lebih luas. Alat ini tidak hanya mendukung peningkatan keandalan jaringan listrik, tetapi juga memperkuat penerapan budaya keselamatan kerja serta efisiensi operasional di lingkungan PT PLN (Persero). Hasil ini menegaskan bahwa inovasi teknologi dan peningkatan kompetensi sumber daya manusia dapat berjalan bersamaan, memberikan manfaat nyata bagi perusahaan dan masyarakat.

4.9 Penggunaan AMPLAS oleh Tim Pelayanan Teknik (Yantek)

Alat AMPLAS yang dirancang untuk monitoring suhu dan pelumasan otomatis pada mekanik Disconnecting Switch (DS) serta Air Break Switch (ABSW) pada jaringan 20 kV memiliki penekanan utama pada penggunaannya oleh petugas Pelayanan Teknik atau Yantek di PT PLN. Meskipun tim Pemeliharaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) juga dapat menggunakannya, alat ini lebih ditujukan untuk tim Yantek karena mereka bertanggung jawab atas pemeliharaan preventif rutin di lapangan, seperti inspeksi jaringan distribusi. Dengan AMPLAS, petugas Yantek bisa melakukan pelumasan dari jarak aman menggunakan telescopic stick dan smartphone berbasis IoT, tanpa perlu memanjat tiang atau memadamkan listrik, sehingga proses menjadi lebih efisien dan aman.



Gambar 4.21 Tampilan Aplikasi BLYNK IoT

Penekanan pada tim Yantek didasari oleh beban kerja tim PDKB yang sudah *overload* akibat tumpukan *Work Order (WO)* dari Unit Layanan Pelanggan (ULP). Tim PDKB sering kali terjebak menangani *WO* prioritas seperti pemasangan baru, perubahan jaringan, atau pekerjaan bertegangan tinggi, sehingga pemeliharaan sederhana seperti pelumasan ABSW-DS sering tertunda. Hal ini menyebabkan risiko kegagalan *switching* meningkat, yang berdampak pada manuver jaringan dan kualitas layanan pelanggan. AMPLAS hadir sebagai solusi untuk mendistribusikan tugas, memungkinkan Yantek mengambil alih pemeliharaan preventif tanpa menambah beban PDKB.

Dalam pelaksanaannya, AMPLAS memungkinkan tim Yantek memantau suhu kontak secara *real-time* melalui sensor IR MLX90614, mendeteksi hotspot dini sebelum menjadi masalah besar. Jika suhu melebihi ambang batas, alat otomatis mengaktifkan pompa oli DC untuk pelumasan tepat sasaran, dikendalikan via aplikasi Blynk IoT. Proses ini hanya memakan waktu sekitar 30 menit, jauh lebih cepat dibanding metode manual PDKB yang

butuh 1-2 jam dengan pemadaman. Yantek pun bisa mendokumentasikan data secara digital, mendukung analisis prediktif untuk jadwal pemeliharaan selanjutnya.



Gambar 4.22 Pisau ABSW Rusak

Manfaat operasional dari penggunaan AMPLAS oleh Yantek sangat signifikan bagi PLN, terutama dalam menekan System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dan meningkatkan keandalan switching 20 kV. Dengan pelumasan kontinu tanpa WO rumit, risiko macet ABSW berkurang, sehingga dispatcher bisa manuver penyulang lebih lancar saat pemadaman terjadwal atau gangguan. Selain itu, alat ini meningkatkan keselamatan kerja (K2 dan K3) karena operator tetap di bawah tiang, serta menghemat energi dengan saving kWh dari hilangnya pemadaman. Secara keseluruhan, AMPLAS mengoptimalkan sumber daya manusia PLN dengan memanfaatkan kompetensi Yantek di inspeksi lapangan.

Penerapan AMPLAS tidak hanya menyelesaikan masalah teknis tapi juga strategis, karena mendukung budaya pemeliharaan preventif di unit seperti UP3 Klaten. Tim Yantek yang terlatih bisa menggunakan alat ini secara mandiri, mengurangi ketergantungan pada PDKB dan mempercepat respons lapangan. Inovasi ini sejalan dengan modernisasi PLN di era digital, di mana IoT menjadi kunci efisiensi. Ke depan, AMPLAS berpotensi direplikasi di unit PLN lain, dengan evaluasi rutin untuk penyempurnaan, sehingga kehandalan jaringan distribusi semakin terjaga dan pelanggan mendapat layanan listrik tanpa gangguan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :

1. pembuatan Alat Monitoring Suhu dan Pelumas (AMPLAS) telah berhasil dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian meliputi perancangan, perakitan, dan pengujian sistem yang terdiri dari rangkaian elektronik dan sistem *Internet of Things (IoT)* untuk pelumasan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)*.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa AMPLAS dapat berfungsi dengan baik dalam melakukan pelumasan dan monitoring suhu pada mekanik *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* jaringan distribusi 20 kV yang digunakan oleh tim Pelayanan Teknik (Yantek).
3. AMPLAS mendukung pemeliharaan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* secara lebih rutin, cepat dan efisien karena dapat dilakukan oleh tim Yantek.
4. AMPLAS berhasil meningkatkan keandalan jaringan dengan meminimalkan terjadinya gagal manuver Jaringan tegangan Menengah (JTM) 20KV dan mempercepat manuver.
5. AMPLAS meningkatkan jumlah pekerjaan lapangan melalui pengoperasian dari jarak aman menggunakan thelescopic stick dan kontrol berbasis *smartphone*.
6. AMPLAS meningkatkan efisiensi operasional dengan memungkinkan Tim PDKB dan Tim Yantek melakukan pemeliharaan secara fleksibel tanpa ketergantungan jadwal.
7. Pekerjaan dengan menggunakan AMPLAS menjaga dan meningkatkan citra PLN dengan memberikan pelayanan listrik yang lebih stabil dan mengurangi durasi gangguan bagi pelanggan.

Secara keseluruhan, penerapan alat AMPLAS mampu meningkatkan efisiensi operasional, mendukung keselamatan kerja petugas, serta berkontribusi dalam menjaga keandalan jaringan distribusi listrik. Dengan demikian, alat AMPLAS dapat dijadikan

sebagai solusi alternatif dalam kegiatan pemeliharaan *Disconnecting Switch (DS)* dan *Air Break Switch (ABSW)* tanpa pemadaman.

5.2 Saran

Agar alat AMPLAS dapat digunakan secara lebih optimal dan berkelanjutan, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian lanjutan dalam jangka waktu yang lebih panjang untuk mengetahui tingkat keandalan alat terhadap perubahan cuaca, kondisi lingkungan ekstrem, serta pemakaian berulang di lapangan.
2. Pengembangan fitur aplikasi IoT sebaiknya ditingkatkan, seperti penambahan sistem notifikasi otomatis apabila suhu kontak melebihi batas normal atau ketika volume pelumas mulai menipis.
3. Desain fisik alat dapat disempurnakan agar lebih ringkas, ringan, dan tahan terhadap getaran maupun paparan air, sehingga lebih sesuai untuk penggunaan di jaringan distribusi luar ruangan.
4. Diperlukan pelatihan khusus bagi petugas Yantek terkait pengoperasian dan perawatan AMPLAS agar alat dapat digunakan secara aman dan sesuai prosedur.
5. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan analisis ekonomi yang lebih detail terkait perbandingan biaya pembuatan alat dengan penghematan energi (saving kWh) dan penurunan nilai SAIDI secara kuantitatif.

Dengan adanya pengembangan tersebut, diharapkan AMPLAS dapat diimplementasikan secara lebih luas di unit-unit PLN lainnya sebagai standar alat bantu pemeliharaan preventif peralatan switching.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mark A. Spalding, Ananda M. Chatterjee, “V Handbook of Industrial Polyethylene and Technology: Definitive Guide to Manufacturing, Properties, Processing, Applications and Markets.”, 2017
- [2] Sularso dan Kiyoshi, “Pengetahuan Bahan Listrik,”. 1977
- [3] Abdul Aziz dan Yudho Yudhanto , “Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)” , 2019
- [4] PT. PLN (Persero), Buku 5: Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik tahun 2010.
- [5] Analisis Pentingnya DS dan ABSW untuk LBS pada Feeder 3 Jaringan Distribusi 20KV di PT. PLN (Persero) Rayon Pedan (UGM, 2012).
- [6] UU no. 1 tentang Keselamatan Kerja Tahun 1970.
- [7] SPLN D3.034 tentang peralatan PDKB Tegangan Menengah tahun 2020.
- [8] Berdasarkan Instruksi Kerja tentang pelumasan Load Break Switch PDKB TM Metode Berjarak No. 03.05/TMMB/KOMISI PDKB PUSAT/2017
- [9] <https://id.wikipedia.org/wiki/Pelumas>
- [10] <https://orient.co.id/blogs/blog/fungsi-minyak-pelumas-oli-mesin-untuk-mesin-serbaguna>
- [11] Analisis Penentuan Titik Hotspot Dengan Metode Thermovisi Pada Gardu Induk 150 kV Ulee Kareng. Ramdhan Halid Siregar, Muhammad Riefqi Al-Faizi, Mahdi Syukri, Rakhmad Syafutra Lubis, Fathurrahman.
- [12] Disconnect switches. 2015
- [13] H.V. Disconnecting Switches Power Fuses Air Load Break Switches VT, CT
- [14] Rafy, M; Lubis. Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Kelistrikan Berbasis Internet of Things untuk Motor Tiga Fasa di Pabrik Pengolahan Air Sunggal. 2024

- [15] Arnata, Mohammad A; Silimang, Sartje; Lily. Analisis Pengujian Unjuk Kerja Pemisah (*Disconnecting Switch*) di Gardu Induk 150kV Otam
- [16] <https://laminatedplastics.com/polyethylene.pdf> Purba, 2011.
- [17] Meyhart Torsna Bangkit Sitorus; Novi Kurniasih; Dewi Purnama Sari, “Prototype Alat Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin Untuk Smart Farming Menggunakan Komunikasi LoRa dengan Daya Listrik Menggunakan Panel Surya”, Vol. 10, No. 2, Oktober 2021, P-ISSN 2089-1245, E-ISSN 2655-4925
- [18] I. Hajar, U. Fadillah, T. Elektro, and S. Tinggi Teknik PLN Jakarta, “ANALISA PROTEKSI HILANG EKSITASI PADA GENERATOR SINKRON DI PLTGU MUARATAWAR GT UNIT 1.3,” 2017.
- [19] Musthofa, M. (2020). Sistem Monitoring Online Real Time Beban Unbalance dan Overload Trafo Distribusi di PT PLN (Persero). *ENERGI & KELISTRIKAN*, 12(2), 156–164. <https://doi.org/10.33322/energi.v12i2.1163>
- [20] E. S. Nasution, F. I. Pasaribu, and M. H. Hidayat, “Studi Proteksi Sistem Tenaga Listrik Pada Trafo 1600 kVA Menggunakan Current Relay IWU 2-3,” *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 2, no. 2, pp. 28–39, 2021.
- [21] M. J. Shodik and I. Hajar, “Evaluasi Nilai Setting Rele Jarak Sebagai Proteksi Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 KV Menggunakan DigSilent Power Factory,” vol. 14, no. 1, 2024, doi: 10.33322/sutet.v14i1.2291.
- [21] T. M. R. Wahyudin SN, Retno Aita Diantari, “Analisa Proteksi Differensial Pada Generator Di Pltu Suralaya,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 1, pp. 84–92, 2018, doi: 10.33322/energi.v9i1.51.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama Mahasiswa : Bondan Randinata
Program Studi : D-III Teknologi Listrik
NIM : 202371537
Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 31 Maret 1993
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
No. HP : 082329284690
Email : blackshark.bondi@gmail.com
Alamat Rumah : Santan RT 20 RW 07, Mayungan, Ngawen, Klaten
SD : SD N 03 Gayamsari Semarang.....tahun lulus 2005
SMP : SMP N 15 Semarang.....tahun lulus 2008
SMA/SMK : SMK N 7 Semarang.....tahun lulus 2012
Diploma III : -
Sarjana : -

Demikianlah daftar riwayat hidup ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Oktober 2025


Bondan Randinata



LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Cek Plagiasi

ta-bondan-
randinata_202371537_revisi_1772055931251.docx

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	etd.repository.ugm.ac.id Internet	373 words — 3%
2	www.coursehero.com Internet	204 words — 1%
3	www.scribd.com Internet	109 words — 1%
4	repository.itsb.ac.id Internet	70 words — < 1%
5	pdfcoffee.com Internet	67 words — < 1%
6	repository.umsu.ac.id Internet	58 words — < 1%
7	repository.upnvj.ac.id Internet	46 words — < 1%
8	docplayer.info Internet	41 words — < 1%
9	eprints.ums.ac.id Internet	37 words — < 1%

Lampiran 2 Lembar bimbingan proyek akhir



LEMBAR BIMBINGAN PROYEK AKHIR

Nama Mahasiswa : Bondan Randinata
NIM : 202371537
Program Studi : D-III Teknologi Listrik
Jenjang : Diploma
Fakultas : Sekolah Vokasi
Pembimbing Utama : Ir. Ibnu Hajar, S.T., M.Sc., IPU
Judul Proyek Akhir : Perancangan Alat Monitoring Pengukur Suhu dan Pelumas (AMPLAS) Pada Mekanik Disconnecting Switch dan Air Break.

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Pembimbing
1	12 September 2025	Penyampaian Kerangka Proyek Akhir	
2	26 September 2025	Pembahasan Judul Proyek Akhir	
3	07 Oktober 2025	Pengajuan Judul Proyek Akhir	
4	07 Oktober 2025	Persetujuan Judul Proyek Akhir dan proposal Proyek Akhir	
5	24 Oktober 2025	Konsultasi Pedoman Proyek Akhir	
6	31 Oktober 2025	Penyerahan Bab 1	
7	07 November 2025	Revisi Bab 1 dan Penyerahan Bab 2	
8	10 November 2025	Revisi Bab 2 dan Penyerahan Bab 3	

9	25 November	Revisi Bab 3	
10	21 Januari 2026	Konsultasi Bab 4 dan Isi Pedoman Tugas Akhir	
11	22 Januari 2026	Penyerahan Bab 4 dan 5	
12	23 Januari 2026	Revisi Bab 4 dan 5	

PERMOHONAN MENGIKUTI SIDANG TUGAS AKHIR AHLI MADYA

Nama Mahasiswa : Bondan Randinata
NIM : 202371537
Program Studi : D-III TEKNOLOGI LISTRIK
Fakultas/Sekolah : SEKOLAH VOKASI
No HP dan Email : 082329284690 / bondan2371537@itpln.ac.id

Mengajukan permohonan mengikuti sidang tugas akhir pada Semester Lima Tahun Akademik 2026, dimana judul tugas akhir dan dosen pembimbingnya sebagai berikut :

Judul Tugas Akhir : Perancangan Alat Monitoring Pengukur Suhu Dan Pelumas (Amplas) Pada Mekanik Disconnecting Switch Dan Air Break Switch.
Nama Pembimbing : Ir. Ibnu Hajar, S.T., M.Sc., IPU.

Sebagai bahan pertimbangan disampaikan data-data pendukung sebagai berikut:

No	Persyaratan	Memenuhi Syarat ^{*)}	
1	Telah menyelesaikan naskah tugas akhir (foto copy lembar bimbingan, dan surat persetujuan Dosen Pembimbing)	Ya	Tidak
2	Persetujuan Dosen pembimbing pertama	Ya	Tidak
3	Memiliki surat bebas plagiasi	Ya	Tidak
4	Memiliki Sertifikat TOEFL minimal 450	Ya	Tidak
5	Memiliki Sertifikat soft <i>skill/hard skill</i> (minimal 5)	Ya	Tidak
6	Memiliki Sertifikat seminar (minimal 5)	Ya	Tidak
7	Memiliki Sertifikat MOS	Ya	Tidak
8	Memiliki Sertifikat Uji Kompetensi	Ya	Tidak
9	Lulus mata kuliah dengan nilai minimum C	Ya	Tidak
10	Tidak mempunyai tunggakan keuangan	Ya	Tidak
11	Tidak mempunyai pinjaman buku perpustakaan	Ya	Tidak
12	Tidak mempunyai pinjaman alat-alat laboratorium	Ya	Tidak

^{*)} Diisi oleh Kepala Program Studi

Disetujui/Tidak disetujui mengikuti sidang

Jakarta, 11 Februari 2026

Kepala Program Studi

Ir. Sandi Budi Kurniawan S.ST.,
M.Tr.T.

Diperiksa oleh:
Dosen Pembimbing
Akademik



Juara Mangapul Tambunan,
ST., M.Si

Mahasiswa



Bondan Randinata

Formulir 6

	INSTITUT TEKNOLOGI PLN	Kode	FO-PD-A03-2-003-3-012
		Tanggal	10 Februari 2025
	NILAI SIDANG TUGAS AKHIR	Level	2
		Revisi ke-	3

PERBAIKAN NASKAH TUGAS AKHIR

Tanggal ujian sidang : **23 Februari 2026**
Nama mahasiswa : **Bondan Randinata**
NIM : **202371537**
Program Studi : **D-III Teknologi Listrik**
Sekolah : **Sekolah Vokasi**
Judul Tugas Akhir : **Perancangan Alat Monitoring Pengukur Suhu Dan Pelumas (Amplas)**

Saran perbaikan naskah tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Lihat di buku tugas akhir

2. Perbaiki rumusan masalah dan tujuan serta kesimpulan, harus sinkron satu sama lain

3. buatlah wiring diagramnya dan buatlah tabel untuk 10 titik sampel dan hitung eror nya.

Jangka waktu perbaikan naskah tugas akhir diatas harus diselesaikan paling lambat satu minggu setelah tanggal ujian yakni pada tanggal

27 Februari 2026

Apabila dalam jangka waktu tersebut mahasiswa tersebut diatas tidak dapat menyelesaikan **REVISI tugas akhirnya**, maka mahasiswa harus kembali mengulang sidang.

Mahasiswa



Bondan Randinata

Ketua Penguji



**Sugeng Purwanto, S.T.,
M.Sc.**

Tugas akhir telah selesai diperbaiki pada tanggal

Mahasiswa



Bondan Randinata

Ketua Penguji



**Sugeng Purwanto, S.T.,
M.Sc.**

Formulir 7

	INSTITUT TEKNOLOGI PLN	Kode	FO-PD-A03-2-003-3-012
		Tanggal	10 Februari 2025
	NILAI SIDANG TUGAS AKHIR	Level	2
		Revisi ke-	3

PERBAIKAN NASKAH TUGAS AKHIR

Tanggal ujian sidang : **23 Februari 2026**
Nama mahasiswa : **Bondan Randinata**
NIM : **202371537**
Program Studi : **D-III Teknologi Listrik**
Sekolah : **Sekolah Vokasi**
Judul Tugas Akhir : **Perancangan Alat Monitoring Pengukur Suhu Dan Pelumas (Amplas) Pada Mekanik Disconnecting Switch Dan Air Break Switch**

Saran perbaikan naskah tugas akhir adalah sebagai berikut:

format penulisan (lihat buku laporan)

kesimpulan sesuaikan rumusan masalah

flowchart

kerangka pemikiran

Jangka waktu perbaikan naskah tugas akhir diatas harus diselesaikan paling lambat satu minggu setelah tanggal ujian yakni pada tanggal

27 Februari 2026

Apabila dalam jangka waktu tersebut mahasiswa tersebut diatas tidak dapat menyelesaikan **REVISI tugas akhirnya**, maka mahasiswa harus kembali mengulang sidang.

Mahasiswa



Bondan Randinata

Anggota Penguji



Muchamad Nur Qosim, S.T., M.T.

Tugas akhir telah selesai diperbaiki pada tanggal

Mahasiswa



Bondan Randinata

Anggota Penguji



Muchamad Nur Qosim, S.T., M.T.

Formulir 8

	INSTITUT TEKNOLOGI PLN	Kode	FO-PD-A03-2-003-3-012
	NILAI SIDANG TUGAS AKHIR	Tanggal	10 Februari 2025
		Level	2
		Revisi ke-	3

PERBAIKAN NASKAH TUGAS AKHIR

Tanggal ujian sidang : **23 Februari 2026**
Nama mahasiswa : **Bondan Randinata**
NIM : **202371537**
Program Studi : **D-III Teknologi Listrik**
Sekolah : **Sekolah Vokasi**
Judul Tugas Akhir : **Perancangan Alat Monitoring Pengukur Suhu Dan Pelumas (Amplas) Pada Mekanik Disconnecting Switch Dan Air Break Switch**

Saran perbaikan naskah tugas akhir adalah sebagai berikut:

.....

.....

.....

.....

.....

Jangka waktu perbaikan naskah tugas akhir diatas harus diselesaikan paling lambat satu minggu setelah tanggal ujian yakni pada tanggal

27 Februari 2026

Apabila dalam jangka waktu tersebut mahasiswa tersebut diatas tidak dapat menyelesaikan **REVISI tugas akhirnya**, maka mahasiswa harus kembali mengulang sidang.

Mahasiswa



Bondan Randinata

Tugas akhir telah selesai diperbaiki pada tanggal **27 Februari 2026**

Mahasiswa



Bondan Randinata

Dosen Pembimbing



**Ir. Ibnu Hajar, S.T.,
M.Sc., IPU.**

Dosen Pembimbing



**Ir. Ibnu Hajar, S.T.,
M.Sc., IPU.**

Formulir 9

	INSTITUT TEKNOLOGI PLN	Kode	FO-PD-A03-2-003-3-011
		Tanggal	10 Februari 2025
	NILAI SIDANG TUGAS AKHIR	Level	2
		Revisi ke-	3

RINGKASAN PERBAIKAN NASKAH TUGAS AKHIR

Tanggal ujian sidang : **23 Februari 2026**
Nama mahasiswa : **Bondan Randinata**
NIM : **202371537**
Program Studi : **D-III Teknologi Listrik**
Sekolah : **Sekolah Vokasi**
Judul Tugas Akhir : **Perancangan Alat Monitoring Pengukur Suhu Dan Pelumas (Amplas) Pada Mekanik Disconnecting Switch Dan Air Break Switch**

Saran perbaikan naskah tugas akhir adalah sebagai berikut:

Lihat lembar perbaikan dari masing-masing dosen penguji

Jangka waktu perbaikan naskah tugas akhir diatas harus diselesaikan paling lambat satu minggu setelah tanggal ujian yakni pada tanggal

27 Februari 2026

Apabila dalam jangka waktu tersebut mahasiswa tersebut diatas tidak dapat menyelesaikan **REVISI tugas akhirnya**, maka mahasiswa harus kembali mengulang sidang.

Mahasiswa



Bondan Randinata

Dosen Pembimbing



Ir. Ibnu Hajar, S.T., M.Sc., IPU.

Ketua Penguji



Sugeng Purwanto, S.T., M.Sc.

Tugas akhir telah selesai diperbaiki pada tanggal

Mahasiswa



Bondan Randinata

Dosen Pembimbing



Ir. Ibnu Hajar, S.T., M.Sc., IPU.

Ketua Penguji



Sugeng Purwanto, S.T., M.Sc.