

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hasil Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang dilakukan oleh Tiago Martinuzzi Buriol, Matheus Rosendo, Klaus De Geus, Sergio Scheer dan Carlos Felsky mahasiswa asal Brazil pada tahun 2009 dengan judul *A virtual reality training platform for live line maintenance of power distribution networks*. Pada penelitian ini mereka membahas tentang pelatihan *live line maintenance* atau pemeliharaan secara langsung dengan simulasi *virtual reality*. Bertujuan meminimalisir resiko kecelakaan saat melakukan pelatihan. Dan penelitian pemeliharaan ini dilakukan untuk melatih teknisi untuk dapat melakukan pemeliharaan secara langsung yang bertujuan meminimalisir gangguan pasokan energi. Aplikasi *Virtual Reality* (VR) dapat membantu dalam pelatihan kegiatan berisiko tinggi yang memberikan banyak manfaat dibandingkan pendekatan lain. Simulasi dapat diulang sebanyak yang diperlukan dan untuk yang lebih besar jumlah peserta pelatihan tanpa risiko dan dengan biaya lebih rendah.

Chang-Hyun Park, Gilsoo jang dan Young-Ho Chai dalam penelitiannya pada tahun 2010 yang berjudul *Development of a Virtual Reality Training System for Live-Line Workers* membahas tentang pengembangan dari pelatihan pemeliharaan secara langsung dengan simulasi *virtual reality*. Bertujuan untuk meminimalisir kecelakaan pekerja atau teknisi dalam melakukan pekerjaan pemeliharaan dalam

keadaan langsung atau bertegangan. Sistem pelatihan ini menyediakan pelatihan yang berulang dan hemat biaya. Pelatihan Ini juga menjamin keamanan selama operasi pelatihan. Sistem yang dikembangkan, menghasilkan penciptaan lingkungan kerja virtual, dan juga dapat menjelaskan deteksi tabrakan antara objek virtual

Kemudian pada skripsi yang disusun oleh Suharyanto tahun 2010 yang berjudul Analisis Penyelamatan Energi Adanya Pemeliharaan Jaringan 20 KV Metode Berjarak Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (*studi kasus feeder KBL 04*) yang mengupas tentang pemeliharaan ABSW pada feeder kalibakal 04. Didalam tulisan tersebut disebutkan tentang peranan regu PDKB dalam pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan ABSW dan hasil yang diperoleh dengan pemeliharaan secara PDKB, ABSW berfungsi sebagai saklar dan bukan sebagai sekering atau pengaman di jaringan distribusi tegangan menengah, pengoperasiannya secara manual yaitu buka dan tutup saja.

Selain itu pada studi Evaluasi Pemeliharaan Saluran Udara 20 KV Dengan Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan di PT PLN (persero) Distribusi Jawa Timur APJ Madiun, Ady Riyono (2007) mengupas tentang pelaksanaan Pemeliharaan Jaringan dengan metode PDKB secara keseluruhan.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Dian Eka Putra tahun 2016 dengan judul Analisa Kontribusi Peran Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) Terhadap Peningkatan KWh Jual Pada Penyulang Virgo Di PT PLN (persero) WS2JB Area Lahat. Pada penelitian ini

membahas Keuntungan yang diperoleh jika meminimal kan padam, menekan rasio SAIDI dan SAIFI, kWh salur tidak berkurang, rupiah jual tidak berkurang, serta yang paling penting pelayanan terhadap pelanggan akan semakin baik, maka semakin sering listrik mengalir maka semakin banyak pendapatan untuk perusahaan.

Berdasarkan dari penelitian-penelitian sebelumnya penulis akan membahas tentang Studi Penerapan PDKB Pada Saat Penggantian Isolator Dengan Metode PDKB Di PT PLN (Persero) Area Purwokerto. Mengingat pentingnya peralatan pada jaringan yang sering mengalami gangguan atau penggantian akibat arus hubung singkat maupun arus lebih, dibandingkan dengan peralatan yang lain. Sehingga disini penulis akan membahas tentang Studi Penerapan PDKB Pada Saat Penggantian Isolator Dengan Metode PDKB Di PT PLN (Persero) Area Purwokerto. Hal ini dapat diartikan bahwa banyak pekerjaan di jaringan distribusi 20 KV atau tegangan menengah yang dapat dilaksanakan secara PDKB.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan penyaluran energy listrik dari pembangkit untuk disalurkan hingga sampai ke konsumen terdiri dari 3 bagian utama, yaitu :

- A. Pusat pembangkit tenaga listrik, diantaranya adalah PLTA, PLTD, PLTU dan PLTP.
- B. Jaringan transmisi, yaitu 150 KV dan 500 KV ke gardu induk.

C. Jaringan distribusi terdiri dari dua saluran yaitu distribusi primer atau tegangan menengah dan distribusi dan distribusi sekunder atau tegangan rendah.

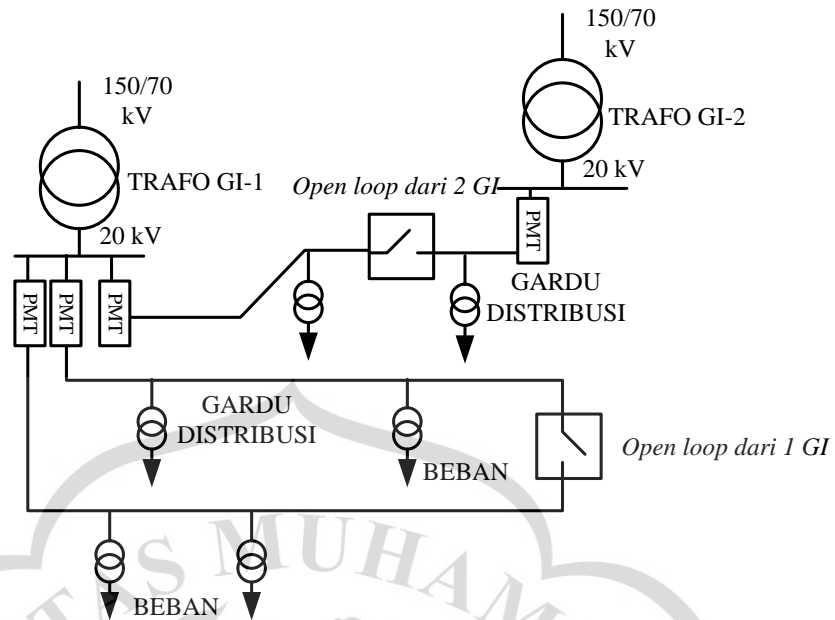
Tenaga listrik dibangkitkan didalam pusat-pusat listrik (PLTA, PLTD, PLTU, PLTP) kemudian disalurkan ke saluran transmisi setelah sebelumnya dinaikan dahulu tegangannya menggunakan trafo penaik tegangan (*step up transformer*) yang ada di pusat listrik, tegangan nominal untuk saluran ini adalah 150 KV dan 500 KV atau disebut juga tegangan tinggi atau tegangan extra tinggi. Setelah tenaga listrik di salurkan melalui saluran transmisi sampailah tenaga listrik tersebut ke gardu induk yang kemudian diturunkan tegangannya menggunakan trafo penurun tegangan (*step up / step down transformer*) menjadi tegangan menengah dengan nominal tegangan 20 KV atau sering disebut juga tegangan distribusi primer. Penyaluran tegangan distribusi primer ini menggunakan saluran distribusi atau disebut juga saluran distribusi tegangan menengah. Setelah melalui saluran distribusi tegangan menengah tenaga listrik kemudian di turunkan kembali tegangannya menggunakan trafo atau gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah dengan nominal tegangan 220 V untuk fasa netral dan 380 V untuk fasa-fasa yang kemudian di salurkan ke konsumen tegangan rendah menggunakan saluran tegangan rendah. Untuk konsumen-konsumen dengan daya besar tidak dapat dilayani dengan tegangan rendah melainkan dapat langsung dilayani dengan menyambung pada tegangan menengah atau bahkan langsung pada tegangan tinggi.

2.2.2. Jenis Jaringan Distribusi

Dalam sistem distribusi tegangan menengah terdapat beberapa bentuk konfigurasi jaringan untuk menyalurkan tenaga listrik ke konsumen. Pemilihan bentuk jaringan disesuaikan dengan kebutuhan dan keandalan sistem yang diinginkan seperti kontinuitas pasokan tenaga listrik ke konsumen, perkembangan beban di suatu wilayah dan faktor ekonomis dalam pembangunannya, Jaringan Distribusi yang digunakan pada PT PLN Area Purwokerto yaitu Jaringan Open Loop, karena di PT PLN Area Purwokerto Jaringan Distribusinya di *supply* tidak hanya dengan 1 *feeder* saja. Berikut konfigurasi dan kelebihan dari jaringan open loop:

A. *Open Loop*

Konfigurasi Jaringan *Open Loop* ini merupakan pengembangan dari sistem *Radial*, sebagai akibat diperlukannya keandalan yang lebih tinggi dan umumnya sistem ini dapat dipasok dalam satu gardu induk. Dimungkinkan juga dari gardu induk lain tetapi harus dalam satu sistem di sisi tegangan tinggi karena hal ini diperlukan untuk memudahkan manuver beban pada saat terjadi gangguan atau kondisi-kondisi pengurangan beban. Proteksi untuk sistem ini masih sederhana tetapi harus memperhitungkan panjang jaringan pada titik manuver terjauh di sistem tersebut. Sistem ini umumnya banyak digunakan di PLN baik pada SUTM maupun SKTM.

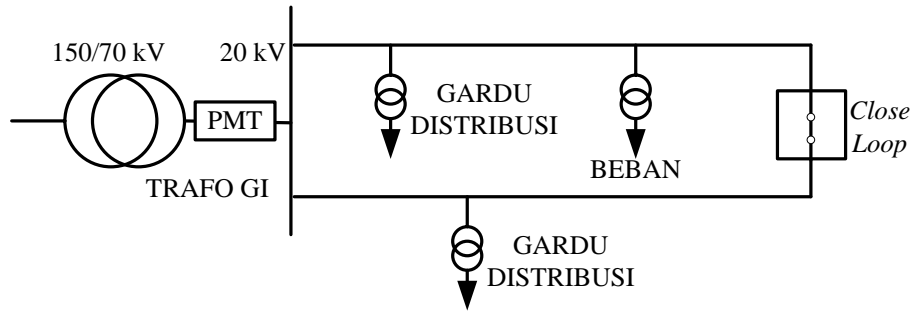


Gambar 2. 1 Konfigurasi Jaringan *Open Loop*

(Sumber : PLN)

B. *Close Loop*

Konfigurasi Jaringan *Close Loop* ini layak digunakan untuk jaringan yang dipasang dari satu gardu induk, memerlukan sistem proteksi yang cukup rumit biasanya menggunakan rele arah (*directional relay*). Sistem ini mempunyai kehandalan yang lebih tinggi dibandingkan sistem lainnya, dan sistem ini jarang digunakan di PLN tetapi biasanya dipakai untuk pelanggan-pelanggan khusus yang membutuhkan keandalan tinggi.



Gambar 2. 2 Konfigurasi Jaringan *Close Loop*

(Sumber : PLN)

2.3. Peralatan Jaringan Distribusi

Dalam jaringan distribusi tegangan menengah, peralatan yang ada dapat dikelompokkan menurut fungsinya, peralatannya yang ada meliputi:

2.3.1. Peralatan Utama

Merupakan peralatan-peralatan yang sebagian besar terpasang dilapangan dan menunjang tersalurnya pasokan listrik ke pelanggan.

A. Tiang

Merupakan peralatan utama dan terbuat dari bahan berurat besi dan baja juga yang terbuat dari besi. Ditanam di sepanjang jalan tepatnya di pinggir-pinggir jalan ataupun menerobos lokasi yang letaknya agak sulit dijangkau. Berfungsi sebagai penopang penghantar. Bentuk dan ukuran bermacam-macam dapat disesuaikan dengan konstruksi dan lokasi yang ada.



Gambar 2. 3 Tiang Besi

(Sumber : PLN)

B. Penghantar

Di jaringan distribusi tegangan menengah berfungsi untuk menghantarkan energi listrik dari Gardu induk sampai ke konsumen. Bahan yang di gunakan adalah A3C (*All Aluminium Alloy conductor*) dengan ukuran disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan. Untuk penghantar utama digunakan penghantar dengan ukuran 240 mm sedangkan untuk percabangan digunakan penghantar dengan ukuran 70 mm.



Gambar 2. 4 Konduktor A3CS dan A3C

C. Transformator

Di jaringan distribusi tegangan menengah, transformator berfungsi untuk menurunkan tegangan dari tegangan menengah menjadi tegangan rendah sebelum akhirnya sampai ke konsumen.

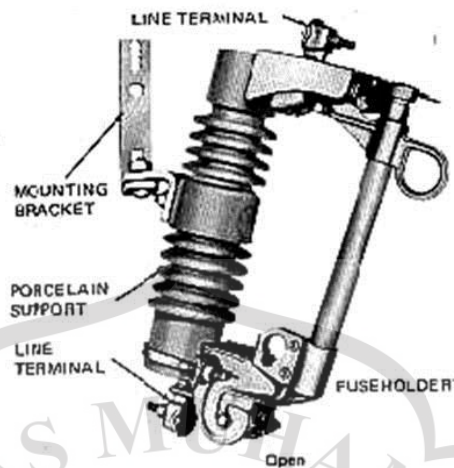


Gambar 2. 5 Transformator

(Sumber : PLN)

D. *Fuse cut out*

Merupakan pengamanan terlemah dalam jaringan, ini disebabkan karena fuse tersebut hanya berupa sehelai kawat perak yang kekuatannya sedikit sistem pelatihan yang diusulkan menyediakan pelatihan yang berulang dan hemat biaya untuk ruang kecil. Ini juga menjamin keamanan selama operasi pelatihan.. Arsitektur sistem yang dikembangkan, penciptaan lingkungan kerja virtual, dan deteksi tabrakan antara objek virtual juga dijelaskan.



Gambar 2. 6 Fuse Cut Out

(Sumber : PLN)

Jika arus beban lebih melampaui batas yang di perkenankan, maka kawat perak di dalam tabung fiber akan putus dan arus yang membahayakan dapat dihentikan. Pada waktu kawat putus terjadi busur api, yang segera dipadamkan oleh asap hasil pembakaran arus gangguan terhadap fiber yang berada di dalam tabung fiber. Karena udara yang berada di dalam fiber itu kecil maka kemungkinan timbulnya ledakan akan berkurang karena diredam oleh tabung fiber. Apabila kawat perak menjadi lumer karena tenaga arus yang melebihi maksimum, maka waktu kawat akan hancur. Karena adanya gaya hentakan, maka tabung fiber akan terlempar keluar dari kontakya. Dengan terlepasnya tabung fiber ini yang berfungsi sebagai saklar pemisah, maka terhindarlah peralatan jaringan distribusi dari gangguan arus beban lebih atau hubung singkat. Umur dari *fuse cut out* ini tergantung dari besar dan seringnya arus yang melaluinya. Bila arus yang melau *fuse cut*

out tersebut melebihi batas maksimum, maka umur fuse cut out lebih pendek. Oleh karena itu pemasangan *fuse cut out* pada jaringan distribusi hendaknya memiliki kemampuan lebih besar dari kualitas tegangan jaringan. *Fuse cut out* ini biasanya ditempatkan sebagai pengaman transformator distribusi, dan pengaman pada cabang-cabang saluran penyulang yang menuju ke jaringan distribusi sekunder.

Karakteristik *fuse cut out* ini mempunyai sepasang garis lengkung yang disebut karakteristik arus waktu. Lengkung yang berada di bawah disebut waktu lebur minimum (*minimum melting time*), lengkung di atas disebut waktu bebas maksimum (*maksimum clearing time*). Ada dua tipe *fuse cut out* yaitu tipe cepat (K) dan tipe lambat (T) perbedaan kedua tipe ini terletak pada *speed ratio*-nya.

E. Isolator

Jaringan tenaga listrik merupakan alat tempat menompang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektrik dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) atau loncatan bunga api (*flash over*) sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik. Langkah yang perlu diambil untuk menghindarkan terjadinya kerusakan terhadap peralatan listrik akibat tegangan lebih dan loncatan bunga api, ialah dengan menentukan pemakaian isolator berdasarkan kekuatan daya isolasi (*dielectric strenght*) dan kekuatan mekanis (*mechanis strenght*) bahan-bahan isolator yang dipakai. Karena sifat suatu isolator ditentukan oleh bahan yang digunakan. Kemampuan suatu bahan untuk

mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya tanpa menjadikan cacat atau rusak tergantung pada kekuatan dielektriknya.

1) Fungsi utama Isolator adalah:

- a) Untuk penyekat / mengisolasi penghantar dengan tanah dan antara penghantar dengan penghantar.
- b) Untuk memikul beban mekanis yang disebabkan oleh berat penghantar dan / atau gaya tarik penghantar.
- c) Untuk menjaga agar jarak antar penghantar tetap (tidak berubah).

Bahan-bahan yang baik untuk isolator adalah bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Walaupun ada yang sanggup menghantarkan arus listrik tetapi relatif sangat kecil, sehingga bisa diabaikan terhadap maksud penggunaan atau pemakaiannya. Pemakaian bahan isolasi ini diharapkan seekonomis mungkin tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik. Bahan-bahan isolasi yang dipakai untuk isolator jaringan kebanyakan terbuat dari bahan padat, seperti bahan porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuarts, dan veld spaat.

2) Persyaratan bahan isolator adalah :

- a) Bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.
- b) Bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut
- c) Bahan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.

d) Bahan yang terbuat dari bahan padat, seperti : porselin, gelas, mika, Ebonit, keramik, parafin, kuarts, dan veld spaat

3) Kriteria bahan yang baik digunakan sebagai isolator jaringandistribusi adalah :

a) Bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik

b) Bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.

c) Bahan yang terbuat dari bahan padat, dan memiliki kekuatan mekanis tinggi seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuartz, dan veld spaat.

d) Mempunyai tahanan jenis yang tinggi

e) Memiliki kekuatan mekanis yang tinggi

4) Jenis Isolator berdasarkan bahan nya :

a) Isolator Porselin

Isolator porselin dibuat dari bahan campuran tanah porselin, kuarts, dan veld spaat, yang bagian luarnya dilapisi dengan bahan glazuur agar bahan isolator tersebut tidak berpori-pori. Dengan lapisan glazuur ini permukaan isolator menjadi licin dan berkilat, sehingga tidak dapat mengisap air. Oleh sebab itu isolator porselin inidapat dipakai dalam ruangan yang lembab maupun di udara terbuka. Isolator porselin memiliki sifat tidak menghantar (*nonconducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki

kekuatan mekanis yang besar. Ia dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan-perubahan suhu. Akan tetapi isolator porselin ini tidak tahan akan kekuatan yang menumbuk atau memukul. Ukuran isolator porselin ini tidak dapat dibuat lebih besar, karena pada saat pembuatannya terjadi penyusutan bahan. Walaupun ada yang berukuran lebih besar namun tidak seluruhnya dari bahan porselin, akan tetapi dibuat rongga di dalamnya, yang kemudian akan diisi dengan bahan besi atau baja tempaan sehingga kekuatan isolator porselin bertambah. Cara yang demikian ini akan menghemat bahan yang digunakan. Karena kualitas isolator porselin ini lebih tinggi dan tegangannya (*voltage gradient*) lebih besar maka banyak disukai pemakaiannya untuk jaringan distribusi primer. Walaupun harganya lebih mahal tetapi lebih memenuhi persyaratan yang diinginkan. Kadang-kadang kita jumpai juga isolator porselin ini pada jaringan distribusi sekunder, tetapi ukurannya lebih kecil.

Keuntungannya :

- Terbuat dari bahan campuran tanah porselin, kwartz, dan veld spaat.
- Memiliki sifat tidak menghantar (*non conducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki kekuatan mekanis yang besar.
- Dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan – perubahan suhu.

Kelemahannya :

- Tidak tahan akan kekuatan yang menumbuk atau memukul.
- Ukuran isolator porselin ini tidak dapat dibuat lebih besar, karenapada saat pembuatannya terjadi penyusutan bahan. Walaupun ada yang berukuran lebih besar namun tidakseluruhnya dari bahan porselin, akan tetapi dibuat rongga didalamnya, yang kemudian akan di isi dengan bahan besi ataubaja tempaan sehingga kekuatan isolator porselin bertambah. Cara yang demikian ini akan menghemat bahan yang digunakan.
- Harganya lebih mahal tetapi lebih memenuhi persyaratan yang diinginkan.

b) Isolator Gelas

Isolator gelas pada umumnya terbuat dari bahan campuran antarapasisilikat, dolomit, dan fosfat. Komposisi dari bahan-bahan tersebut dan cara pengolahannya dapat menentukan sifat dari isolator gelas ini. Isolator gelas memiliki sifat mengkondensir (mengembun) kelembaban udara, sehingga lebih mudah debu melekat dipermukaan isolator tersebut. Makin tinggi tegangan sistem makin mudah pulaterjadi peristiwa kebocoran arus listrik (*leakage current*) lewatisolator tersebut, yang berarti mengurangi fungsi isolasinya. Oleh karena itu isolator gelas ini lebih banyak dijumpai pemakaiannya pada jaringan distribusi sekunder. Kelemahan isolator gelas ini adalah memiliki kualitas

tegangan yang rendah, dan kekuatannya berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan temperatur. Oleh sebab itu bila terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara tiba-tiba, maka isolator gelas ini akan mudah retak pada permukaannya. Berarti isolator gelas ini bersifat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu disekelilingnya. Tetapi bila isolator gelas ini mengandung campuran dari bahan lain, maka suhunya akan turun. Selain dari pada itu, isolator gelas ini harganya lebih murah bila dibandingkan dengan isolator porselin.

Keuntungannya :

- Terbuat dari bahan campuran antara pasir silikat, dolomit, dan fosfat. Komposisi bahan tersebut dan cara pengolahannya dapat menentukan sifat dari isolator gelas ini.
- Lebih banyak dijumpai pemakaiannya pada jaringan distribusi sekunder.
- Isolator gelas ini harganya lebih murah bila dibandingkan dengan isolator porselin.

Kelemahannya :

- Memiliki sifat mengkondensir (mengembun) kelembaban udara, sehingga lebih mudah debu melekat dipermukaan isolator tersebut.
- Makin tinggi tegangan sistem makin mudah pula terjadi peristiwa kebocoran arus listrik (*leakage current*) lewat isolator tersebut, yang berarti mengurangi fungsi isolasinya.

- Memiliki kualitas tegangan tembus yang rendah, dan kekuatannya berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan temperatur.
- Saat terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara tiba-tiba, maka isolator gelas ini akan mudah retak pada permukaannya. Berarti isolator gelas ini bersifat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu disekelilingnya. Tetapi bila isolator gelas ini mengandung campuran dari bahan lain, maka suhunya akan turun.

5) Kerusakan Pada Bahan Isolator Jaringan

Kerusakan isolator pada jaringan distribusi banyak disebabkan karena:

- a) unsur isolasi yang sudah tua
- b) gangguan mekanis, seperti terkena benturan atau hentakan yang keras.
- c) panas yang berlebihan, yang melebihi ambang batas yang diperkenankan
- d) kesalahan dalam pemasangan
- e) Pemburukan Isolator

Karena dipakai selama bertahun-tahun, isolator berkurang daya isolasinya, misalkan karena mengalami keretakan pada porselinya. Proses ini dinamakan pemburukan (deterioration). Isolator. Sebab - sebab utama dari pemburukan isolator adalah pengembangannya kimiawid, pengembangan pembekuan semen,

perbedaan dari pengembangan karena panas diberbagai bagaian isolator, pengembangan karena panas arus bocor dan berkaratnya pasanganpasangan logam. Untuk mencegah proses pemburukan dilakukan hal-hal sebagaiberikut :

- Meningkatkan kuat mekanis dari bagian porselin.
- Membatasi pengembangan kimiawi dari bagian-bagian semen.
- Mencet (*buffer paint*) bagian-bagian semen.
- Tidak menggunakan semen dalam lapisan porselin. Isolator jenis pasak (pin-type) paling banyak mengalami proses pemburukan sehingga sering menyebabkan gangguan pada saluran transmisi. Isolator gantung, isolator long-rod dan isolator line-post jarang menyebabkan gangguan karena pemburukan. Dengan kemajuan teknologi, maka isolator yang dibuat akhir-akhir ini sedikit sekali mengalami pemburukan.

6) Jenis Isolator Jaringan

★ Isolator yang digunakan untuk saluran distribusi tenaga listrik berdasarkan fungsi dan konstruksinya dapat dibedakan dalam 4 macam, yaitu :

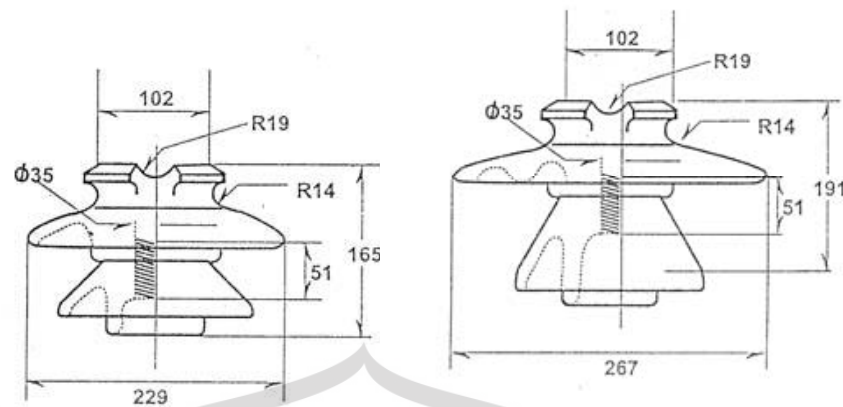
a) Isolator Jenis Pasak (*pin type insulator*).

Isolator jenis pasak (*pin type insulator*), digunakan pada tiang tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudur (*angle pole*) untuk sudut 5° sampai 30° . Banyak terbuat dari bahan porselin maupun bahan gelas yang dibentuk dalam bentuk kepingan dan bagian bawahnya diberi suatu pasak (*pin*) yang terbuat dari bahan besi atau

baja tempaan. Tiapkepingan diikatkan oleh suatu bahan semen yang berkualitas baik. Bentuk kepingan dibuat mengembang ke bawah seperti payung, untuk menghindarkan air hujan yang menimpa permukaan kepingan secara mudah. Banyaknya kepingan tergantung pada kekuatan elektris bahan kepingan. Biasanya jumlah kepingan ini maksimum lima buah.

Isolator pasak yang mempunyai satu keping, biasanya digunakan untuk jaringan distribusi sekunder pada tegangan 6 kV ke bawah yang terbuat dari bahan gelas atau porselin. Untuk jaringan distribusi primer biasanya terdiri dari dua keping yang terbuat dari bahan porselin.

Isolator jenis pasak ini banyak digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dengan kekuatan tarikan sudut (*angle tensile strenght*) hingga 10° . Kawat penghantar jaringan diletakkan di bagian atas untuk posisi jaringan lurus



Gambar 2.7 Isolator jenis pasak

(Sumber : PLN)

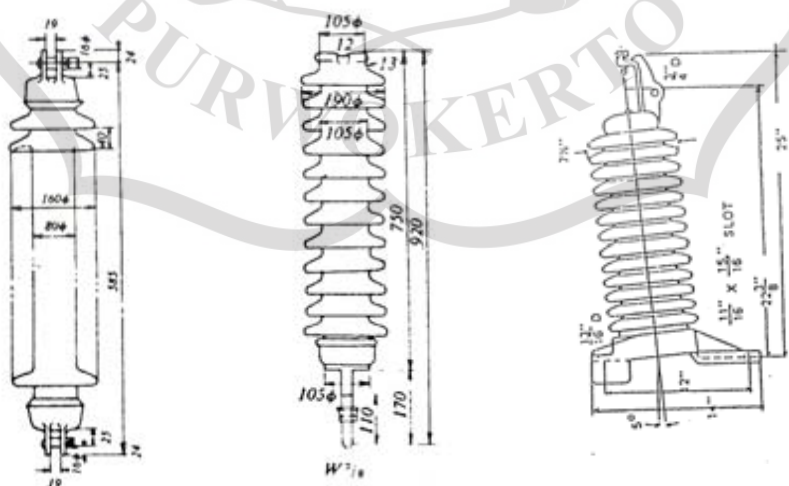
Sedangkan untuk jaringan dengan sudut dibawah 10° kawat penghantarnya diikatkan pada bagian samping agar dapat memikul tarikan kawat. Kekuatan tarik isolator jenis pasak ini lebih rendah bila dibandingkan dengan isolator jenis gantung, karena kekuatan isolator jenis pasak ini ditentukan oleh kekuatan pasaknya terhadap gaya tarikan kawat penghantar. Pemasangan isolator jenis pasak ini direncanakan pada puncak tiang maupun pada palang kayu (*cross-arm*) yang disekrupkan pada isolator tersebut. Pemasangan isolator jenis pasak pada tiang kayu saluran satu fasa yang memiliki sudut : 0° sampai 5° , dan sudut 5° sampai 30° , serta untuk saluran tiga fasa dengan sudut 0° sampai 5° , dan untuk sudut 5° sampai 30° . Isolator jenis pasak banyak digunakan karena :

- lebih banyak jaringan dibuat lurus
- sudut saluran dibuat kurang dari 15°
- isolator jenis gantung lebih mahal dari isolator jenis pasak

- konstruksi tiang dibuat dengan cross-arm (travers) lebih menonjolkan ke laur sudut.

b) Isolator Jenis Pos (*post type insulator*).

Isolator jenis pos (*post type insulator*), digunakan pada tiang tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudut (*angle pole*) untuk sudut 5° sampai 15° . Dibandingkan dengan isolator jenis pasak, isolator jenis pos ini lebih sederhana perencanaannya. Diameternya lebih kecil dan tidak menggunakan kepingan-kepingan seperti isolator jenis pasak. Terdapat lekukan-lekukan pada permukaannya untuk mengurangi hantaran yang terjadi pada isolator. Makin tinggi tegangan isolasinya makin banyak lekukan-lekukan tersebut. Isolator jenis pos ini bagian atasnya diberi tutup (*cap*) dan bagian bawah diberi pasak yang terbuat dari bahan besi atau baja tempaan. Bahan yang digunakan untuk isolator jenis pos ini terbuat dari bahan porselin basah yang murah harganya.



Gambar 2. 8 Isolator Jenis Pos

(Sumber : PLN)

Kekuatan mekanis isolator jenis pos ini lebih tinggi dibandingkan isolator jenis pasak dan penggunaannya hanya pada jaringan distribusi primer untuk tiang lurus (*tangent pole*) pada sudut 5° sampai 15° . Isolator jenis pos yang digunakan untuk jaringan distribusi 20 kV, memiliki tegangan tembus sebesar 35 kV dengan kekuatan tarik (*tensile strenght*) sebesar 5000 pon.

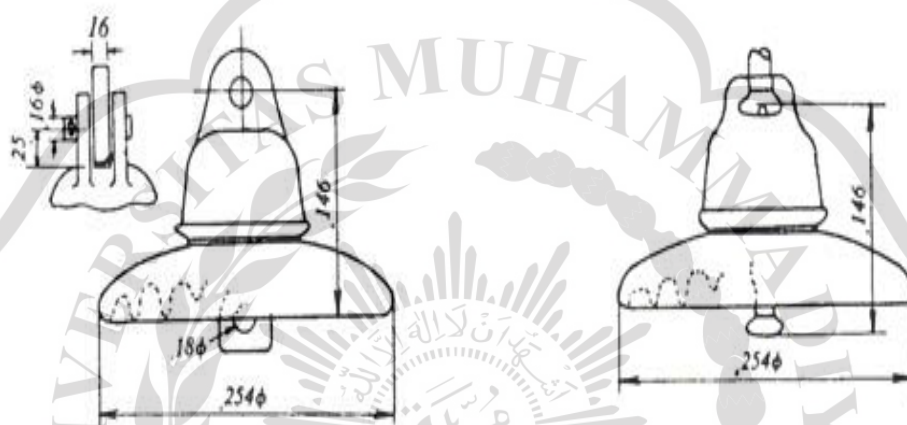
c) Isolator Jenis Gantung (*suspension type insulator*).

Isolator jenis gantung (*suspension type insulator*), digunakan pada tiang-tiang sudut (*angle pole*) untuk sudut 30° sampai 90° , tiang belokan tajam, dan tiang ujung (*dead end pole*). Isolator jenis clevis lebih banyak digunakan karena lebih kokoh dan kuat dalam penggantungannya, serta tidak ada kemungkinan lepas dari gantungannya, karena pada ujungnya digunakan mur baut untuk mengikatnya. Isolator gantung (*suspension insulator*) terdiri dari sebuah piringan yang terbuat dari bahan porselin, dengan tutup (*cap*) dari bahan besi tempaan (*malleable iron*) dan pasaknya terbuat dari bahan baja yang diikatkan dengan semen yang berkualitas, sehingga membentuk satu unit isolator yang berkualitas tinggi.

Dibandingkan isolator jenis pasak, isolator gantung ini hanya mempunyai satu piringan yang terbuat dari bahan porselin atau bahangelas biru kelabu (*blue gray glaze*). Dengan menggunakan bahangelas biru kelabu ini harga isolator dapat

ditekan lebih mudah dan dapat digunakan untuk beberapa gandingan.

Umumnya isolator gantung dengan bahan gelas ini digunakan untuk jaringan distribusi primer, sedangkan isolator gantung dari bahan porselin banyak digunakan untuk gandingan-gandingan pada jaringan transmisi tegangan tinggi.



Gambar 2. 9 Isolator gantung jenis clevis dan jenis ball and socket

(Sumber : PLN)

Pada Gambar 3.9 merupakan isolator jenis clevis dan jenis ball and socket. Jenis clevis ini memiliki bentuk tutup (*cap*) dan pasaknya (*pin*) berbentuk pipih dengan lubang ditengahnya, yang digunakan untuk keperluan penggandengan dari beberapa isolator gantung dengan mengikatnya dengan mur baut sehingga bisa lebih kuat penggandengannya. Jenis *ball and socket* memiliki bentuk tutup (*cap*) berlubang (*socket*) untuk menyangkutkan pasak (*pin*) yang berbentuk bulat (*ball*), sehingga penggandengan dari beberapa isolator gantung tidak menggunakan baut (*bolt*) lagi.

Kedua jenis ini yang paling banyak dipakai adalah jenis clevis, karena dibandingkan dengan jenis ball and socket maka jenis clevis ini lebih kokoh dan kuat serta tidak ada kemungkinan lepas. Isolator gantung mempunyai kualitas tegangan isolasi tidak begitu tinggi dibandingkan isolator jenis pasak, karena isolator gantung hanya memiliki satu piringan untuk setiap unit isolator. Oleh sebab itu agar memenuhi kebutuhannya maka isolator gantung ini digandeng-gandengkan satu unit dengan unit yang lain agar mendapatkan kualitas tegangan isolasi yang tinggi. Bila digandengkan isolator gantung mempunyai kualitas yang lebih tinggi dari isolator jenis pasak. Makin banyak gandengannya makin tinggi kualitas tegangan isolasinya.

Saluran transmisi banyak sekali menggunakan isolator gantung ini. Karena kekuatan mekanis isolator gantung ini lebih tinggi bila digandengkan, maka banyak digunakan untuk menahan besarnya tarikan atau ketegangan kawat pada tiang-tiang sudut (*angle pole*), tiang belokan tajam, dan tiang ujung (*dead end pole*).

d) Isolator Jenis Cincin (*spool type insulator*).

Isolator jenis cincin (*spool type insulator*), digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dengan sudut 0° sampai 10° , yang dipasang secara horizontal maupun vertikal. Isolator cincin bentuknya bulat berlubang ditengahnya seperti cincin yang hanya terdapat satu atau dua lekukan saja yang seluruhnya terbuat dari bahan porselin.

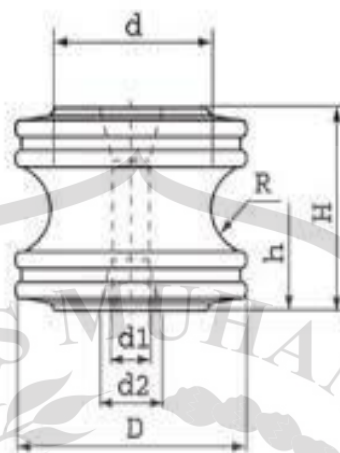


Fig 2

Gambar 2. 10 Isolator Jenis Cincin

(Sumber : PLN)

Isolator cincin ini tidak menggunakan pasak (*pin*) sehingga isolator cincin memiliki kualitas tegangannya lebih rendah. Biasanya tak lebih dari 3 kV. Isolator cincin ini besarnya tidak lebih dari 7,5cm tinggi maupun diameternya, yang dipasangkan pada jaringan distribusi sekunder serta saluran pelayanan ke rumah-rumah. Isolator ini dipasang pada sebuah *clamp* (pengapit) dengan sebuah pasak yang dimasukkan ke dalam lubang ditengahnya.

Pemasangan secara horizontal digunakan untuk jaringan lurus (*tangent line*) dengan sudut antara 0° sampai 10° . Untuk

jaringan lurus (*angle line*) untuk sudut lebih dari 10° dipasang pada kedudukan vertikal. Kesemuanya dipasang pada tiang penyanggaden jarak satu meter dari tiang atau 60 cm dari palang kayu (*crossarm*).

7) Karakteristik Isolator Jaringan

a) Karakteristik Isolator

- Mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi agar dapat menahan beban kawat penghantar
- Memiliki konstanta dielektrikum (*relative permittivity*) yang tinggi, agar memberikan kekuatan dielektrik (*dielectric strength*) tinggi juga.
- Mempunyai tahanan isolasi (*insulation resistance*) yang tinggi agar dapat menghindari kebocoran arus ke tanah.
- Mempunyai perbandingan (*ratio*) yang tinggi antara kekuatan pecah dengan tegangan loncatan api (*flashover voltage*).
- Menggunakan bahan yang tidak berpori-pori dan tidak terpengaruh oleh perubahan temperatur
- Bebas dari kotoran dari luar dan tidak retak maupun tergores, agar dapat dilewati oleh air atau gas di atmosfer.
- Mempunyai kekuatan dielektrik (*dielectric strenght*) dan kekuatan mekanis (*mechanis strenght*) yang tinggi.
- Bahan yang mampu mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya.

- Harganya murah
- Tidak terlalu berat

b) Karakteristik Mekanis

Kecuali harus memenuhi persyaratan listrik, isolator harus memiliki kekuatan mekanis guna memikul beban mekanis penghantar yang diisolasi. Porselin sebagai bagian utama isolator, mempunyai sifat sebagai besi cor, dengan tekanan-tekanan yang besardan kuat-tarik yang lebih kecil.

Kuat tariknya biasanya 400-900kg/cm², sedangkan kuat tekanannya 10 kali lebih besar. Porselin harus bebas dari lubang-lubang (*blowholes*) goresan - goresan, keretakan-keretakan, serta mempunyai ketahanan terhadap perubahan suhu yang mendadak tumbukan-tumbukan dari luar. Gaya tarik isolator yang telah dipasang relatif besar, sehingga kekuatan porselin dan bagian-bagian yang disemenkan padanya harus dibuat besar dari kekuatan bagian-bagian logamnya.

Kekuatan mekanis dari isolator gantung dan isolator batang panjang harus diuji untuk mengetahui kemampuan mekanis dan keseragamannya. Kekuatan jenis ini dan line post ditentukan oleh kekuatan pasaknya (pin) terhadap moment tekukan (bending momen) oleh penghantar. Pengkajian kekuatannya karena itu dilakukan dengan memberikan beban kawat secara lateral terhadap pasak.

Dalam perencanaan saluran transmisi udara, tegangan lebih pada isolator merupakan faktor penting. Di tempat-tempat dimana pengotoran udara tidak mengkhawatirkan, surja-hubung (*switching surge*) merupakan faktor penting dalam penentuan jumlah isolator dan jarak isolator. Karakteristik lompatan api dari surja-hubung lain dari karakteristik frekuensi rendah dan impuls.

8) Penggunaan Isolator Pada Jaringan Distribusi

Ditinjau dari segi penggunaan isolator pada jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi besar kecil tegangan, yaitu tegangan rendah (SUTR) dan tegangan menengah/tinggi (SUTM).

a) Pada Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

Isolator SUTR adalah suatu alat untuk mengisolasi kawat penghantar dengan tiang dan traves. Isolator yang baik harus memiliki ciri-ciri, yaitu sudut dan lekukan yang licin dan tidak tajam, guna menghindari kerusakan kawat penghantar akibat tekanan mekanis pada saat pemasangan. Disamping itu isolator SUTR harus memenuhi persamaan mekanis, listrik, dan termis, mempunyai ketahanan terhadap tembusan dan loncatan arus rambat listrik. Juga tahan terhadap gaya mekanis, perubahan suhu, dan cuaca sesuai dengan keadaan kerja setempat. Pada pemasangan SUTR pemakaian jenis isolator dibedakan sesuai dengan lokasi berdiri tiang. Untuk tiang yang berdiri ditengah-tengah jaringan yang lurus digunakan isolator pasak type "RM".

Lokasi tiang yang berdiri pada akhir atau ditikungan jaringan SUTR digunakan isolator pasak jenis Spool Isolator dan Isolator pasak Type "A", dan isolator line-post. Sedangkan untuk tiang penegangan dipergunakan isolator gantung.



Gambar 2. 11 Isolator jenis pasak tipe A
(Sumber : PLN)

Sebelum isolator dipasang pada SUTR terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan secara visual mengenai bentuk ukuran, dan keadaan isolator itu sendiri. Disamping itu isolator harus terbuat dari bahan porselen yang diglasir, mempunyai kualitas isolator arus listrik tinggi, tidak berlapis-lapis, tidak berlubang, dan tidak cacat. Bahan pin isolator harus diglavanis sehingga tidak mudah berkarat. Pemasangan pin pada poros isolator harus lurus. Pemasangan pin pada poros isolator dilakukan dengan coran timah hitam.

b) Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

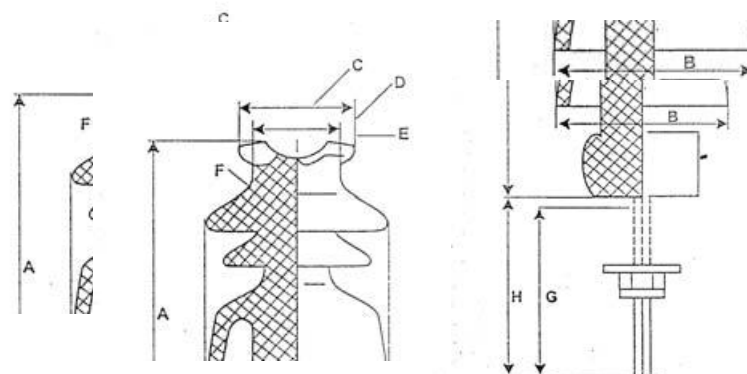
Isolator yang digunakan untuk jaringan SUTM, karakteristiknya dan konstruksi dapat dilihat dibawah ini :

Temperature maksimum : 40°

Temperature normal : 28 °

Temperature minimal : 16 °

Dalam jaringan SUTM ini mempergunakan isolator jenis sanggadan isolator suspension (isolator gantung). Didalam pemasangan isolator suspension maupun isolator sangga, diperiksa baut dan mur yang ada harus dikunci dengan kuat. Isolator itu dipasang pada traves dengan mengunci mur dan baut yang terdapat pada plat penegang. Didalam memasang isolator suspension dilakukan setiap satu persatuan unit. Setiap satu jaringan SUTM yang terdapat sambungan saluran udara pada tiang, dibutuhkan unit isolator suspension dan satu isolator sangga. Isolator sangga berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar yang ditengah jaringan melintasi traves. Sebagai pengunci kawat penghantar dibutuhkan enam buah klem penyambung yang terbuat dari bahan yang sama dengan bahan penghantar. Pada traves diakhiri saluran SUTM dipakaitiga unit isolator suspension.



Gambar 2. 12 Isolator Jenis Sangga

(Sumber : PLN)

2.3.2. Peralatan Hubung

Merupakan satu kesatuan system yang tidak dapat di pisahkan. Berawal dari gardu induk dan sampai ke jaringan tegangan menengah serta tegangan rendah.

A. Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus tenaga mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengoprasian gardu induk. Berfungsi sebagai pemutus beban dan arus gangguan.



Gambar 2. 13 Pemutus Tenaga (PMT)

(Sumber : PLN)

B. Recloser

Recloser adalah rangkaian listrik yang terdiri dari pemutus tenaga yang dilengkapi kotak kontrol elektronik (*Electronic Control Box*). *Box control*,

merupakan suatu peralatan elektronik sebagai kelengkapan recloser dimana peralatan ini tidak berhubungan dengan tegangan menengah dan pada peralatan ini Recloser dapat dikendalikan cara pelepasannya. Dari dalam kotak kontrol inilah pengaturan (*setting*) *recloser* dapat ditentukan. Alat pengaman ini bekerja secara otomatis guna mengamankan suatu sistem dari arus lebih yang diakibatkan adanya gangguan hubung singkat. Cara bekerjanya adalah untuk menutup balik dan membuka secara otomatis yang dapat diatur selang waktunya, dimana pada sebuah gangguan *temporer*, recloser tidak membuka tetap (*lock out*), kemudian *recloser* akan menutup kembali setelah gangguan itu hilang. Apabila gangguan bersifat *parameter*, maka setelah membuka atau menutup balik sebanyak setting yang telah ditentukan kemudian *recloser* akan membuka (*lock out*).



Gambar 2. 14 Recloser

(Sumber : PLN)

2.4. Team PDKB TM (Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan Tegangan Menengah)

2.4.1. Pengertian Umum Team PDKB

PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) senantiasa berupaya untuk meningkatkan pelayanan kepada pelanggan/konsumen. Meningkatnya tuntutan kualitas pelayanan kepada konsumen harus diikuti pula peningkatan usaha-usaha pelayanan yang memadai yang salah satunya adalah dengan kegiatan pemeliharaan jaringan beserta peralatannya melalui pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB). Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) merupakan komitmen dari PTPLN (Persero) dan sekaligus sebagai andalan Perusahaan dalam upayanya untuk terus menerus meningkatkan pelayanan kepada pelanggan. Keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting sehingga setiap kegiatan pemeliharaan dengan Pekerjaan Keadaan Bertegangan (PDKB) hanya boleh dilaksanakan oleh personel yang memiliki sertifikat kompetensi serta harus mengikuti *Standard Operating Procedure* (SOP) Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan yang terdiri dari :

1. Buku 1, berisi tentang “ Pedoman Pelaksanaan PDKB ”
2. Buku 2, berisi tentang “ Himpunan SOP PDKB- TM ”
3. Buku 3, berisi tentang “ Check List SOP PDKB- TM “

Buku-buku tersebut merupakan pedoman bagi regu PDKB yang harus senantiasa ditaati oleh setiap personelnnya. Buku tersebut berisi segala hal tentang pekerjaan yang dapat dilakukan oleh team PDKB. Urutan-urutan ataupun tahapan pekerjaan yang harus dilakukan oleh para pekerja harus

sesuai dengan tahapan yang tertulis pada buku tersebut karena buku tersebut telah teruji dan telah terkaji oleh TIM KOMISI PDKB PUSAT.

Dengan buku-buku ini, diharapkan tim PDKB TM yang bekerja pada jaringan yang bertegangan dapat diminimaliskan resionya mengingat pekerjaan yang dilakukan tim PDKB merupakan pekerjaan yang beresiko cukup tinggi karena bahaya yang timbul akibat listrik yang wujudnya tidak terlihat dapat berakibat fatal.

2.4.2. Struktur Organisasi, Definisi dan Ketentuan-ketentuan pada Team PDKB

Organisasi PDKB-TM adalah : suatu wadah tatanan personil yang terkait yang bertujuan melaksanakan pekerjaan jaringan dalam keadaan bertegangan TM, mulain dari Perencanaan, Pelaksanaan, dan Evaluasi hasil-hasil pekerjaan tersebut. Struktur Organisasi Lengkap Tim PDKB dan ketentuan-ketentuan yang ada adalah sebagai berikut :

A. Kepala Operasi

Kepala operasi adalah seorang pegawai yang secara tertulis ditunjuk sebagai penanggung jawab atas satu atau sejumlah instalasi yang batas-batasannya ditetapkan dengan jelas. Kepala Operasi yang ditunjuk atau dimaksud adalah (Kepala Unit/Manajer Area).

Kepala Unit diberi wewenang untuk melimpahkan sebagian atau seluruh tanggung jawabnya kepada pegawai lain

yang bersangkutan dengan tugas-tugas pekerjaan instalasi bertegangan. Setiap instalasi harus ditempatkan dibawah tanggung jawab Kepala Operasi atau yang ditunjuk yaitu Manajer Area / Kepala Unit.Selanjutnya Kepala Operasi (Manajer Area) berarti yang bersangkutan sendiri atau orang yang mendapat pelimpahan tanggung jawab tersebut yang berwenangan untuk melaksanakan pekerjaan instalasi yang dikerjakan dengan pola PDKB.

B. Gugus Tugas PDKB

Adalah suatu gugus kerja PDKB yang beranggotakan beberapa orang dan berkedudukan di PLN Cabang/Area.Gugus tugas PDKB ini tugasnya membuat perencanaan pelaksanaan dan pengawasan kerja, atas perintah pekerjaan yang diminta untuk dikerjakan dengan PDKB oleh Kepala Operasi.

C. Koordinator

Tugas Koordinator meliputi :

- 1) Menjalankan koordinasi dengan Kepala Operasi atau Asisten manajer Distribusi yang mewakili Kepala Operasi.
- 2) Mengikuti secara aktif perkembangan teknologi PDKB.
- 3) Mengelola SDM dan peralatan secara professional.
- 4) Mengusulkan kepada Kepala Operasi mengenai perkembangan Organisasi, karir anggota PDKB, perencanaan pekerjaan, dan penambahan/peremajaan peralatan kerja.

D. Preparator

Tugas Preparator adalah :

- 1) Membuat foto dari pekerjaan yang akan dilaksanakan.
- 2) Membuat catatan kondisi lapangan.
- 3) Melaporkan keadaan pekerjaan yang sebenarnya.
- 4) Melaporkan kondisi tanah dan lingkungan sekitarnya.
- 5) Melaporkan jarak tempat kerja di jalan.
- 6) Menentukan dapat tidaknya pekerjaan tersebut dilaksanakan dengan PDKB.
- 7) Membuat peta lokasi pekerjaan.
- 8) Menyiapkan material dan peralatan kerja yang diperlukan.
- 9) Menyiapkan tenaga kerja yang diperlukan.
- 10) Menetapkan lama waktu yang dibutuhkan.
- 11) Membuat jadwal pelaksanaan kerja.
- 12) Menyiapkan Surat Perintah Kerja PDKB (SP2B dan SPJB)

★ E. Kepala Regu/Pengawas Pekerjaan ★

Seseorang yang secara efektif memimpin di lapangan dan selalu berada di tempat kerja untuk mengawasi pekerjaan DKB yang sedang berlangsung serta bertanggung jawab atas tindakan-tindakan mengenai keselamatan di lokasi.

Kepala Regu yang dipilih agar memiliki latar belakang pengetahuan dan kemampuan teknis dan ditunjuk secara tertulis oleh perusahaan (dalam hal ini Kepala/Manajer Unit) untuk memimpin pekerjaan instalasi bertegangan di lokasi tersebut.

Kepala regu dibedakan dari pekerja lainya oleh warna helm yaitu warna merah/oranye dan ban yang terpasang pada lengan kirinya berwarna merah serta dia harus merupakan satu-satunya orang yang mengenakan helm dengan warna tersebut dilokasi. Kepala Regu selalu malapor dan berkomunikasi melalui radio dengan Kepala Operasi.

F. Pelaksana/*Lineman*

Terdiri dari 2 sampai 6 orang, yang bertugas melaksanakan pekerjaan PDKB. Pekerja ini dibedakan dengan memakai helm warna seragam kuning atau putih waktu bekerja di instalasi bertegangan. Melakukan pekerjaan atau petunjuk dan pelaksanaan dari Kepala Regu.

G. Pembantu/*Groundman*

Groundman tidak melaksanakan langsung bekerja oada instalasi bertegangan. Tugas dari *groundman* adalah membantu segala hal yang dibutuhkan lineman. *Groundman* bekerja dibawah misalnya memasang tali pelayanan. Memasang patok dan seling sebagainya. *Groundman* juga memakai helm warna kuning/putih saat bekerja.

Untuk keselamatan kerja, salah satu pelaksanaan senior ditugaskan sebagai pengawas keselamatan kerja (posisi dibawah/*groundaman*) dan mempunyai tugas yaitu :

- 1) Mengawasi penempatan semua penempatan peralatan yang berisolasi diatas *tool rock* (kecuali *protector* atau *conductor cover*).
- 2) Mengawasi peralatan lain yang diletakan diatas tarpaulin.
- 3) Mengawasi semua *maneuver* diatas tiang atau didekat tegangan secara terus menerus.
- 4) Apabila terpaksa meninggalkan lokasi pekerjaan atau tidak bisa langsung mengawasi pekerjaan maka harus lapor keada pengawas pekerjaan.

H. Pengawas Keselamatan Kerja

Pengawas keselamatan kerja bertugas membantu pekerjaan pengawas pekerjaan atau kepala regu. Sebagai seorang pengawas keselamatan kerja harus memenuhi persyaratan, yaitu:

- 1) Memiliki brevet PDKB TM *Distance method*.
- 2) Mengikuti dan memahami *job briefing*.
- 3) Melaksanakan koordinasi dengan pengawas pekerjaan.
- 4) Menggunakan alat pelindung diri.
- 5) Memahami dan melasanakan SOP.
- 6) Dapat menjaga keselamatan diri sendiri, orang lain, peralatan dan lingkungan pekerjaan.
- 7) Sebelum melaksanakan pekerjaan harus memeriksa kondisi peralatan kerja dan pelindung diri.
- 8) Memakai helm bewarna biru.

- 9) Apabila dalam keadaan hujan wajib menggunakan jas hujan.
- 10) Tidak boleh mengaktifkan HP selama pekerjaan berlangsung.
- 11) Dapat memimpin doa.

I. Surat Penunjukan Pengawas Pekerjaan Bertegangan

Surat penunjukan sebagai Pengawas Pekerjaan Bertegangan (SP3B) adalah sebuah dokumen tertulis bersifat sementara yang dibuat oleh Kepala Operasi (Kepala Unit di Satuan PLN) atau pimpinan kontraktor (yang disetujui oleh Kepala Operasi PLN) dimana Kepala Operasi atau Pimpinan Kontraktor (pihak ketiga) tersebut memberi wewenang kepada pegawai yang secara sah ditunjuk sebagai Pengawas Pekerjaan Bertegangan untuk melaksanakan pekerjaan yang ditentukan dengan jelas disuatu lokasi tertentu.

Berlakunya SP3B tersebut harus dibatasi untuk satu hari atau beberapa hari atau selama masa yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

J. Surat Perintah Melakukan Pekerjaan Bertegangan (SP2B)

Surat Perintah melaksanakan Pekerjaan Bertegangan (SP2B) adalah sebuah dokumen tetap tertulis yang dibuat oleh Kepala Operasi (Kepala Unit di Satuan PLN) atau Pimpinan Kontraktor (yang disetujui oleh Kepala Operasi PLN) untuk digunakan oleh pegawai yang disertai pekerjaan.

Dokumen untuk menetapkan pekerjaan yang dapat dilaksanakan dalam keadaan bertegangan dengan menyatakan :

- 1) Cara metode yang digunakan.
- 2) Dimana perlu pembatasan atau larangan yang bersifat setempat.

Penyampaian SP2B untuk bekerja dalam keadaan bertegangan harus diakui penerimanya dengan sebuah tanda terima yang disimpan oleh Kepala Operasi atau Pimpinan Kontraktor. Cara metode yang digunakan sebagai berikut :

1. Keadaan Cuaca

- a) Cuaca Basah

Dianggap cuaca basah apabila turun hujan atau gerimis, klasifikasi untuk cuaca basah yaitu Cuaca sedikit Basah (keadaan cuaca tersebut tidak menghalangi penglihatan pekerja yang dilengkapi dengan perlengkapan kerjanya) dalam keadaan ini pekerjaan masih dapat di lanjutkan. Cuaca sangat basah (keadaan cuaca tersebut menghalangi penglihatan pekerja yang dilengkapi dengan perlengkapan kerjanya) dalam keadaan ini pekerjaan wajib dihentikan.

- b) Badai Petir

Cuaca dianggap badai petir apabila cahaya kilat dapat dilihat dan suara guruh dapat didengar, dalam keadaan ini pekerjaan harus dihentikan.

c) Angin kencang

Cuaca dianggap berangin kencang apabila kekuatan angin disekitar tempat dilakukan pekerjaan sangat kencang sehingga mengganggu kegiatan pekerjaan dan dapat mengancam keselamatan pekerja dan perkakas atau peralatan, dalam keadaan ini pekerja dapat dihentikan.

2. Jarak Aman Minimum

Komponen hantar tertentu (penghantar phase atau struktur hantar dari jenis apa saja) yang potensialnya berbeda dari potensial pekerja, jarak aman minimum diudara (D) merupakan jumlah dari jarak tegangandan jarak lindung.

3. Jarak Tegangan

Jarak tegangan adalah jarak antara phase ke bumi (t) atau jarak antara phase dengan phase (T) sesuai kasusnya.

Jarak ini merupakan jarak minimum teoritis yang harus diperhatikan untuk menghindari dari setiap bahaya *Flash over*. Untuk berbagai tegangan nominal yang lebih umum dipergunakan, jarak tegangan phase ke bumi (t) dan jarak tegangan phase ke phase (T) yang dinyatakan dalam meter dapat dilihat pada table 2.1 berikut ini, dengan (U) sebagai tegangan nominal sistem dinyatakan dalam KV.

Tabel 2. 1 Ketentuan Jarak Tegangan

U (KV)	T (m)	t (m)
Tegangan menengah 20 KV	0,10	0,30

4. Jarak Lindung

Jarak lindung (g) ini bertujuan agar pekerja tidak usah selalu memikirkan perihal penyesuaian jarak tegangan sehingga dengan demikian dapat mencurahkan seluruh perhatiannya pada pekerjaan dan sekaligus melindunginya terhadap akibat gerakan yang tidak disengaja. Besarnya jarak lindung adalah 0,50 m untuk tegangan menengah 20 KV.

Untuk berbagai tegangan nominal yang lebih umum dipergunakan, jarak aman minimum (D) phase ke phase dan (d) phase ke bumi dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. 2 Ketentuan Jarak Lindung

U (KV)	d (m) ke bumi	D (m) phase ke phase
Tegangan menengah 20 KV	0,60	0,80

Jarak (D) dan (d) tersebut berlaku dalam kondisi yang sama seperti pada jarak dalam (t) dan (T).

Walaupun jarak aman minimum dipenuhi namun pekerja harus selalu berada sejauh mungkin dari komponen-komponen yang berbeda potensial dengan potensial dirinya sehingga memungkinkan untuk melaksanakan pekerjaan secara aman.

5. Daerah Terlarang

Daerah terlarang bagi pekerja adalah daerah yang tidak dapat dimasuki tanpa perlindungan yang sesuai dengan tingkat tegangannya dan hanya dapat dimasuki dengan perlengkapan yang memadai untuk bekerja dalam keadaan bertegangan.

Daerah terlarang bagi pekerja adalah semua titik yang terletak pada jarak kurang dari jarak tegangan (t) atau (T) sebagai mana ditetapkan dan apabila potensialnya berbeda dengan potensial pekerja.

Daerah terlarang dapat dipersempit sesuai syarat-syarat yang terkandung dalam persyaratan kerja dengan menggunakan sebuah gawai (pelindung, *cover* atau *protector*) yang dirancang dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat mencegah timbulnya flash over atau sentuhan antara pekerja dan penghantar atau struktur bertegangan yang potensialnya berbeda dengan potensial pekerja.

Daerah terlarang tersebut dengan demikian dipersempit hingga ke ruang antar penghantar (struktur bertegangan) dengan pelindung tersebut.

6. Macam-macam Cara Kerja

Ada tiga (3) cara kerja sesuai keadaan pekerja yang sesuai dengan daerah terlarang dalam hubungannya dengan penghantar (struktur bertegangan) yang sedang dikerjakan.

a) Kerja Sentuhan (kerja dengan sarung tangan)

Pada cara ini dengan sarana perlindungan dan tindakan pencegahan yang ditetapkan, pekerja memasuki daerah terlarang dalam hubungan dengan penghantar (struktur bertegangan) yang sedang dikerjakan.

b) Kerja Berjarak (kerja dengan galah berisolasi)

Pada cara ini pekerja bekerja diluar daerah terlarang dalam hubungannya dengan penghantar (struktur bertegangan) di tempat bekerja, pekerjaan dilaksanakan dengan bantuan perkakas yang dipasang pada ujung galah berisolasi atau tali isolasi.

c) Kerja Potensial

Pada cara ini meniadakan daerah terlarang dalam hubungannya dengan penghantar (struktur bertegangan) dimana pelaksana bekerja dengan menempatkan dirinya pada potensial yang sama dengan potensial penghantar yang bertegangan itu. Tetapi pelaksana akan membuat

daerah terlarang baru yang berhubungan dengan penghantar yang memiliki potensial berbeda.

Langkah – Langkah Operasi yang digunakan Berdasarkan Buku Instruksi Kerja Penggantian Isolator dalam keadaan berbeban :

Bagi pekerja saluran selama melakukan pekerjaan pemeliharaan yang terpenting adalah sebagai berikut :

- a) Caranya pekerja saluran berada ditempat (pemilihan posisi kerja) dan ruang bebas geraknya.
- b) Keterampilan kerja saluran.

2.5. Instruksi Kerja Penggantian Isolator PDKB Tegangan Menengah 20 KV

2.5.1 Penggantian Isolator Tumpu Metode *Mast* fase S PDKB-TM Metode Berjarak

Langkah- langkah berikut yang dilaksanakan Tim PDKB saluran 20 KV pada pekerjaan pemeliharaan penggantian Isolator Tumpu Metode *Mast* Fase S dalam keadaan bertegangan metode berjarak :

1. Mengukur jarak Elemen Pelindung (EP) :

Mengukur jarak 6 EP antara Linesman dengan bagian konduktor yang bertegangan dengan menggunakan *Measuring Rod*, posisi tangan dan *Measuring Rod* lurus ke atas atau ke samping sehingga diperoleh jarak EP yang diijinkan.

2. Memasang *Insulating Flexible Cover with Opening* :

- a) Memasang *Insulating Flexible Cover With Opening* pada Isolator Tumpu sampai menutup bagian konduktif terbuka dengan menggunakan *Tie Pole*.
 - b) Menjepit *Insulating Flexible Cover With Opening* dengan *Insulating Blanket Clamp* menggunakan *Hook Pole*.
3. Memasang Tringulasi Mast
- a) Memasang *Pole Type Saddle Clamp* 63 mm pada Tiang, posisi atas maksimal 6 EP dan posisi bawah berjarak 2 meter dari *Gripping Ring Conductor Support* 63 mm.
 - b) Memasang *Conductor Support Pole* 63 mm 5,10 meter pada konduktor dan kedua *Pole Clamp Saddle* 63 mm lalu dikencangkan.
 - c) Memasang *Rope block* Pada *Suckle Pole Type Saddle Pole Clamp* 63mm bagian bawah dan pada *Offset Eye* serta mengikat Tali *Rope Block* pada Anak Tangga.
4. Membuka Ikatan Konduktor
- a) Membuka ujung *Tie Wire* dengan *Double hook* pada *Tie Pole* jika ikatan terlalu rapat, setelah terbuka dilanjutkan dengan menggunakan *Rotary Blade* pada *Tie Pole* dan memotong *Tie Wire* setiap maksimum 10 cm dengan menggunakan *Binding Wire Cutter*.
 - b) Apabila ujung *Tie Wire* tidak terlihat maka menggunakan *Mirror* yang dipasang pada *Universal Hand Pole*.
5. Menaikan Konduktor *Phase S*

- a) Mengendorkan pengunci kedua *Pole Clamp* 63 mm dan menarik Tali *Rope Block* sampai Konduktor terlepas dari Isolator dan mencapai batas aman / EP terpenuhi.
 - b) Mengencangkan pengunci kedua *Pole Clamp* 63 mm dan mengikat Tali *Rope block* pada anak Tangga.
6. Memasang Conductor Cover dan Pin Type Insulator Cover & Door :
- a) Memasang *Live Line Connector* pada Konduktor untuk pembatas dengan menggunakan *Hook Pole*.
 - b) Memasang *Conductor Cover* pada Konduktor dengan *Hook Pole* dibantu dengan *Tie Pole* dimulai dari fase yang terdekat dengan *Linesman*.
 - c) Memasang *Door* dan *Pin Type Insulator Cover* pada *Pin* isolator dengan *Hook Pole* dibantu *Tie Pole* dimulai dari fase yang terdekat dengan *Linesman*.
7. Mengganti Isolator
- a) Mengganti Isolator Tumpu dengan Isolator Tumpu yang sudah terpasang *Tie Wire*.
 - b) Untuk menaikkan dan menurunkan Isolator Tumpu diikat dengan Tali *Sling*.
8. Memasang Insulating Flexible Cover
- Memasang secara langsung *Insulating Flexible cover without Opening* pada *Cross Arm* dan *Insulating Flexible Cover with Opening* pada Isoator Tumpu lalu di jepit dengan *Insulating Blanket Clamp*.
9. Menempatkan Konduktor Pada Isolator Tumpu Phase S

- a) Mengendorkan pengunci kedua *Pole Clamp* 63 mm dan mengulur Tali *Rope Block* sampai konduktor terpasang pada Isolator.
 - b) Mengencangkan Pengunci kedua *Pole Clamp* 63 mm dan mengikat Tali *Rope block* pada Anak Tangga.
10. Mengikat Konduktor Pada Isolator Tumpu Phase S
- a) Mengikat Konduktor dilaksanakan oleh dua *Linesman* dengan menggunakan *Rotary Pronk* pada *Tie Pole* lalu memotong ujung *Tie Wire* dengan *Binding Wire Cutter Pole*.
 - b) Standar ikatan Isolator 2 lilitan, silang pada Isolator, 2 lilitan, 1 *spare*, 2 lilitan dan ikatan harus terpasang kencang dan rapi.
11. Melepas Tringulasi Mast
- a) Melepas *Rope Block* dari *Suckle Pole Type Saddle* 63 mm bagian bawah dan offset Eye.
 - b) Mengendorkan Pengunci kedua *Pole Clamp* 63 mm 5,10 meter dari konduktor.
 - c) Melepas kedua *Pole Type Saddle* 63 mm lengkap dari Tiang.
12. Melepas Insulating Flexible Cover
- Melepas *Insulating Blanket Clamp* dengan menggunakan *Hook Pole* serta *Insulating Flexible Cover with Opening* dari Isolator Tumpu dan *Insulating Flexible Cover without Opening* dari *Cross Arm* menggunakan *Tie pole*.
13. Melepas Pin Type Insulator Cover & Door dan Conductor Cover phase R dan T

- a) Melepas *Pin Type Insulator Cover & Door* dari Isolator menggunakan *Hook Pole* dibantu *Tie Pole* dimulai dari fase yang terjauh dengan *Linesman*.
 - b) Melepas *Conductor Cover* dari Konduktor dengan menggunakan *Hook Pole* dibantu *Tie Pole* dimulai dari fase yang terjauh dengan *Linesman*.
 - c) Melepas *Live Line Connector* Pembatas menggunakan *Hook Pole*.
14. Melepas Peralatan Kerja
- Melepas dan menurunkan semua peralatan kerja dengan tetap menjaga jarak EP kemudian merapikan dan menyimpan.
15. Pengawas Pekerjaan melaporkan bahwa pekerjaan PDKB sudah selesai melalui radio komunikasi ke Piket Pengatur Area dan memintakan kondisi jaringan dinormalkan kembali dari posisi Standar Operasi Khusus (SOK)
16. Pengawas Pekerjaan melakukan evaluasi hasil pekerjaan, meliputi
- a) Pelaksanaan pekerjaan sesuai intruksi kerja.
 - b) Hasil kerja sesuai standar konstruksi yang berlaku.
17. Pengawas pekerjaan memimpin doa penutup.
18. Pengawas pekerjaan mengisi formulir penyelesaian pekerjaan sesuai dengan SOP Nomor 001.SOP PDKB-TM/11/113/KOMITE PDKB/2014 dan ditandatangani Kepala Operasi/Asisten Manajer Jaringan

2.5.2 Penggantian Isolator Tumpu Metode *Coulisse* fase R Atau T PDKB-TM

Metode Berjarak

Langkah- langkah berikut yang dilaksanakan pekerja saluran 20 KV pada pekerjaan pemeliharaan penggantian Isolator Tumpu Metode *Coulisse* Fase R atau T dalam keadaan bertegangan metode berjarak.

A. Mengukur jarak Elemen Pelindung (EP) :

Mengukur jarak 6 EP antara Linesman dengan bagian konduktor yang bertegangan dengan menggunakan *Measuring Rod*, posisi tangan dan *Measuring Rod* lurus ke atas atau ke samping sehingga diperoleh jarak EP yang diijinkan.

B. Memasang *Insulating Flexible Cover with Opening* :

- 1) Memasang *Insulating Flexible Cover With Opening* pada Isolator Tumpu sampai menutup bagian konduktif terbuka dengan menggunakan *Tie Pole*.
- 2) Menjepit *Insulating Flexible Cover With Opening* dengan *Insulating Blanket Clamp* menggunakan *Hook Pole*.

C. Memasang Tringulasi Coulisse

- 1) Memasang *Pole Type Saddle Clamp* 38 mm lengkap dengan *Pole Type Saddle* 63 mm lengkap pada Tiang dan disesuaikan dengan sudut Triangulasi Coulisse.
- 2) Memasang *Conductor Support Pole* 38 mm lengkap dengan *Jaw* menghadap ke bawah dan *Conductor Support Pole* 63 mm dengan *Jaw* menghadap ke atas pada Konduktor secara berhimpitan dan mengencangkan *Pole Clamp* 38 mm dan *Pole Clamp* 63 mm.

- 3) Pemasangan *Conductor Support Pole* 63 mm tidak boleh digantungkan pada konduktor pada Konduktor tanpa memberikan gaya lawan.
- 4) Memasang *Rope block* Pada *Suckle Pole Type Saddle Pole Clamp* 63mm bagian bawah dan pada *Offset Eye* serta mengikat Tali *Rope Block* pada Anak Tangga.

D. Membuka Ikatan Konduktor

- 1) Membuka ujung *Tie Wire* dengan *Double hook* pada *Tie Pole* jika ikatan terlalu rapat, setelah terbuka dilanjutkan dengan menggunakan *Rotary Blade* pada *Tie Pole* dan memotong *Tie Wire* setiap maksimum 10 cm dengan menggunakan *Binding Wire Cutter*.
- 2) Apabila ujung *Tie Wire* tidak terlihat maka menggunakan *Mirror* yang dipasang pada *Universal Hand Pole*.

E. Menjauhkan Konduktor

- 1) Mengendorkan pengunci kedua *Pole Clamp* 38 mm dan *Pole Clamp* 63 mm dan menarik *Rope Block* sampai Konduktor terlepas dari Isolator dan menjauhkan Konduktor hingga mencapai batas aman / EP terpenuhi.
- 2) Mengencangkan pengunci kedua *Pole Clamp* 63 mm dan mengikat Tali *Rope block* pada anak Tangga.

F. Memasang Conductor Cover dan Pin Type Insulator Cover pada fase S

- 1) Memasang *Live Line Connector* pada Konduktor untuk pembatas dengan Menggunakan *Hook Pole*.

- 2) Memasang *Conductor Cover* pada Konduktor dengan *Hook Pole* dibantu dengan *Tie Pole*.
- 3) Memasang *Pin Type Insulator Cover* dan *Doorpada* Isolator Tumpu dengan *Hook Pole* dibantu *Tie Pole*.

G. Mengganti Isolator Tumpu

- 1) Mengganti Isolator Tumpu dengan Isolator Tumpu pengganti yang sudah terpasang *Tie Wire* secara langsung.
- 2) Untuk menaikkan dan menurunkan Isolator Tumpu diikat dengan Tali *Sling*.

H. Memasang Insulating Flexible Cover

Memasang secara langsung *Insulating Flexible cover without Opening* pada *Cross Arm* dan *Insulating Flexible Cover with Opening* pada Isoator Tumpu lalu di jepit dengan *Insulating Blanket Clamp*.

I. Menempatkan Konduktor Pada Isolator Tumpu

- 1) Mengendorkan pengunci *Pole Clamp* 38 mm dan *Pole Clamp* 63 mm dan Tali *Rope Block* sampai Konduktor terpasang kembali pada Isolator Tumpu.
- 2) Mengencangkan Pengunci *Pole Clamp* 38 mm dan *Pole Clamp* 63 mm dan mengikat Tali *Rope block* pada Anak Tangga.

J. Mengikat Konduktor Pada Isolator Tumpu

- 1) Mengikat Konduktor dengan menggunakan *Rotary Pronk* pada *Tie pole* dan memotong ujung *Tie Wire* dengan *Binding Wire Cutter Pole*.

- 2) Standar ikatan Isolator 2 lilitan, silang pada Isolator, 2 lilitan, 1 spare, 2 lilitan dan ikatan harus terpasang kencang dan rapi.

K. Melepas Tringulasi Coulisse

- 1) Melepas *Rope Block* dari *Suckle Pole Type Saddle* 63 mm lengkap bagian bawah dan *Offset Eye*.
- 2) Mengendorkan Pengunci *Pole Clamp* 38 mm dan *Pole Clamp* 63 mm, melepas *Conductor Support Pole* 63 mm dari Konduktor dan dari *Pole Type Saddle* 38 mm lengkap serta dari *Pole type Saddle* 63 mm lengkap.
- 3) Melepas *Pole Type Saddle* 38 mm lengkap dan *Pole Type Saddle* 63 mm lengkap dari Tiang.

L. Melepas Insulating Flexible Cover

Melepas *Insulating Blanket Clamp* serta *Insulating Flexible Cover* dengan menggunakan *Hook Pole* dan *Tie Pole*.

M. Melepas Pin Type Insulator Cover dan Conductor Cover Phase S

- 1) Melepas *Pin Type Insulator Cover & Door* dan *Conductor Cover* menggunakan *Hook Pole* dan *Tie Pole*.
- 2) Melepas *Live Line Connector* pembatas menggunakan *Hook Pole*

N. Melepas Peralatan Kerja

Melepas dan menurunkan semua peralatan kerja dengan tetap menjaga jarak EP kemudian merapikan dan menyimpan.

- O. Pengawas Pekerjaan melaporkan bahwa pekerjaan PDKB sudah selesai melalui radio komunikasi ke Piket Pengatur Area dan memintakan

kondisi jaringan dinormalkan kembali dari posisi Standar Operasi Khusus (SOK).

P. Pengawas Pekerjaan melakukan evaluasi hasil pekerjaan

- 1) Pelaksanaan pekerjaan sesuai intruksi kerja.
- 2) Hasil kerja sesuai standar konstruksi yang berlaku.

Q. Pengawas pekerjaan memimpin doa penutup.

R. Pengawas pekerjaan mengisi formulir penyelesaian pekerjaan sesuai dengan SOP Nomor 001.SOP PDKB-TM/11/113/KOMITE PDKB/2014 dan ditandatangani Kepala Operasi/Asisten Manajer Jaringan.

2.5.3 Gambar Peralatan dan Perlengkapan K3 PDKB Jaringan Distribusi

Berikut adalah gambar peralatan PDKB dan perlengkapan K3 PDKB Saluran Udara Tegangan Menengah 20 KV :



Live Line Rope Snatch Block Wire Tong Strain Link Stick



Static shunt Portable Generator Capstan Chain hoist Strap hoist



Webbing sling Tool bag Shackle Tool rak Webbing sling 3 ton

Gambar 2. 15 Peralatan Pekerja PDKB

(Sumber : PLN)



Gambar 2. 16 Perlengkapan K3
(Sumber PLN)

2.5.4 Cara Kerja Team PDKB TM Area Purwokerto

Pekerjaan dengan pola PDKB merupakan pekerjaan yang mempunyai resiko keselamatan yang tinggi, dikarenakan pekerjaan tersebut dilakukan tanpa padam atau jaringan yang dikerjakan atau dipelihara masih terdiri arus dari tegangan. Jadi pada prinsipnya sebuah tim PDKB harus senantiasa

saling menjaga satu sama lain, atau dengan kata lain setiap personel PDKB harus memahami tugasnya masing-masing. Taat terhadap Standard Operating Prosedur (SOP) merupakan suatu keharusan yang mutlak dilakukan para personel, karena SOP boleh dikatakan merupakan aturan main dari setiap pekerjaan yang akan dilakukan. Tim PDKB TM Area Purwokerto menggunakan metode kerja berjarak dimana dalam mengerjakan pekerjaan menggunakan galah berisolasi yang terbuat dari *fiberglass*.

2.5.5 Standar Operasi Prosedur PDKB

Standar Operasi Prosedur merupakan ketentuan – ketentuan yang harus dipatuhi oleh Team PDKB. SOP ini terdiri dari banyak ketentuan yang dapat membimbing team PDKB dalam melaksanakan tugasnya. SOP ini tersusun dalam sebuah buku yang isinya merupakan kumpulan tahapan-tahapan pekerjaan yang harus selalu dipatuhi dan dilaksanakan, mulai dari mensurvei lokasi hingga tahap pelaksana sampai selesai pekerjaanpun ada aturan-aturan tertentu yang tertulis dalam SOP. Dalam memulai suatu pekerjaan PDKB, ada beberapa tahapan yang harus dilaksanakan sebelum team PDKB tersebut melaksanakan pekerjaan intinya. Tahapan-tahapan tersebut yaitu:

A. Persiapan Survey Lokasi Kerja

Pelaksana Survey Lokasi Kerja yaitu Preparator, dimana pekerjaan yang harus dilakukan yaitu:

- 1) Menuju lokasi pekerjaan dengan membawa surat perintah dari coordinator.
- 2) Memeriksa tilik pekerjaan
- 3) Membuat foto dan gambar serta kondisi lingkungan sekitar titik pekerjaan. Kembali ke kantor dan membuat laporan survey
- 4) Mendiskusikan rencana pelaksanaan kerja dengan team PDKB
- 5) Mendokumentasikan hasil survey yang telah didiskusikan
- 6) Menyiapkan SP2B dan SP3B ditandatangani kontrak oleh kepala operasi dan dilampiri SOP pekerjaan terkait.

B. Persiapan Pelaksanaan Pekerjaan

Dalam memulai pelaksanaan pekerjaan, pengawas pekerjaan, pengawas keselamatan kerja, *linesman* dan *groundman* harus saling berkoordinasi. Tindakan-tindakan yang dilaksanakan oleh Pengawas Pekerjaan antara lain:

Setibanya di lokasi pekerjaan, Pengawas Pekerjaan menganalisa tindakan yang harus dan akan diambil dengan memperhatikan:

- 1) Pekerjaan yang akan dilakukan
- 2) Struktur
- 3) Situasi di lingkungan pekerjaan
- 4) Peralatan dan amterial yang tersedia

Pemeriksaan lokasi pekerjaan dan struktur adalah untuk mengambil langkah-langkah:

- 1) Membatasi kegiatan atau sirkulasi dan berhentinya orang dibawah tempat kerja.

- 2) Mendekatkan kotak perkakas dan kotak material serta peralatan kerja
- 3) Menciptakan kelancaran dan kemudahan pelaksanaan pekerjaan diatas masalah tanah.
- 4) Mengatur dengan cermat aktivitas pekerja, baik linesman ataupun groundman

Sebelum memulai atau memulai kembali pekerjaan, amaa

Pengawas Pekerjaan harus sselalu:

- 1) Menjelaskan secara rinci tahapan pekerjaan kepana linesman ataupun groundman
- 2) Memberikan urutan perintah utnuk melakukan pkerjaan
- 3) Memberikan rincian dan detail pekerjaan (sesuai SOP)
- 4) Menjelaskan perlengkapan pekerjaan yang akan dicapai
- 5) Memeberikan pengarahan letak tempat (rak) perlatan dan tarpaulin tempat perkakas.
- 6) Mengecek tali pelayanan (headline)
- 7) Penempatan tangga agar memudahkan pekerjaan
- 8) Mengecek posisi tanda larangan melintas atau dilaraang masuk disekitar loaksi pekerjaan (rambu-rambu)
- 9) Memimpin doa.
- 10) Selalu focus untuk mengawasi pekerjaan (linesman atau groundman). Sebagai peekerja (linesman atau groundman), sebelum melakukan pekerjaan pelaksana pekerjaan harus mendapatkan keterangan dan penjelasan pelaksanaan pekerjaan

yang cukup dari atasannya (pengawas pekerjaan). Dalam hal ini pekerjaan tidak terduga atau diluar rencana walaupun kecil dan mudah, harus mendapatkan informasi langsung dari lokasi dan melaporkan kepada atasan dan melaksanakan pekerjaan tersebut setelah mendapat keputusan dan perintah untuk melaksanakan informasi ini berhubungan dengan:

- Identifikasi struktur
- Pekerjaan yang akan dilaksanakan dan cara pelaksanaannya
- Cara pengoperasian atau penanganan (missal: prosedur pemisahan), biasanya telah dipersiapkan terebih dahulu.

C. Pemeriksaan Peralatan dan Perkakas.

Peralatan PDKB juga memegang peranan penting dalam pelaksanaan pekerjaan bertegangan. Oleh karena itu penanganan peralatan harus:

- 1) Perkakas harus disimpan rapi dan dapat berfungsi dengan baik.
- 2) Sebelum memulai pekerjaan, perkakas, dan peralatan harus diperiksa secara visual diloaksi pekerjaan, bagian isolasi dari peralatan harus dibersihkan dengan kain majun dan diberi lapisan silicon, sarung tangan karet harus dibersihkan dan dicucui, disiram dan dibilas dengan serbuk sabun atau setelah kering diberi bedak.
- 3) Pemeriksaan secara kolektif harus dilakukan dibawah tanggung jawab pengawas pekerjaan.
- 4) Pemeriksaan peralatan dan perkakas perorangan dilakukan oleh pelaksana pekerjaan dibawah tanggung jawabnya sendiri.

Pengawas pekerjaan harus memastikan bahwa pemeriksaan ini telah dilakukan.

5) Pemeriksaan dilakukan sesuai dengan kondisi operasi perkakas dan peralatan, tetapi jika diperlukan dilaksanakan dengan pemeriksaan khusus sesuai dengan Lembaran Teknik. Pemeriksaan bagian-bagian mekanis:

a) Pastikan bahwa bagian hanya atau permukaan peraalatan isolasi dalam keadaan baik, permukaan harus bersih tanpa goresan didalam.

b) Pastikan tidak ada bekas atau lubang akibat busur listrik

c) Bahan sintesis yang luka atau retak harus diganti, karena dimungkinkan masuknya kelembaban kedalam galah isolasi. Pemeriksaan keadaan mekanis:

d) Pastikan bahawa bagian-bagian mekanis berfungsi dengan baik, suatu kerenggangan mekanis yang berlebihan (misal: *hoolpole*), melemahnya bagian yang sering bergesekan mengakibatkan perkakas harus diganti dan diperbaiki.

e) Periksa bahwa tidak ada yang cacat yang menyebabkan menurunnya kekuatan dan ketahanan mekanis anatara lain bagian ruas penyekat, atau rusaknya urat tali pelayanan atau tali yang lain, pada sambungan batang dan bagian logam (untuk galah), melemahnya sambungan pada sabuk pengaman (pada pengait). Untuk peralatan yang tidak dalam keadaan baik harus:

- Segera diberi tanda “jangan dipakai”
- Disingkirkan dari kumpulan perkakas dan peralatan yang dapat dipakai
- Dikirm dibengkel peralatan yang disahkan

6) Pemeliharaan Perkakas dan Peralatan

Perkakas dan Peralatan PDKB juga harus selalu dipelihara agar sesuai fungsi dan kekuatan perkakas dan peralatan dan peralatan tersebut tetap terjaga keandalannya. Yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemeliharaan adalah:

- a) Perkakas dan peralatan yang disahkan tidak boleh dimodifikasi tanpa persetujuan tertulis JASER/LITBANG
- b) Perkakas harus dijaga tetap bersih dan berfungsi dengan baik.

Selalu melakukan pengawasan dan pengujian, yaitu :

- ★ a) Pengujian harus dilakukan pada perkakas dan peralatan yang bersih dan kering sesuai dengan jenis ujian jika perlu dilengkapi dengan pengujian khusus sebagaimana diuraikan dalam lembaran teknik.
- b) Perkakas dan peralatan yang disahkan, secara periode harus selalu diperiksa dan di uji.
- c) Selang waktu maksimum antara dua pemeriksa adalah enam (6) bulan, kecuali jika ada syarat-syarat khusus yang dinyatakan dalam lembaran teknik.

- d) Periode pemeriksaan sarung tanga karet adalah tiga (3) bulan
- e) Periode pemeriksaan selang isolasi adalah enam (6) bulan.
- f) Pada setiap unit harus ditunjuk seorang pegawai yang mampu untuk mengawasi agar pemeriksaan berkala ini ditaati.
- g) Perkakas dan perlatan yang tidak memenuhi syarat berdasarkan pemeriksaan harus segera diberi tanda “jangan dipakai”, disingkirkan dari yang dapat dipakai dan dikirm ke bengkel reparasi yang disahkan.
- h) Uji galah isolasi dan batang isolasi dapat dilakukan dengan pole tester atau dilakukan di laboratorium, jika pole tester mengalami kerusakan.

Pemeliharaan yang perlu dilakukan yaitu:

- Bagian berulir, bagian berputar atau bergeser dari perkakas dan peralatan harus dilumas dengan pelumas netral
- Bagian isolasi dari perkakas dan peralatan harus dibersihkan, dikeringkan dan diberi lapisan silicon.

Perbaikan yang diperlukan pada peralatan, antara lain:

- Tanpa adanya kondisi khusus, perbaikan harus dilakukan oleh bengkel reparasi ahli yang disahkan. Bengkel ahli itu dapat berupa pemasok atau pembuat atau tukang yang keahliannya diaui oleh JASER/LITBANG

Penyimpanan dan Pengangkutan:

- Perkakas dan peralatan yang sudah dibersihkan harus disimpan dengan baik ditempat yang telah direncanakan (jika

diperlukan, lembaran teknik menentukan kondisi-kondisi tertentu untuk penyimpanan)

- Dalam keadaan tidak terpakai, perkakas dan peralatan harus disimpan dengan hati-hati sesuai ketentuan (dapat dilakukan dengan memakai rak yang dilengkapi dengan gelang/bantalan karet).
- Untaian rantai harus dilindungi dari guncangan.
- Perkakas dan peralatan isolasi harus terlindungi dari guncangan dan benturan dari bahan keras disekitarnya.

2.5.6 Indikasi Kinerja

Didalam pekerjaan pada jaringan tegangan menengah dengan metode PDKB, ada beberapa hal yang dapat menjadi patokan sebagai acuan hasil kinerja PDKB. Anantara lain jumlah KWH yang terselamatkan selama pekerjaan dilaksanakan secara PDKB. Rupiah yang terselamatkan dengan mengacu pada nilai KWH terselamatkan serta Saidi dan Saifi. Saidi dan Saifi disini merupakan perbandingan jika pelaksanaan pekerjaan tidak dilaksanakan secara PDKB. Untuk rumusan perhitungan masing-masing dapat dituliskan sebagai berikut:

A. Menghitung jumlah daya/KWH yang terselamatkan

$$P (3 \text{ fasa}) = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \times t \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

P = jumlah daya yang terselamatkan (watt)

I = besar arus terukur yang mengalir pada penyulang (ampere)

V= tegangan pada penyulang (volt)

t = standar waktu pekerjaan yang telah ditentukan (jam)

B. Menghitung jumlah rupiah yang terselamatkan

$$Rp = P \times \text{Harga Rupiah per kWh} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

Rp = rupiah terselamatkan

P = besar kWh terselamatkan selama pekerjaan (watt)

Harga rupiah diperoleh dari data Bagian Pemasaran dan Niaga di PT. PLN Persero Area Purwokerto, yaitu Rupiah/kWh yang dijual kepada pelanggan.

C. Menghitung Saidi

$$\text{Saidi} = \frac{\sum(\text{jam} \times \text{jumlah pelanggan terselamatkan})}{\text{jumlah pelanggan unit}} \times \text{jam/pelanggan} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

Saidi=*System Interruption Duration Index* dapat diartikan disini sebagai ma padam yang dialami pelanggan (menitpelanggan) selama satu tahun, karena pekerjaan dilaksanakan dengan metode PDKB maka pelanggan tidak mengalami pemadaman.

Jam = Standar waktu pelaksanaan pekerjaan

Pelanggan terselamatkan = karena pekerjaan dilaksanakan dengan metode PDKB dan pelanggan tidak mengalami pemadaman, maka dirumus tertulis pelanggan terselamatkan.

Jumlah pelanggan unit= jumlah pelanggan PLN Area Purwokerto

D. Menghitung Saifi

$$\text{Saifi} = \frac{\text{jumlahpelanggan terselaatkan}}{\text{jumlahpelanggan unit}} \times 1 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

Saifi = *System average Interruption Frequency Indeks* dapat diartikan disini sebagai seringnya padam yang dialami pelanggan (berapa kali/pelanggan) selama satu bulan.

Jumlah pelanggan terselamatkan = karena pekerjaan dilaksanakan dengan metode PDKB dan pelanggan tidak mengalami pemadaman.

