



JURNAL SUTET

Volume 6 - Nomor 2

Juni - Desember 2016

ISSN : 2356-1505

PEMBATAS KECEPATAN MAKSIMUM PADA KENDARAAN MENGGUNAKAN RPM MOTOR DC DENGAN SISTEM PERINGATAN SMS

Syarif Hidayat; M. Iqbal Harish

PELAKSANAAN MANAJEMEN PEMELIHARAAN GARDU DISTRIBUSI

Nurmiati Pasra; Permata Putri Ruswandi

PERBANDINGAN EFISIENSI ENERGI DAN BIAYA PADA KOMPOR INDUKSI TERHADAP KOMPOR LISTRIK DAN KOMPOR GAS

Aas Wasri Hasanah; Oktaria Handayani

IMPLEMENTASI DAN PENGUKURAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI JAKARTA DAN SEKITARNYA

Muchamad Nur Qosim

PENGELOLAAN MANAJEMEN RESIKO DI TENGAH PERUBAHAN MODEL BISNIS TELEKOMUNIKASI

Firman Fauzi

STUDI KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK AKIBAT PENGARUH *DISTRIBUTED GENERATION* (DG)

Christine Widyastuti

PENGUJIAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIGA FASA

Novi Gusti Pahiyanti; Sigit Sukmajati

FILAMEN LAMPU INCANDESCENT SEBAGAI DETEKSI KEBOCORAN ALIRAN UDARA

Tasdik Darmana; Dery Risky



9 772356 150005

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

JURNAL SUTET

VOL. 6

NO. 2

HAL. 1-70

JUNI - DESEMBER 2016

ISSN : 2356-1505

PELAKSANAAN MANAJEMEN PEMELIHARAAN GARDU DISTRIBUSI

Nurmiati Pasra¹, Permata Putri Ruswandi²

Teknik Elektro, STT PLN

¹nurmi_pasra@gmail.com

²btscypherline@gmail.com

Abstract : *The quality of services at the State Electricity Company should be improved by minimizing the interruption of the electrical power supply in the power distribution system of 20 kV. Create a effective process of supplying electrical power, the equipment used must be maintained in order to last long, for example equipment in distribution substations. Thorough maintenance activities carried out when the system is off, it means there are planned outage times. Methods of maintenance, there are Time Based Maintenance (TBM) and Condition Based Maintenance (CBM). Both methods have been adopted. TBM until 2013 and CBM from 2014 until now. At the time the company implemented method of TBM, its SAIDI is 1.34936 hour/customers/year and its SAIFI is 398.1322 times/customer/year. Meanwhile, when CBM is applied, its SAIDI is 0.33110 hour/customers/year and its SAIFI is 65.5828 times/customer/year. The cost of maintenance with CBM is Rp495.311.340,00, which is cheaper than the TBM with its cost up to Rp1.272.924.480,00. It can be seen that the effective method is the CBM, which only execute maintenance activities on distribution substations when needed, but produce a better reliability index numbers with a more economical cost.*

Keywords : *distribution substation maintenance, SAIDI, SAIFI.*

Abstrak : *Tingkat mutu pelayanan pada Perusahaan Listrik Negara harus semakin ditingkatkan dengan meminimalkan terhentinya proses penyaluran tenaga listrik yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik 20 kV. Untuk menciptakan proses penyaluran tenaga listrik yang efektif, peralatan yang digunakan harus dipelihara agar umur kerjanya terjaga, misalnya peralatan di dalam gardu distribusi. Kegiatan pemeliharaan yang menyeluruh dilakukan saat sistem padam, artinya tetap direncanakan waktu pemadaman. Metode pemeliharaan yaitu Time Based Maintenance (TBM) dan Condition Based Maintenance (CBM). Kedua metode ini pernah diterapkan yaitu TBM hingga tahun 2013 dan CBM dari tahun 2014 hingga saat ini. Pada saat perusahaan menerapkan metode TBM, angka SAIDI 1,34936 jam/pelanggan/pertahun dan SAIFI 398,1322 kali/pelanggan/tahun. Sedangkan saat diterapkan metode CBM, angka SAIDI 0,33110 jam/pelanggan/pertahun dan SAIFI 65,5828 kali/pelanggan/tahun. Untuk biaya pemeliharannya pun lebih ekonomis menggunakan metode CBM yaitu Rp495.311.340,00 daripada metode TBM yang menggunakan biaya sebesar Rp1.272.924.480,00. Terlihat bahwa metode yang efektif adalah CBM karena hanya melakukan kegiatan pemeliharaan pada gardu distribusi yang rawan gangguan saja, tetapi menghasilkan angka indeks keandalan yang kecil dengan biaya yang lebih ekonomis.*

Kata Kunci : *Distribusi Pemeliharaan Gardu, SAIDI, SAIFI.*

1. PENDAHULUAN

Pada daerah berpenduduk padat, dengan adanya penambahan permintaan tenaga listrik maka

kebutuhan akan pelayanan listrik yang lebih handal menyebabkan jaringan distribusi berkembang dengan pesat, umumnya pada kota-kota besar seperti di DKI Jakarta. Permintaan tenaga listrik

mendorong penambahan Gardu Distribusi untuk menopang beban yang bertambah, baik untuk pelanggan TR maupun pelanggan TM. Gardu Distribusi ini menampung peralatan-peralatan listrik untuk penyaluran tenaga listrik ke konsumen, setiap peralatan yang ada pada gardu distribusi mempunyai *lifetime* tersendiri sehingga perlu diadakan pemeliharaan untuk mempertahankan *lifetime* peralatan listrik tersebut.

Pemeliharaan gardu distribusi ada yang bersifat rutin dan ada juga yang berdasarkan kondisi gardu hasil pemeriksaan yang dilakukan secara rutin ke setiap gardu dan merupakan kebijakan pimpinan perusahaan untuk menetapkan sistem manajemen pelaksanaan pemeliharaan gardu distribusi yang mutlak secara terjadwal rutin atau pelaksanaan pemeliharaan gardu distribusi yang berdasarkan hasil temuan inspeksi rutin. Sistem manajemen pelaksanaan pemeliharaan gardu distribusi yang diterapkan sangat mempengaruhi kelangsungan pendistribusian tenaga listrik dari sistem tenaga listrik kepada konsumen. Sehingga proses pendistribusian tenaga listrik yang melewati gardu distribusi dapat berjalan lancar dan juga sesuai kriteria keandalan yang distandarkan oleh PLN. Nilai keandalan yang dapat diperoleh pun tentunya akan berbeda sesuai dengan system manajemen pelaksanaan pemeliharaan yang diterapkan. Pemeliharaan gardu distribusi dapat menekan biaya operasional distribusi tenaga listrik yang mana jika peralatan pendukung pendistribusian tenaga listrik dipelihara, resiko kerusakan peralatan listrik dapat dikurangi, mengurangi biaya pemeliharaan korektif.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui waktu pelaksanaan pemeliharaan Gardu Distribusi yang efektif dilihat dari keandalan sistem distribusi tenaga listrik dan biaya operasional pemeliharaan serta mengetahui perbedaan antara penerapan waktu pelaksanaan pemeliharaan gardu distribusi secara rutin. Sehingga dapat diperoleh manfaat dalam hal penentuan efisiensi pelaksanaan pemeliharaan gardu distribusi, menda-

patkan keandalan jaringan distribusi yang baik dan memperkecil biaya operasional pemeliharaan gardu distribusi.

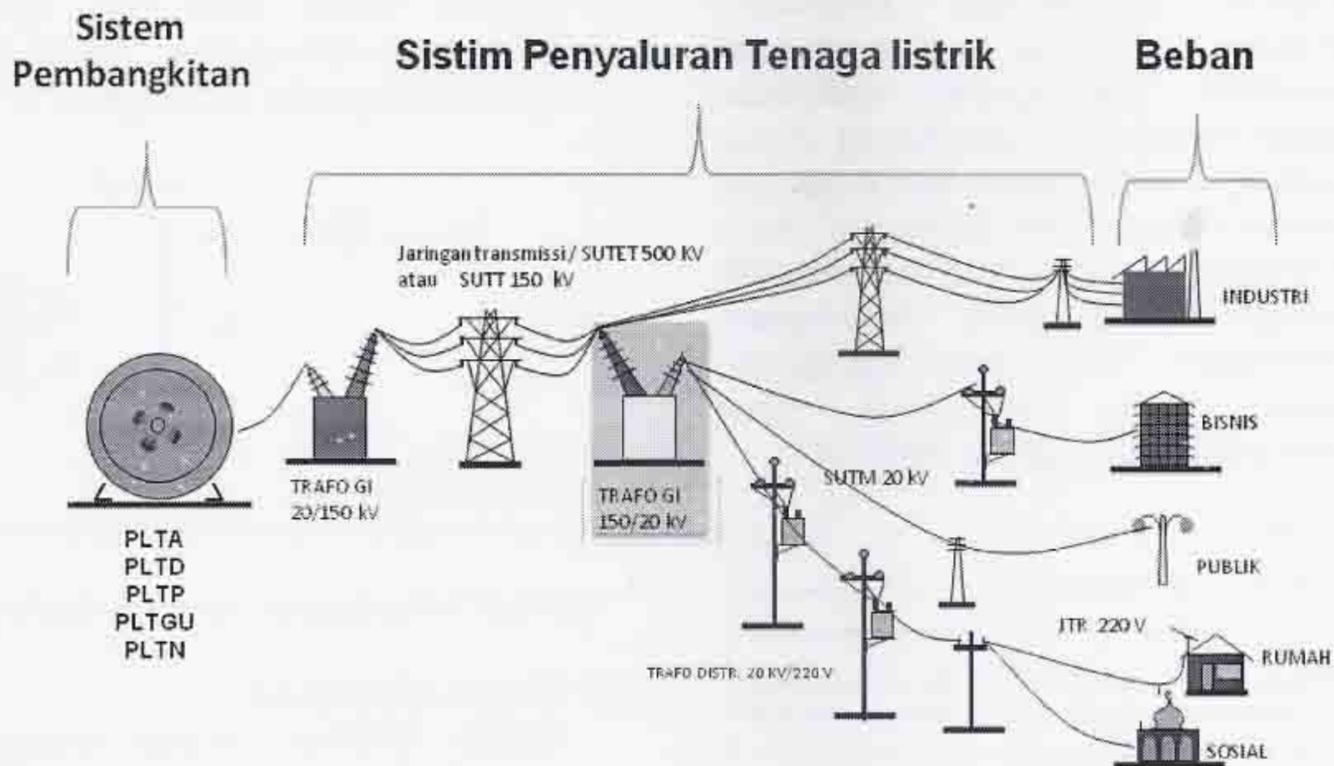
Pada penyelesaian penelitian dapat dirumuskan beberapa masalah pokok, yakni bagaimana pelaksanaan pemeliharaan secara terjadwal dan pelaksanaan pemeliharaan sesuai kondisi dari segi keandalan jaringan dan biaya pemeliharaan, bagaimana manajemen pelaksanaan pemeliharaan rutin gardu distribusi yang efektif dengan metode TBM, serta bagaimana manajemen pelaksanaan pemeliharaan rutin gardu distribusi yang efektif dengan metode CBM.

2. LANDASAN TEORI

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang dimulai dari PMT *incoming* di Gardu Induk (GI) sampai dengan Alat Pembatas dan Pengukur (APP), pada instalasi konsumen yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari GI sebagai pusat beban ke pelanggan-pelanggan secara langsung atau melalui gardu-gardu distribusi (gardu trafo) dengan mutu yang memadai sesuai standar pelayanan yang berlaku.

Dilihat dari tegangan sistem distribusi, dapat dibedakan dalam 2 macam yaitu Distribusi Primer, sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi nominal 20 kV / 11,6 kV dan Distribusi Sekunder, sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi nominal 380 / 220 volt.

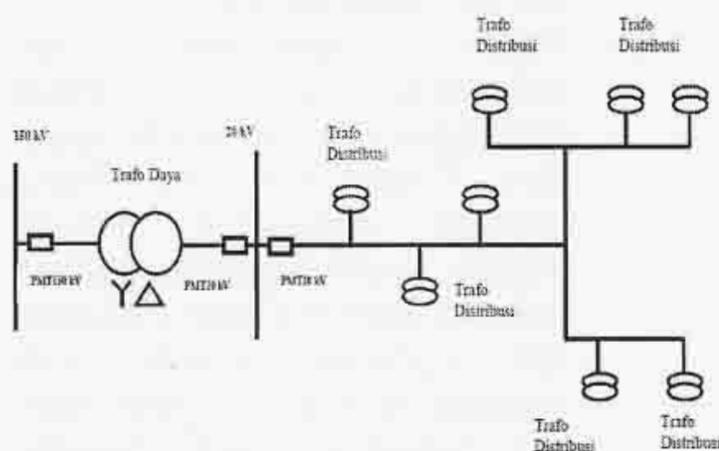
Suatu sistem tenaga listrik secara sederhana terdiri atas sistem pembangkitan, sistem transmisi dan Gardu Induk, sistem distribusi dan sistem sambungan pelayanan. Sistem-sistem ini saling berkaitan dan membentuk suatu sistem tenaga listrik.



Gambar 1 Sistem Tenaga Listrik

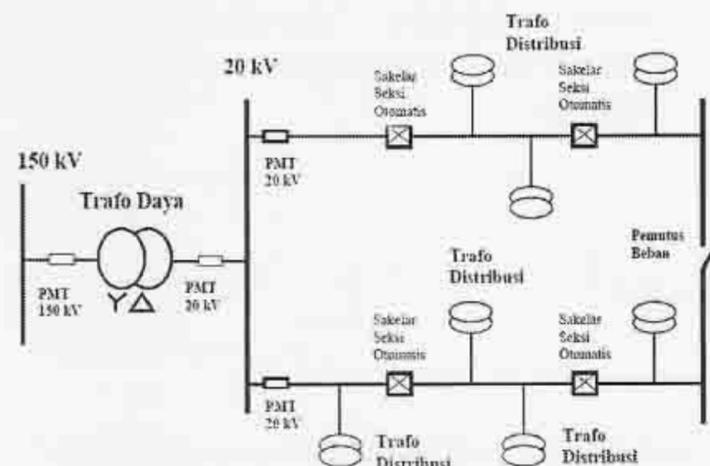
2.1 Konfigurasi Jaringan Distribusi

1. Jaringan Radial. Bentuk jaringan yang paling sederhana yang menghubungkan beban-beban ketitik sumber, dengan biayanya relatif murah. Pada struktur radial tidak ada alternatif pasokan, oleh sebab itu tingkat keandalannya relatif rendah. Radial ganda adalah langkah dalam usaha meningkatkan keandalan jaringan, hal ini terutama bila rute dari sirkuit tersebut berlainan satu sama lain. Langkah lainnya untuk mempertinggi tingkat keandalan dari struktur radial ini pada dasarnya diupayakan pasokan dayanya tidak satu arah, walaupun pada pengoperasiannya dilaksanakan secara radial.



Gambar 2 Konfigurasi Jaringan Radial

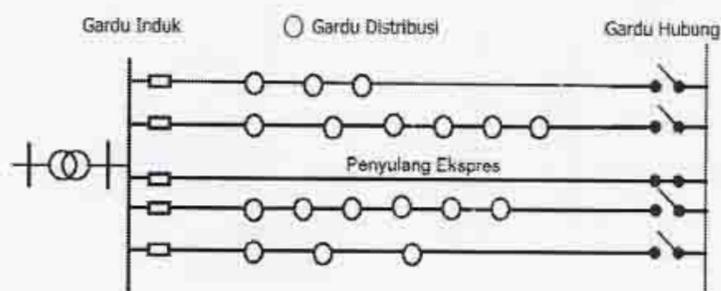
2. Jaringan *Loop/Ring*. Jaringan ini merupakan bentuk tertutup. Susunan rangkaian saluran membentuk ring, seperti pada gambar 3 yang memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik, karena jatuh tegangan dan rugi daya pada saluran menjadi lebih kecil.



Gambar 3 Konfigurasi Jaringan *Loop/Ring*

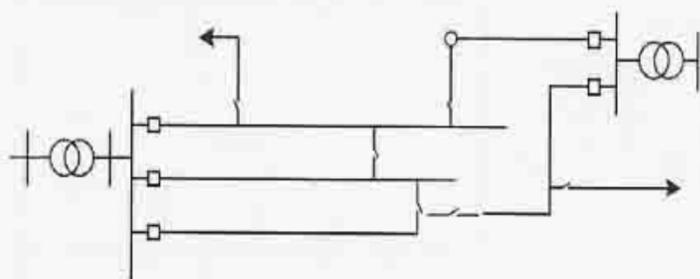
3. Jaringan *Spindel*. Merupakan gabungan dari sistem radial dan *loop* sehingga memiliki keandalan sistem yang tinggi dan ekonomis. Namun jaringan ini biasanya diterapkan pada jaringan tegangan menengah yang menggunakan saluran kabel tanah tegangan menengah. Pada struktur spindel ini selalu ada penyulang cadangan

khusus, sebutannya penyulang ekspres. Penyulang ekspres ini tidak mencatu gardu-gardu distribusi, tetapi merupakan penyulang penghubung antara Gardu Induk dengan Gardu Hubung dan dimaksud untuk menjaga kelangsungan pemasokan tenaga listrik pada pelanggan-pelanggan, bila terjadi gangguan pada suatu penyulang yang memasok gardu-gardu distribusi.



Gambar 4 Konfigurasi Jaringan Spindel

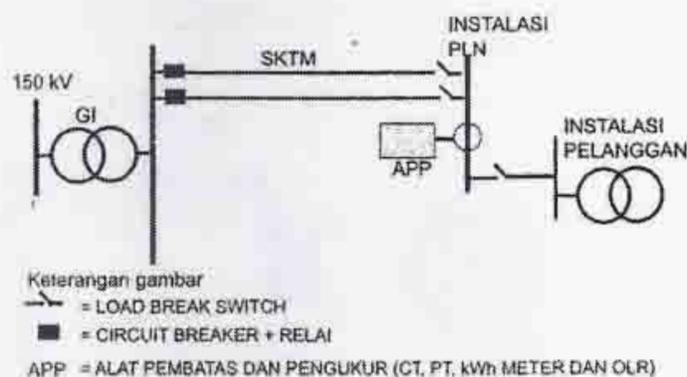
4. Jaringan Anyaman (*Mesh/Grid*). Jaringan anyaman merupakan jaringan yang strukturnya kompleks, dimana kelangsungan penyaluran dan kualitas pelayanan sangat diutamakan. Struktur ini umumnya dipakai pada jaringan tegangan rendah yang kepadatan bebannya cukup tinggi dan pada daerah padat serta pelanggan-pelanggan pemakaian khusus. Jaringan anyaman memungkinkan pasokan tenaga listrik dari berbagai arah ke titik beban.



Gambar 5 Konfigurasi Jaringan Anyaman (*Mesh/Grid*)

5. Jaringan *Spotload*. Terdiri sejumlah penyulang beroperasi paralel dari sumber atau gardu induk yang berakhir pada gardu distribusi. Jaringan ini dipakai jika beban pelanggan melebihi kemampuan hantar arus penghantar. Salah satu penyulang berfungsi sebagai penyulang cadangan, guna mempertahankan kontinuitas penyaluran.

Sistem harus dilengkapi dengan relai arah (*Directional Rele*) pada gardu hilir (gardu hubung).



Gambar 6 Konfigurasi Jaringan *Spotload*

2.2 Gardu Distribusi

Gardu distribusi adalah bangunan gardu transformator yang memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pemanfaat baik dengan Tegangan Menengah (TM) maupun Tegangan Rendah (TR). Gardu distribusi merupakan kumpulan gabungan dari perlengkapan hubung bagi baik tegangan menengah dan tegangan rendah. Jenis perlengkapan hubung bagi tegangan menengah pada gardu distribusi berbeda sesuai dengan jenis konstruksi gardunya. Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas:

1. Jenis pemasangannya :
 - a. Gardu pasangan dalam, gardu Distribusi pasangan dalam adalah gardu konstruksi beton dengan kapasitas transformator besar, dipakai untuk daerah padat beban tinggi dengan konstruksi instalasi yang berbeda dengan gardu pasangan luar. Gardu beton dipasok dari jaringan saluran udara ataupun saluran kabel tanah.
 - b. Gardu pasangan luar, konstruksi gardu distribusi pasangan luar tipe portal terdiri atas *Fused Cut Out (FCO)* sebagai pengaman hubung singkat trafo dengan elemen pelebur/ *fuse link type expulsion* dan *Lightning Arrester (LA)* sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir. Elektroda pembumian dipasang

pada masing-masing LA dan pembumian titik netral transformator sisi tegangan rendah. Kedua elektroda pembumian tersebut dihubungkan dengan penghantar yang berfungsi sebagai ikatan penyama potensial yang digelar di bawah tanah.

Pada gardu distribusi tipe cantol perlengkapan perlindungan transformator tambahan adalah LA. Konstruksi pembumian sama dengan gardu portal. Nilai tahanan pembumian tidak melebihi 1 Ohm.

2. Jenis Konstruksinya : gardu beton, gardu tiang, gardu portal dan gardu cantoldan gardu kios.
3. Jenis Penggunaannya : gardu pelanggan umum dan gardu pelanggan khusus

Jenis-jenis gardu adalah :

1. Gardu Portal, Umumnya konfigurasi gardu tiang yang dicatu dari SUTM adalah T *section* dengan peralatan pengaman pengaman lebur FCO sebagai pengaman hubung singkat transformator dengan elemen pelebur dan LA sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir. Untuk gardu tiang pada sistem jaringan lingkaran terbuka, seperti pada sistem distribusi dengan saluran kabel bawah tanah, konfigurasi peralatan adalah π *section* dimana transformator distribusi dapat di catu dari arah berbeda yaitu posisi *Incoming* – *Outgoing* (sebaliknya). Untuk mengatasi faktor keterbatasan ruang pada gardu portal, maka digunakan konfigurasi *switching* / proteksi yang sudah terakit ringkas sebagai *Ring Main Unit* (RMU). Peralatan *switching incoming-outgoing* berupa Pemutus Beban (*Load Break Switch/LBS*), Pemutus Beban Otomatis (PBO) atau CB (*Circuit Breaker*) yang bekerja secara manual (atau digerakkan dengan *remote control*). *Fault Indicator* (dalam hal ini *PMFD: Pole Mounted Fault Detector*) perlu

dipasang pada *section* jaringan dan percabangan untuk memudahkan pencarian titik gangguan, sehingga jaringan yang tidak mengalami gangguan dapat dipulihkan lebih cepat.

2. Gardu Cantol. Tipe gardu dengan transformator, proteksi, dan Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) dicantolkan atau dipasang langsung pada suatu tiang. Pada dasarnya sistem proteksi dan komponen gardu cantol hampir sama dengan gardu portal, perbedaan yang terlihat yaitu dari jenis PHB-TR, jumlah tinag dan beberapa konstruksi yang digunakan.
3. Gardu Beton. Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan *switching* / proteksi, terangkai didalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton (*masonry-wall building*). Konstruksi ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan.
4. Gardu Kios. Bangunan *prefabricated* terbuat dari konstruksi baja, *fiber-glass* atau kombinasinya, yang dapat dirangkai di lokasi rencana pembangunan gardu distribusi. Jenis konstruksi, yaitu Kios Kompak, Kios Modular dan Kios Bertingkat.
5. Gardu Hubung (GH). Merupakan gardu ujung dari suatu sistem spindel. Pada gardu hubung tidak terdapat trafo distribusi, jadi tegangan yang masuk sama dengan yang keluar. Semua penyulang dalam satu sistem spindel akan berakhir pada gardu hubung melalui sakelar pemutus beban (*Load Break Switch/ LBS*). GH atau *Switching Substation* adalah gardu yang berfungsi sebagai sarana manuver pengendalian beban listrik jika terjadi gangguan aliran listrik, program pelaksanaan pemeliharaan atau untuk maksud mempertahankan kontinuitas pelayanan. GH ditujukan untuk memudahkan manuver pembebanan dari satu penyulang ke penyulang lain yang dapat dilengkapi/tidak dileng-

kapi *Remote Terminal Unit* (RTU), untuk fasilitas ini biasanya dilengkapi fasilitas *Direct Current* (DC) *supply* dari Trafo Distribusi pemakaian sendiri atau Trafo distribusi untuk umum yang diletakkan dalam satu kesatuan. Konstruksi GH sama dengan gardu distribusi tipe beton. Pada ruang dalam GH dilengkapi dengan ruang untuk gardu distribusi yang terpisah dan ruang untuk sarana pelayanan kendali jarak jauh. Ruang untuk sarana pelayanan kendali jarak jauh berada pada ruang yang sama dengan ruang GH, namun terpisah dengan ruang gardu distribusinya.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pemeliharaan Gardu Distribusi Dan Indeks Keandalan Jaringan

Gardu Distribusi adalah suatu komponen dari sistem penyaluran tenaga listrik yang berupa konstruksi bangunan dengan peralatan-peralatan yang berfungsi untuk menyuplai tenaga listrik kepada pelanggan. Komponen elektris gardu distribusi untuk dipelihara yaitu:

- a. PHB sisi Tegangan Menengah (PHB-TM). Komponen Utama PHB-TM yang sudah terpasang/terangkai secara lengkap yang lazim disebut dengan Kubikel-TM, yaitu Pemisah - *Disconnecting Switch* (DS), Pemutus beban - *Load Break Switch* (LBS) *Terminal Unit* (RTU) harus dilengkapi catu daya penggerak, pemutus Tenaga - *Circuit Breaker* (CB) dan LBS - TP (*Transformer Protection*). Gangguan yang sering terjadi pada kubikel adalah karena korosi / korona, yaitu terjadinya pemburukan tahanan kontak yang dapat mengakibatkan *jumper* konduktor putus, dan juga dapat mengakibatkan Isolator pecah atau retak.
- b. Transformator Distribusi. Untuk transformator fase tiga, merujuk pada SPLN, ada tiga tipe vektor grup yang digunakan oleh PLN, yaitu Yzn5, Dyn5 dan Yyn0. Titik

netral langsung dihubungkan dengan tanah. Untuk konstruksi, peralatan transformator distribusi sepenuhnya harus merujuk pada SPLN D3.002-1: 2007. Transformator gardu pasangan luar dilengkapi *bushing* tegangan menengah isolator keramik. Sedangkan Transformator gardu pasangan dalam dilengkapi *bushing* tegangan menengah isolator keramik atau menggunakan isolator *plug-in premoulded*. Gangguan yang dapat terjadi pada transformator distribusi antara lain adalah panas yang berlebihan atau *overheat*, beban berlebih, dan juga kondisi minyak trafo yang tidak baik.

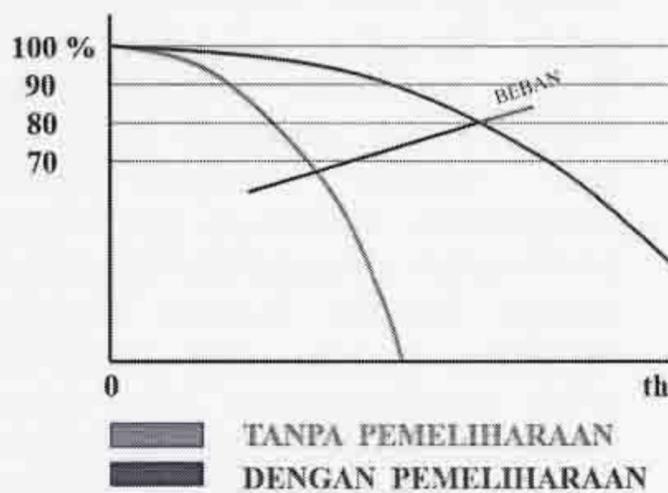
- c. PHB sisi Tegangan Rendah (PHB-TR). cPHB-TR adalah suatu kombinasi dari satu atau lebih Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah dengan peralatan kontrol, peralatan ukur, pengaman dan kendali yang saling berhubungan. Keseluruhannya dirakit lengkap dengan sistem pengawatan dan mekanis pada bagian-bagian penyangganya. Secara umum PHB-TR sesuai SPLN 118-3-1-1996, untuk pasangan dalam adalah jenis terbuka. Rak TR pasangan dalam untuk gardu distribusi beton. Komponen PHB TR yang dapat menimbulkan gangguan adalah *NH Fuse*, *Ground Plate*, sakelar utama, dan kabel opstig.

3.2. Pemeliharaan Gardu Distribusi

Pemeliharaan adalah kegiatan untuk menjaga atau memelihara peralatan dan fasilitas serta mengadakan perbaikan atau penyesuaian dan mengganti yang peralatan diperlukan sehingga terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan. Semakin baik penyaluran tenaga listrik yang diterima konsumen maka semakin baik pula keandalan penyaluran tenaga listriknya yang ditandai dengan bertambahnya tingkat kepuasan yang dirasakan oleh konsumen.

Pemeliharaan gardu distribusi atau biasa disebut revisi yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan terhadap

gardu distribusi, baik bagian sipil gardu (bangunan gardu) dan bagian listrik gardu (komponen gardu sebagai peralatan penyaluran distribusi). Tujuan pemeliharaan yaitu agar instalasi jaringan distribusi beroperasi dengan aman (*safe*) bagi manusia dan lingkungannya, andal (*reliable*), kesiapan (*availability*) tinggi, unjuk kerja (*performance*) baik, umur (*live time*) sesuai desain, waktu pemeliharaan (*down time*) efektif dan biaya pemeliharaan (*cost*) efisien/ekonomis. Selain itu ada faktor diluar teknis, tujuan pemeliharaan adalah mendapatkan simpati serta kepuasan pelanggan dalam pelayanan tenaga listrik.



Gambar 7 Grafik Umur Peralatan

Grafik pada gambar 7 bahwa peralatan yang terpelihara dapat menghasilkan angka umur peralatan atau *live time* yang lebih lama daripada peralatan yang tidak dipelihara. Untuk melaksanakan pemeliharaan yang baik perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Sistem harus direncanakan dengan baik dan benar memakai bahan/peralatan yang berkualitas baik sesuai standar yang berlaku.
2. Sistem distribusi yang baru di bangun harus diperiksa secara teliti, apabila terdapat kerusakan kecil segera diperbaiki pada saat itu juga.
3. Staf/petugas pemeliharaan harus terlatih dengan baik dan dengan jumlah petugas cukup memadai.
4. Mempunyai peralatan kerja yang cukup memadai untuk melaksanakan pemeliharaan dalam keadaan tidak bertegangan maupun pemeliharaan dalam bertegangan.

5. Mempunyai buku/brosur peralatan pabrik pembuat peralatan tersebut dan harus diberikan kepada petugas terutama pada saat pelaksanaan pemeliharaan.
6. Gambar (peta) dan catatan pelaksanaan pemeliharaan dibuat dan dipelihara untuk bahan pada pekerjaan pemeliharaan berikutnya.
7. Jadwal yang telah dibuat sebaiknya dibahas ulang untuk melihat kemungkinan penyempurnaan dalam pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan.
8. Harus diamati tindakan pengamanan dalam pelaksanaan pemeliharaan, gunakan peralatan keselamatan kerja yang baik dan benar.

Jenis Pemeliharaan

1. Berdasarkan Waktu Pelaksanaannya : pemeliharaan terencana dan pemeliharaan tak terencana
2. Berdasarkan Metodenya
 - a. *Time Based Maintenance (TBM)*, atau pemeliharaan berdasarkan waktu yaitu suatu manajemen pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin terjadwal tanpa melihat bagaimana kondisi peralatan yang akan diperlihara. Rentang waktu perawatan ditentukan berdasarkan pengalaman, data masa lalu atau rekomendasi dari pabrik pembuat alat yang bersangkutan. Kekurangannya, jika rentang waktu pemeliharaan terlalu pendek akan mengganggu aktivitas penyaluran tenaga listrik dan dapat meningkatkan kesalahan yang timbul, misalnya teknisi yang kurang cermat dalam memasang kembali komponen yang dipelihara serta kemungkinan adanya kontaminan yang masuk kedalam sistem. Jika rentang waktu perawatan terlalu panjang kemungkinan peralatan akan mengalami kerusakan sebelum tiba waktu perawatan. Selain itu kondisi peralatan yang masih baik dan menurut jadwal harus sudah diganti atau diperbaiki akan menimbulkan kerugian.
 - b. *Condition Based Maintenance (CBM)*, atau pemeliharaan

berdasarkan kondisi yaitu suatu manajemen pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan dengan mengacu pada laporan hasil inspeksi. Penjadwalan kegiatan pemeliharaan ini didasarkan pada kondisi baik atau buruknya peralatan yang akan dipelihara. Jika kondisi peralatan sudah memasuki fase rawan gangguan, maka akan dilakukan penjadwalan pelaksanaan pemeliharaan dengan urutan prioritas mulai dari yang terburuk. Tujuan dari CBM antara lain adalah mengenali karakteristik peralatan, agar pemeliharaan fokus pada komponen kritis, agar perioda pemeliharaan disesuaikan kebutuhan dan memperpanjang umur peralatan.

c. *Breakdown Maintenance*, atau pemeliharaan darurat yaitu kegiatan untuk mengembalikan kondisi sistem yang rusak ke keadaan stabil. Misalnya perbaikan/penggantian instalasi gardu yang rusak akibat banjir; komponen dalam kubikel yang meledak.

Penggunaan metode pemeliharaan didasarkan pada kebutuhan. Perbandingannya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Penerapan Metode TBM dan CBM

ASPEK PERBANDINGAN	TIME BASED MAINTENANCE (TBM)	CONDITION BASED MAINTENANCE (CBM)
DATA	Data monitor Offline	Data monitor Online/Offline
EFISIENSI	Rendah	Tinggi
BIAYA	Tinggi	Rendah
TENAGA KERJA	Banyak	Sedikit

Jika macam-macam pemeliharaan tersebut digabungkan, maka pemeliharaan dibedakan menjadi:

1. Pemeliharaan Rutin. Merupakan pemeliharaan yang terencana berdasarkan waktu yang terjadwal disebut juga dengan pemeliharaan preventif, yaitu pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan yang lebih parah dan untuk mempertahankan unjuk kerja jaringan agar tetap beroperasi dengan keandalan dan efisiensi yang tinggi.
2. Pemeliharaan Korektif. Merupakan pemeliharaan yang terencana direncanakan faktor waktu dimana peralatan memerlukan perbaikan atau pemeliharaan yang tidak terencana tetapi berdasarkan kondisi peralatan yang menunjukkan gejala kerusakan ataupun sudah terjadi kerusakan. Pemeliharaan korektif adalah pekerjaan pemeliharaan dengan maksud untuk memperbaiki kerusakan yaitu suatu usaha untuk memperbaiki kerusakan hingga kembali kepada kondisi/kapasitas semula dan perbaikan untuk penyempurnaan yaitu, suatu usaha untuk meningkatkan/ penyempurnaan jaringan dengan cara mengganti/ mengubah jaringan agar dicapai daya guna atau keandalan yang lebih baik dengan tidak mengubah kapasitas semula.
3. Pemeliharaan Prediktif. Adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan listrik, kapan kemungkinannya menuju kegagalan. Dengan memprediksi kondisi tersebut dapat diketahui gejala kerusakan secara dini. Cara yang biasa dipakai adalah memonitor kondisi secara *online* baik pada saat beroperasi atau tidak. Untuk itu diperlukan peralatan dan personil khusus untuk analisa.

3.3. Kontinuitas Pelayanan dan Keandalan Jaringan Distribusi

1. Tingkat Kontinuitas Pelayanan
Tingkat kontinuitas pelayanan bagi pemanfaat tenaga listrik adalah berapa lama padam yang terjadi dan berapa banyak waktu yang diperlukan untuk memulihkan penyaluran kembali tenaga

listrik. Pada SPLN 52-3 tingkat kontinuitas pelayanan tenaga listrik dibagi atas 5 (lima) tingkat:

- a. Kontinuitas tingkat 1, pada tingkat ini memungkinkan jaringan berada pada kondisi padam dalam waktu berjam-jam dalam rangka mencari dan memperbaiki bagian-bagian yang mengalami kerusakan karena gangguan.
- b. Kontinuitas tingkat 2, kondisi jaringan padam dimungkinkan dalam waktu beberapa jam untuk keperluan mengirim petugas kelapangan, melokalisir kerusakan dan melakukan pengaturan *switching* untuk menghidupkan suplai beban pada kondisi sementara dari arah atau saluran lain.
- c. Kontinuitas tingkat 3, dimungkinkan padam dalam waktu beberapa menit untuk kegiatan pengaturan *switching* dan pelaksanaan *switching* oleh petugas yang *stand-by* di gardu atau pelaksanaan deteksi dengan bantuan *Distribution Control Center* (DCC) / APD (Area Pengatur Distribusi).
- d. Kontinuitas tingkat 4, dimungkinkan padam dalam beberapa detik, pengaturan *switching* dan pengamanan dilaksanakan secara otomatis.
- e. Kontinuitas tingkat 5. Dimungkinkan tanpa adanya pemadaman dengan melengkapi instalasi cadangan terpisah dan otomatisasi penuh.

Jaringan distribusi untuk luar kota (pedesaan) terdiri dari saluran udara dengan susunan jaringan menggunakan konfigurasi radial yang memenuhi kontinuitas tingkat 1 sedangkan untuk daerah dalam kota terdiri dari saluran udara dengan susunan jaringan menggunakan konfigurasi *loop* / gelang atau cincin atau yang lebih baik yaitu konfigurasi spindel dengan bantuan *Distribution Control Center* dimana tingkat kontinuitas sistem ini akan menjadi lebih baik lagi. Didalam pengoperasian jaringan distribusi selalu diusahakan untuk melakukan penormalan pada jaringan yang terganggu secara cepat untuk memperoleh waktu padam yang kecil dan mendapatkan angka keandalan yang baik, yaitu kondisi

penyaluran tenaga listrik yang kontinyu, tegangan yang stabil dan juga rugi-rugi yang kecil.

Tingkat keandalan suatu sistem merupakan kebalikan dari besarnya jam pemadaman atau pemutusan pelayanan jadi tingkat keandalan yang tinggi dapat diperoleh dengan memilih jaringan dengan tingkat kontinuitas pelayanan yang tinggi dan frekuensi pemadaman karena gangguan yang rendah.

2. Indeks Keandalan Jaringan

Indeks-indeks yang dapat dipakai untuk membandingkan unjuk kerja (*performance*) sistem distribusi dalam memberi pelayanannya pada konsumen sebagai tolak ukur kemajuan atau untuk menentukan proyeksi yang akan dicapai adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIFI (*Customer Average Interruption Frequency Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) dan ASAI (*Average System Availability Index*).

Untuk melihat unjuk kerja (*performance*) dari perusahaan ketenagalistrikan yang diusahakan PT PLN digunakan SAIDI dan SAIFI. Sebagai indikator Keandalan penyaluran adalah angka lamanya dan seringnya pemadaman pada pelanggan yang disebut dengan SAIDI dan SAIFI. Berikut adalah penjabarannya:

- a. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

SAIDI ialah indeks yang menunjukkan waktu (*duration*) padam rata-rata yang dialami oleh setiap pelanggan dalam suatu periode tertentu (tahun) pada suatu sistem. Besarnya nilai SAIDI suatu jaringan distribusi:

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= \frac{\text{Lama Padam} \times \text{Jumlah Pelanggan Padam}}{\text{Total Pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= \dots \text{ jam/pelanggan/tahun} \dots \dots \dots 1 \end{aligned}$$

- b. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

SAIFI ialah indeks yang menunjukkan jumlah (frekuensi) padam rata-rata yang dialami oleh setiap pelanggan

dalam suatu periode tertentu (tahun) pada suatu sistem. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung besarnya nilai SAIFI suatu jaringan distribusi :

$$\begin{aligned} \text{SAIFI} &= \frac{\text{Seringnya Padam} \times \text{Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah Total Pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= \dots \text{ kali/pelanggan/tahun} \dots\dots\dots 2 \end{aligned}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, penyaluran tenaga listrik harus dapat mempertahankan, bahkan meningkatkan pelayanannya. Mutu pelayanan penyaluran tenaga listrik tersebut dapat diukur dari berapa lama dan berapa banyak pemadaman (pemutusan *supply* tenaga listrik) yang dialami oleh pelanggan. Suatu strategi pelaksanaan kegiatan pemeliharaan yang efektif dibutuhkan guna mengurangi pemadaman, dimana strategi tersebut ada 2 macam, yaitu pemeliharaan berdasarkan waktu dan pemeliharaan berdasarkan kondisi. Manajemen kegiatan pemeliharaan ini sangat mempengaruhi pada keandalan penyaluran tenaga listrik dan juga biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan kegiatan pemeliharaan tersebut. Tentu diharapkan bahwa penerapan suatu manajemen pemeliharaan akan menghasilkan keandalan penyaluran tenaga listrik yang tinggi dengan mengeluarkan biaya yang rendah.

Pengambilan data pada penelitian ini pada PT PLN (Persero) Area Menteng, dengan total gardu yang

dikelola mencapai 1532 gardu distribusi untuk memasok 204.712 pelanggan pada tahun 2015. Gardu-gardu distribusi tersebut dipelihara dengan menggunakan kedua manajemen pemeliharaan. Pelaksanaan pemeliharaan rutin dilakukan berdasarkan metode TBM hingga tahun 2013 dan sejak tahun 2014 beralih ke metode CBM yang hingga saat ini masih digunakan.

Perubahan metode pemeliharaan akan memberikan suatu dampak terhadap mutu pelayanan dan juga biaya pengeluaran untuk kegiatan pemeliharaan. Mutu pelayanan disini bisa dilihat melalui besar kecilnya nilai indeks keandalan atau disebut SAIDI dan SAIFI, yaitu angka besarnya jumlah jam padam per tahun dan angka banyaknya jumlah pemadaman dalam satu tahun.

4.1. Indeks Keandalan

Indeks keandalan dapat dihitung dengan data realisasi pemeliharaan gardu distribusi (revisi) tahun 2012 – 2013 dimana metode pelaksanaan pemeliharaan gardu distribusi yang diterapkan metode TBM, dan tahun 2014 – 2015 yang telah menggunakan metode CBM. Tabel 2, data yang dapat diambil dari data realisasi pemeliharaan. Total pelanggan diambil dari data *existing* yaitu data pelanggan tahun 2015 sebanyak 204.712 pelanggan kondisi riil, sedangkan data tahun 2012-2014 diasumsikan dengan mengurangi sebanyak 5% dari total pelanggan tahun 2015 karena data pelanggan *existing* yang kurang lengkap.

Tabel 2 Data Realisasi Kegiatan Pemeliharaan

METODE	TAHUN	JUMLAH JAM PADAM (JAM)	JUMLAH PEMADAMAN (KALI)	RATA-RATA JAM PADAM (JAM)	TOTAL PELANGGAN
TBM	2012	1.838,483	853	2,155	174.005
	2013	2031,53	635	3,199	184.241
CBM	2014	774,9	421	1,84	194.476
	2015	269,076	158	1,703	204.712

Dari data pada tabel 2, dapat dilakukan perhitungan SAIDI dengan rumus 1 dan SAIFI dengan rumus 2. Perhitungan dilakukan dengan asumsi jumlah pelanggan per gardu adalah 100 pelanggan, 125 pelanggan, dan 150 pelanggan. Perhitungan dengan asumsi jumlah pelanggan per gardu sebanyak 150 pelanggan.

1. Indeks Keandalan tahun 2012

Jumlah pemadaman 853 kali, jumlah total pelanggan 174.005 pelanggan, jumlah jam padam rata-rata per gardu: $1838,483 : 853 = 2,155$ jam dan jumlah pelanggan padam : $853 \times 150 = 127.950$ pelanggan.

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= \frac{2,155 \text{ jam} \times 127.950 \text{ pelanggan padam}}{174.005 \text{ pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= 1,584623 \frac{\text{jam}}{\text{pelanggan}} / \text{tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SAIFI} &= \frac{853 \text{ kali} \times 127.950 \text{ pelanggan padam}}{174.005 \text{ pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= 627,2311 \frac{\text{kali}}{\text{pelanggan}} / \text{tahun} \end{aligned}$$

2. Indeks Keandalan tahun 2013

Jumlah pemadaman 635 kali, jumlah total pelanggan 184.241 pelanggan, jumlah jam padam rata-rata per gardu: $2031,53 : 635 = 3,199$ jam dan jumlah pelanggan padam $635 \times 150 = 95.250$ pelanggan.

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= \frac{3,199 \text{ jam} \times 95.250 \text{ pelanggan padam}}{184.241 \text{ pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= 1,653838 \frac{\text{jam}}{\text{pelanggan}} / \text{tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SAIFI} &= \frac{635 \text{ kali} \times 95.250 \text{ pelanggan padam}}{184.241 \text{ pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= 328,286 \frac{\text{kali}}{\text{pelanggan}} / \text{tahun} \end{aligned}$$

3. Indeks Keandalan tahun 2014

Jumlah pemadaman 421 kali, jumlah total pelanggan 194.476 pelanggan, jumlah jam padam rata-rata per gardu $774,9 : 421 = 1,84$ jam dan jumlah pelanggan padam $421 \times 150 = 63.150$ pelanggan.

SAIDI

$$\begin{aligned} &= \frac{1,84 \text{ jam} \times 63.150 \text{ pelanggan padam}}{194.476 \text{ pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= 0,597482 \frac{\text{jam}}{\text{pelanggan}} / \text{tahun} \end{aligned}$$

SAIFI

$$\begin{aligned} &= \frac{421 \text{ kali} \times 63.150 \text{ pelanggan padam}}{194.476 \text{ pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= 136,7066 \frac{\text{kali}}{\text{pelanggan}} / \text{tahun} \end{aligned}$$

4. Indeks Keandalan tahun 2015

Jumlah pemadaman 158 kali, jumlah total pelanggan 204.712 pelanggan, jumlah jam padam rata-rata per gardu: $269,076 : 158 = 1,703$ jam dan jumlah pelanggan padam $158 \times 150 = 23.700$ pelanggan

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= \frac{1,703 \text{ jam} \times 23.700 \text{ pelanggan padam}}{204.712 \text{ pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= 0,19716 \frac{\text{jam}}{\text{pelanggan}} / \text{tahun} \end{aligned}$$

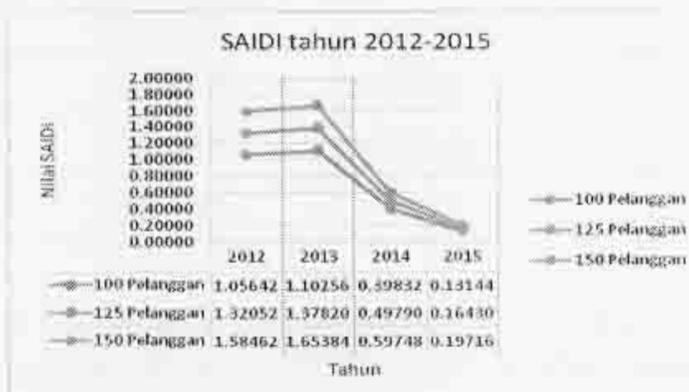
SAIFI

$$\begin{aligned} &= \frac{158 \text{ kali} \times 23.700 \text{ pelanggan padam}}{204.712 \text{ pelanggan} \times 1 \text{ tahun}} \\ &= 18,29204 \frac{\text{kali}}{\text{pelanggan}} / \text{tahun} \end{aligned}$$

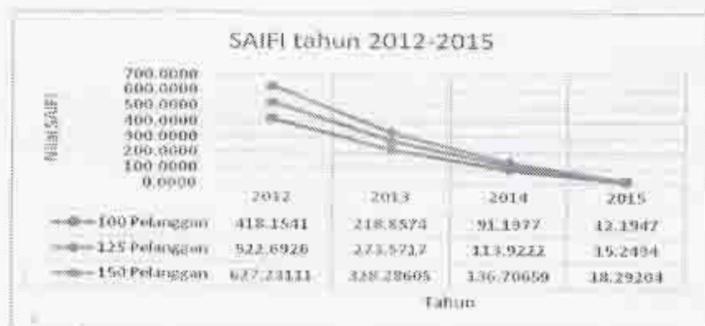
Untuk perhitungan indeks keandalan SAIDI SAIFI dengan asumsi jumlah pelanggan per gardu 100 pelanggan dan 125 pelanggan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Indeks Keandalan SAIDI SAIFI

METODE	TAHUN	Jumlah Pelanggan Padam			SAIDI			SAIFI		
		100	125	150	100	125	150	100	125	150
TBM	2012	85300	106205	127950	1.65842	1.32052	1.58462	418.8541	622.8828	627.2311
	2013	63500	79375	95250	1.65256	1.37820	1.65384	218.8574	173.5717	328.2860
CBM	2014	42100	52825	63150	0.30832	0.49790	0.59748	81.1377	113.8222	136.7066
	2015	15800	19750	23700	0.13144	0.16430	0.19716	12.1947	18.2434	18.2920



Gambar 8 Grafik Indeks Keandalan SAIDI tahun 2012-2015



Gambar 9 Grafik Indeks Keandalan SAIFI tahun 2012-2015

Berdasarkan hasil perhitungan indeks keandalan dapat terlihat bahwa nilai SAIFI yang diperoleh saat perusahaan menerapkan manajemen pemeliharaan gardu distribusi dengan metode TBM yaitu sebesar 1,34936 jam/pelanggan/tahun, dan untuk penerapan CBM sebesar 0,33110 jam/pelanggan/pertahun. Untuk nilai SAIFI diperoleh sebanyak 398,1322 kali/pelanggan/tahun pada saat penerapan metode TBM dan 64,5828 kali/pelanggan/tahun untuk manajemen dengan metode CBM. Dari angka ini bisa disimpulkan bahwa tingkat mutu pelayanan perusahaan dapat menjadi lebih baik jika menerapkan manajemen pemeliharaan gardu distribusi dengan metode CBM yaitu dengan melaksanakan pemeliharaan pada gardu distribusi yang rawan gangguan saja dapat memperkecil angka lamanya pemadaman dan juga frekuensi terjadinya pemadaman.

4.2. Biaya Pelaksanaan Pemeliharaan Gardu Distribusi

Pelaksanaan pemeliharaan gardu distribusi secara umum adalah melakukan pembersihan-pembersihan pada

peralatan yang terdapat pada gardu distribusi, baik pembersihan kubikel, pembersihan trafo distribusi, pembersihan PHB TR, serta pembersihan umum gardu yaitu bagian sipil gardu distribusi.

Biaya yang harus disediakan untuk melakukan 1 (satu) kali pemeliharaan dengan asumsi bahwa setiap gardu distribusi memiliki komponen dengan jumlah yang sama, yaitu 3 (tiga) buah kubikel, 1 (satu) buah trafo distribusi, dan 1 (satu) buah PHB TR adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Rincian Biaya Kegiatan Pemeliharaan Gardu Distribusi

Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Jumlah Harga
Pekerjaan Revisi Kubikel (semua tipe)	348.910	3 buah	1.046.730
Pekerjaan Revisi TRAFODistribusi	321.770	1 buah	321.770
Pekerjaan Revisi RAK TR	259.190	1 buah	259.190
Pembersihan Ruang Gardu	83.230	1 gardu	83.230
Total (Rp)			1.710.920

Maka jumlah biaya pemeliharaan gardu distribusi yang dibutuhkan sesuai dengan realisasi pelaksanaan, dengan besar biaya kegiatan Rp. 1.710.920,00; biaya pemeliharaan untuk tahun 2012 ada 853 kali (pemeliharaan) x Rp. 1.710.920,00 = Rp. 1.459.414.760. Selanjutnya dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Biaya Pemeliharaan Gardu Distribusi

METODE	TAHUN	JUMLAH PEMELIHARAAN	BIAYA PEMELIHARAAN	RATA-RATA
TBM	2012	853 Kali	Rp 1.459.414.760,00	Rp1.272.924.480,00
	2013	635 Kali	Rp 1.086.434.200,00	
CBM	2014	421 Kali	Rp 720.297.320,00	Rp495.311.340,00
	2015	158 Kali	Rp 270.325.360,00	

Dari perhitungan pada tabel 6 dapat dilihat bahwa biaya yang harus dialokasikan saat perusahaan

menerapkan metode pemeliharaan berdasarkan waktu (TBM) sekitar Rp. 1.272.924.480,00 sedangkan pada

menerapkan metode pemeliharaan (CBM) adalah sekitar Rp. 459.311.340,00. Perubahan manajemen kegiatan pemeliharaan sangat berpengaruh pada biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk melaksanakan kegiatan pemeliharaan. Penerapan manajemen pelaksanaan pemeliharaan berdasarkan kondisi lebih tepat digunakan daripada manajemen pelaksanaan pemeliharaan berdasarkan waktu karena kegiatan pemeliharaan dilakukan sesuai kebutuhan sehingga pemadaman yang dilakukan lebih sedikit dan biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa indeks keandalan SAIDI SAIFI dan biaya pemeliharaan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Saat diterapkan manajemen pelaksanaan pemeliharaan dengan metode *Time Based Maintenance*, Indeks keandalan SAIDI sebesar 1,34936 jam / pelanggan / tahun, sedangkan saat penerapan metode *Condition Based Maintenance* sebesar 0,33110 jam / pelanggan / tahun.
- b. Saat diterapkan manajemen pelaksanaan pemeliharaan dengan metode *Time Based Maintenance*, Indeks keandalan SAIFI sebesar 398,1322 kali/pelanggan/tahun, sedangkan saat penerapan metode *Condition Based Maintenance* sebesar 64,5828 kali/pelanggan/tahun.
- c. Saat diterapkan manajemen pelaksanaan pemeliharaan dengan metode *Time Based Maintenance*, biaya yang harus dikeluarkan untuk kegiatan pemeliharaan sebesar Rp1.272.924.480,00, sedangkan saat penerapan metode *Condition Based Maintenance* hanya sebesar Rp495.311.340,00.
- d. Manajemen pelaksanaan pemeliharaan dengan metode *Condition Based Maintenance* lebih tepat untuk diterapkan karena dapat

menghasilkan keandalan yang lebih tinggi dengan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan penerapan metode *Time Based Maintenance*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- a. PT PLN (Persero). (2010). *Kriteria Disain Enjinerig Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta.
- b. PT PLN (Persero). (2010). *Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*. Jakarta.
- c. Sarimun, Wahyudi. (2011). *Buku Saku Pelayanan Teknik (YANTEK)*. Depok: Garamond.
- d. Kelompok Pembakuan Bidang Distribusi & Kelompok Kerja Tiang Baja. (1983). *SPLN 52-3 Pola Pengamanan Sistem*. Jakarta: Departemen Pertambangan & Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- e. Kelompok Pembakuan Bidang Distribusi & Kelompok Kerja Konstruksi Distribusi. (1985). *SPLN 59 Keandalan Pada Sistem Distribsi 20 kV dan 6 kV*. Jakarta: Departemen Pertambangan & Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- f. 17. *Pemeliharaan Jaringan Distribusi*. Jakarta: PT PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan.
- g. *Teknik Pemeliharaan Gardu Distribusi*. Jakarta: PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- h. Chandra, Rachmat Adi. (2009). *Optimalisasi Keandalan Jaringan Distribusi di PT PLN (Persero) Area Jaringan Tangerang*. Tangerang: PT PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya dan Tangerang Area Jaringan Tangerang.