Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Mutu Pelayanan

Skripsi
diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh
Muhammad Agus Salim
NIM. 5301410062

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukkan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 11 November 2015
yang membuat peryataan,

Muhammad Agus Salim
NIM. 5301410062

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama	: Muhammad Agus Salim
NIM	: 5301410062
Program Studi	: S-1 Teknik Elektro
Judul Disertasi	: Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Mutu Pelayanan.

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S-1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 21 Juli 2015
Pembimbing,

Drs. Y.Primadiyono, M.Pd.
NIP. 196209021987031002

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Mutu Pelayanan telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 11 bulan November tahun 2015.

Nama : Muhammad Agus Salim

NIM : 5301410062

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Panitia:

Ketua

Drs. Suryono, M.T.
NIP. 195909271986011001

Sekretaris

Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji I

Dr. Ir. Subiyanto S.T., M.T.
NIP. 197411232005011001

Penguji II

Drs Sutarno M.T
NIP.195510051984 031001

Penguji III/Pembimbing

Drs. Y.Primadiyono, M.T.
NIP. 196209021987031002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Unnes

Dr. Nur Qudus, M. T.
NIP. 19691130 1994 03 1001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- "Kaya tidak dilihat dari seberapa banyak yang kita miliki, tetapi seberapa banyak yang kita berikan"

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

1. Bapak dan Ibu yang senantiasa membiayai, memotivasi, dan berdoa untukku.
2. Adik-adikku tercinta.
3. Rekan mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2010.
4. Keluarga BesarMahapala Unnes dan Santrendelik Kampung Tobat.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Salim, Muhammad Agus. 2016. "*Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Mutu Pelayanan"*. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro S1. Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing Drs. Yohanes Primadiyono, M.T.

Seiring dengan semakin meningkatnya tuntutan pelanggan terhadap pasokan tenaga listrik di Indonesia khususnya Area Pengatur Jaringan (APJ) Salatiga dan untuk mencapai penetapan Tingkat Mutu Pelayanan yang dipersyaratkan oleh Pemerintah, maka perlu memberikan pelayanan yang terbaik kepada pelanggan. Untuk meningkatkan mutu pelayanan kepada pelanggan maka harus diketahui mutu pelayanan sebelumnya sebagai bahan dalam perencanaan peningkatan jaringan distribusi mendatang.Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul "**Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Mutu Pelayanan**".

Populasi dalam penelitian ini adalah Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Salatiga.Penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data terkait frekuensi dan durasi gangguan yang terjadi pada tahun 2014, kemudian data dianalisis sehingga didapatkan keandalan jaringan distribusi tenaga listrik di APJ Salatiga.

Hasil penelitian menunjukan bahwa APJ Salatiga memiliki nilai SAIFI sebesar 21 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI sebesar 17,48 jam/pelanggan/tahun. Nilai SAIFI dan SAIDI Area Pelayanan dan Jaringan Salatiga masih masih jauh lebih besar dari nilai SAIDI IEEE Std. 1366-2000. Hal ini dapat diartikan bahwa APJ Salatiga belum andal berdasarkan standarisasi nilai SAIFI dan SAIDI IEEE std. 1366-2000.

Saran yang dapat peneliti berikan adalahArea Pelayanan dan Jaringan (APJ) Salatiga perlu melakukan modifikasi jaringan dengan menambahkan komponen pada jaringan distribusi untuk meningkatkan kinerja jaringan. Selain itu APJ Salatiga juga harus melakukan rabas secara berkala sebagai tindakan prefentif terhadap terbukanya pemutus dan putusnya pelebur tegangan menengah karena pohon dan dahan.

Kata kunci : Keandalan, Sistem Distribusi, SAIDI, SAIFI

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **" Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Mutu Pelayanan"**

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. M. Harlanu, M.Pd. Dekan Fakultas Teknik, Drs. Suryono M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Drs. Agus Suryanto M.T.Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.
3. Bapak Drs. Yohanes Primadiyono, M.T. yang telah memberikan bimbingan pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Ir. SUBIYANTO S.T., M.T. dan Drs Sutarno M.T. sebagai Penguji I dan Penguji II yang telah memberi masukan, perbaikan, dan tanggapan agar menambah bobot dan kualitas skripsi ini.
5. PT. PLN (Persero) Area Pengatur Distribusi yang telah memberikan ijin kepada peneliti untuk mengambil data sesuai kebutuhan penelitian.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semuanya.

Semarang, Januari 2016
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

PERNYATAAN KEASLIAN ii

PERSETUJUAN PEMBIMBING iii

PENGESAHAN iv

MOTTO DAN PERSEMBAHAN v

ABSTRAK vi

KATA PENGANTAR vii

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR DAN GRAFIK xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Tujuan Penelitian 2

1.5 Manfaat Penelitian 3

1.6 Penegasan Istilah 3

1.7 Penelitian Terdahulu 5

1.8 Sistematika Skripsi 5

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik 7

2.1.1 Pengertian distribusi tenaga listrik 7

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.1.2 Pengelompokkan jaringan tenaga listrik 7
2.1.3 Klasifikasi saluran distribusi tenaga listrik 9
2.2 Keandalan sistem distribusi tenaga listrik 13
2.2.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keandalan jaringan 14
2.2.2 Indeks keandalan sistem 15
2.2.3 Standarisasi SAIFI dan SAIDI 17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian 19
3.2 Lokasi Penelitian 19
3.3 Metode Pengumpulan Data 19
3.3.1 Metode interview 20
3.3.2 Metode observasi 20
3.3.3 Metode dokumentasi 20
3.4 Keabsahan Data 23
3.5 Analisis Data 23
3.5.1 Analisis nilai SAIFI APJ Salatiga tahun 2014 23
3.5.2 Analisis nilai SAIDI APJ Salatiga tahun 2014 24
3.5.3 Analisis nilai CAIDI APJ Salatiga tahun 2014 26

BAB IVHASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian 27
4.1.1 Hasil analisis nilai SAIFI di APJ Salatiga 27
4.1.2 Hasil analisis nilai SAIDI di APJ Salatiga 27
4.1.3 Hasil analisis nilai CAIDI di APJ Salatiga 27
4.2 Pembahasan
4.2.1 Keandalan APJ Salatiga berdasarkan SAIFI 27
4.2.2 Keandalan APJ Salatiga berdasarkan SAIDI 29
4.2.3 Keandalan APJ Salatiga berdasarkan CAIDI 31

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan 32
5.2 Saran 32

DAFTAR PUSTAKA 34

LAMPIRAN 35

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standarisasi SAIFI dan SAIFI menurut IEEE Std. 1366-2000 18

Tabel 3.1 Gangguan pada APJ Salatiga 20

Tabel 3.2 Durasi gangguan di APJ Salatiga 21

Tabel 3.3 Pelanggan yang mengalami pemadaman di APJ Salatiga 21

Tabel 3.4 Total pelanggan APJ Salatiga 22

Tabel 3.5 Data perkalian gangguan dengan pelanggan padam 23

Tebel 3.6 Data perkalian durasi gangguan dengan pelanggan padam 24

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR GAMBAR DAN GRAFIK

Gambar 2.1 Sistem penyaluran tenaga listrik 7

Gambar 2.2 Pembagian tegangan sistem tenaga listrik..... 8

Gambar 2.3 Jaringan distribusi Radial 10

Gambar 2.4 Jaringan distribusi Ring..... 11

Gambar 2.5 Jaringan distribusi NET..... 12

Gambar 2.6 Jaringan distribusi Spindel 13

Grafik 4.1 Frekuensi gangguan tiap-tiap kelompok..... 28

Grafik 4.2 Durasi gangguan tiap-tiap kelompok..... 30

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Frekuensi Gangguan APJ Salatiga 34
Lampiran 2 Data Durasi Gangguan APJ Salatiga 35
Lampiran 3 Data Pelanggan APJ Salatiga 36
Lampiran 4 Single Line Diagram Sistem 20 KV APJ Salatiga 37
Lampiran 5Laporan Gangguan Bulan Januari 38
Lampiran 6 Laporan Gangguan Bulan Februari 41
Lampiran 7 Laporan Gangguan BulanMaret 45
Lampiran 8 Laporan Gangguan Bulan April 49
Lampiran 9 Laporan Gangguan Bulan Mei 53
Lampiran 10 Laporan Gangguan Bulan Juni 57
Lampiran 11 Laporan Gangguan Bulan Juli 61
Lampiran 12 Laporan Gangguan Bulan Agustus 65
Lampiran 13 Laporan Gangguan Bulan September 69
Lampiran 14 Laporan Gangguan Bulan Oktober 73
Lampiran 15 Laporan Gangguan Bulan November 77
Lampiran 16 Laporan Gangguan Bulan Desember 81
Lampiran 17Surat ijin penelitian di APJ Salatiga 105
Lampiran 18Foto objek penelitian 106

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB I
PENDAHUHUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan semakin meningkatnya tuntutan pelanggan terhadap pasokan tenaga listrik di Indonesia khususnya Area Pengatur Jaringan (APJ) Salatiga dan untuk mencapai penetapan Tingkat Mutu Pelayanan yang dipersyaratkan oleh Pemerintah, maka perlu memberikan pelayanan yang terbaik kepada pelanggan dengan cara meningkatkan kualitas dan kuantitas pasokan tenaga listrik yang selaraskan dengan misi distribusi yaitu menuju distribusi yang efisien, handal, dan berkualitas.

Kontinuitas pelayanan (yang merupakan salah satu unsur dari mutu pelayanan) tergantung pada macam sarana penyalur dan peralatan pengaman. Sarana penyalur (jaringan distribusi) mempunyai tingkatan pada susunan saluran dan cara pengaturan operasinya, yang pada hakekatnya direncanakan dan dipilh untuk memenuhi kebutuhan dan sifat beban. Jaringan dikatakan andal apabila jaringan tersebut frekuensi pemadamannya rendah dan mutu tegangannya optimal (sesuai standar). Mutu pelayanan antara lain tergantung dari lamanya pemadaman dan frekuensi pemadaman yang terjadi.

Lamanya padam dan frekuensi pemadaman merupakan mutu pelayanan yang dirasakan jelas oleh pelanggan. Banyak keluhan yang diterima PT. PLN Persero terkait seringnya terjadi pemadaman dan durasi pemadaman yang lama.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Untuk meningkatkan mutu pelayanan kepada pelanggan maka harus diketahui mutu pelayanan sebelumnya sebagai bahan dalam perencanaan peningkatan jaringan distribusi mendatang. Sehingga dalam penelitian akan dibahas mengenai mutu pelayanan jaringan distribusi tenaga listrik dari segi lamanya pemadaman dan frekuensi pemadaman yang terjadi.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul "**Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Mutu Pelayanan**".

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana keandalan jaringan distribusi tenaga listrik di Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Salatiga berdasarkan durasi dan frekuensi pemadaman rata-rata.

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah pada judul dan bidang yang telah disebutkan di atas, maka penulis membatasi masalah, sehingga hanya terarah padaevaluasi keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan SAIFI dan SAIDI di Area Pengatur Jaringan (APJ) Salatiga tahun 2014.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan mutu pelayanan di Area Pengatur Jaringan (APJ) Salatiga tahun 2014.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Bagi penulis

Penelitian ini bermanfaat untuk menambah dan memperluas wawasan penulis tentang keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

1.5.2. Bagi Universitas Negeri Semarang

Penelitian ini akan menambah kepustakaan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam pengembangan jaringan distribusi tenaga listrik di Universitas Negeri Semarang.

1.5.3. Bagi PT. PLN (Persero) APJ Salatiga

Sebagaiinformasi terkait keandalan jaringan di APJ Salatiga dan sebagai bahan dalam perencanaan peningkatan jaringan distribusi tenaga listrik di APJ Salatiga mendatang.

1.6. Penegasan Istilah

Untuk menghindari salah pengertian dan kesimpangsiuran serta kekaburan penafsiran dalam pemakaian istilah-istilah yang berkaitan dengan judul skripsi ini, maka peneliti perlu memberikan penegasan dan bahasan tentang istilah-istilah atau kalimat yang terangkum dalam judul skipsi.Adapun istilah-istilah yang perlu mendapatkan penegasan antara lain :

1.6.1. Evaluasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi III (2005:548)evaluasi merupakan penilaian.

1.6.2. Keandalan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi III (2005:548)keandalan merupakan hal yang menunjukkan penilaian yang samapada ujian atau percobaan yang berulang.

1.6.3. Sistem distribusi tenaga listrik

Menurut Suhadi, dkk.(2008:11) dalam Buku Sistem Distribusi Tenaga Listrik untuk Sekolah Menengah Kejuruan, Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*bulk power source*) sampai ke konsumen.

1.6.4. Area pengatur dan jaringan

Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) organisasi dibawah Area Pengatur Distribusi (APD) yang memiliki tugas pokok untuk merencanakan, melaksanakan dan melakukan evaluasi serta membuat laporan atas kegiatan operasi jaringan distribusidi daerah kerjanya secara efisien dengan mutu dan keandalan yang baik.

1.6.5. Mutu Pelayanan

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Mutu Pelayanan merupakan tingkat baik buruknya cara untuk melayani.

Jadi**Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Mutu Pelayanan** merupakan penilaian terhadap baik buruknya mutu pelayanan yang dilakukan oleh Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) dalam menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*bulk power source*) sampai ke konsumen.

1.7. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pemanfaatan SCADA dalam menunjang keandalan sistem distribusi tenaga listrik sudah dilakukan oleh beberapa peneliti.Adapun penelitian yang berkaitan dengan hal tersebut diatas antara lain:

1. Suryawan Adi Wibowo (2006) tentang analisis ketersediaan daya dan keandalan sistem jaringan distribusi di fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Siti Saodah (2008) tentang evaluasi keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan SAIDI dan SAIFI.
3. Muhammad Syafar (2011) tentangpenentuan indeks keandalan sistem distribusi 20 KV dengan pendekatan kontinuitas pelayanan.
4. M. Yudistya Perdana (2011) tentanganalisis keandalan sistem distribusi tenaga listrik Penyulang Jember Kota dankalisatdi PT. PLN APJ Jember.

1.8. Sistematika Skripsi

Secara garis besar penulisan skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian awal, isi, dan bagian akhir.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

1.8.1. Bagian awal

Bagian awal skripsi meliputi: judul, abstrak, lembar pengesahan, motto, persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

1.8.2. Bagian isi

Isi skripsi disajikan dalam lima bab dengan beberapa sub bab pada tiap babnya.

Bab I : PENDAHULUAN

Bertujuan mengantarkan pembaca untuk memahami latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

Bab II : LANDASAN TEORI

Bagian ini mengemukakan tentang landasan teori yang mendukung dalam pelaksaan penelitian.

Bab III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Didalam bab ini dibahas tentang rancangan penelitian, objek penelitian, metode pengumpulan data, dan analisis data.

Bab IV : HASIL PENELITIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan metode yang telah ditentukan pada bab III dan selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap hasil penelitian tersebut.

Bab V : PENUTUP

Berisikan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang relevan dengan penelitian yang telah dilaksanakan.

1.8.3. Bagian akhir

Bagian akhir skripsi berisikan daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

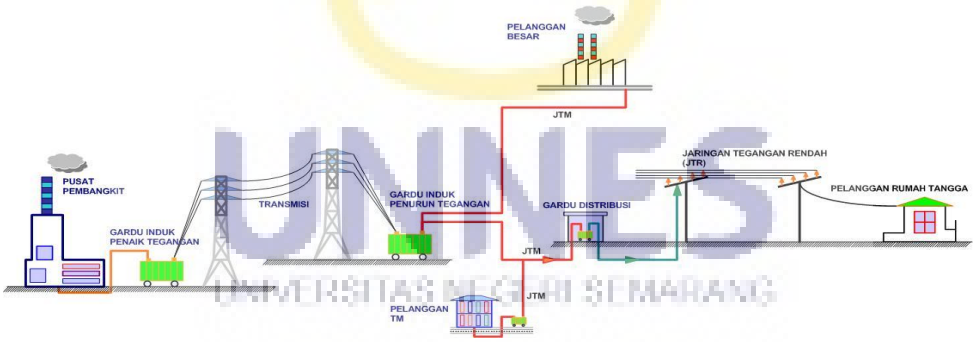
BAB II
LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

2.1.1. Pengertian distribusi tenaga listrik

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*bulk power source*) sampai ke konsumen (Suhadi,2008:11). Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah:

1) penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan),
2) merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringandistribusi.



Gambar 2.1 Sistem penyaluran tenaga listrik

(Sumber: Diklat PLN,2012)

2.1.2. Pengelompokan jaringan tenaga listrik

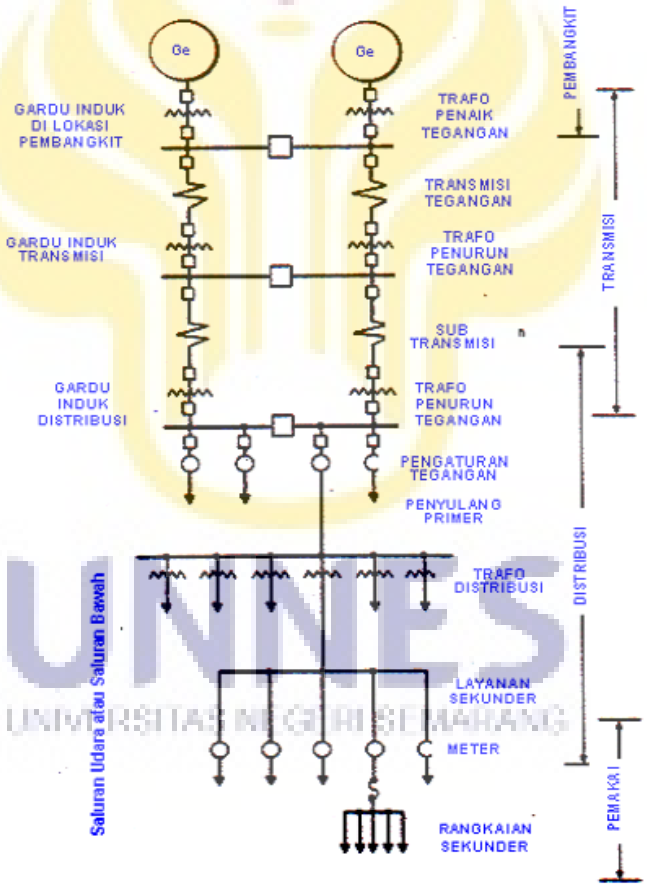
Untuk kemudahan dan penyederhanaan, lalu diadakan pembagian serta pembatasan-pembatasan seperti dibawah ini :

Daerah I : Bagian pembangkitan (*generation*).

Daerah II : Bagian penyaluran (*transmission*), bertegangan tinggi (HV,UHV,EHV).

Daerah III : Bagian distribusi primer, bertegangan menengah (6 atau 20kV).

Daerah IV : Di dalam bangunan pada beban/konsumen, instalasi, bertegangan rendah.



Gambar 2.2 Pembagian tegangan sistem tenaga listrik

(Sumber: Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1,2008,13)

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi sistem distribusi adalah daerah III dan IV.

2.1.3. Klasifikasi saluran distribusi tenaga listrik

Secara umum, saluran tenaga listrik atau saluran distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

2.1.3.1. Menurut nilai tegangan

1) Saluran distribusi primer

Terletak pada sisi primer trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder trafo substation (G.I.) dengan titik primer trafo distribusi. Saluran ini ber-tegangan menengah 20kV. Jaringan listrik 70 kV atau 150 kV, jika langsung melayani pelanggan, bisa disebut jaringan distribusi.

2) Saluran distribusi sekunder

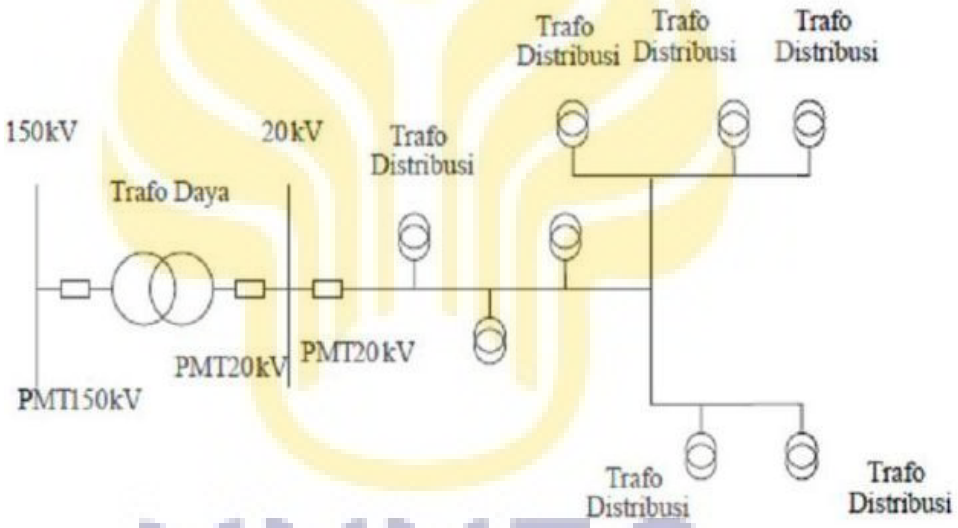
Terletak pada sisi sekunder trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder dengan titik cabang menuju beban.

2.1.3.2. Menurut susunan rangkaian

Dari uraian diatas telah disinggung bahwa sistem distribusi di bedakan menjadi dua yaitu sistem distribusi primer dan sistem distribusi sekunder.Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara, maupun kabel tanah. Penggunaannyadisesuaikan dengan tingkat keandalan yang diinginkan, kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan di suplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer.

1) Jaringan distribusi radial

Jaringan distribusi radial merupakan jaringan yang hanya memiliki satu saluran (line)antara titik sumber dan titik bebannya, tidak ada alternatif saluran lainnya. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang dan dicabang-cabang ke titik-titik beban yang dilayani (Suhadi,2008:17). Dalam jaringan ini arus beban yang mengalir tidak sama besar karena adanya pencabangan-percabangan pada saluran.



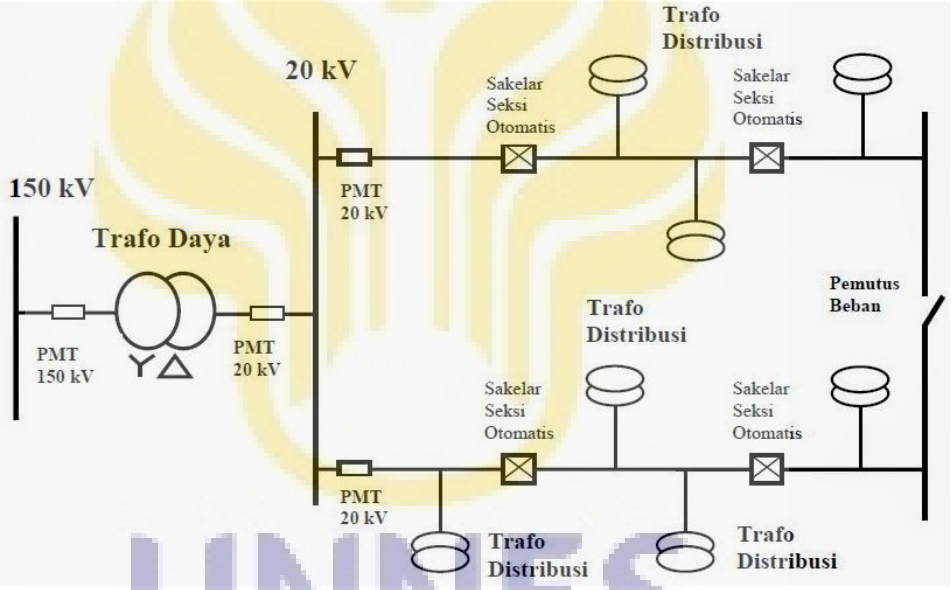
Gambar 2.3 Jaringan distribusi *radial*

(Sumber: https://electricdot.wordpress.com/2011/08/16/tipe-tipe-jaringan-distribusi-tegangan-menengah/)

Untuk melokalisir gangguan, pada bentuk radial ini biasanya diperlengkapi dengan peralatan pengaman berupa fuse, sectionaliser, recloser, atau alat pemutus beban lainnya. Fungsi pengaman hanya membatasi daerah yang mengalami pemadaman total, yaitu daerah saluran dibelakang titik gangguan.

2) Jaringan distribusi *ring* (*Loop*)

Jaringan distribusi ring merupakan jaringan yang memiliki dua alternatif saluran yang berasal lebih dari satu sumber (Suhadi,2008:20). Susunan rangkaian penyulang membentuk *ring* yang memungkinkan titik beban dilayani dari dua arah penyulang. Dengan jaringan ini, kontinyuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik karena rugi tegangan dan rugi daya pada saluran menjadi lebih kecil.



Gambar 2.4 Jaringan distribusi *ring*

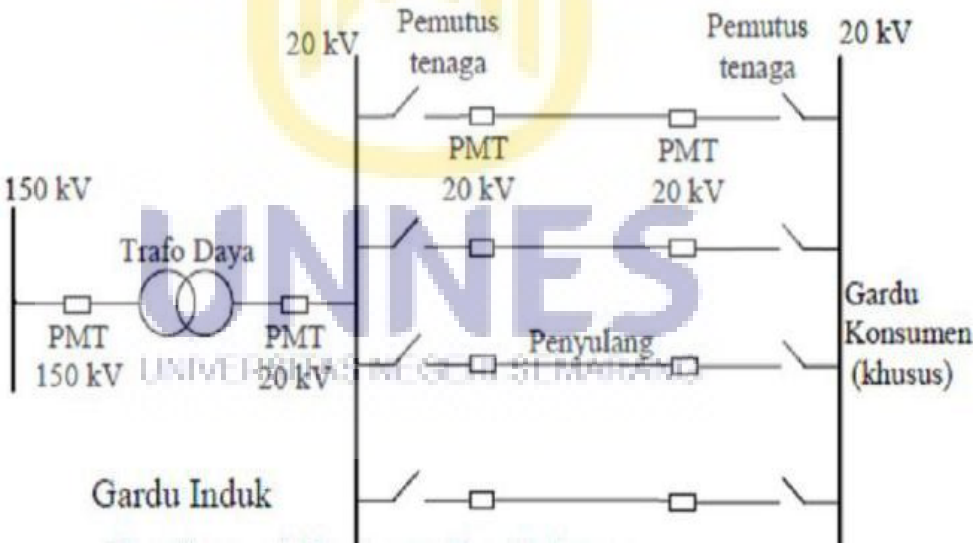
(Sumber: https://electricdot.wordpress.com/2011/08/16/tipe-tipe-jaringan-distribusi-tegangan-menengah/)

Bila menggunakan pemutus beban yang otomatis (dilengkapi dengan recloser atau AVS),maka pengamanan dapat berlangsung cepat dan praktis.Daerah yang mengalami gangguan akan kembali beroperasi secara otomatis setelah gangguan teratasi.

3) Jaringan distribusi jaring-jaring (NET)

Merupakan gabungan dari beberapa saluran mesh, dimana terdapat lebih satu sumber sehingga berbentuk saluran interkoneksi (Suhadi,2008:22). Jaringan ini merupakan pengembangan kombinasi antara jaringan radial dan loop. Kontinyuitas penyaluran daya pada jaringan ini sangat terjamin karena titik beban memiliki lebih banyak alternatif penyulang yang saling mendukung.

Bentuk ini biasanya digunakan untuk melayani daerah beban yang benar-benar memerlukan tingkat keandalan dan kontinuitas yang tinggi. Contoh daerah bebannya antara lain: instansi militer, pusat sarana komunikasi dan perhubungan, rumah sakit, dan lain sebagainya.

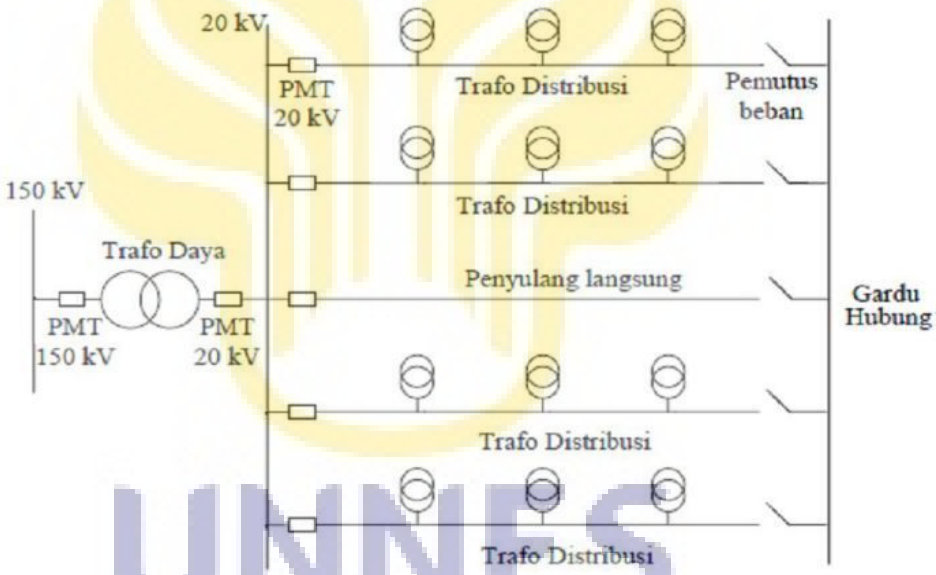


Gambar 2.5 Jaringan distribusi NET

(Sumber: https://electricdot.wordpress.com/2011/08/16/tipe-tipe-jaringan-distribusi-tegangan-menengah/)

4) Jaringan distribusi *spindle*

Merupakanjaringan yang biasanya terdiri atas maksimum 6 penyulang dalam keadaan dibebani (*working feeder*), dan satu penyulang dalam keadaan kerja tanpa beban (*express feeder*)(Suhadi,2008:24). *Express feeder* berfungsi sebagai cadangan pada saat terjadi gangguan pada salah satu *working feeder* dan untuk memperkecil terjadinya *drop* tegangan pada sistem distribusi pada keadaan operasi normal. Dalam keadaan normal memang *express feeder* ini sengaja dioperasikan tanpa beban.



Gambar 2.6 Jaringan distribusi *spindle*

(Sumber: https://electricdot.wordpress.com/2011/08/16/tipe-tipe-jaringan-distribusi-tegangan-menengah/)

2.2. Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Jaringan distribusi tenaga listrik adalah jaringan tenaga listrik yang memasok kelistrikan ke beban (pelanggan) mempergunakan tegangan menengah 20 kV dan tegangan rendah 220-380 V. Jaringan tegangan menengah disebut

sebagai jaringan distribusi primer dan untuk jaringan tegangan rendah disebut sebagai jaringan distribusi sekunder.

Kontinuitas pelayanan (yang merupakan salah satu unsur dari mutu pelayanan) tergantung pada macam sarana penyalur dan peralatan pengaman. Sarana penyalur (jaringan distribusi) mempunyai tingkatan pada susunan saluran dan cara pengaturan operasinya, yang pada hakekatnya direncanakan dan dipilh untuk memenuhi kebutuhan dan sifat beban. Jaringan dikatakan andal apabila jaringan tersebut frekuensi pemadamannya rendah dan mutu tegangan optimal (sesuai standar). Mutu pelayanan antara lain tergantung dari lamanya pemadaman dan frekuensi pemadaman yang terjadi.

2.2.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keandalan jaringan

Tingkat keandalan jaringan distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah:

2.2.1.1. Frekuensi gangguan pada jaringan

Pengusahaan pengaturan dan pengoperasian jaringan yang tepat haruslah dilakukan sehingga didapat frekuensi pemadaman yang kecil.

2.2.1.2. Kecepatan mengisolasi gangguan

Kecepatan untuk mengirim petugas ke lapangan harus cepat karena proses mengisolir gangguan sangatlah berpengaruh pada luas daerah yang mengalami pemadaman.

2.2.1.3. Kecepatan melakukan pengalihan beban

Setelah melakukan pengisolasian, kecepatan untuk melakukan pengalihan adalah kunci agar listrik yang mengalir dapat termanfaatkan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.2.2. Indeks keandalan sistem

Indeks keandalan merupakan indikator keandalan yang dinyatakan dalam besaran atau satuan yang beberapa distandarkan dalam standar internasional yaitu IEEE. Beberapa indikator keandalan yaitu:

2.2.2.1. *System Average Interrupton Frequency Index* (SAIFI)

SAIFI adalah indeks keandalan yang merupakan jumlah dari perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani (Saodah,2008:47). Dengan indeks ini gambaran mengenai frekuensi kegagalan rata-rata yang terjadi pada bagian-bagian dari sistem bisa dievaluasi sehingga dapat dikelompokkan sesuai dengan tingkat keandalannya. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam}}{\text{Jumlah pelanngan}}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum \lambda_i \, N_i}{N_i}$$

Dengan :

λi: angka kegagalan rata-rata/frekuensi padam

Ni : jumlah pelanggan yang dilayani pada titik beban i.

2.2.2.2. *Sistem Average Interruption Duration Index* (SAIDI)

SAIDI adalah indeks keandalan yang merupakan jumlah dari perkalian lama padam danpelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani (Saodah,2008:47). Dengan indeks ini, gambaran mengenai lama

pemadaman rata-rata yang diakibatkan oleh gangguan pada bagian-bagian dari sistem dapat dievaluasi. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jumlah Perkalian jam padam dan pelanggan padam}}{\text{Jumlah pelanggan padam}}$$

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum U_i N_i}{N_i}$$

Dengan :

Ui: waktu padam pelanggan dalam periode tertentu (jam/tahun)

Ni : jumlah pelanggan yang dilayani pada titik beban i

2.2.2.3. *Customer Average Interruption Duration Index* (CAIDI)

Indeks ini memberikan informasi durasi rata-rata setiap pemadaman sistem distribusi keseluruhan ditinjau dari sisi pelanggan. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{CAIDI} = \frac{\text{Jumlah perkalian jam padam dan pelanggan padam}}{\text{Jumlah perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam}}$$

$$\text{CAIDI} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i}$$

Dimana :

Ui : waktu padam pelanggan dalam periode tertentu (jam/tahun)

Ni : jumlah pelanggan yang dilayani pada titik beban i

λi: angka kegagalan rata-rata/frekuensi padam

Rumusan yang di atas sama dengan perbandingan antara nilai SAIDI dengan nilai SAIFI,

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

2.2.3. Standarisasi nilai SAIFI dan SAIDI

Ukuran keandalan yang mengacu pada SPLN 52-3 (1983:5) disusun berdasarkan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menghidupkan kembali sistem setelah mengalami pemutusan karena gangguan. Tingkatan keandalan tersebut adalah:

Tingkat 1: Dimungkinkan padam berjam-jam,yaitu waktu yang diperlukan untuk mencari dan memperbaiki bagian yang rusak karena adanya gangguan.

Tingkat 2: Padam beberapa jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mengirim petugas ke lapangan, melokalisir gangguan dan melakukan manipulasi untuk dapat menghidupkan sementara dari arah atau saluran yang lain.

Tingkat 3: Padam beberapa menit, manipulasi oleh petugas yang *stand by* di gardu atau dilakukan deteksi/pengukuran dan pelaksanaan manipulasi jarak jauh.

Tingkat 4: Padam beberapa detik, pengamanan dan manipulasi secara otomatis.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Tingkat 5: Tanpa padam, dilengkapi instalasi cadangan terpisah dan otomatis.

Untuk patokan penilaian keandalan berdasarkan nilai SAIFI dan SAIDI menurut IEEE Std. 1366-2000 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standarisasi nilai SAIFI dan SAIFI menurut IEEE Std. 1366-2000

	SAIFI, *No. of Interruption/Year*			SAIDI, *Hour of Interruption/Year*		
	25 %	50 %	75 %	25 %	50 %	75 %
IEEE Std. 1366 – 2000	0,90	1,10	1,45	0,89	1,50	2,30
EEI (1999) [*Excludes storms*]	0,92	1,32	1,71	1,16	1,74	2,23
EEI (1999) [*with storms*]	1,11	1,33	2,15	1,36	3,00	4,38
CEA (2001) [*with storms*]	1,03	1,95	3,16	0,73	2,26	3,28
PA Consulting (2001) [*with storms*]				1,55	3,05	8,35
IP&L Large City Comparison	0,72	0,95	1,15	1,02	1,64	2,41
Indianapolis Power & Light, 2000)						

Keterangan : 25 % *is the lower quartile*, 50 % *is the median*, 75 % *is the upper quartile*

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambilsimpulan dan saran sebagai berikut.

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, nilai SAIFI dan SAIDI Area Pelayanan dan Jaringan Salatiga masih masih jauh lebih besar dari nilai SAIDI IEEE Std. 1366-2000. Hal ini dapat diartikan bahwa APJ Salatiga **belum andal** berdasarkan standarisasi nilai SAIFI dan SAIDI IEEE std. 1366-2000.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan, saran yang dapat penulis sampaikan yaitu:

5.2.1. Bagi Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Salatiga perlu melakukan modifikasi jaringan dengan menambahkan komponen pada jaringan distribusi untuk meningkatkan kinerja jaringan. Selain itu APJ Salatiga juga harus melakukan rabas secara berkala sebagai tindakan prefentif terhadap terbukanya pemutus dan putusnya pelebur tegangan menengah karena pohon dan dahan.

5.2.2. Bagi peneliti selanjutnya perlu adanya kajian lebih lanjut tentang keandalan sistem tenaga pada jaringan distribusi, mengingat kerapatan beban yang semakin padat. Selain itu juga perlu mempertimbangkan aspek lain yang dapat mempengaruhi tingkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto,Suharsimi.2010.Prosedur Penelitian. Jakarta: PT Asdi Mahasatya.

Brown, Richard E.2009.**Electric Power Distribution Reliability Second Edition.**United States of America :CRC Press Taylor & Francis Group.

Ebeling, Charles E. 1997. **An Introduction To Reliability and Maintainability Engineering**. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Gonen, Turan.1986. **Electric Power Distribution System Engineering**. New York : McGraw-Hill.

Sugiyono.2010. **Metode Penelitian Pendidikan. Bandung**: CV. ALFABETA.

Saodah, Siti.2008. **Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIDI dan SAIFI**. Yogjakarta: Institud Teknologi Nasional.

Suhadi, dkk. 2008.**Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1**.Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Sopyandi, Andi. 2011. **Tipe-tipe Jaringan Distribusi Tegangan Menengah**. (internet), Jakarta. Didapatkan dari: https://electricdot.wordpress.com/2011/08/16/tipe-tipe-jaringan-distribusi-tegangan-menengah/ (diakses 9 Januari 2015).

Anonim.2005.**Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi III**.Jakarta:Balai Pustaka.

IEEE Std. 1366-2000, **IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices**.

PT PLN (Persero).1983.SPLN 52-3: **Pola Pengamanan Sistem**.Jakarta:DepartemenPertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.

PT PLN (Persero).1985.SPLN 59: **Keandalan pada Sistem Distribusi 20 KV dan 6 KV**.Jakarta:Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.

PT PLN (Persero). 1986.SPLN No.68-2 : **Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian dua: Sistem Distribusi**, .Jakarta:Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.