

**ANALISA MENINGKATKAN INDEKS KEANDALAN SISTEM PADA
JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI G.I KOTA DILI - TIMOR LESTE
DENGAN *RECLOSER***

SKRIPSI



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

**Disusun Oleh :
HELDER PUTRA DA CRUZ
NIM. 14.12.911**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA MENINGKATKAN INDEKS KEANDALAN SISTEM PADA JARINGAN
DISTRIBUSI 20 KV DI G.I. KOTA DILI - TIMOR LESTE DENGAN *RECLOSER*

SKRIPSI

*Disusun Dan Diajukan Untuk Melengkapi Dan Memenuhi Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*


Disusun Oleh :
HELDER PUTRA DA CRUZ
NIM. 14.12.911

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Ni Ratu Agustini, MT.
NIP.Y. 1030100371


Ir. Taufik Hidayat, MT.
NIP.Y.10187000151

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Helder Putra da Cruz
NIM : 14.12.911
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri dengan judul **“ANALISA MENINGKATKAN INDEKS KEANDALAN SISTEM PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI G.I KOTA DILI - TIMOR LESTE DENGAN RECLOSER”**, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
Demikian surat pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 24 september 2016

Yang membuat pernyataan



Helder Putra da Cruz

NIM : 1412911

**ANALISA MENINGKATKAN INDEKS KEANDALAN SISTEM PADA
JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI G.I. KOTA DILI TIMOR-LESTE
DENGAN RECLOSER**

Helder Putra Da Cruz (1412911)

Dosen pembimbing : Ir. Ni Putu Agustini, MT. ¹⁾, Ir. Taufik Hidayat, MT. ²⁾

Jurusan Teknik Elektro S-1, Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail : *helder_putra@yahoo.com*

Abstrak

Pada skripsi ini mengangkat judul Analisa Meningkatkan Indeks Keandalan Sistem Pada Jaringan Distribusi 20kv Di G.I. Kota Dili Timor-Leste. Dimana Keandalan distribusi SUTM 20 KV menitik beratkan pada ruang lingkup pelayanan konsumen. Gangguan yang terjadi biasanya berupa gangguan temporer, permanen dan Black Out sistem mengganggu kontinuitaspelayanan. Pada skripsi ini dibatasi permasalahan jaringan distribusi EDTL (Electricidade De Timor Leste) di wilayah kota Dili.

Skripsi ini bertujuan untuk meningkatkan nilai keandalan SAIDI, SAIFI dengan pemasangan Recloser pada penyulang belum terpasang recloser sehingga diperoleh nilai indeks keandalan yang lebih baik sampai memenuhi standar SPLN yaitu SAIFI (3.2 kali/tahun) dan SAIDI (21 jam/tahun).

Dari hasil simulasi dalam kondisi Base Case SAIFI sebesar 5.0308 kali/tahun dan SAIDI sebesar 26.8719 jam/tahun dan setelah penambahan 2 (dua) Recloser pada sistem di semua penyulang maka jaringan distribusi EDTL Kota Dili sudah memenuhi mendekati standar yaitu SAIFI 3.8394 kali/tahun dan SAIDI sebesar 22.1463 jam/tahun

Kata kunci : Indeks Keandalan, SAIDI, SAIFI, Recloser, Sistem jaringan Distribusi 20 Kv

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah S. W. T atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “**ANALISA MENINGKATKAN INDEKS KEANDALAN SISTEM PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI G.I KOTA DILI - TIMOR LESTE DENGAN *RECLOSER***” Penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir.H. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M. Ibrahim Ashari, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Ni Putu Agustini, MT selaku Dosen Pembimbing I
5. Ir. Taufik Hidayat, MT selaku Dosen Pembimbing II
6. Kedua orang tua beserta keluarga yang telah memberi do'a, semangat dan materiil.
7. Rekan – rekan kuliah angkatan 2012 baik DIII maupun S1 Teknik Elektro.
8. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak kami sebutkan satu-persatu, kami mengucapkan banyak terima kasih atas bantuannya dalam proses pembuatan Skripsi yang telah saya kerjakan, begitu juga dengan penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyaknya kekurangan yang terdapat pada skripsi ini, oleh karena itu penulis berharap para pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini menjadi lebih sempurna

Malang, 24 september 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

	Hal:
LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Prosedur Penulisan	2
1.6. Sistematika Penulisan	3

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.2 . Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.3 . Tipe Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	7
2.3.1.Sistem Radial	7
2.3.2.Sistem Spindle	8
2.3.3. Sistem Ring/Loop	8
2.3.4.Sistem Mesh.....	9
2.3.5. Sistem Cluster	9
2.4. Sistem Pengaman pada Jaringan Distribusi	10
2.4.1. Peralatan Pemisah atau Penghubung.....	10
2.4.2. <i>Circuit Breaker</i> (Pemutus Tenaga)	11
2.4.3. <i>Disconnecting Switch</i> (Saklar Pemisah).....	12
2.4.4 . <i>Automatic Vacuum Switch</i> (AVS).....	13
2.4.5. <i>Automatic Circuit Recloser/</i> (PBO).. ..	14

2.4.6. Peralatan Pengaman Arus Lebih.....	15
2.5. Keandalan Sistem Distribusi.....	18
2.6. Indeks Keandalan Sistem.....	20
2.6.1. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) ...	21
2.6.2. System Average Interruption Duration Index (SAIDI)	22
2.6.3. Indeks Keandalan Peralatan Sistem Distribusi	22
2.6.4. Standar nilai SAIFI dan SAIDI.....	23
2.7. <i>Load Flow Analysis</i>	24
2.7.1. Metode <i>Newton Raphson</i>	24
2.8. <i>Reliability Index Assessment</i>	25
2.9. Gangguan Sistem Distribusi.....	28
2.9.1. Usaha-usaha Mengurangi Jumlah Gangguan.....	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Yang Digunakan	31
3.2. Data – Data Di PT. PLN DILI TIMOR-LESTE.....	31
3.2.1. Data Beban Penyulang Kota Dili.....	32
3.2.2. Data Single Line Gardu Induk Kota Dili	33
3.2.3. Data Gangguan (JTM)	33
3.3. Perancangan Sistem	33
3.4. Pengenalan <i>ETAP</i>	35
3.5. Pemodelan Sistem Menggunakan <i>ETAP Power Station</i>	37
3.6. Langkah - Langkah Memasukan Data.....	37
3.6.1. Input Data Di <i>ETAP Power Station</i>	37
3.7. Flowchart	42

BAB IV SIMULASI HASIL DAN ANALISIS

4.1. Simulasi Keandalan.....	43
4.2. Hasil Simulasi Di <i>Etap Power Station</i>	44
4.3. . Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Pt. Pln Kota Dili Dengan Kondisi Awal	44

4.4. Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Pt. Pln Kota Dili Dengan Penambahan <i>Recloser</i>	45
4.5. Hasil Analisa Sebelum Dan Sesudah Pasang <i>Recloser</i>	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran.....	50
Daftar Pustaka	51

DAFTAR GAMBAR

	Hal :
Gambar 2.1. Sistem Tenaga Listrik	6
Gambar 2.2. Sistem Radial	7
Gambar 2.3. Sistem Spindle	8
Gambar 2.4. Sistem Loop	8
Gambar 2.5. Sistem Mesh.....	9
Gambar 2.6. Sistem Cluster	9
Gambar 2.7. <i>Reclosing Sequence</i>	14
Gambar 2.8. <i>Recloser (PBO)</i>	14
Gambar 2.9. <i>Reliability Parameter</i>	27
Gambar 3.1. Single Line Diagram Pln Dili	32
Gambar 3.2. Data Gardu Induk Dili	32
Gambar 3.3. Tampilan Model Utama Simulasi Dengan Software Etap.....	36
Gambar 3.4. Pemodelan Sistem Dengan Software Etap.....	37
Gambar 3.5. Input Data Gardu Induk.	38
Gambar 3.6. <i>Input Data Trafo Step Down 20kv/380v</i>	38
Gambar 3.7. Input Data Beban	39
Gambar 3.8. Input Data Keandalan Peralatan Kabel	39
Gambar 3.9. Input Data Keandalan Trafo Distribusi	40
Gambar 3.10. Input Data Keandalan Beban	40
Gambar 3.11. Input Data Keandalan Recloser	41
Gambar 3.12. Flowchart Penyelesaian Masalah.....	42
Gambar 4.1. Single Line Diagram Kondisi Awal.....	44
Gambar 4.4. Hasil Simulasi Kondi Awal.	45
Gambar 4.5. Single Line Diagram Setelah Pasang Recloser.....	46
Gambar 4.5. Hasil Simulasi Sesudah Pasang Recloser	47

DAFTAR TABEL

	Hal :
Tabel 2.1. Indeks Keandalan Peralatan.....	22
Tabel 2.2. Standarnilai SAIFI	23
Tabel 4.1. Standarnilai SAIDI	23
Tabel 4.2. Data Beban Penyulang Kota Dili.....	32
Tabel 4.3. Data Gangguan Jaringan Distribusi	33
Tabel 4.1. Indeks keandalan sebelum dan sesudah atasi	46
Tabel 4.1. Indeks Keandalan Sebelum Dan Sesudah Pasang Recloser.	48

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Indeks Keandaln Sebelum Dan Sesudah Pasang Recloser	48
---	----

BAB I

1.1. LATAR BELAKANG

Keandalan sistem adalah peluang suatu komponen atau sistem dalam memenuhi fungsi yang dibutuhkan dalam periode tertentu. Peningkatan kebutuhan tenaga listrik menuntut sistem distribusi tenaga listrik yang mempunyai tingkat keandalan yang baik. Pada sistem distribusi, kualitas keandalan dapat dilihat dari lamanya pemadaman dan seberapa sering pemadaman terjadi dalam satu satuan waktu, misalkan dalam satu tahun. Dengan tingkat keandalan yang sesuai dengan standar, masyarakat pengguna dapat menikmati energi listrik secara berkelanjutan^[1].

Indeks keandalan pada dasarnya adalah suatu angka atau parameter yang menunjukkan tingkat pelayanan atau tingkat keandalan dari suplai tenaga listrik sampai ke konsumen. Indeks - indeks keandalan yang sering dipakai dalam suatu sistem distribusi adalah *SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)*, *SAIDI (System Average Interruption duration Index)*.

Kebutuhan energi listrik di Kota DILI-TIMOR LESTE selama ini selalu meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Sistem jaringan distribusi 20kv di kota DILI dengan pola *Radial* memiliki 8 *feeder* mensuplai daya dari G.I. DILI bekapasitas 63MVA, dan 2 *feeder* untuk kabupaten lain dan 6 *feeder* untuk Kota Dili, pada seluruh jaringan 20 Kv berdasarkan data gangguan frekuensi pemadaman per tahun cukup besar. sistem pengamanannya menggunakan *LBS (Load Break Switch)* kecuali *feeder* 2 dan 3 yang sudah menggunakan *ACR (Automatic Circuit Recloser)*. Peralatan pengaman misalnya *LBS (Load Break Switch)* umumnya bekerja memisahkan daerah yang mengalami gangguan dari sumber dan untuk menutup kembali di perlukan seorang operator. Di lain pihak gangguan yang terjadi tidak selamanya bersifat permanent, ada juga yang bersifat sementara maka penggunaan *LBS (Load Break Switch)* kurang efisien.

Untuk itu, skripsi ini akan membahas Analisa Meningkatkan Indeks Keandalan Sistem Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di G.I Kota Dili - Timor Leste dengan *recloser*.

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- Bagaimana menganalisis dan mengevaluasi sistem keandalan distribusi 20 KV di wilayah kota Dili dengan menggunakan *software ETAP*?
- Bagaimana implementasi *recloser* dalam meningkatkan keandalan sistem pada sistem jaringan distribusi di kota DILI.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah :

- Menganalisis dan mengevaluasi sistem keandalan 20 kV dengan *running software ETAP*.
- Implementasi *recloser* dalam meningkatkan indeks keandalan *SAIDI* dan *SAIFI* pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di Kota Dili - Timor Leste.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini permasalahan yang dibatasi sebagai berikut :

- Area yang dibahas dalam skripsi ini adalah hanya pada jaringan distribusi DILI TIMOR LESTE.
- Metode yang digunakan dalam *running* keandalan sistem menggunakan metode *Reliability Index Assesment* dan untuk studi aliran daya menggunakan metode *Newton-Rapshon* pada *software ETAP* sebagai pemecahan masalah keandalan sistem.
- Indeks keandalan yang digunakan yaitu *SAIDI* dan *SAIFI*.
- Data laju kegagalan, waktu keluar komponen dan standar Indeks keandalan diambil dari buku referensi SPLN^[6]
- *Software* yang digunakan untuk keandalan sistem distribusi adalah *software ETAP Power station*.

1.5. Metodologi penelitian

1. Studi *literature*

Mencari refrensi – refrensi dan teori yang mendukung dalam melakukan simulasi.

2. Pengambilan Data

Sebelum melakukan simulasi, dilakukan pengambilan data pada jaringan distribusi di EDTL DILI TIMOR LESTE serta penalaran metode apa yang digunakan. Bentuk data yang digunakan adalah :

- Data kuantitatif yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka – angka di antaranya berupa data *loadflow*(*software ETAP Power Station*)
- Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini single line diagram sistem distribusi di EDTL DILI 20 kV,data Trafo dan data beban.

3. Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang telah diperoleh untuk simulasi.

4. Simulasi

Melakukan simulasi sesuai dengan metode yang digunakan dengan menggunakan *software ETAP Power Station*.

5. Analisa dan penarikan kesimpulan

Melakukan analisis dari hasil simulasi dan menarik kesimpulan secara keseluruhan dari apa yang dilakukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Penyusunan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literature yang dilakukan dengan pengolahan data dan tahapan simulasi. Sistematika penyusunan skripsi terbagi dalam 5 bab dengan pembahasan yang bersifat individu sehingga diharapkan untuk mudah dipahami. sistematika penulisan tersebut antara lain :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam Bab ini berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada Bab ini dibahas tentang Pengertian sistem jaringan distribusi, peralatan pengaman pada jaringan distribusi, keandalan sistem distribusi dan teori-teori yang mendukung dalam simulasi Keandalan Sistem Distribusi di EDTL Area Kota Dili.

BAB III: DATA PENYULANG DISTRIBUSI (EDTL) AREA DILI DAN METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan *Single Line* Diagram, Jumlah Pelanggan, Data Panjang Saluran Penyulang, Indeks Kegagalan Peralatan Sistem Distribusi dan *software ETAP Power Station*.

BAB IV : SIMULASI HASIL DAN ANALISIS

Bab ini dibahas perhitungan dan analisa Indeks Keandalan sistem distribusi PLN kota DILI menggunakan program *ETAP Power Station*.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan – kesimpulan yang diperoleh dari simulasi serta saran – saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sistem Tenaga Listrik^[1].

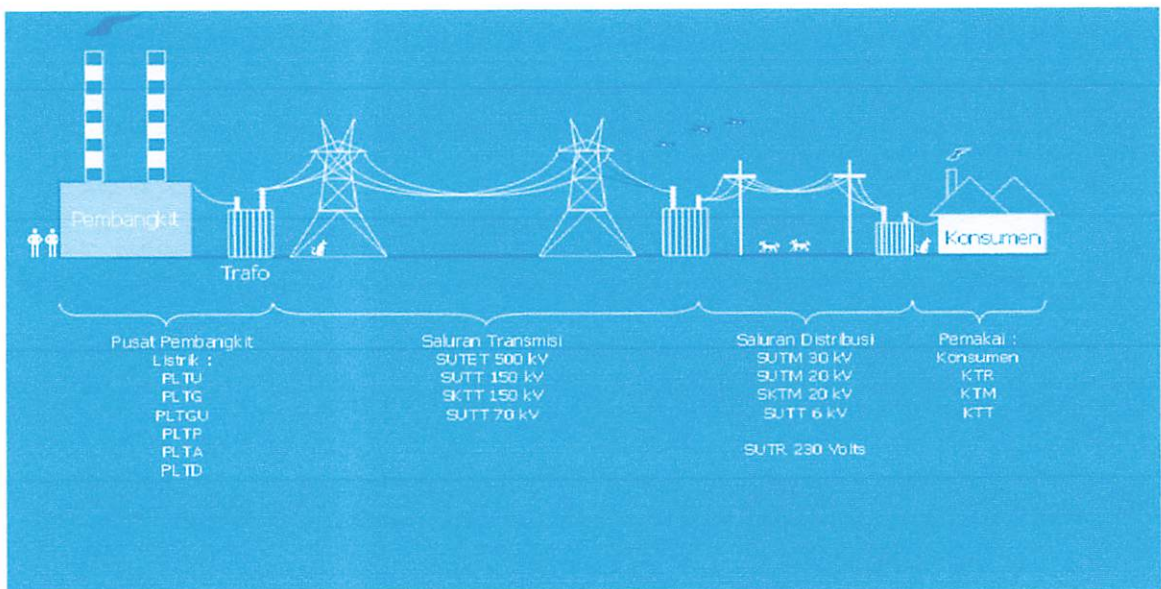
Pada umumnya suatu sistem tenaga listrik yang lengkap mengandung empat unsur Pertama, adanya suatu unsur pembangkit tenaga listrik. Tegangan yang dihasilkan oleh pusat tenaga listrik itu biasanya merupakan tegangan menengah (TM). Kedua, suatu sistem transmisi, lengkap dengan gardu induk. Karena jaraknya yang biasanya jauh, maka diperlukan penggunaan tegangan tinggi (TT), atau tegangan extra tinggi (TET). Ketiga, adanya saluran distribusi, yang biasanya terdiri atas saluran distribusi primer dengan tegangan menengah (TM) dan saluran distribusi sekunder dengan tegangan rendah (TR). Keempat, adanya unsur pemakaian atas utilisasi, yang terdiri atas instalasi pemakaian tenaga listrik. Instalasi rumah tangga biasanya memakai tegangan rendah, sedangkan pemakai besar seperti industri mempergunakan tegangan menengah atau tegangan tinggi. Gambar 2.1 memperlihatkan skema suatu sistem tenaga listrik .

Energi listrik dibangkitkan pada pembangkit tenaga listrik (PTL) yang dapat merupakan suatu pusat listrik tenaga uap (PLTU), pusat listrik tenaga air (PLTA), pusat listrik tenaga gas (PLTG), pusat listrik tenaga diesel (PLTD), ataupun pusat listrik tenaga nuklir (PLTN). GI biasanya membangkitkan energi listrik pada tegangan menengah (TM), yaitu pada umumnya antara 6 dan 20 KV.

Pada sistem tenaga listrik yang besar, atau bilamana PTL terletak jauh dari pemakai, maka tenaga listrik itu perlu menyalurkan melalui saluran transmisi, dan tegangannya harus dinaikkan dari TM menjadi tegangan tinggi (TT). Pada jarak yang sangat jauh malah diperlukan tegangan ekstra tinggi (TET). Menaikkan tegangan itu dilakukan di gardu induk (GI) dengan mempergunakan transformator penaik (*step-up transformer*). Mendekati pusat pemakaian tenaga listrik, yang dapat merupakan suatu industri atau kota, tegangan tinggi diturunkan menjadi tegangan menengah (TM). Hal ini juga dilakukan pada suatu GI dengan mempergunakan transformator penurun (*step down*

transformer). Di Indonesia tegangan menengah adalah 20 KV. Saluran 20 KV ini menelusuri jalan-jalan di seluruh kota, dan merupakan sistem distribusi primer.

Di tepi-tepi jalan, biasanya berdekatan dengan persimpangan terdapat gardu-gardu distribusi (GD). Yang mengubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah melalui transformator distribusi. Melalui tiang-tiang listrik yang terlihat di tepi jalan, tenaga listrik tegangan rendah disalurkan kepada konsumen. Di Indonesia, tegangan rendah adalah 220/380 volt, dan merupakan sistem distribusi sekunder.



Gambar 2.1
Sistem Tenaga Listrik

Sumber : <http://ilmulistrik.com/distribusi-tenaga-listrik.html> Mei 24, 2013

2.2. Distribusi Tenaga Listrik^[5]

Sistem distribusi ialah jaringan listrik antara pusat pembangkit sampai dengan pusat pemakaian (kWh pelanggan). Tegangan yang dibangkitkan oleh generator biasanya berkisar antara 6 kV sampai 20 kV tergantung dari pabrik pembuat. Untuk mencegah kerugian daya yang besar pada waktu mengirim tenaga listrik dari pembangkit melalui jaringan transmisi ke pusat-pusat beban yang letaknya sangat jauh dari pembangkit maka sebelum ditransmisikan, tegangan ini dinaikkan terlebih dahulu menjadi 70 kV sampai 500 kV.

Sistem distribusi dapat dikelompokkan ke dalam dua tingkat yaitu :

- Sistem Jaringan Distribusi Primer disebut Jaringan Tegangan Menengah
- Sistem Jaringan Distribusi Sekunder disebut Jaringan Tegangan Rendah

Distribusi primer disebut juga tegangan menengah, yaitu jaringan yang menghubungkan gardu induk dengan gardu distribusi yang biasanya menggunakan tegangan distribusi 6 kV, 7 kV, 12 kV, 20 kV. Jaringan Distribusi Primer atau JTM merupakan fasa-tiga sedangkan jaringan distribusi sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR) merupakan fasa-tunggal dan fasa-tiga dengan empat kawat. Di Indonesia umumnya tegangan yang digunakan pada sistem distribusi jaringan tegangan rendah adalah 380/220 volt.

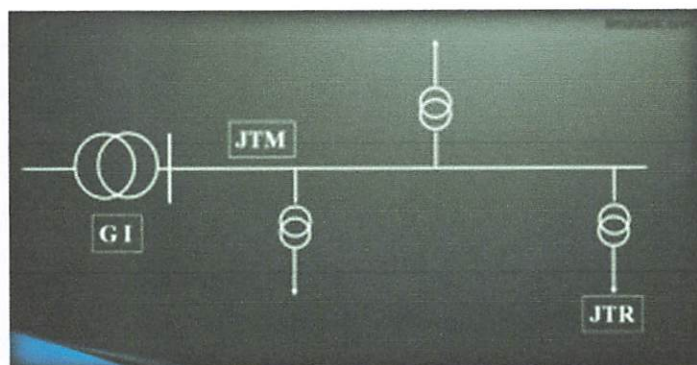
2.3. Tipe Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik^[6]

Tipe sistem jaringan distribusi tenaga listrik memiliki beberapa bentuk seperti :

1. Sistem *Radial*
2. Sistem *Spindle*
3. Sistem *Ring/Loop*
4. Sistem *Mesh*
5. Sistem *Cluster*

2.3.1 Sistem Radial

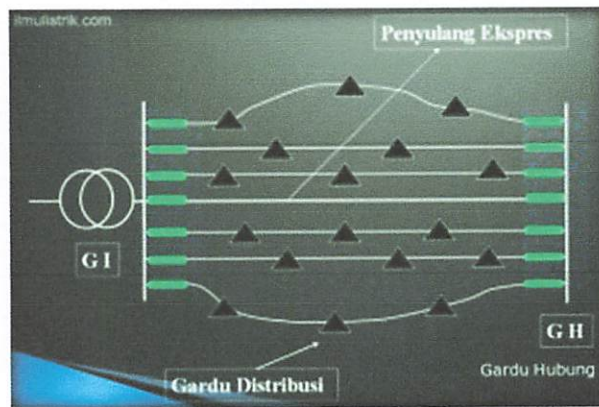
Merupakan jaringan sistem distribusi primer yang sederhana dan murah biaya investasinya. Pada jaringan ini arus yang paling besar adalah yang paling dekat dengan Gardu Induk. Tipe ini dalam penyaluran energi listrik kurang handal karena bila terjadi gangguan pada penyulang maka akan menyebabkan terjadinya pemadaman pada penyulang tersebut. Tipe jaringan radial seperti pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Sistem *Radial*

2.3.2 Sistem *Spindle*

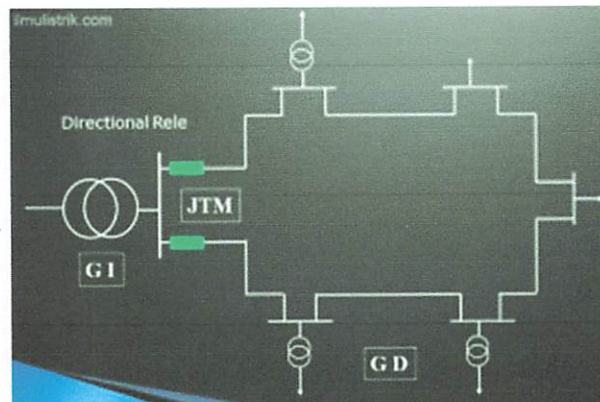
Jaringan ini merupakan jaringan distribusi primer gabungan dari struktur radial yang ujung-ujungnya dapat disatukan pada gardu hubung dan terdapat penyulang ekspres. Penyulang ekspres (*express feeder*) ini harus selalu dalam keadaan bertegangan, dan siap terus menerus untuk menjamin bekerjanya system dalam menyalurkan energi listrik ke beban pada saat terjadi gangguan atau pemeliharaan. Dalam keadaan normal tipe ini beroperasi secara *radial*.



Gambar 2.3 Sistem *Spindle*

2.3.3 Sistem *Ring/Loop*

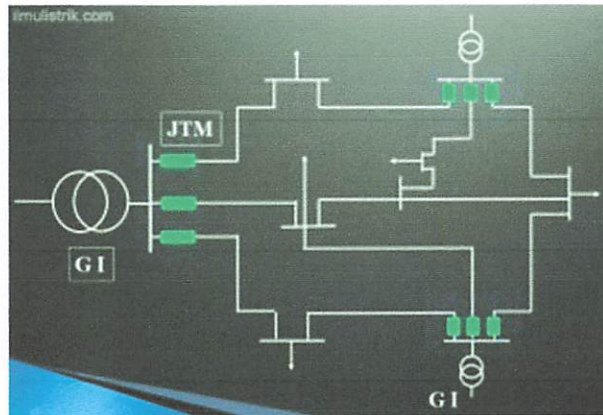
Tipe ini merupakan jaringan distribusi primer, gabungan dari dua tipe jaringan *radial* dimana ujung kedua jaringan dipasang PMT. Pada keadaan normal tipe ini bekerja secara *radial* dan pada saat terjadi gangguan PMT dapat dioperasikan sehingga gangguan dapat terlokalisir. Tipe ini lebih handal dalam penyaluran tenaga listrik dibandingkan tipe *radial* namun biaya investasi lebih mahal.



Gambar 2.4 Sistem *Loop*

2.3.4 Sistem Mesh

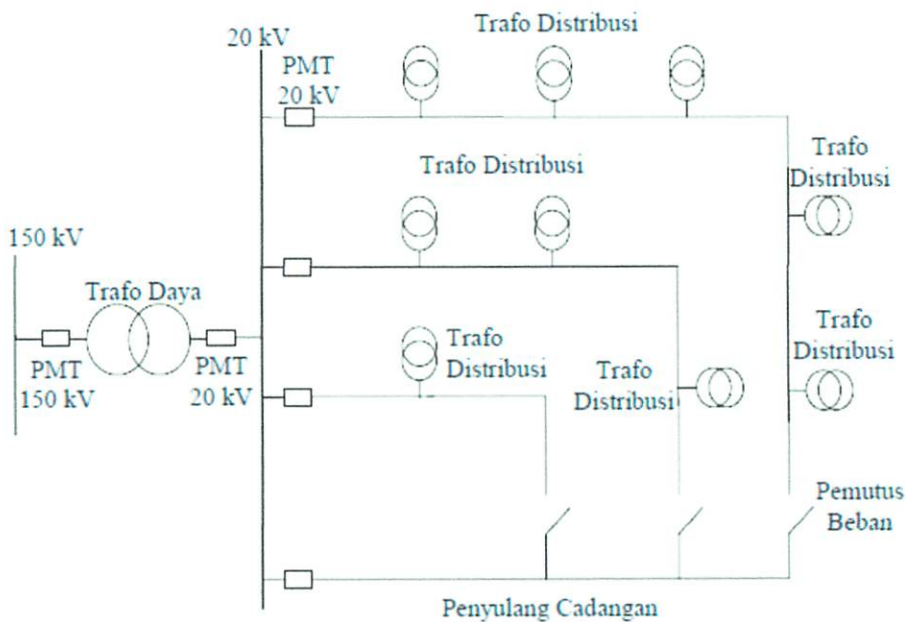
Struktur jaringan distribusi primer ini dibentuk dari beberapa Gardu Induk yang saling dihubungkan sehingga daya beban disuplai oleh lebih dari satu gardu Induk dibandingkan dengan dua tipe sebelumnya, tipe ini lebih handal dan biaya investasi lebih mahal.



Gambar 2.5 Sistem mesh

2.3.5 Sistem Cluster

Struktur jaringan primer pola cluster ini pada dasarnya sama dengan jaringan spindle, tetapi gardu hubungannya lebih dari satu. Biaya investasi pembangunannya lebih mahal dari struktur spindle tetapi keandalannya lebih tinggi.



Gambar 2.6 Sistem Cluster

2.4 Sistem Pengaman pada Jaringan Distribusi^[6]

Agar suatu sistem distribusi dapat berfungsi dengan secara baik, gangguan-gangguan yang terjadi pada tiap bagian harus dapat dideteksi dan dipisahkan dari sistem lainnya dalam waktu yang secepatnya, bahkan kalau dapat, mungkin pada awal terjadinya gangguan. Keberhasilan berfungsinya proteksi memerlukan adanya suatu koordinasi antara berbagai alat proteksi yang dipakai. Adapun fungsi sistem pengaman adalah :

- Melokalisir gangguan untuk membebaskan peralatan dari gangguan.
- Membebaskan bagian yang tidak bekerja normal, untuk mencegah kerusakan.
- Memberi petunjuk atau indikasi atas lokasi serta macam dari kegagalan
- Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen.
- Untuk mengamankan keselamatan manusia terutama terhadap bahaya yang ditimbulkan listrik.

Dalam usaha menjaga kontinuitas pelayanan tenaga listrik dan menjaga agar peralatan pada jaringan primer 20 kV tidak mengalami kerusakan total akibat gangguan, maka mutlak diperlukan peralatan pengaman. Adapun peralatan pengaman yang digunakan pada jaringan tegangan menengah 20 kV terbagi menjadi :

- Peralatan pemisah atau penghubung
- Peralatan pengaman arus lebih
- Peralatan pengaman tegangan lebih.

2.4.1 Peralatan Pemisah atau Penghubung

Fungsi dari pemutus beban atau pemutus daya (PMT) adalah untuk mempermudah dalam membuka dan menutup suatu saluran yang menghubungkan sumber dengan beban baik dalam keadaan normal maupun dalam keadaan gangguan.

Jenis pemutus yang digunakan pada gardu adalah :

- *Circuit Breaker* (Pemutus Tenaga)

- *Disconnecting Switch (DS)*

Sedangkan pemutus pada jaringan adalah :

- *Load Break Switch (LBS)*
- *Vacum Switch (AVS)*
- *Recloser (PBO)*

2.4.2 *Circuit Breaker (Pemutus Tenaga)*

Gardu Induk merupakan pemusatan tenaga listrik yang dihasilkan oleh pusat-pusat pembangkit. Di tempat ini dilaksanakan hubungan interkoneksi antara pembangkit-pembangkit tersebut, melalui sistem transmisi disalurkan dan kemudian didistribusikan kepada konsumen. Saluran transmisi dihubungkan dengan rel (*bus*) melalui transformator utama, dimana setiap saluran tersebut dilengkapi dengan *Circuit Breaker (CB)* dan *Disconnecting Switch (DS)*. *Circuit Breaker*, dapat dioperasikan secara otomatis maupun secara manual dengan waktu pemutusan/penyambungan yang tetap sama, sebab faktor ini ditentukan oleh struktur mekanismenya yang menggunakan pegas-pegas. Karena itu *CB* dapat dioperasikan untuk memutus maupun menghubungkan rangkaian dalam keadaan dilalui arus beban atau tidak, yang dilengkapi dengan alat pemadam busur api. Busur api yang terjadi pada waktu pemisahan kontak akan dapat dipadamkan oleh suatu media isolasi yang dipakai oleh *Circuit Breaker* tersebut.

Dalam keadaan tidak normal (gangguan) *Circuit Breaker* adalah merupakan saklar otomatis yang dapat memisahkan arus gangguan, dimana untuk mengerjakan atau mengoperasikan *Circuit Breaker* dalam keadaan tidak normal ini umumnya digunakan suatu rangkaian trip yang mendapat signal dari suatu rangkaian relay pengaman. Fungsi rangkaian relay adalah mengamankan sistem terhadap gangguan yang berbeda beda macamnya dan untuk ini diperlukan koordinasi tersendiri Tidak hanya tergantung pada keadaan arus nominal saja, tetapi juga tergantung pada keadaan arus maximum yang mungkin terjadi pada saat gangguan disebut juga momentary current. Dan juga arus yang masih ditahan oleh *Circuit Breaker* sesudah kontak *Circuit Breaker* membuka beberapa cycle yaitu *interrupting current*, serta sistem tegangan dimana *Circuit Beaker* ditempatkan

2.4.3 *Disconnecting Switch* (Saklar Pemisah)

Disconnecting Switch, merupakan alat pemutus rangkaian yang dioperasikan secara manual, karena waktu pemutusan terjadi sangat subyektif, tergantung pada subyek operatornya. Hal ini merupakan alasan utama, mengapa *Disconnecting Switch* tidak boleh dioperasikan pada saat rangkaian dalam keadaan dilalui arus beban. Tugas utama alat ini umumnya digunakan untuk memutus rangkaian dalam rangka perbaikan atau pemeliharaan. Terdiri dari buah terminal terisolir dari tanah dan terpisah diantaranya oleh jarak isolasi (*isolating distance*). Saklar pemisah merupakan suatu peralatan yang merupakan pasangan *circuit breaker*. Fungsi saklar pemisah yaitu memisahkan suatu bagian beban dari sumbernya pada keadaan tidak berarus, sehingga dapat dilihat atau dipisahkan dengan pasti bagian yang hidup dengan bagian yang tidak. Hubungan rangkaian pemutus daya dan saklar pemisah adalah menempatkan pemutus daya diantara dua buah saklar pemisah.

Pada umumnya hubungan pemutus daya dan saklar pemisah dilaksanakan dengan sistem *interlock*. Yang dimaksud dengan *interlock* adalah agar tidak salah pengoperasian dari dua buah peralatan. Dengan demikian saklar pemisah tidak digunakan untuk memutuskan arus beban dan bekerjanya dengan urutan tertentu yaitu pembukaan saklar pemisah selalu didahului oleh pembukaan pemutus daya dan menutupnya pemutus daya sesudah saklar pemisah ditutup. Beberapa fungsi saklar pemisah dalam gardu induk adalah : Untuk mengisolir pemutus daya pada saat dilakukan pemeliharaan pemutus daya. Sebagai komponen simpangan (*bypassing*) dari pemutus daya guna menjamin kontinuitas penyaluran daya pada saat dilakukan pemeliharaan pemutus daya. Untuk memutuskan dan menghubungkan rel daya dan transformator daya dalam keadaan tanpa beban.

Sukar atau mudahnya pemeliharaan ditentukan oleh metode penempatannya. Sebaiknya saklar pemisah diletakkan pada tempat yang aman dan mudah dicapai guna pemeliharaan. Untuk mengamankan operator sewaktu dilakukan pemeliharaan peralatan, maka saklar pemisah dilengkapi dengan saklar pentanahan (*earthing switch*). Saklar pentanahan dipasang antara bagian yang bertegangan dari saklar pemisah dengan konduktor yang

ditanahkan. Saklar pentanahan dapat ditutup hanya jika saklar pemisah telah dibuka. Untuk menjamin hal tersebut maka saklar pemisah dengan saklar pentanahan dipasang saling mengunci (*interlock*).

Meskipun *Disconnecting Switch* tidak dimaksudkan untuk memutuskan arus beban nominal maupun arus hubung singkat akan tetapi memenuhi persyaratan tertentu.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi :

- Mempunyai kapasitas arus nominal 15% diatas arus beban penuh.
- Harus sanggup menahan tegangan nominal hingga tegangan 10% diatas gangguan nominal.
- Dalam keadaan tertutup harus mampu menahan *momentary current* pada waktu terjadi hubung singkat.
- Dapat menahan timbulnya beban termis dan gaya elektrodinamis yang timbul pada saat terjadinya gangguan hubung singkat.

2.4.4 *Automatic Vacuum Switch (AVS)*

Suatu peralatan pemutus yang bekerja secara otomatis untuk membebaskan seksi-seksi yang terganggu dari suatu sistem distribusi jaringan distribusi tenaga listrik atau dengan kata lain membebaskan atau melokalisir daerah yang teganggu tetap mendapatkan supply tenaga listrik. Pemasangan AVS pada jaringan distribusi tenaga listrik 20 KV dilengkapi dengan pemasangan *recloser* (pemutus balik otomatis) dan *fault section indicator*n penyulang. Hal ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan kerja dari AVS. Kontruksi AVS terdiri dari beberapa bagian antara lain :

1. *Vacum Switch (VS)*

Merupakan saklar yang menggunakan media hampa udara untuk memadamkan busur api yang timbul diantara kontak-kontaknya pada saat menyambung dan memutuskan beban, dan sebagai bahan penyekat (isolasi) pada saat VS membuka (off).

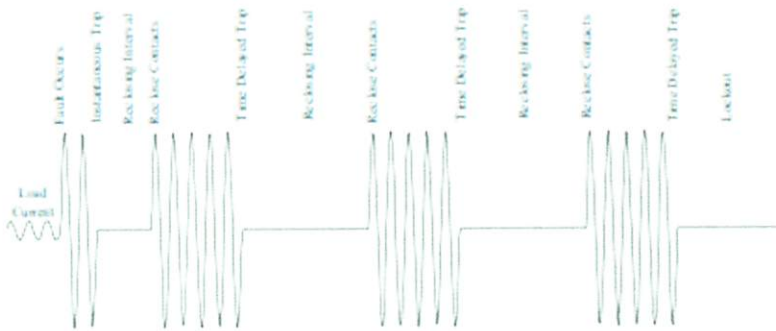
2. Kotak Pengatur AVS *Tree type*

Kotak pengatur ini memperoleh *supply* daya listrik dari satu atau dua buah power kontrol transformator 20/0.13 KV-3.9 KV. Kotak

pengatur ini terdiri dari : *Power Supply Switch* (SW), digunakan untuk menghubungkan kotak pengatur dengan power control transformator.

2.4.5 *Automatic Circuit Recloser*/Penutup Balik Otomatis (PBO)¹⁹¹

Recloser pada dasarnya adalah pemutus tenaga (*circuit breaker*) yang dilengkapi dengan peralatan control (*Control Device*) jika terjadi gangguan. *Recloser* merupakan sebuah alat berwadah sendiri, berisi sarana yang diperlukan untuk mengindera arus lebih, mengatur waktu, dan memutus arus lebih serta untuk menutup balik secara otomatis dan memberikan tegangan kembali pada saluran.



Gambar 2.7 *Reclosing sequence*

Sumber : R. Bilinton, and R, N. Allan, “*Reliability Evaluation of Power Systems Plenum Press*”, 1996, 2nd Ed

Urutan *reclosing sequence*. Ketika terjadi gangguan, *Recloser* sesaat akan terbuka. Setelah *interval* pendek, *recloser* menutup kontakannya apakah gangguan telah hilang. Jika tidak, maka *recloser* terbuka dan memulai interval. Jika gangguan masih berlanjut setelah beberapa *interval reclosing* lagi, *recloser* akan terbuka (*lock out*).



Gambar 2.8 *Recloser*/Penutup Balik Otomatis

Sumber :<http://www.schneider-electric.com/products/ww/en/3200-mv-disconnectors-switches-switch-disconnections-reclosers/3220-pole-mounted-switchgear/1966-n-series/>

Urutan Operasi *Recloser* :

1. Pada saat terjadi gangguan, arus yang mengalir melalui *Recloser* sangat besar sehingga menyebabkan kontak *Recloser* terbuka (*trip*) dalam operasi cepat (*fast trip*) Saklar dan Pengaman.
2. Kontak *Recloser* akan menutup kembali setelah melewati waktu *reclose* sesuai setting. Tujuan memberi selang waktu ini adalah untuk memberikan waktu pada penyebab gangguan agar hilang, terutama gangguan yang bersifat *temporer*.
3. Jika gangguan bersifat permanen, *Recloser* akan membuka dan menutup balik sesuai dengan settingnya dan akan *lock-out* (terkunci).

Setelah gangguan dihilangkan oleh petugas, baru *Recloser* dapat dimasukkan ke system.

2.4.6 Peralatan Pengaman Arus Lebih

Fungsi dari peralatan pengaman arus lebih adalah untuk mengatasi gangguan arus lebih pada sistem distribusi sebelum gangguan tersebut meluas keseluruh sistem yang ada. Peralatan yang banyak digunakan pada jaringan distribusi di kota Dili adalah :

- *Fuse Cut Out*
- Rele Arus Lebih

a. *Fuse Cut Out*

Fuse merupakan kombinasi alat pelindung dan pemutus rangkaian, yang mempunyai prinsip melebur (*expulsion*) atau mengamankan gangguan permanen antara fasa ke tanah, apalagi dilewati arus yang besarnya melebihi rating arusnya. Apabila terjadi gangguan maka elemen pelebur yang terletak pada tabung fiber akan meleleh dan terjadi busur api yang akan mengenai tabung fiber sehingga menghasilkan gas yang dapat segera mematikan busur api. Karakteristik waktu/arus dari sebuah fuse adalah sekitar I^2t . karakteristik arus waktu dari berbagai sambungan fuse yang berbeda, elemen-elemennya berbeda dan membutuhkan perhatian yang hati-hati untuk memakainya pada sebuah sistem.

Untuk semua jenis *fuse*, batas arus fusesnya biasanya lebih tinggi daripada arus normalnya. Faktor penting yang mempengaruhi batas arus yang sesuai dari

fuse adalah arus beban lebih yang mungkin pada rangkaian termasuk harmonisa yang ada, naiknya arus lebih bersamaan arus ke transformator, starting motor, kapasitor. *Fuse-fuse* yang melewati arus melampaui batas arus untuk waktu lebih lama daripada waktu melewati arus pemutus minimum dapat mengalami kerusakan yang dapat mempengaruhi karakteristiknya, terutama kemampuan memutus.

b. Rele Arus Lebih (*Over Current Relay*)

Relai merupakan peralatan pengaman yang dipasang pada peralatan yang berfungsi untuk melindungi peralatan listrik dari gangguan yang mungkin terjadi. Tujuan dipasang relai pengaman adalah :

- Menghindari atau mengurangi kerusakan yang terjadi akibat gangguan pada alat yang dilalui arus gangguan.
- Menyelamatkan sistem atau bagian sistem lainnya yang tidak terganggu supaya tetap dapat bekerja terus, dengan cara melepaskan bagian sistem yang terganggu sedemikian rupa sehingga penyimpangan atau kesalahan akibat gangguan tersebut tidak memberikan akibat negative yang lebih luas terhadap keseluruhan sistem yang ada.

Peralatan proteksi harus dirancang sedemikian rupa sehingga gangguan dapat dengan segera diputuskan atau dihilangkan. Suatu gangguan yang serius dapat menyebabkan pemutusan yang cepat dan dapat kerusakan pada peralatan. Gangguan yang terjadi secara tidak langsung harus diketahui oleh operator sehingga peralatan dapat dioperasikan di luar daerah kritis. Kejadian-kejadian yang sangat berbahaya bagi operasi generator ataupun transformator adalah hubung singkat, gangguan ke tanah, penguatan kurang, arus lebih dan panas berlebihan. Relay pengaman merupakan bentuk dasar dari peralatan listrik otomatis dan sangat perlu untuk kerja dari sistem distribusi daya yang modern bahkan tergantung padanya. Bila terjadi gangguan baik arus, tegangan, frekuensi dan daya, relay pengaman akan mendeteksi dan memutus bagian yang mengalami gangguan dari sistem. Selanjutnya akan mengembalikan ke keadaan normal atau membangkitkan sinyal peringatan kepada operator.

Relay jenis ini adalah besar-nya arus yang masuk ke dalam relay, atau relay arus lebih (*over current relays*). Relay ini memberikan reaksi terhadap besarnya arus masukan, dan bekerja untuk memutuskan (trip) bilamana besarnya arus melebihi nilai tertentu yang dapat diatur. Relay arus lebih akan menutup kontak - kontaknya untuk menggerakkan rangkaian yang menyebabkan saklar daya membuka atau menutup bilamana arus mencapai suatu nilai yang telah ditentukan terdahulu. Dengan demikian, maka pada relay arus lebih terdapat kepekaan terhadap besar arus yang mengalir.

Relay arus lebih dikategorikan menjadi 3 yaitu :

1. Relay arus lebih seketika (*instantaneous over current relay*) Relay arus lebih
2. karakteristik tunda waktu (*definite time over current relay*)
3. Relay arus lebih dengan karakteristik tunda waktu terbalik (*inverse time over current relay*)

Relay arus lebih seketika adalah relay yang bekerjanya tanpa penundaan waktu atau jangka waktu relay mulai saat relay arusnya pickup sampai selesai, sangat singkat (sekitar 20 sampai 100 ms). Relay arus lebih dengan karakteristik tunda waktu tertentu, yaitu suatu relay dengan jangka waktu mulai relay arus pickup sampai selesainya kerja relay diperpanjang dengan nilai atau waktu tertentu. Sehingga apabila arus yang mengalir telah melebihi arus setting maka relay akan bekerja sesuai dengan waktu penundaan yang telah ditetapkan. Ada beberapa jenis relay arus lebih dengan tunda waktu, hal ini sangat tergantung pada karakteristik waktu tundanya. Berdasarkan tunda waktu kerjanya, relay lebih dapat dibedakan menjadi 4, yaitu :

1. Waktu tertentu (*definite time*).
2. Waktu minimal tertentu terbalik (*inverse definite minimum time/IDMT*).
3. Sangat berbanding terbalik (*very inverse*).
4. Sangat berbanding terbalik sekali (*extremely inverse*).

Pada jaringan distribusi di dili relay arus lebih yang digunakan adalah jenis *inverse* dan *inverse definite minimum time (IDMT)*. Masing-masing disetting dengan operasi cepat atau dengan waktu diperlambat (delay).

2.5. Keandalan Sistem Distribusi^{[4][7][8]}

Keandalan distribusi adalah salah satu topik yang paling penting dalam tenaga listrik karena dampak yang tinggi pada biaya listrik dan korelasi yang tinggi dengan kepuasan pelanggan. Luas dan kedalaman dari isu-isu yang berkaitan rentang dengan subjek hampir setiap departemen Perusahaan Distribusi Termasuk pengadaan operasi, teknik, perencanaan, hubungan pelanggan, dan peraturan. Keandalan sistem distribusi erat kaitannya dengan masalah pemutusan beban yang merupakan akibat adanya gangguan pada sistem. Keandalan sistem distribusi berbanding terbalik dengan tingkat pemutusan beban sistem. Semakin tinggi frekuensi pemutusan beban pada sistem, maka keandalan sistem semakin berkurang, begitu juga sebaliknya, di bawah ini adalah ruang lingkup dan tujuan keandalan sistem pada distribusi 20 kV dan 6 kV.

a. Ruang Lingkup

Standar ini dimaksudkan untuk menjelaskan dan menetapkan tingkat keandalan sistem distribusi listrik.

b. Tujuan

Tujuannya ialah untuk memberikan pegangan yang terarah dalam menilai penampilan dan menentukan tingkat keandalan dari sistem distribusi dan juga sebagai tolak ukur terhadap kemajuan atau menentukan proyeksi yang akan di capai.

c. Mutu Pelayanan

Mutu Pelayanan Antara lain tergantung dari lamanya pemadaman dan kerapnya terjadi pemadaman

d. Laporan gangguan

e. Pemadaman (*interruption of supply*)

Terhentinya pelayanan pada satu atau lebih konsumen akibat dari satu atau lebih komponen mendapat gangguan

f. Keluar (*outage*)

Keadaan dimana suatu komponen tidak dapat berfungsi sebagai mestinya, diakibatkan kerana beberapa peristiwa yang berhubungan dengan komponen tersebut.

Suatu keluar dapat atau tidak dapat menyebabkan pemadaman, hal ini masih tergantung pada konfigurasi dari sistem.

g. Lama Keluarnya (*Outage Duration*)

Periode dari saat permulaan komponen mengalami keluar sampai saat komponen dapat dioperasikan kembali sesuai dengan fungsinya.

h. Lama Keluar Paksa Transien (*Transient Forced Outage Duration*)

Waktu singkat, karena alat pemutus mampu bekerja menutup kembali dengan cepat, tanpa merusak komponen.

i. Lama Keluar Paksa Permanen (*Permanent Forced Outage Duration*)

Waktu yang diperlukan dari saat permulaan komponen mengalami keluar sampai komponen mendapat perbaikan.

j. Lama Keluar Terencana (*Scheduled Outage Duration*)

Waktu yang diperlukan untuk perawatan dan pemeliharaan yang telah direncanakan.

k. Lama Pemadaman (*Interruption Duration*)

Waktu dari saat terjadinya pemadaman sampai saat menyala kembali. Adapun yang dianggap pemadaman dalam Pasal Empat dan lampiran-lampirannya adalah pemadaman sebagai akibat kegagalan menetap baik yang darurat maupun terencana.

l. Kegagalan Parsial (*Partial Failure*)

Kegagalan parsial menggambarkan kondisi sebuah komponen yang bekerjanya tidak bisa sama dengan kemampuan yang semestinya tetapi tidak berarti tidak bisa bekerja sama sekali.

m. Kegagalan Total (*Complete Failure*)

Kegagalan total, menggambarkan kondisi sebuah komponen yang sama sekali tidak bisa bekerja.

n. Keluar Paksa Transien (*Transient Forced Outage*)

Keluar yang penyebabnya bisa hilang dengan sendirinya, sehingga alat atau komponen yang gagal tersebut bisa berfungsi normal kembali bisa secara otomatis atau setelah sebuah pemutus ditutup lagi, atau pelebur diganti. Contoh keluar darurat transien ialah sambaran petir yang tidak menyebabkan alat atau komponen mengalami kerusakan.

o. Keluar Paksa Permanen (*Permanent Force Outage*)

Keluar yang penyebabnya tidak bisa hilang dengan sendirinya, tetapi harus dihilangkan terlebih dahulu atau komponen yang keluar harus diganti atau diperbaiki sebelum komponen tersebut bisa digunakan kembali.

Contoh keluar paksa permanen ialah sambaran petir, yang menyebabkan pecahnya isolator sehingga baru dapat berfungsi kembali sesudah isolator diganti.

p. Pemadaman Paksa (*Forced Interruption*)

Pemadaman yang disebabkan oleh keluar darurat.

q. Pemadaman Terencana (*Scheduled Interruption*)

Pemadaman yang disebabkan oleh keluar terencana.

r. Pemadaman Sejenak (*Momentary Interruption*)

Pemadaman yang waktunya terbatas diperlukan hanya untuk mengembalikan suplai dengan cara otomatis, dengan cara pengaturan jarak jauh atau dengan cara manual yang langsung dikerjakan oleh operator yang sudah siap ditempat. Pemadaman ini biasanya memerlukan waktu tidak lebih dari 5 menit.

s. Pemadaman Temporer (*Temporary Interruption*)

Pemadaman yang waktunya terbatas diperlukan hanya untuk mengembalikan suplai dengan cara manual yang dikerjakan oleh operator yang tidak siap ditempat. Pemadaman ini biasanya memerlukan waktu 1-2jam.

t. Pemadaman Bertahan (*Sustained Interruption*)

Pemadaman yang bukan pemadaman sejenak, dan juga bukan pemadaman temporer.

2.6. Indeks Keandalan Sistem

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem. Untuk dapat menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus diadakan pemeriksaan melalui perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau pada periode tertentu kemudian membandingkannya dengan standar yang ditetapkan sebelumnya. Beberapa parameter dasar dalam keandalan yang

biasa digunakan untuk mengevaluasi sistem distribusi radial yaitu angka kegagalan rata-rata (λ_s), waktu pemadaman ratarata (r_s) dan waktu pemadaman tahunan (U_s).

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^N \lambda_j \dots\dots\dots(2.1)$$

$$U_i = \sum_{j=1}^N \lambda_j r_j \dots\dots\dots(2.2)$$

$$r_i = \frac{U_i}{\lambda_i} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- λ_i = angka/laju kegagalan
- λ_j = Perkiraan angka keluar rata pada komponen
- U_i = Waktu pemadaman
- r_i = Waktu pemadaman rata – rata
- $j = 1$ = Banyaknya komponen yang keluar yang menyebabkan pemutusan beban

Dari tiga indeks titik beban utama adalah parameter fundamental penting dapat dikumpulkan untuk memberikan keandalan terhadap kinerja sistem menggunakan serangkaian akses sistem. indeks tambahan yang paling sering digunakan adalah sebagai berikut :

2.6.1 System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

Indeks ini didefinisikan sebagai jumlah rata-rata kegagalan yang terjadi per pelanggan yang dilayani oleh sistem per satuan waktu (umumnya per tahun). Indeks ini ditentukan dengan membagi jumlah semua kegagalan- pelanggan dalam satu tahun dengan jumlah pelanggan yang dilayani oleh sistem tersebut. Persamaan untuk SAIFI (rata-rata jumlah gangguan tiap pelanggan) ini dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\text{Total number of customer interruptions}}{\text{Total number of customerserved}} = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- SAIFI = System Average Interruption Duration Index
- \sum = fungsi penjumlahan

- λ_i = Laju Kegagalan pada Saluran
- N_{Lj} = Jumlah Pelanggan yang Terganggu
- $\sum N_{Lj}$ = Jumlah Seluruh Pelanggan

2.6.2. System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

Indeks ini didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari lamanya kegagalan untuk setiap konsumen selama satu tahun. Indeks ini ditentukan dengan pembagian jumlah dari lamanya kegagalan secara terus menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu yang telah ditentukan dengan jumlah pelanggan yang dilayani selama tahun itu. Persamaan SAIDI dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$SAIDI = \frac{\text{Sum of customer interruption durations}}{\text{Total number of customers served}} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

- SAIDI = System Average Interruption Frequency Index
- \sum = Fungsi penjumlahan
- U_i = Waktu pemadaman pada Saluran
- N_{Lj} = Jumlah Pelanggan yang Terganggu

2.6.3. Indeks Keandalan parameter Peralatan Sistem Distribusi

Ada beberapa hal yang perlu di ketahui sebelum menghitung indeks keandalan sistem distribusi yaitu dengan mengetahui nilai data keandalan peralatan. Data-data ini diperoleh dari SPLN No.59 : 1985, "Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6kV". Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.

Tabel 2.1 Indeks Keandalan Peralatan^[8].

Peralatan	Laju kegagalan/frekuensi gangguan (fault/year)	Repair Time (Waktu/jam)
Pemutus Tenaga (<i>Circuit Breaker</i>)	0,004 gangguan/unit/tahun	10
Saluran udara	0,2 gangguan/km/tahun	3

Saluran kabel	0,07 gangguan/km/tahun	10
Sakelar Pisah (Air Break Switch)	0,003 gangguan/unit/tahun	0,15
Penutup Balik (Recloser)	0,005 gangguan/unit/tahun	10
Bus	0,001 gangguan/unit/tahun	10
Penyambung Kabel	0,001 gangguan/unit/tahun	15
Sakelar Beban	0,003 gangguan/unit/tahun	0,15
Pelindung Jaringan	0,005 gangguan/unit/tahun	10
Trafo Distribusi	0,005 gangguan/unit/tahun	10

Sumber : SPLN 59 : 1985

2.6.4 Standar Indeks Keandalan nilai SAIFI dan SAIDI Sistem Distribusi 20 KV

- Standar indeks keandalan untuk SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

Tabel 2.2 : Standar frekuensi pemadaman rata-rata (SAIFI) [6]

FREKUENSI DAN LAMA PEMADAMAN RATA-RATA
1 - FREKUENSI PEMADAMAN RATA-RATA (KALI/TAHUN)

Kumpulan	SUTM radial	SUTM radial dengan PBO di tengah	Spindel tanpa PPJD	Spindel dengan PPJD	Spot network
Pemutus	0,064	0,024	0,024	0,004	0
SUTM	3,2	2,4	-	-	-
PBO	-	0,005	-	-	-
SKTM	-	-	1,12	1,12	0
Pemisah	-	-	0,001	0,001	0
Terminal kabel	-	-	0,066	0,066	0
Trafo distribusi	0,005	0,005	0,005	0,005	0
Rel TR	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Pelindung NP	-	-	-	-	0,008
Jumlah	3,21	2,415	1,199	1,199	0,01

- Standar keandalan untuk SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Tabel 2.3: Standar lama pemadaman rata-rata (SAIDI) [6].

2 - LAMA PEMADAMAN RATA-RATA (JAM/TAHUN)

Kumpulan	SUTM radial	SUTM radial dengan PBO di tengah	Spindel tanpa PPJD	Spindel dengan PPJD	Spot network
Pemutus	0,042	0,042	0,0027	0,0007	0
SUTM	20,992	12,672	-	-	0
PBO	-	0,0678	-	-	0
SKTM	-	-	3,987	3,0511	0
Pemisah	-	-	0,0461	0,0382	0
Terminal kabel	-	-	0,268	0,1799	0
Trafo distribusi	0,05	0,05	0,05	0,05	0
Rel TR	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002
Pelindung NP	-	-	-	-	0,008
Jumlah	21,094	12,842	4,364	3,3312	0,01

2.7 Load Flow Analysis^[9]

Dalam melayani beban yang dibutuhkan oleh konsumen dan pengoperasian tenaga listrik perlu dilakukan penganalisaan aliran daya, sehingga sistem yang dioperasikan dapat memenuhi persyaratan teknik yang sudah ditetapkan sebelumnya. Dalam analisa aliran daya dilakukan perhitungan terhadap tegangan, arus, daya aktif dan daya reaktif, yang terdapat dalam berbagai titik jaringan

Tujuan dari analisa aliran daya adalah sebagai berikut :

1. Mencari daya reaktif dan sudut fasa tegangan δ dari generator.
2. Untuk mendapatkan nilai daya aktif dan daya reaktif pada bus.
3. Untuk mengetahui apakah semua peralatan pada sistem memenuhi batas – batas yang telah ditetapkan untuk operasi penyaluran daya.
4. Untuk mengetahui kondisi awal pada sistem.
5. Untuk mengetahui daya yang mengalir di setiap saluran jaringan tenaga listrik.
6. Untuk mengetahui nilai profil tegangan pada setiap bus.

2.7.1 Metode Newton Raphson.

Metode *Newton Raphson* digunakan untuk menyelesaikan persamaan aliran daya untuk menyelesaikan fungsi $f(x) = K$.

Didalam metode Newton, x awal disebut dengan x^0 . Kesalahan (error) adalah selisih nilai antara K dengan $f(x^0)$, yang disebut ϵ , sehingga :

$$f(x^0) + \epsilon = K \dots\dots\dots(2.6)$$

agar nilai kesalahan ϵ mendekati nol digunakan metode ekspansi Taylor.

$$f(x^0) + \frac{df(x^0)}{dx} \Delta x + \epsilon = \dots\dots\dots(2.7)$$

agar ϵ menjadi nol,

$$\Delta x = \left(\frac{df(x^0)}{dx}\right)^{-1} [K - f(x^0)] \dots\dots\dots(2.8)$$

Persamaan aliran daya yang merupakan fungsi tidak linier diselesaikan dengan metode Newton Raphson. Bila dituliskan dalam bentuk polar, maka :

$$I_i = \sum |Y_{ij} Y_j| < (\theta_{ij} + \delta_j) \dots\dots\dots(2.9)$$

daya kompleks pada bus i adalah:

$$P_i - jQ_i = |Y_i| \left| \sum_{j=1}^N |Y_{ij} Y_j| \right| < (\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i) \dots\dots\dots(2.10)$$

daya aktif pada bus I :

$$P_i = |Y_i| \left| \sum_{j=1}^N |Y_{ij} Y_j| \right| \cos(\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i) \dots\dots\dots(2.11)$$

daya reaktif pada bus $i =$

$$Q_i = -|V_i| \left| \sum_{n=1}^N |Y_{in} V_n| \right| \sin(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \dots\dots\dots(2.12)$$

2.8 Reliability Index Assessment^[9]

Penilaian keandalan dan keandalan distribusi *Reliability Index Assessment* memperkirakan Penilaian keandalan kinerja sistem tenaga. *Reliability* menggunakan parameter masukan angka keluar tiap komponen, waktu perbaikan, karakteristik keandalan model masing-masing komponen, hasil yang di dapat diperoleh untuk sistem radial dan sistem loop. Teknik perhitungan *Reliability Index assessment* memperkirakan untuk memilih kedalaman desain sistem dan hasil terkait Secara keseluruhan.

Indeks keandalan dasar biasanya digunakan untuk memprediksi atau menilai keandalan sistem distribusi adalah tiga indeks keandalan

- Beban titik kegagalan rata-rata i
- Waktu pemadaman rata – rata r
- Tahunan tersedianya U

Dalam rangka untuk mengevaluasi keparahan atau makna dari sistem pemadaman, menggunakan tiga indeks dasar yang disebutkan di atas, dua diperluas set indeks tercantum di bawah juga harus dihitung. Dua set diperluas indeks meliputi jumlah dan rata-rata beban pelanggan terhubung pada setiap titik beban dalam sistem, dan biaya interupsi pelanggan. Set pertama adalah indeks keandalan sistem, yang terdiri dari:

- *System Average Interruption Frequency Index (SAIFI),*
- *System Average Interruption Duration Index (SAIDI),*
- *Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI),*
- *Average Service Availability Index (ASAI),*
- *Average Service Unavailability Index (ASUI)*

indeks tambahan dapat digunakan untuk menilai perilaku keseluruhan sistem distribusi. Set kedua termasuk biaya keandalan / layak Indeks:

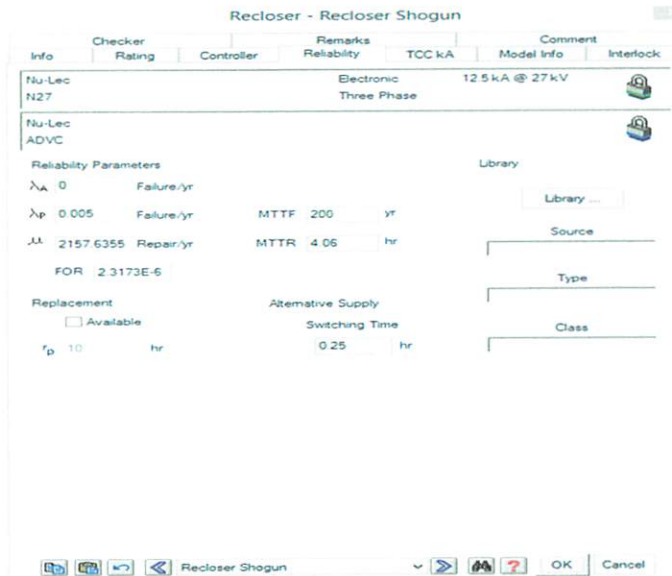
- *Expected Energy Not Supply (EENS)*,
- *Expected Interruption Cost (ECOST)*,
- *Interrupted Energy Assessment Rate (IEAR)*

Indeks EENS, ECOST, dan IEAR khusus untuk setiap titik beban atau untuk sistem secara keseluruhan. Semua indeks ini dapat digunakan untuk mengevaluasi keandalan sistem distribusi yang ada dan memberikan informasi yang berguna mengenai perencanaan perbaikan sistem yang ada dan desain sistem distribusi baru. Selain itu, dalam rangka untuk menganalisis sensitivitas indeks keandalan eens atau eCost sehubungan dengan tingkat kegagalan unsur yang berbeda, kontribusi elemen untuk indeks dan peringkat mereka dapat digunakan. Peringkat bisa untuk titik beban atau sistem secara keseluruhan.

Semua indeks dan peringkat yang diberikan di atas dapat dievaluasi dengan menggunakan modul *ETAP* Analisis Keandalan. Modul ini menyediakan alat terbaik untuk secara efisien memodelkan berbagai elemen sistem tenaga dan perangkat untuk memasukkan pengaruhnya terhadap keandalan sistem distribusi, seperti isolasi kesalahan dan pemulihan beban melalui operasi perangkat *switching*. Modul ini cocok untuk analisis keandalan sistem skala besar konfigurasi umum. Dengan menggunakan modul ini dapat menilai keandalan sistem distribusi dan manfaat dari berbagai skema penguatan yang tersedia untuk perencanaan dapat kuantitatif dievaluasi untuk memastikan bahwa sumber daya modal terbatas digunakan untuk mencapai kemungkinan peningkatan terbesar dalam keandalan sistem.

2.8.1 Reliability Parameter

Pada *reliability* parameter data-data yang perlu masukan pada program *ETAP* seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Reliability Parameter

- λ_A adalah tingkat kegagalan aktif dalam jumlah kegagalan per tahun per satuan panjang. Tingkat kegagalan aktif dikaitkan dengan modus kegagalan komponen yang menyebabkan pengoperasian zona perlindungan utama di sekitar komponen gagal dan dapat menyebabkan penghapusan komponen sehat lainnya dan cabang dari layanan. Setelah komponen aktif gagal terisolasi, recloser yang reclosed. Hal ini menyebabkan pelayanan yang dikembalikan ke beberapa atau semua poin beban. Namun, satu komponen gagal sendiri maka komponen-komponen yang secara langsung terhubung pada sistem sekitarnya akan mengalami kegagalan komponen dan dapat dikembalikan ke layanan setelah perbaikan atau penggantian, Contoh kegagalan komponen yang menyebabkan operasi proteksi terbuka.
- λ_p adalah tingkat kegagalan pasif dalam jumlah kegagalan per tahun per satuan panjang. Tingkat kegagalan pasif dikaitkan dengan modus kegagalan komponen yang tidak menyebabkan pengoperasian *reclosers* dan karena itu tidak berdampak pada komponen yang terganggu lainnya. Contoh kegagalan komponen yang tidak menyebabkan operasi proteksi terbuka
- U adalah tingkat perbaikan berarti dalam jumlah perbaikan per tahun, dihitung secara otomatis berdasarkan MTTR ($m = 8760 / MTTR$).
- **FOR** adalah tingkat pemadaman (tersedianya) dihitung berdasarkan MTTR, λ_A dan λ_p ($FOR = MTTR / (MTTR + 8760 / (\lambda_A + \lambda_p))$).

- MTTF adalah waktu yang berarti kegagalan di tahun dihitung secara otomatis berdasarkan λ_A dan λ_p ($MTTF = 1,0 / (\lambda_A + \lambda_p)$).
- MTTR adalah waktu yang berarti untuk memperbaiki dalam jam. Ini adalah waktu yang diharapkan untuk kru untuk memperbaiki komponen pemadaman dan mengembalikan sistem ke kondisi operasi normal.
- *Library* untuk membuka Perpustakaan Data kotak dialog Keandalan.
- *Source* menampilkan sumber data keandalan recloser yang dipilih.
- *Type* Ini menampilkan Tipe (misalnya, tetap atau logam Clad) dari *recloser* yang dipilih.
- *Class* Ini menampilkan kelas yang dipilih untuk data keandalan.
- r_p adalah waktu penggantian jam untuk mengganti elemen gagal dengan cadangan satu.
- *Switching* Waktu adalah waktu/jam untuk beralih ke pasokan alternatif setelah kegagalan perangkat.

2.9 Gangguan Sistem Distribusi^{[4][7][8]}

Gangguan pada sistem distribusi adalah terganggunya sistem tenaga listrik yang menyebabkan bekerjanya rele pengaman penyulang bekerja untuk membuka circuit breaker digardu induk yang menyebabkan terputusnya suplai tenaga listrik. Hal ini untuk mengamankan peralatan yang dilalui arus gangguan tersebut untuk dari kerusakan. Sehingga fungsi dari peralatan pengaman adalah untuk mencegah kerusakan peralatan dan tidak meniadakan gangguan. Gangguan pada jaringan distribusi lebih banyak terjadi pada saluran distribusi yang dibentangkan di udara bebas (SUTM) yang umumnya tidak memakai isolasi dibanding dengan saluran distribusi yang ditanam dalam tanah (SKTM) dengan menggunakan isolasi pembungkus. Sumber gangguan pada jaringan distribusi dapat berasal dari dalam sistem maupun dari luar sistem distribusi.

1. Gangguan dari dalam sistem antara lain :
 - a) Tegangan lebih atau arus lebih
 - b) Pemasangan yang kurang tepat
 - c) Usia pemakaian
2. Gangguan dari luar sistem antara lain :

- a) Dahan/ranting pepohonan yang mengenai SUTM
- b) Sambaran petir
- c) Hujan atau cuaca
- d) Kerusakan pada peralatan
- e) Binatang ataupun layang-layang
- f) Penggalian tanah
- g) Gagalnya isolasi karena kenaikan temperature
- h) Kerusakan sambungan

Berdasarkan sifatnya gangguan pada sistem distribusi dibagi menjadi :

a) Gangguan Temporer

Gangguan yang bersifat sementara karena dapat hilang dengan sendirinya dengan cara memutuskan bagian yang terganggu sesaat, kemudian menutup balik kembali, baik secara otomatis (*autorecloser*) maupun secara manual oleh operator. Bila gangguan tidak dapat dihilangkan dengan sendirinya atau dengan bekerjanya alat pengaman *recloser* dapat menjadi gangguan tetap dan dapat menyebabkan pemutusan tetap. Bila gangguan sementara terjadi terjadi berulang-ulang dapat menyebabkan gangguan permanen, dapat menyebabkan kerusakan peralatan.

b) Gangguan Permanen

Gangguan bersifat tetap sehingga untuk membebaskannya perlu tindakan perbaikan atau penghilangan penyebab gangguan. Hal ini ditandai dengan jatuhnya (*trip*) kembali pemutus daya setelah operator memasukkan sistem kembali setelah terjadi gangguan. Untuk mengatasi gangguan - gangguan sebuah peralatan harus dilengkapi dengan sistem pengaman relay, dimana sistem pengaman ini diharapkan dapat mendeteksi adanya gangguan sesuai dengan fungsi dan daerah pengamannya.

2.9.1 Usaha-usaha Mengurangi Jumlah Gangguan

Karena gangguan dalam sistem distribusi adalah hal yang tidak diinginkan tetapi tidak dapat dihindarkan, maka perlu dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi jumlah gangguan dengan memperhatikan hasil analisa gangguan. Usaha-usaha untuk mengurangi jumlah gangguan dapat dilakukan dengan :

- a) Merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan peralatan sesuai dengan buku instruksi pemeliharaan, sehingga terjadinya *Forced Outage* dapat sebanyak mungkin dihindari.
- b) Memeriksa alat-alat pengaman (relay-relay) secara periodik dan juga secara isidentil segera setelah ada laporan yang menyatakan keraguan atas kerjanya suatu relay. Kerjanya relay yang baik diperlukan untuk mencegah kerusakan peralatan maupun mencegah meluasnya gangguan.
- c) Dalam operasi *real time* mengikuti perkembangan cuaca khususnya yang menyangkut petir karena penyebab gangguan terbesar adalah petir.
- d) Mengadakan analisa gangguan untuk menemukan sebab gangguan dengan tujuan sedapat mungkin mencegah atau mengurangi kemungkinan terulangnya gangguan yang serupa. Mengembangkan sistem seirama dengan pertumbuhan beban sehingga dapat dicegah terjadinya beban lebih dalam sistem, mengenai perkembangan sistem.
- e) Karena salah satu sumber gangguan yang utama adalah kesalahan pemasangan peralatan, maka perlu ada pendidikan dan pelatihan secara terus-menerus dengan tujuan agar kesalahan pemasangan peralatan dapat dihindarkan.
- f) Pada SUTM, tanaman merupakan sumber gangguan yang utama karena SUTM tidak mempunyai jalur khusus yang bebas tanaman seperti halnya pada SUTT 150 KV, 70 KV. Sehingga untuk SUTM perlu ada pemeliharaan yang intensif agar pada jalurnya tidak terdapat tanaman yang menyentuh penghantar.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

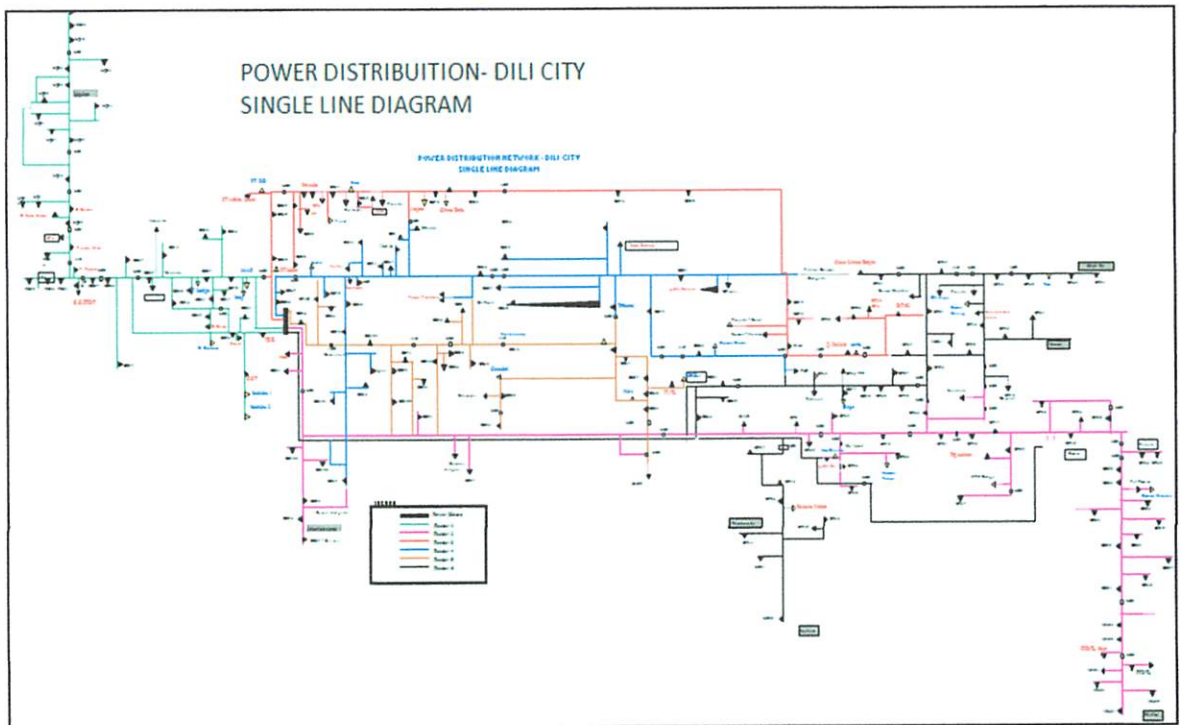
3.1. Metode Yang Digunakan

Dalam Analisa Meningkatkan Indeks Keandalan Sistem Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di G.I Kota Dili - Timor Leste, dan penelitian ini dimulai dengan survey data yang diperoleh dari EDTL (*Electricidade de Timor-Leste*) Timor-Leste area G.I kota Diili. Data tersebut diambil pada tanggal 19 April 2016. Dengan data yang diperoleh maka dapat dilakukan simulasi sistem 20 kV di G.I kota Dili menggunakan software *ETAP Power Station*.

Simulasi yang dapat dilakukan berupa aliran daya atau *Load Flow*, yang mana untuk mengetahui profil tegangan, daya aktif dan daya reaktif yang terjadi pada sistem 20 kV di G.I kota Dili. Setelah melakukan studi aliran daya maka dapat diketahui kondisi-kondisi bus,trafo dan Beban, setelah kondisi aliran daya atau load flow bekerja,maka lanjut ke inputan data parameter *Reliability* angka keluar dan waktu perbaikan tiap peralatan, setelah dilakukan studi *Reliability Index Assessment (RIA)* maka dapat diketahui indeks keandalan sistem tersebut. Apabila terdapat kondisi-kondisi Parameter yang mengalami penurunan dibawah Keandalan sistem SAIFI 3.21Kali/thn dan SAIDI 21 Jam/thn dari hasil *Software Etap* maka dapat dilakukan peningkatan keandalan sistem dengan memasang *recloser (PBO)* pada sistem menggunakan fasilitas *Realibility Index Asessment (RIA)*.

3.2 Data – Data Di EDTL (*Electricidade de Timor-Leste*) DILI TIMOR-LESTE


PLN Timor-Leste / *Electricidade de Timor Leste (EDTL)* kota Dili merupakan Area pelayanan jaringan yang disuplai dari gardu Induk Dili dengan kapasitas 63 MVA . Memiliki 6 penyulang yang tersebar di kota. Jumlah trafo distribusi yang terdapat pada semua penyulang sebanyak 227 Trofo Distribusi, jumlah panjang keseluruhan penyulang 204.931km, jumlah kapasitas beban terpasang sebesar 43.715 Kva dan 47.545 pelanggan. Sistem distribusi EDTL Timor leste Area kota Dili merupakan jaringan sistem distribusi pola *radial* seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Single Line Diagram jaringan distribusi 20kV EDTL Kota Dili Timor-Leste

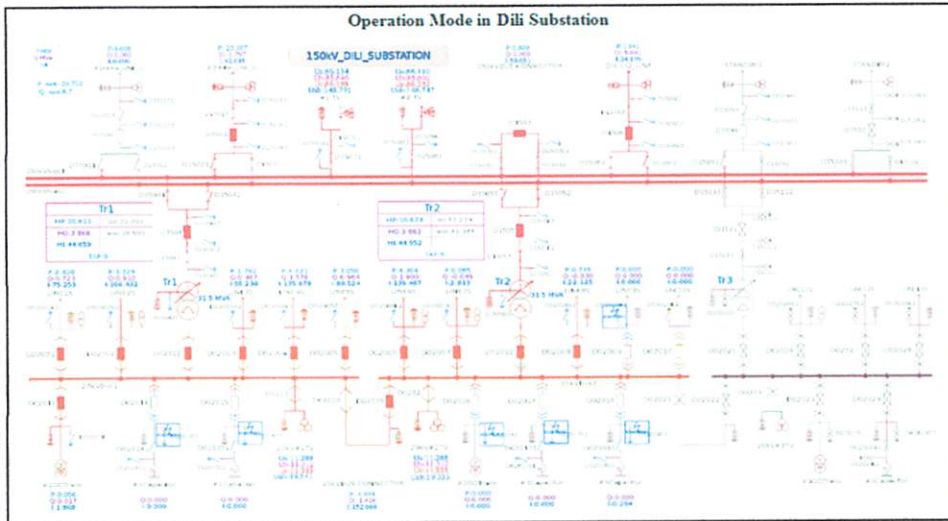
3.2.1 Data Beban Penyulang kota Dili dan panjang saluran

Tabel 3.1 Data Beban Penyulang kota Dili

 ELECTRICIDADE DE TIMOR LESTE. (EDTL) Rua De Caicoli Dili - Timor Leste Summary					
No	Feeder	Total Length	Total Trafo	Total Load kVA	Total Customer
1	I	1.364 Poles 75.020 kms	51	7605	7517
2	II	1.226 Poles 67.430 kms	60	9385	9736
3	III	251 Poles 13.806 kms	32	8685	6724
4	IV	292 Poles 16.060 kms	31	7265	7297
5	V	275 Poles 15.125 kms	24	4560	8660
6	Express	318 Poles 17.490 kms	29	6440	7311
TOTAL POLES		3.726 Poles	227		
		204.931 kms			
TOTAL k V A				43940	47245

3.2.2 Data single line gardu induk kota Dili Timor-leste

Gardu induk kota Dili memiliki daya sebesar 63MVA dan mensuplai daya listrik dari PLTD herera dan PLTD betano.



Gambar 3.2 Data gardu induk kota Dili

3.2.3 Data Gangguan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) EDTL Timor Leste

Tabel 3.2 Data Gangguan Jaringan distribusi 20 Kv kota dili/bulan

NATIONAL POWER GRID OF TIMOR-LESTE
Dispatching Centre Of National Power Grid

Monthly Operation Data Statistic (20kV) of Dispatch Centre in (February) of 2016								
Monthly data statistic for 20kv system								
Name of Substation	20kV feeder	Active Power		Reactive Power		Switch Tripping Count Statistic for 20kV	Reason of Tripping	Remarks
		Pmax	Pmin	Qmax	Qmin			
Dili SS	#1 Feeder(D02001)	3.549		1.324		8	OC_I,OC_SOTF,OC_SOTF	58
	#2 Feeder(D02002)	7.69		2.103		4	ROC_I,ROC_II,ROC_SOTF,OC_SOTF	
	#3 Feeder(D02003)	7.583		2.715		7	ROC_I,OC_SOTF,AR	
	#4 Feeder(D02004)	4.796		1.741		9	ROC_I,ROC_II,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
	#5 Feeder(D02005)	5.644		1.929		8	ROC_I,ROC_SOTF,OC_II,OC_SOTF	
	#6 Feeder(D02006)	6.399		2.966		5	ROC_I,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
	#7 Feeder(D02007)	1.186		-0.106		6	ROC_I,ROC_II,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
	#8 Feeder(D02008)	1.335		-0.122		11	ROC_I,ROC_SOTF,OC_II,OC_SOTF	

Remarks:

OC_I:Over-Current stage 1

OC_II:Over-Current stage 2

OC_SOTF:Switch On To Fault Over-Current

ROC_SOTF:Switch On To Fault Residual Over-current

ROC_I:Residual Over-Current stage 1

ROC_II:Residual Over-Current stage 2

SOTF:Switch On To Fault

PH:Phase

AR:Auto Reclose

3.3 Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem ini dilakukan dengan menggunakan *software ETAP*. Diawali dengan pengumpulan data, kemudian menentukan parameter-parameter yang dibutuhkan, perhitungan nilai indeks awal, indeks per-bus, indeks *load point*,

indeks keandalan sistem dan tampilan program. Parameter yang digunakan dalam perhitungan sebagai berikut:

- Saluran Udara (*Line*)

Saluran udara digunakan pada pemasangan di luar bangunan, diregangkan pada isolator-isolator diantara tiang-tiang sepanjang beban yang dilalui suplai tenaga listrik, mulai dari Gardu Induk sampai kepusat beban.

Jaringan udara direncanakan untuk kawasan dengan kepadatan beban rendah atau sangat rendah, misalnya pinggiran kota, kampung/kota-kota kecil, dan tempat-tempat yang jauh serta luas dengan beban tersebar.

- Transformator Distribusi

Transformator distribusi merupakan suatu komponen dalam penyaluran tenaga listrik dari PLTD kekonsumen. Berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah 20kV menjadi tegangan rendah 220V/380V. Transformator distribusi dapat dipasang di dalam dan di luar ruangan tergantung kepada keadaan lokasi beban.

Indeks keandalan suatu sistem distribusi digunakan untuk mengukur tingkat keandalan dari tiap-tiap beban/*load point*. Dalam pengujian ini diawali dengan menentukan parameter-parameter yang dibutuhkan beserta jumlahnya dan juga nilai indeks-indeks keandalan dasar yang akan dimasukkan dalam perhitungan. Selain parameter-parameter di atas, ada beberapa indeks-indeks keandalan dasar yang harus diketahui nilai-nilainya seperti,

- λ_A adalah laju kegagalan aktif dinyatakan dalam jumlah kegagalan per tahun (*failure/yr*). Mode kegagalan ini menyebabkan operasi peralatan proteksi primer.
- λ_P adalah mode kegagalan komponen yang disebabkan tidak beroperasinya peralatan pengaman dan tidak memiliki pengaruh pada sistem yang bekerja.

Layanan dapat dipulihkan dengan memperbaiki atau mengganti perangkat yang gagal.

- Frekuensi Gangguan (λ_{LP}) adalah frekuensi rusak atau gagalnya suatu sistem atau komponen tahunan rata-rata dalam pengoperasiannya (*fault/year*).

Lama/durasi Gangguan (ULP) adalah lama/durasi terputusnya pasokan listrik tahunan rata-rata (*hours/year*).

3.4 Pengenalan *ETAP (Electrical Transient Analysis Program) Power Station*

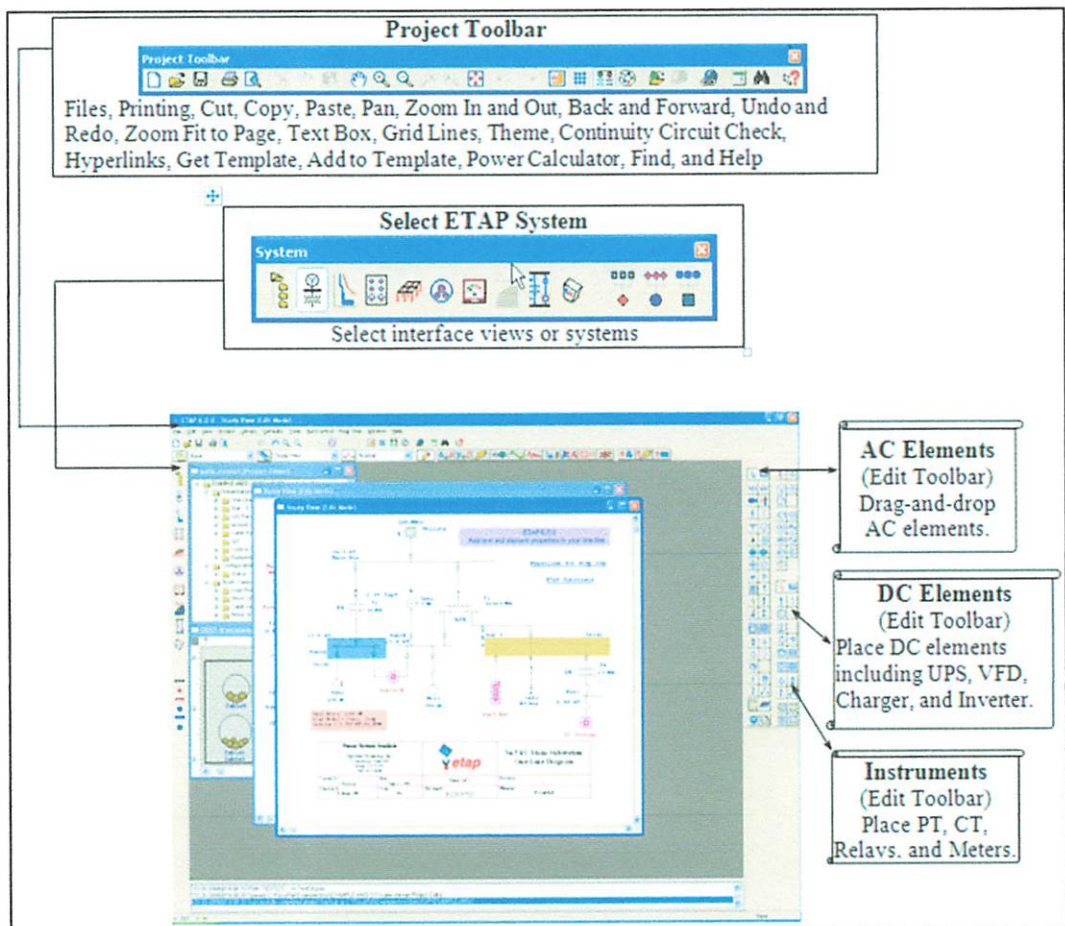
ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

ETAP Power Station dapat melakukan penggambaran single line diagram secara grafis dan Menyediakan beberapa analisa/studi yakni *Load Flow* (aliran daya), *Short Circuit* (hubung singkat), *motor starting*, *harmonics powesystems*, *transient stability*, *protective device coordination* Dan *Reliability Index Assessment*.

ETAP PowerStation juga menyediakan fasilitas *Library* yang akan mempermudah desain suatu sistem kelistrikan. Library ini dapat diedit atau dapat ditambahkan dengan informasi peralatan bila perlu.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan *ETAP Power Station* adalah :

- ***One Line Diagram***, menunjukkan hubungan antar komponen/peralatan listrik sehingga membentuk suatu sistem kelistrikan.
- ***Library***, informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakai dalam sistem kelistrikan. Data elektris maupun mekanis dari peralatan yang detail/lengkap dapat mempermudah dan memperbaiki hasil simulasi/analisa.
- ***Standar*** yang dipakai, biasanya mengacu pada standar *IEC* atau *ANSII*, frekuensi sistem dan metode – metode yang dipakai.
- ***Study Case***, berisikan parameter – parameter yang berhubungan dengan metode studi yang akan dilakukan dan format hasil analisa.

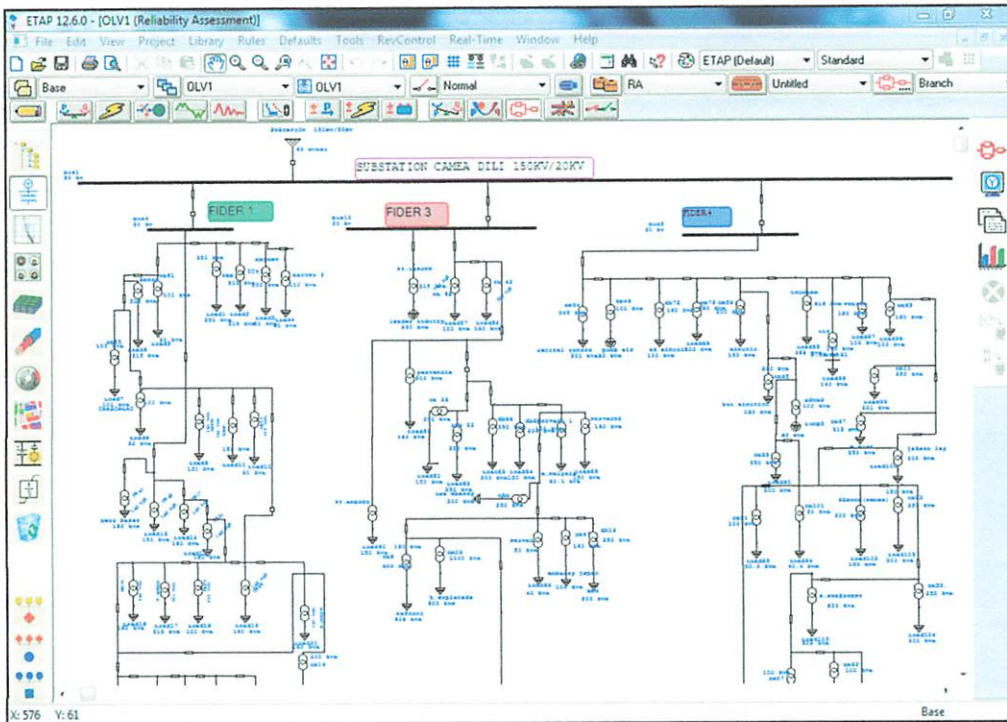


Gambar 3.3

Tampilan Model Utama Simulasi *Software ETAP Power Station*

3.5 Pemodelan sistem menggunakan *ETAP Power Station*

Pemodelan sistem distribusi dilakukan dengan cara Menggambar *Single line Diagram* pada software *ETAP Power Station* berdasarkan gambar *single line* dan data pada **EDTL** (*Electricidade de Timor-Leste*) KOTA DILI TIMOR LESTE.



Gambar 3.4

Pemodelan sistem jaringan distribusi menggunakan *ETAP Power Station 12.6.0*

3.6 Tahapan Pengujian

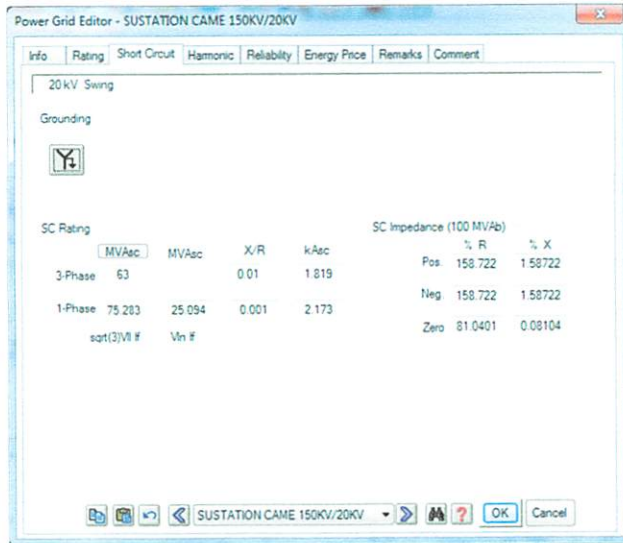
Ada beberapa hal yang perlu di ketahui sebelum menghitung indeks keandalan sistem distribusi yaitu Data perkiraan angka keluar komponen distribusi serta waktu operasi kerja dan pemulihan pelayanan sesuai SPLN:59,1985. Seperti pada Tabel 2.1.

3.7 Langkah - Langkah Memasukan Data

Untuk memasukan data pada program *ETAP* terlebih dahulu harus menggambar dulu *single line* pada program *ETAP*. Berikut adalah langkah-langkah untuk memasukan data-data pada *software ETAP*.

3.7.1 Input Data Di ETAP Power Station

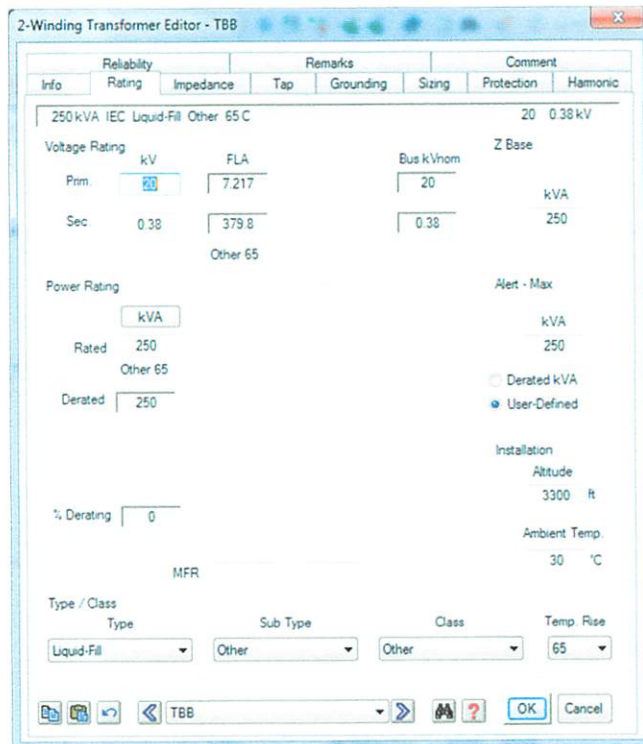
- Input data gardu induk seperti pada gambar 3.5



Gambar 3.5

Input Data Gardu Induk Dili (Camea)

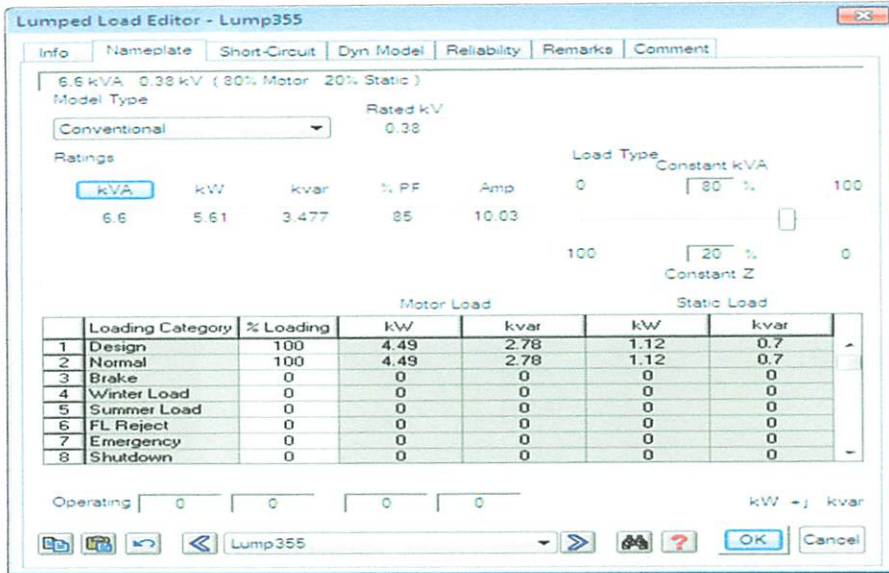
- Input Data Trafo Step down seperti pada gambar 3.6



Gambar 3.6

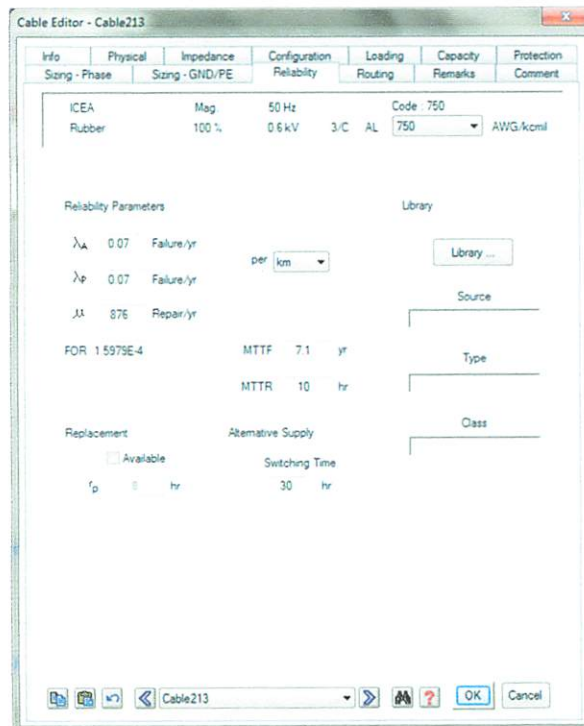
Input Data Trafo Step down 20kv/380v

- Input Data beban seperti pada Gambar 3.7



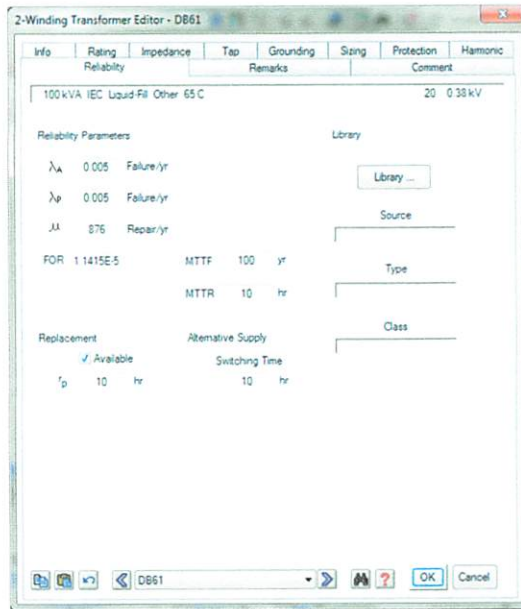
Gambar 3.7
Input Data Beban

- Input Data Keandalan Peralatan Saluran Kabel Gambar 3.8



Gambar 3.8
Input Data Keandalan Peralatan Saluran Kabel

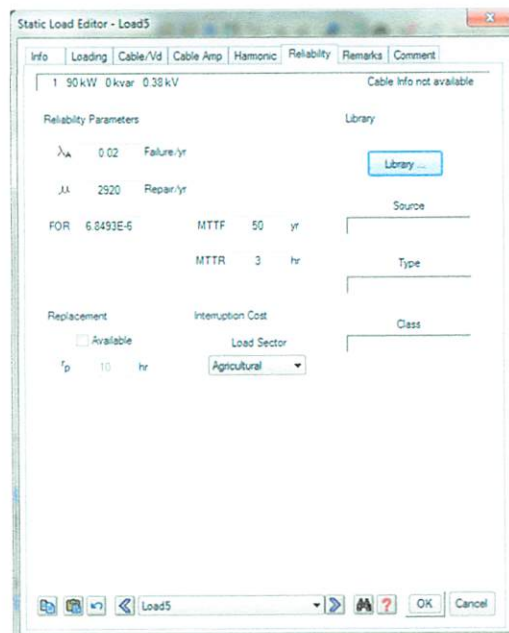
- Input Data Keandalan Peralatan Trafo Distribusi Gambar 3.9



Gambar 3.9

Input Data Keandalan Peralatan Trafo Distribusi

- Input Data Keandalan data beban Gambar 3.10



Gambar 3.10

Input Data Keandalan data beban

- Input Data keandalan Peralatan Recloser Gambar 3.11

Recloser - REC14

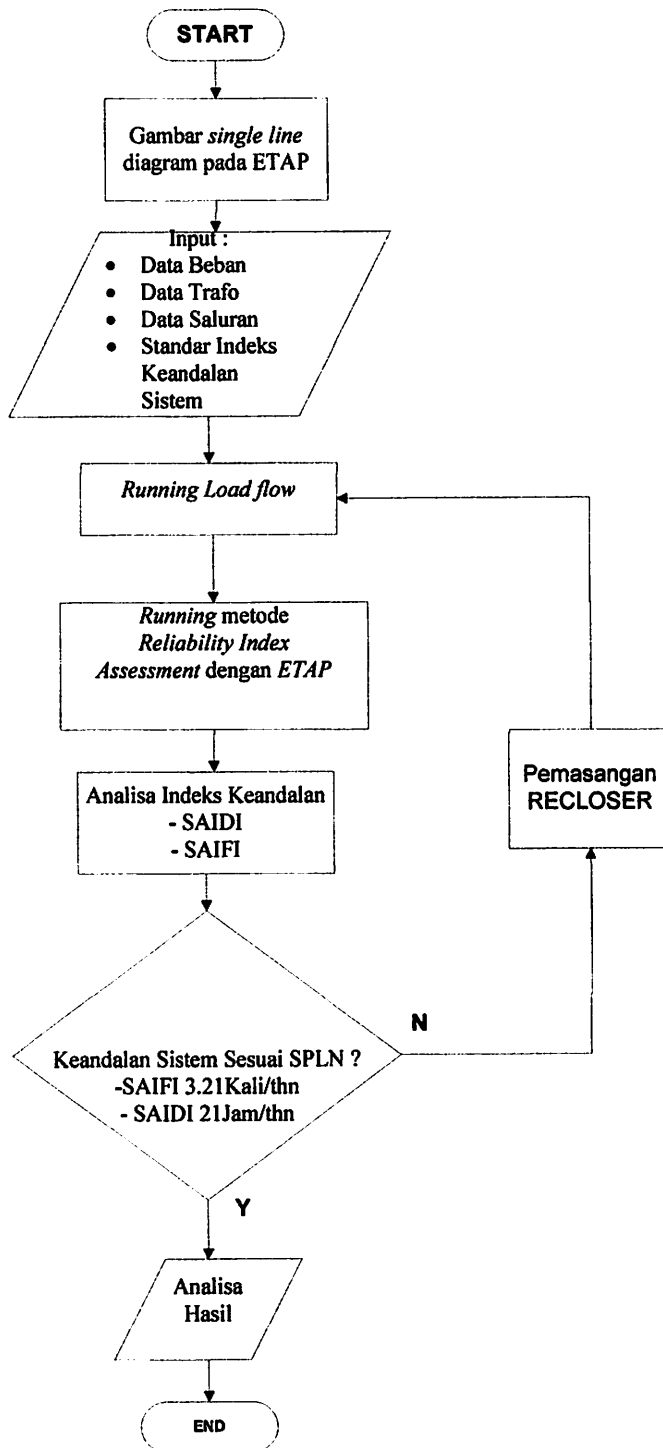
Checker		Remarks		Comment	
Info	Rating	Controller	Reliability	TCC kA	Interlock
<p>Reliability Parameters</p> <p>λ_A 0.005 Failure/yr</p> <p>λ_P 0.005 Failure/yr MTTF 100 yr</p> <p>μ 876 Repair/yr MTTR 10 hr</p> <p>FOR 1.1415E-5</p> <p>Replacement <input type="checkbox"/> Available</p> <p>Alternative Supply</p> <p>Switching Time 200 hr</p> <p>Library</p> <p>Library ...</p> <p>Source</p> <p>Type</p> <p>Class</p>					

REC14 OK Cancel

Gambar 3.11

Input Data keandalan Peralatan Recloser

3.8 Flowchart penyelesaian dengan Software ETAP Power Station



Gambar 3.12

Flowchart penyelesaian masalah

BAB IV SIMULASI HASIL DAN ANALISIS

4.1 Simulasi Keandalan

Simulasi keandalan Sistem mempunyai dua fungsi utama yaitu :

- Melihat penampilan sistem (*system performance*).
- Memprediksi sistem untuk waktu yang akan datang (*system prediction*).

Dalam skripsi ini hasil yang dapat diperoleh dari simulasi keandalan dengan *software ETAP Power Station* dari sistem distribusi adalah indeks keandalan. Dengan memiliki indeks keandalan suatu sistem distribusi dapat dilihat tingkat keandalan sistem tersebut. Dari angka perbandingan yang dimiliki dapat digunakan untuk tolak ukur perencanaan perbaikan atau pengembangan sistem yang akan datang. Selain itu, indeks keandalan juga bermanfaat sebagai pembanding antara sistem yang akan memacu meningkatkan keandalan sistem yang lemah.

Prediksi sistem merupakan salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk memperkirakan keandalan suatu sistem lewat penambahan beberapa komponen tanpa melupakan aspek kebutuhan dan biaya. Namun pada saat ini, lebih banyak digunakan untuk menilai sistem yang ada daripada untuk perkiraan keandalan sistem pada masa yang akan datang.

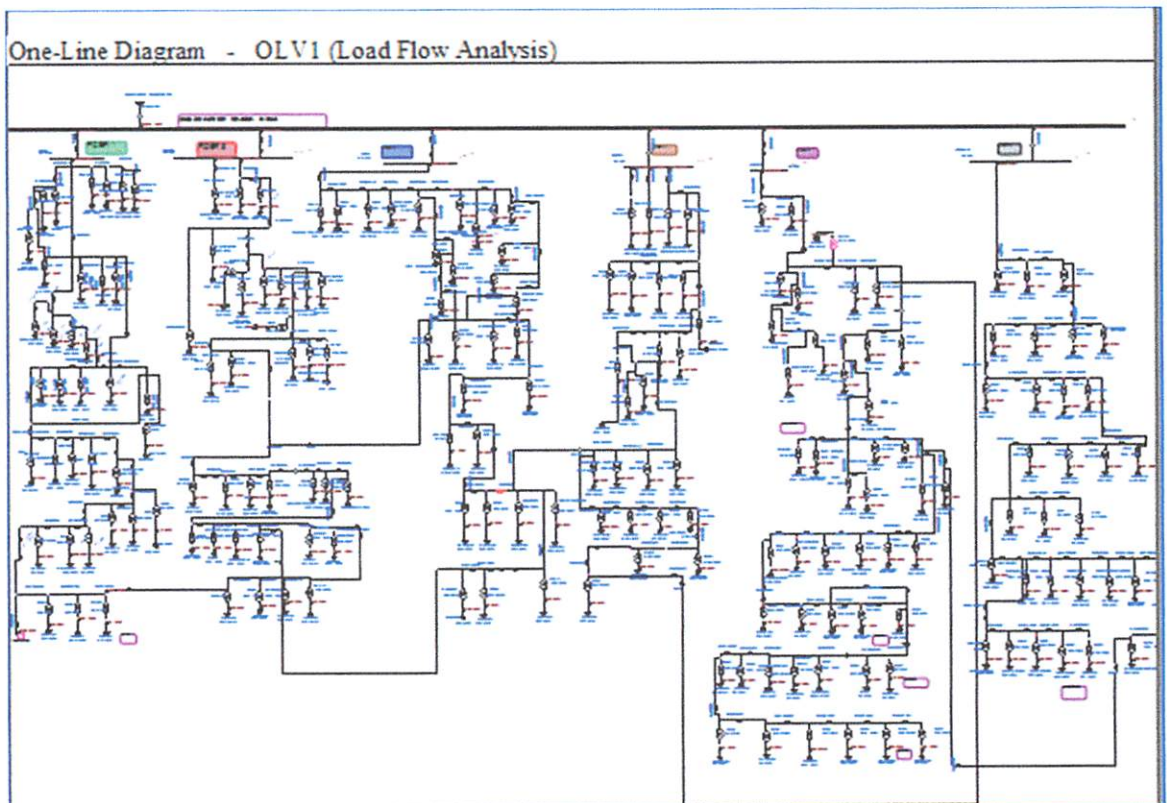
Penilaian terhadap penampilan sistem menjadi sangat penting karena alasan sebagai berikut :

- Menentukan secara urut perubahan terhadap penampilan sistem dalam mengenali daerah yang rawan dan perlu untuk dilakukan pembenahan.
- Menentukan indeks pada daerah pelayanan sebagai panduan untuk menilai keandalan sistem yang akan datang. Membandingkan perkiraan sebelumnya dengan pekerjaan operasi yang sesungguhnya

Mensimulasi keandalan jaringan distribusi 20 kV dengan menghitung indeks-indeks keandalan. Indeks keandalan yang dihitung adalah indeks –indeks titik beban (*load point*) dan indeks-indeks sistem secara keseluruhan.

4.2 Hasil Simulasi Di ETAP Power Station

Simulasi dan Evaluasi nilai indeks keandalan pada sistem distribusi 20 KV *EDTL (Electricidade de Timor-Leste)* Kota Dili berdasarkan data dan *single line*, maka dapat dilakukan pemodelan pada kondisi awal (*Base Case*) pada sistem menggunakan *software ETAP 12.6.0* untuk melihat hasil indeks keandalan sistem. Dalam simulasi indeks keandalan pada sistem distribusi ini terbentuk sistem pola *Radial* dan saling hubung antara penyulang dengan *LBS (Normally Open)*. Setelah melakukan pemodelan *Single Line Diagram*, maka dapat dilakukan simulasi aliran daya untuk mengetahui kondisi-kondisi pada bus, trafo dan Beban. Pada gambar 4.1. di bawah yaitu *single line diagram* dalam kondisi awal dengan program *Etap*.



Gambar 4.1 *single line diagram* kondisi awal sistem distribusi 20 KV PT. PLN Kota Dili

4.3. Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi *EDTL (Electricidade de Timor-Leste)* Kota Dili Dengan kondisi Awal.

Setelah dilakukan simulasi keandalan sistem dalam kondisi awal (*Base Case*) dengan program *ETAP* maka didapatkan Indeks keandalan **SAIFI** = 5.0308 kali/tahun dan **SAIDI** = 26.8719 jam/tahun, maka pada sistem belum memenuhi standar PLN 59:1985 yaitu **SAIFI** (3.2 kali/tahun) dan **SAIDI** (21 jam/tahun). Hasil *Simulasi keandalan sistem pada jaringan distribusi di Kota Dili dengan program ETAP dalam kondisi awal* diperoleh Indeks keandalan sistem seperti ditunjukkan pada gambar 4.2. di bawah ini.

Project:	SKRIPSI	ETAP
Location:	DILI TIMOR-LESTE	12.6.0H
Contract:	ITN MALANG	
Engineer:	HELDER PUTRADA CRUZ	Study Case: RA
Filename:	SKRIPSI	

SUMMARY		
System Indexes		
SAIFI	5.0308	f / customer.yr
SAIDI	26.8719	hr / customer.yr
CAIDI	5.341	hr / customer interruption
ASAI	0.9969	pu
ASUI	0.00307	pu

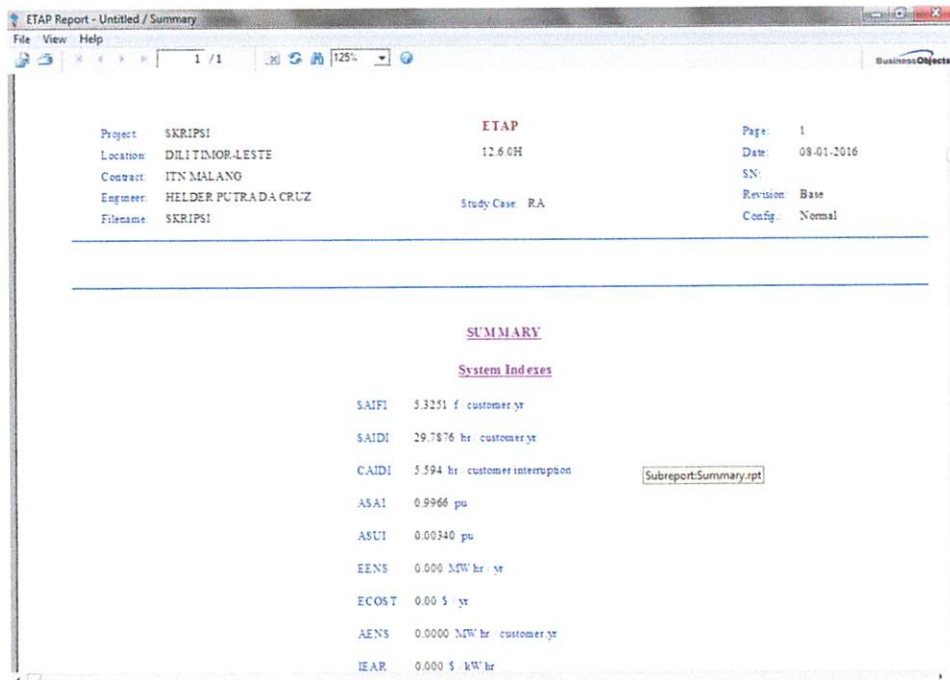
Gambar 4.2. Hasil simulasi kondisi *base case* dengan *Reliability Assessment* dengan program *Etap*

SAIFI = 5.0308 kali/tahun

SAIDI = 26.8719 jam/tahun

4.4 Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi EDTL (*Electricidade de Timor-Leste*) Kota Dili Dengan semua penyulang menggunakan *LBS (Load Break Switch)*.

Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi EDTL Kota Dili Dengan semua penyulang menggunakan *LBS (Load Break Switch)*, bertujuan untuk melihat nilai **SAIFI** dan **SAIDI** pada sistem dan hasilnya ditunjukkan seperti di gambar 4.3 di bawah.

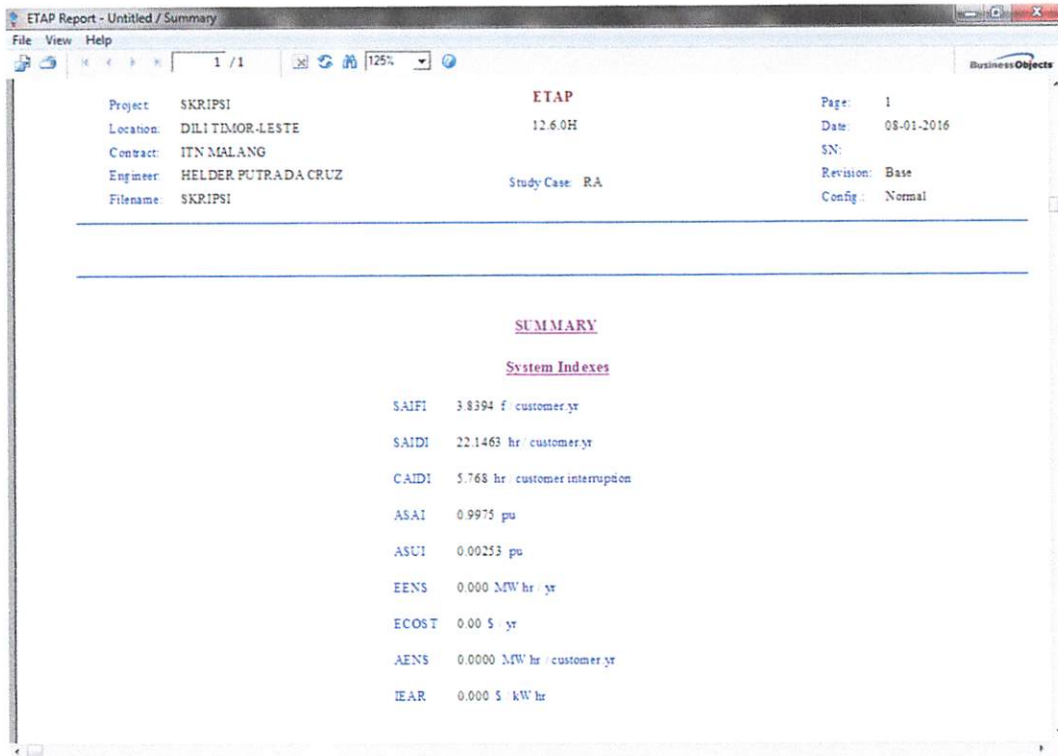


Gambar 4.3. Hasil simulasi kondisi *base case* dengan *Reliability Assessment* dengan program *Etap*

SAIFI = 5.3251 kali/tahun
SAIDI = 29.7876 jam/tahun

4.5 Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi *EDTL* (Electricidade de Timor-Leste) Kota Dili Dengan semua penyulang memasang *recloser*.

Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi *EDTL* Kota Dili dengan semua penyulang memasang dua (2) *recloser* di setiap penyulang, bertujuan untuk meningkatkan indeks keandalan *SAIFI* da *SAIDI* sampai mendekati standar SPLN seperti pada gambar 4.4 di bawah.



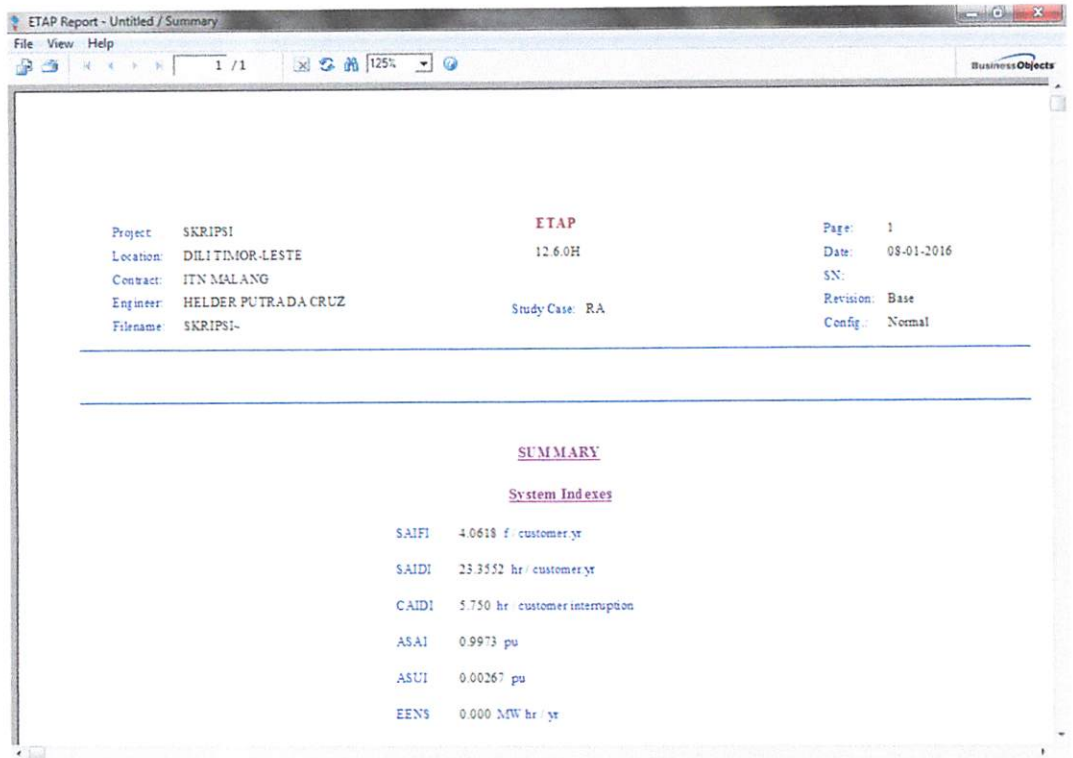
Gambar 4.4 Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi EDTL Kota Dili Dengan semua penyulang memasang *recloser*

$SAIFI = 3.8394$ kali/tahun

$SAIDI = 22.1463$ jam/tahun

4.6 Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi EDTL (Electricidade de Timor-Leste) Kota Dili Dengan pemasangan *recloser* di penyulang 1 dan 6.

Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi EDTL (*Electricidade de Timor-Leste*) kota Dili dengan pemasangan *recloser* di penyulang 1 dan 6 alasannya karena berdasarkan data gangguan sistem di lapangan per tahun, penyulang 1 dan 6 sering mengalami *tripping* dan penyulang tersebut juga merupakan penyulang yang paling panjang dari penyulang yang lain karena semakin panjang SUTM maka indeks keandalan semakin rendah.



Gambar 4.5. Hasil Simulasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi EDTL kota Dili Dengan pemasangan *recloser* di penyulang 1 dan 6

SAIFI = 4.0618 kali/tahun

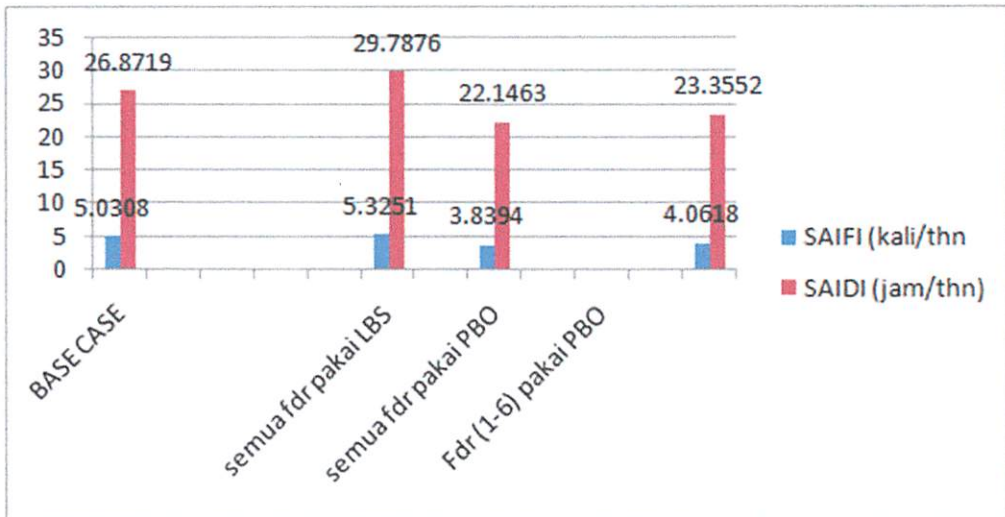
SAIDI = 23.3552 jam/tahun

4.5. Hasil Simulasi Keandalan sebelum dan sesudah pada Sistem Jaringan Distribusi EDTL (Electricidade de Timor-Leste) Kota Dili

Hasil analisa indeks keandalan *SAIFI* dan *SAIDI* pada jaringan distribusi EDTL Kota DiLi sebelum dan sesudah pemasangan Recloser seperti pada tabel 4.1 berikut.

Table 4.1 Indeks keandalan sebelum dan sesudah analisa

NO	HASIL ANALISA		STANDAR PLN 59 : 1985		ERROR %		
		SAIFI (kali/thn)	SAIDI (jam/thn)	SAIFI (kali/thn)	SAIDI (jam/thn)	SAIFI (kali/thn)	SAIDI (jam/thn)
1	BASE CASE	5.0308	26.8719	3.21	21	56.7 %	27.8%
2	Semua feeder pakai LBS	5.3251	29.7876			65.8%	41.8%
3	Semua feeder pakai Recloser	3.8394	22.1463			19.6 %	5.5 %
4	Penambahan recloser pada feeder 1-6 yang sering terjadi gangguan	4.0618	23.3552			25%	11.2%



Grafik 4.1 Indeks keandalan sebelum dan sesudah pasang *Recloser*

Setelah analisa dan simulasi keandalan sistem dengan beberapa cara yaitu :

- Simulasi dalam kondisi *base case*
- Simulasi dengan semua penyulang memasang *LBS (Load Break Swith)*
- Simulasi dengan semua penyulang memasang *Recloser (PBO)* dan
- Pemasangan *recloser* pada penyulang yang sering terjadi gangguan.

Berdasarkan beberapa cara simulasi dengan ETAP di atas Maka Indeks keandalan yang mendekati standar yaitu (Simulasi dengan semua penyulang memasang *Recloser (PBO)*), nilai SAIFI 3.8394 kali/tahun dan SAIDI 22.1463 jam/tahun. Berdasarkan standar PLN 59:1985 yaitu SAIFI (3.2 kali/tahun) dan SAIDI (21 jam/tahun) maka pada sistem jaringan distribusi PT. PLN Kota Dili sudah memenuhi standar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan Simulasi dan analisa keandalan Sistem pada jaringan Distribusi *EDTL (Electricidade de Timor-Leste)* kota Dili Timor-Leste maka dapat ditarik Kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil simulasi dalam kondisi *base case* terlihat bahwa nilai *SAIFI* dan *SAIDI* pada Sistem Distribusi *EDTL* kota Dili Timor-Leste belum memenuhi SPLN yaitu nilai *SAIFI* = 5.0308 kali/tahun dan *SAIDI* = 26.8719 jam/tahun, berdasarkan SPLN 59:1985, *SAIFI* (3.2 kali/tahun) dan *SAIDI* (21jam/tahun) maka nilai error *SAIFI* sebesar 56.8% dan *SAIDI* 27.8%.
2. Setelah dilakukan evaluasi pada sistem distribusi 20 kv *EDTL* Kota Dili dengan beberapa cara untuk meningkatkan indeks keandalan sistem, maka Semulasi dengan semua penyulang memasang *Recloser* (PBO) memperoleh nilai *SAIFI* 3.8394 kali/tahun dan *SAIDI* 22.1463 jam/tahun. Berdasarkan standar PLN 59:1985 yaitu *SAIFI* (3.2 kali/tahun) dan *SAIDI* (21 jam/tahun) maka error indeks keandalan sistem sudah menurun secara signifikan yaitu *SAIFI* sebesar 25% dan *SAIDI* 11.5 %.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pemeliharaan berkala untuk mengurangi gangguan akibat peralatan dan penebangan pohon secara berkala untuk mengurangi gangguan atau memperkecil gangguan dari gesekan antara pohon dengan kawat.

Daftar Pustaka

1. Billington, Roy.Allan N. Ronald“ *Power System of Evaluation Reliability*”. NewYork. Gordon and Breach. 1970.
2. Gonen, Turan. 1986. *Electric Power Distribution System Engineering*. New York : McGraw-Hill.
3. Sistem Tenaga Listrik. Cekmas Cekdin. Hal 8.
4. Wicaksono, Henki P. dkk. “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Di PT. PLN (PERSERO) APJ Kudus Menggunakan *Software ETAP (Electrical Transient Analisis Program)* dan Metode *Section Technique*” Proceeding Seminar Tugas Akhir Teknik Elektro FTI-ITS. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. [http://elektro-unimal.blogspot.com/2013/06/manuver-jaringan distribusi.html](http://elektro-unimal.blogspot.com/2013/06/manuver-jaringan-distribusi.html)
6. SPLN No.59 : 1985, “Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV”, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.
7. SPLN No.68-2 : 1986, “Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian dua: Sistem Distribusi”, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.
8. Gheschik Safiur Rahmat; Evaluasi Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Surabaya Menggunakan *Loop Restoration Scheme*, JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN(ITS Surabaya)
9. Etap.com/load-flow-analysis/load-flow-analysis.htm

LAMPIRAN



Biografi Penulis

Nama lengkap penulis yaitu Helder Putra da Cruz lahir pada tanggal 08 Mei 1993 di Venilale, Baucau Timor-leste. Merupakan anak ke-5 dari 6 bersaudara dari pasangan Bapak Augustinho dan Ibu Merlinda. Penulis berkebangsaan Timor-Leste dan beragama Katolik. Kini penulis bertempat tinggal di

uaitalibu, uatuhaco, veniale, baucau, Timor-leste.

Adapun riwayat pendidikan penulis, yaitu pada tahun 1999 Memulai pembelajaran di SDK Lia-Ho'o Timor-leste lulus pada tahun 2006. Pertengahan tahun 2009 lulus dari SMPK St. Cristovao Venilale Timor-Leste melanjutkan pendidikan ke SMK Don Bosco Fatumaka Teknik Ketenaga listrikan lulus tahun 2011. Setelah itu kuliah di Institut Teknologi Nasional Malang Jurusan Teknik Elektro S-1. Pada tahun 2016 semester Genap (8), penulis telah menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Analisa Meingkatan Indeks Keandalan Sistem 20 Kv Di G.I. Kota Dili Timor-Leste Dengan Recloser**".



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. EnergiListrik, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

Nama : Helder Putra da Cruz

NIM : 14.12.911

Program Studi : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik EnergiListrik

Judul Skripsi : **ANALISA MENINGKATKAN INDEKS KEANDALAN SISTEM PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI G.I. DILI - TIMOR LESTE DENGAN RECLOSER**

Penguji	Materi Perbaikan	Ret.
Penguji I	1. Judul dirubah harus mencantumkan <i>recloser</i>	
	a. Simulasi dalam kondisi <i>base case</i> , report hasil SAIFI dan SAIDI	
	b. Simulasi dengan semua <i>feeder</i> memakai LBS (<i>Load Break Switch</i>), report hasil SAIDI dan SAIFI	
	c. Simulasi dengan semua <i>feeder</i> memakai <i>recloser</i> , report hasil SAIDI dan SAIFI.	
	d. Pemilihan <i>feeder</i> harus ada alasan, tidak standar <i>trial & error</i>	
Penguji II	1. Judul dirubah harus mencantumkan <i>recloser</i>	

Disetujui:

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
 NIP.Y.1018500108

Dosen Penguji II

Ir. Choirul Saleh, MT
 NIP.Y. 1018800190

Mengetahui:

Dosen Pembimbing I

Ir. Ni Putu Agustini, MT.
 NIP.Y. 1030100371

Dosen Pembimbing II

Ir. Taufik Hidayat, MT.
 NIP.Y.10187000151



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : HELDER PUTRA DA CRUZ
NIM : 14.12.911
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : **ANALISA MENINGKATKAN INDEKS KEANDALAN SISTEM PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI G.I DILI - TIMOR LESTE DENGAN RECLOSER**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : **Senin**
Tanggal : **15 Agustus 2016**
Dengan Nilai : **82.69(A)**

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.P. 1030100361

Anggota Penguji

Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP.Y.1018500108

Penguji II

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y. 1018800190



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Helder Ruba Da Cruz
NIM : 4.12.911.
Perbaikan meliputi :

- ① Judul di rubah \rightarrow Ringkas, mencakup, reclose spt pd lembar Bumbu
- ② Base case \rightarrow Kombinasi LBS & Reclose
 - a) \rightarrow 4 feeder LBS & 2 feeder reclose
 \rightarrow SAIDI SAIFI = ?
 - b) \rightarrow Semua feeder ~~re~~ LBS \rightarrow saidi, saifi?
 - c) \rightarrow Semua feeder Reclose \rightarrow saidi, saifi?
 - d) \rightarrow Pemilihan feeder harus ada alasan
tidak sekedar trial and error

Malang, 15 Agustus 2016

(Abraham Loui)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : *HELDER PUTRA DA CAHU*
NIM : *14120911*
Perbaikan meliputi :

Sebaiknya judul skripsi yang pada lembar Monitoring, Gambar dan Spesifikasi

Malang,

(_____)



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016

Nama Mahasiswa : Helder Putra da Cruz
NIM : 1412911
Nama Pembimbing : Ir. Ni Putu Agustini, MT.
Judul Skripsi : ANALISA PERBANDINGAN LOAD BREAK SWITCH (LBS)
DENGAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN INDEKS
KEANDALAN SISTEM PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV
DI G.I DILI - TIMOR LESTE

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	Selasa/5 April 2016		Perubahan Judul skripsi	
2	Selasa/14 April 2016		Konsultasi mata	
3	Selasa/10 Mei 2016		Konsultasi program	
4	Selasa/21 Mei 2016		BAB IV & V	
5	Jumat/1 Aug 2016		Aec Seminar Has 1	
6	Selasa/1 Agustus 2016		Revisi BAB IV & V	
7	Jumat/12 Agustus 2016		Aec kepef keanon skripsi	

Malang,

(Pembimbing

Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP.Y. 1030100371



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Helder Putra da Cruz
NIM : 1412911
Nama Pembimbing : Ir. Taufik Hidayat, MT.
Judul Skripsi : **ANALISA PERBANDINGAN LOAD BREAK SWITCH (LBS)
DENGAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN INDEKS
KEANDALAN SISTEM PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20
KV DI G.I DILI - TIMOR LESTE**

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	Selasa, 18/06/17 Aee	13 ⁰⁰ - 13 ³⁰	Revisi bab IV dan kesimpulan Seminar Ibtara.	
2	Rabu 16/06/18	11 ³⁰ - 12 ⁰⁰	Aee membahas capaian Skripsi	
3				
4				
5				
6				
7				

Malang, 18 Juli 2016

Pembimbing

Ir. Taufik Hidayat, MT.

NIP V 10187000151



REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DE TIMOR-LESTE
MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
VUCE MINISTRO OPTC
DIRECÇÃO GERAL DA ELECTRICIDADE
DIRECÇÃO NACIONAL DISTRIBUISAUN ENERGIA ELECTRICA
Rua Estrada de Balide Caicoli Dili, edificio Central Tlf 3331033

Nomor : 197/DNDEE / IV / 2016

Data, 19 / 4 / 2016

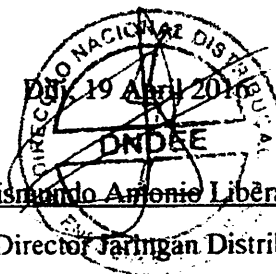
Kepada YTH : **Bapak M.Ibrahim Ashari,ST,MT**

Prihal : Pemberitahaun penerimaan Mahasiswa untuk pengambilan data.

Dengan hormat,

Bersama dengan surat ini pemerintahan Timor Leste melalui kementerian pekerjaan Umum dan Komunikasi urusan Kelistrikan Timor Leste – EDTL menyampaikan kepada Bapak selaku ketua Jurusan Teknik Elektro S-1, bahwa mahasiswa yang bersangkutan dalam surat tugas pengambilan data untuk keperluan penulisan skripsi tidak keberatan untuk membantu. Demikian surat ini di buat untuk digunakan sebagai mestinya.

Atas kerjasamanya kami tak lupa ucapakan terimah kasih



(Segismundo Antonio Liberato,ST,MT)

Director Jaringan Distribusi



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-258/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : Survey Pengambilan Data Skripsi

6 April 2016

Kepada : Yth. Bp. **Direktur Jaringan Distribusi 20 kV**
di – Dili-Timor Leste

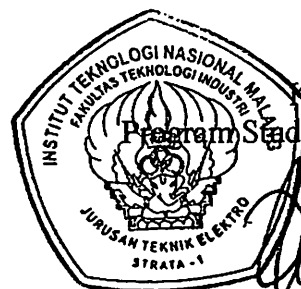
Dengan hormat,

Bersama ini kami mohon kebijaksanaan Bapak/Ibu agar mahasiswa kami dari Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi T. Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang dapat diijinkan untuk melakukan survey dalam rangka pengambilan data skripsi, mulai tanggal 18 April 2016 sampai dengan 24 April 2016.

Mahasiswa tersebut adalah:

No	Nama	NIM
1.	Helder Putra da Cruz	1412911
2.	Mario Da Costa Soares	1212024
3.		
4.		

Demikian atas perhatian dan kebijaksanaannya kami ucapkan terima kasih.



Ketua
Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-210/EL-FTI/2015

8 Maret 2016

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI (Baru)

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ni Putu Agustini, Ir., M.I
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Heider Putra Da Cruz
Nim : 1412911
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : T. Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ Semester Genap Tahun Akademik 2015-2016 ”

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik
Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN 21073-ITN2015

8 Maret 2016

Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI (Baru)
Kepada : Yth. Bapak/Ibu Taufik Hidayat, Ir., MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Heider Putra Da Cruz
Nim : 1412911
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : T. Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2015-2016 "

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

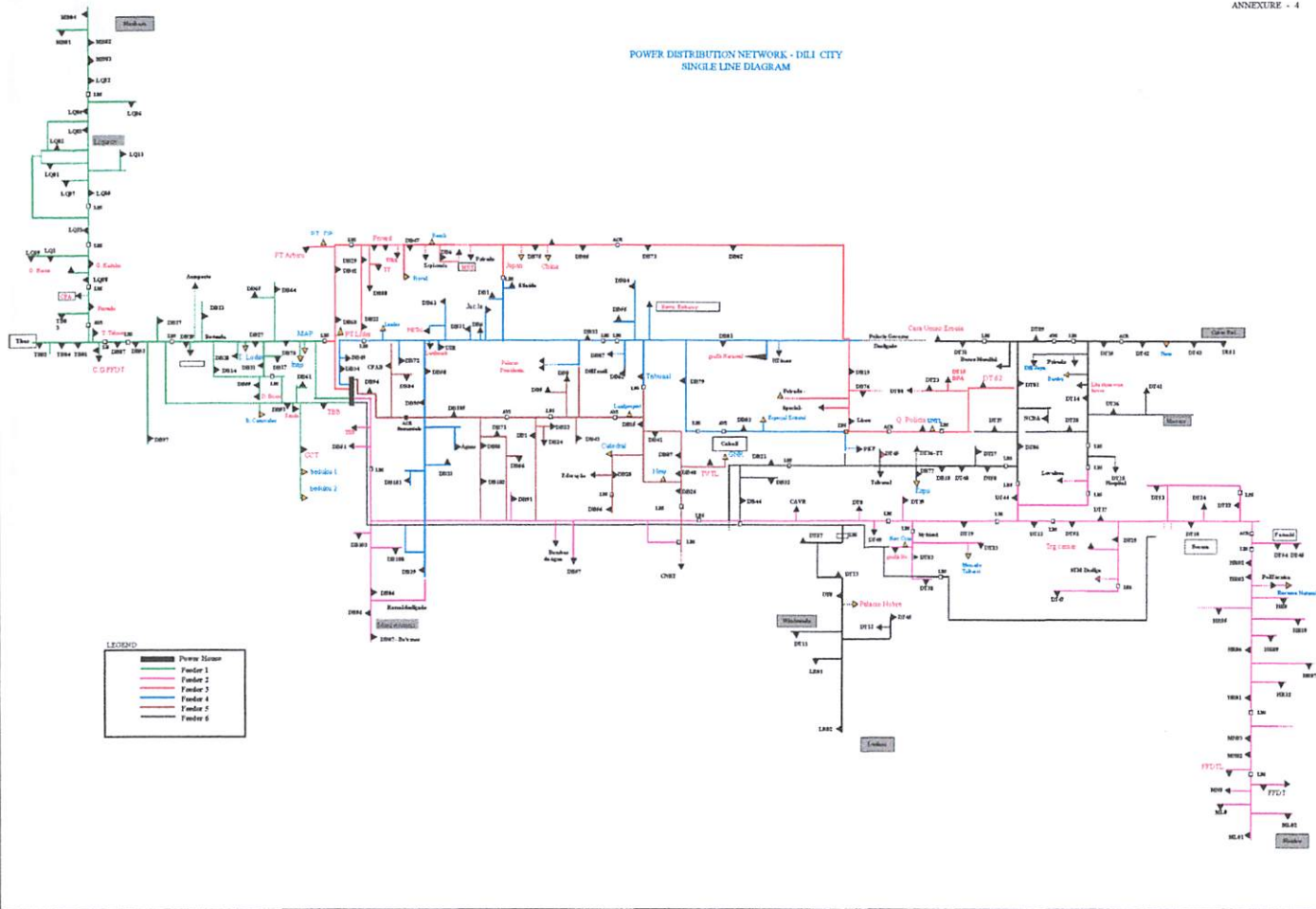


Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

POWER DISTRIBUTION NETWORK - DELHI CITY
SINGLE LINE DIAGRAM

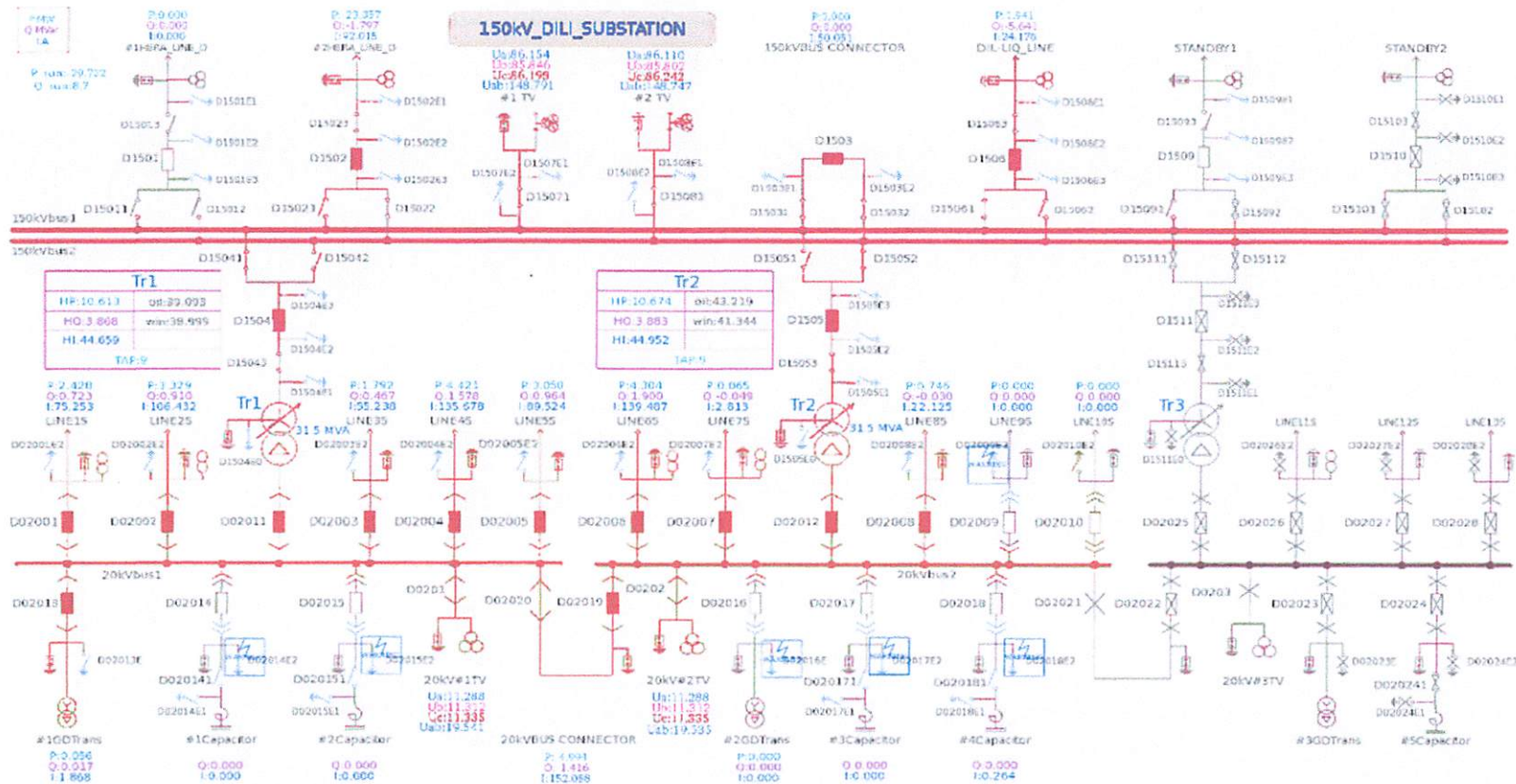


LEGEND

	Power Station
	Feeder 1
	Feeder 2
	Feeder 3
	Feeder 4
	Feeder 5
	Feeder 6



Operation Mode in Dili Substation



150KV: #2HERA-LINE, #2TR on BBII, LIQUICA-LINE, #1TR ON BB I, BC closed, #1TR go (ES) closed.
 20KV: 1S,2S,3S,4S,5S, #1GT on Bus I, 6S,7S, 8S on BB II, Bus tie closed
 DC system: #1 Charger on DC Bus I, #2 Charger on Bus II, Bus tie closed.

1	Privado	TBB New	800			Privado	900
2	DB51	Pompa Air	100				100
3	DB103	Motor Cross	100	1			100
4	DB100	Canosiana	100				100
5	DB86	Asgor	100				100
6	DB96	Perumahan Bumi P	100				100
7	DB87	Bemos Lisbutak	100				100
8	DB91	Fabrik Blok Fatumeta	160				400
9	DB..	Bombas de Agua	100				100
10	DB57	Ailok Laran	160				150
11	Privado	CAVR	200	1			200
12	DT02	Balide	250	1			200
13	DT57	Lahane barat	50				66
14	DT13	Bomba Agua	160			1	130
15	DT00	Palacio Nobre	160				150
16	DT11	Hospital Lahane	100				100
17	DT04	SPK lahane	160				160
18	DT12	TVRI	160				120
19	DT46	SCTV	100				100
20	Privado	Grafik Nasional 2 New	160				1
21	LR01	Laulara	50				25
22	LR02	Laulara	100				73
23	DT03	Taibesi Calma	200				160
24	DT33	Taibesi Elisabeth	250				200
25	DT38	Aituri Laran	160				100
26	DT49	Sao Jose	100	1			500
27	DT39	Santa Cruz	160				160
28	DT19	Bemori	250				250
29	DT44	Kuluhun de Baixo	200	1			150
30	DT21	Culuhun Alto (california	200				200
31	DT52	Mercado Becora	160				160
32	DT17	Igreja Becora	160	1			160
33	DT29	SMKK AREA	160				160
34	DT47	Becusi	160	1			600
35	Privado	STM becora Disconectea	200				500
36	Privado	Senai brazil	250				200
37	DT18	Becora colao (Ex asrama	200	1			200
38	DT24	Comarca Becora	100				100
39	DT22	Bedois	160				122
40	DT54	Ant.TVTL/RTP	50				110
41	DT45	Ant.T Telecom	100				34
42	HR 02	Bomba Be Acanunu	100				26
43	HR 03	RDn Pertanian	50	1			24
44	HR..	Politeknik Hera	250				200
45	HR..	Politeknik Hera	100				100
46	HR 05	Kehutanan	100				80
47	HR 10	BTN hera	50				90
48	HR 09	Eis TVRI	100				72
49	HR 07	Perikanan	25				20
50	HR 06	Eis Brimob Hera	160	1			100
51	HR 12	Naval	250			1	150
52	HR 01	Igreja Hera	100				100
53	Mnt 01	Metinaro kota	160				48
54	Mtn 02	Metinaro Eskola	50	1			36
55	Mtn..	FFDTL	250				200
56	Mtn..	FFDTL Trainning Center	315				300
57	Mtn	Casa de FFDTL New	100				24
58	Mln 01	Manleu Kota	250				500
59	Mln 02	SD Manleu	100				2
60	Mln 03	Be Bomba	25				23
61	DT foun	Taibesi China Rate	160				100
		Total k V A Feeder II	9385	11		2	9736

1	DB68	Bebonuk 01	160	1		100
2	DB 42	Bebonuk SD	200			150
3	Privado	Arbiru Hotel New	160			100
4	DB 29	Pertamina	200			190
5	DB 22	Pantai Kelapa	250	1		260
6	DB 88	Markado Comoro	250			270
7	DB 89	PK/ mota ruak New	200			160
8	Privado	E. Malaysia	100			90
9	Privado	E. USA	250			110
10	Privado	Casa Alcino	160			111
11	DB 47	E. Japaain	160			115
12	Privado	Hotel Explanada	800			800
13	DB 69	Marconi	160			160
14	Privado	M. Extranjeiros	800			2
15	Privado	Aust. Coumpoun	315			280
16	DB 75	Casa Milha	200		Privado	150
17	Privado	E. china	250		Temporari	200
18	DB 05	Farol	200	1		160
19	DB 73	Igreja Motael	160			140
20	DB 02	Jardin 5 de Maio Colme	250			200
21	DB 19	B N U	250			216
22	DB 76	Bentfica	160		1	300
23	Privado	HOSPITAL NASIONAL	200			150
24	Privado	Liceu UNTL	315			270
25	Privado	Ministerio Justisa	160		Privado	120
26	Privado	Quartel Policia New	200			150
27	DT 23	Resende	200		Privado	150
28	DT 15	B P A	160			160
29	DB 08	Palacio Guverno	1000		1	800
30	Privado	Leader supermarkado	315			260
31	DB Fouin	Bebonuk Tasi	250			200
32	DT 62	Escola Cina New	250	1		200
	T A T A L	KVA Feeder III	8685	4	2	

1	DB34	Central Comoro	225						150
2	DB49	Bombas de Agua	100	1					160
3	DB72	SD Aimutin	160						150
4	DB 58	Aimutin	200						170
5	DB 95	BTN Aimutin	200						250
6	DB 30	RRI Almetlaran	100						250
7	Privado	AGUAMOR	100						200
8	DB 101	Usindo II	50						100
9	DB 39	Manleuana	160						250
10	Privado	LAND MARK	315						160
11	DB63	Fatuhada BTN	160						160
12	Privado	PDITol New	160					Privado	800
13	DB11	Fatuhada	250					Privado	160
14	DB67	Emb Australia	315						2
15	Privado	Palm Spring/Jacson lay	200						600
16	DB 12	Kampung Alor	250						200
17	Privado	Armazem farmacia (Sar	200						200
18	DB33	Balai Prajurit	250						200
19	Privado	Palacio presidenti New	800						160
20	Privado	Edificio Fomento	250						250
21	Privado	Pabrik Café	100						250
22	DB 55	Palapaso	160	1					160
23	DB04	SD Farol	200						500
24	Privado	Emb.NewZealand New	160						800
25	DB81	Jardin Integracao	100						140
26	Privado	Grafik Nasional I New	100					Privado	150
27	Privado	HOTEL TIMOR	850						150
28	DB 79	Colmera	200						160
29	DB03	EDTL Caicoli/ Estatal	250						5
30	DB Foun	Colmera Tribunal Distrit	200						210
31	Privado	Ministerio Publico	500	1	1	1	0		200
	T A T A L	k V A Feeder IV	7265	3	1	1	0		7297

1	DB 94	Delta 03	250						250
2	DB84	Delta 01	200						200
3	Privado	E T T (East Timor Tradir	100						100
4	DB105	Hudliaran	160				1	Desmontad	160
5	DB71	Ald.Rai nain (surik mas 2	160						160
6	DB85	Surikmas 01	100						100
7	DB102	Osindo 01	160						160
8	DB56	Surik Mas 03	200						200
9	DB23	SD Perunas BP	160						160
10	DB 24	Perumnas BP	200		1				200
11	DB16	Eis Brimob BP	200						200
12	DB 01	Lanud BP	125						125
13	DB 54	Bairo pite (Lavandaria)	250						250
14	DB 43	Maloa	100	1					1000
15	DB 15	Caritas/porcurador gera	250						250
16	DB 28	Catedral (Minist. Educa	315	1					315
17	Privado	Educacao	160						160
18	DB 66	Tuana Laran	200	1					200
19	DB 41	Vila Verde	160		1				160
20	DB 07	EDTL Caicoli	250	1					250
21	DB 48	UNTIM Lama	200						200
22	DB 26	Matadouro	250						250
23	Privado	C N R T	250	1					250
24	DB.....	T V T L New	160						160
	T A T A L	k V A Feeder V	4560	5	2	1			3500

1	DB 44	Bombeiros	250				250
2	DB 32	Mascarenhas	250				250
3	DB 21	D P R	200				200
4	DB 23	Hotel Rezende	200				200
5	Privado	G N R	200				500
6	Privado	Tribunal Recurso	100	1			100
7	DB 18	Mercado Lama	160				160
8	DB 77	Mercado Palmeran	160	1			160
9	DB 36	Timor Telekom	400				400
10	DT 48	Puti Bungsu / Bairro Eco	100				100
11	DT 27	Star King	160				160
12	DT 58	Sakura Tower	250				250
13	DB 06	Ailele-Hun	250				250
14	DT 37	Jacinto	250				360
15	Privado	N C B A	100				200
16	DT 01	Suzuki	500				800
17	DT 31	Hotel Dili	250	1			250
18	Privado	Casa Eropea	250	1			250
19	Privado	Barco Mundial	100				100
20	DT 35	Bidau Santa-Ana	160				160
21	DT 14	Bidau Senggol	200				256
22	DT 15	Hospital Toko Baru	650	1			650
23	DT 42	Hotel 2001	250				250
24	DT 43	Areia Branca	160	1			160
25	DT 41	Bidau Massaur	160				160
26	DT 28	Bengkel Akam	160	1			160
27	DT 08	Dili Jaya (Jap kong)	250				255
28	Privado	Lita Store wire house	160	1			160
29	DT 36	Bidau Toko Baru	160				160
	T O T A L	k V A Feeder Express	6440	8	0	0	7311
	Tot		43940				47545
	Tot		238				
	Total LBS			38			
	Total AVS				4		
	Total ACR					5	

ELECTRICIDADE DE TIMOR LESTE. (EDTL)
Rua De Caicoli Dili - Timor Leste



Summary

No	Feeder	Total Length	Total Trafo	Total Load kVA	Total Customer
1	I	1.364 Poles 75.020 kms	51	7605	7517
2	II	1.226 Poles 67.430 kms	60	9385	9736
3	III	251 Poles 13.806 kms	32	8685	6724
4	IV	292 Poles 16.060 kms	31	7265	7297
5	V	275 Poles 15.125 kms	24	4560	8660
6	Express	318 Poles 17.490 kms	29	6440	7311
TOTAL POLES		3.726 Poles	227		
		204.931 kms			
TOTAL k V A				43940	47245



NATIONAL POWER GRID OF TIMOR-LESTE
Dispatching Centre Of National Power Grid

Monthly Operation Data Statistic (20kV) of Dispatch Centre in (February) of 2016

Monthly data statistic for 20kv system								
Name of Substation	20kV feeder	Active Power		Reactive Power		Switch Tripping Count	Reason of Tripping	Remarks
		Pmax	Pmin	Qmax	Qmin	Statistic for 20kV		
Dili SS	#1 Feeder(D02001)	3.549		1.324		8	OC_I,OC_SOTF, OC_SOTF	58
	#2 Feeder(D02002)	7.68		2.103		4	ROC_I,ROC_II,ROC_SOTF,OC_SOTF	
	#3 Feeder(D02003)	7.583		2.715		7	ROC_I,OC_SOTF, AR	
	#4 Feeder(D02004)	4.786		1.741		9	ROC_I,ROC_II,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
	#5 Feeder(D02005)	5.644		1.929		8	ROC_I,ROC_SOTF,OC_II,OC_SOTF	
	#6 Feeder(D02006)	6.399		2.566		5	ROC_I,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
	#7 Feeder(D02007)	1.186		-0.168		6	ROC_I,ROC_II,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
	#8 Feeder(D02008)	1.335		-0.122		11	ROC_I,ROC_SOTF,OC_II,OC_SOTF	
Liquica SS	#1 Feeder(L02002)	0.243		-0.015		5	ROC_I,OC_SOTF, PH	13
	#2 Feeder(L02003)	1.401		0.278		8	ROC_I,ROC_SOTF,OC_I,OC_II,OC_SOTF	
Manatuto SS	#3 Feeder(M02007)	0.634		0.157		6	ROC_I,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
	#4 Feeder(M02008)	0.428		0.071		2	ROC_I,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
	#5 Feeder(M02009)	0.558		0.538		18	ROC_I,ROC_II,OC_I,OC_II,OC_SOTF	
Baucau SS	#1 Feeder(B02002)	1.051		-0.157		10	ROC_I,ROC_II,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	67
	#2 Feeder(B02003)	1.647		0.452		25	ROC_I,ROC_II,ROC_SOTF,OC_I,OC_II,OC_SOTF	
	#3 Feeder(B02007)	1.38		-0.127		32	ROC_I,ROC_SOTF,OC_I,OC_II,OC_SOTF	
LOSPALOS SS	#1 Feeder(LP02002)	1.214		-0.181		3	ROC_I,OC_J,OC_II	15
	#2 Feeder(LP02003)	0.258		0.028		4	ROC_I,OC_J,PH	
	#3 Feeder(LP02006)	1.438		0.143		8	ROC_I,OC_J	
Viqueque SS	#1 Feeder(V02002)	0.682		-0.082		2	ROC_I,OC_J	41
	#2 Feeder(V02005)	1.129		-0.08		28	ROC_I,ROC_SOTF,OC_J,OC_SOTF	
	#3 Feeder(V02006)	0.811		0.263		10	ROC_I,ROC_II,OC_I	
Maliana SS	#1 Feeder(ML02002)	0.8		-0.146		7	ROC_I,OC_J	22
	#2 Feeder(ML02005)	1.953		0.422		14	ROC_I,ROC_II,OC_I,OC_II,OC_SOTF	
	#3 Feeder(ML02006)	0.682		-0.093		1	ROC_I,OC_J,OC_SOTF	
Cassu SS	#1 Feeder(C02002)	1.981		0.097		22	ROC_I,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	22
Suai SS	#3 Feeder(S02007)	0.829		-0.03		10	ROC_I,ROC_SOTF,OC_J,OC_SOTF	37
	#3 Feeder(S02009)	2.223		0.157		5	ROC_I,ROC_SOTF,OC_I,OC_SOTF	
Total						277		277
Approved by:	苏兆鹏	Checked by	张双锁			Recorded by:	刘志峰	

Remarks:

OC_I:Over-Current stage 1

OC_II:Over-Current stage 2

OC_SOTF:Switch On To Feak Over-Current

ROC_SOTF:Switch On To Feak Residual Over-current

ROC_I:Residual Over-Current stage 1

ROC_II:Residual Over-Current stage 2

SOTF:Switch On To Feak

PH:Phase

AR:Auto Reclose

