

**EVALUASI *EXPECTED ENERGY NOT SUPPLIED (EENS)*
TERHADAP KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 kV
KOTA PADANG**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu(S1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

OLEH:

SYARIF HIDAYATULLAH
NPM : 1010017111032



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2015**

LEMBARAN PENGESAHAN

**EVALUASI *EXPECTED ENERGY NOT SUPPLIED (EENS)*
TERHADAP KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 kV
KOTA PADANG**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1)
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

SYARIF HIDAYATULLAH
NPM : 1010017111032

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Cahayahati, MT

Ir. Ija Darmana, MT

Diketahui Oleh:

Fakultas Teknologi Industri
Dekan

Jurusan Teknik Elektro
Ketua

Drs. Mulyanef, M.Sc
NIP: 19590208 198701 1001

Ir. Hj. Arnita, MT
NIP: 19622411 199203 2002

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Allah memberikan hikmah dan ilmu yang berguna
Kepada siapa saja yang dikehendaki-Nya
Barang siapa yang mendapat hikmah-Nya
Sesungguhnya ia telah dianugerahi karunia yang banyak
Dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran
Kecuali orang-orang yang berakal*

(QS : Al baqarah : 269)

*Tak terhitung lembaran-lembaran rupiah
Tak terhitung tetesan air mata
Tak terbilang untaian-untaian do'a
Dengan penuh liku dan rintangan
Satu cita telah tercapai, sepenggal asa kuraih
Namun ...perjalanan masih teramat panjang*

*Inilah awal sebagian perjalanan hidupku,
Yang kuraih dengan beriring do'a
Do'a yang kupersembahkan dengan sepenuh hati*

Ya Allah S.W.T..... Alhamdulillah....

*Aku bersujud dan bersyukur padamu ,,dengan segenap kerendahan hati
Kupersembahkan karya ini , untuk orang yang sangat kusayangi....*

Teruntuk Keluargaku Tercinta

Untuk kedua orang tuaku yang teramat kusayangi, yang tak pernah putus-putusnya mendoakan anakmu ini. Jasa-jasa Amak dan Apak tidak akan pernah dapat dibalas dengan apapun juga. Alep harap dengan selesainya sekolah Alep ini, dapat membantu Amak dan Apak dikemudian hari...

Untuk abang-abang ku (Sahirman, Agusman, Dasrizal) dan kakakku (Noviyanti) terima kasih atas bantuannya baik dari sisi materi maupun non materi. Buat Adekku (Ilham), semoga cepat wisudanya menyusul abangmu ini..

Teruntuk Belahan Hatiku

Untuk wanita yang teramat kusayangi (Arwis S.Pd) terimakasih ya yank, atas semua perhatian dan doanya yang tidak henti-hentinya. Maaf ya yank, Ayah baru bisa menyusul sekarang. Semoga dengan selesainya kuliah Ayah, ini sebagai langkah awal untuk sukses dikemudian hari. Amiin..

Teruntuk Teman Seperjuangan di Teknik Elektro

Untuk kawan-kawan dan mahasiswa teknik elektro yang sama-sama wisuda (Tomí, Rema , Dino , Erwin, Bg Dian, Bg Ridho, Bg Putra, Bg Cago, Bg Ian, Marti, Rifki, Yudhi, Emil, Ichsan, Yoga, Ridho) akhirnya kita bisa wisuda juga.. Semoga kita semua sukses di kemudian hari. Amiin...

Untuk kawan-kawan angkatan 2010 yang lagi proses pengerjaan skripsi (Anjang, Ryan, Damuk, Buya) jangan pernah patah semangat. Terukhus kepada teman 2010 yang masih menggalau (Nanda, Topik, Edo, Ezi) sampai kapan mau menggalau.. Cepatlah selesaikan kuliahnya, biar bisa wisuda juga nanti, Amiin...

Untuk junior 2011,2012 dan yang lainnya semoga kalian bisa menyusul wisuda kedepannya, Amiin...

ABSTRAK

Sistem distribusi tenaga listrik tidak lepas dari adanya gangguan, baik gangguan dari dalam sistem maupun dari luar sistem. Gangguan yang terjadi akan menyebabkan adanya energi listrik yang tidak mengalir kepada konsumen. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisa jumlah energi yang tidak tersalurkan terhadap konsumen selama gangguan tersebut. Penelitian berlangsung selama Januari sampai dengan Desember 2014. Penelitian ini menggunakan software ETAP (Electrical Transient and Analysis Program) dengan metode Single Contingency atau Kontingensi Tunggal. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa jumlah energi yang tidak tersalurkan selama adanya gangguan yaitu 518,054 MW/tahun. Sementara kerugian yang diterima oleh pihak PLN sebagai penyalur energi listrik yaitu Rp 628.917.556,- (enam ratus dua puluh delapan juta sembilan ratus tujuh belas ribu lima ratus lima puluh enam rupiah) selama periode Januari hingga Desember 2014.

ABSTRACT

Electrical power distribution system is not free from interference, both interference from within the system and outside the system. Intrusion attempts will cause the electrical energy does not flow to the customer. This study aimed to analyze the amount of energy that is not channeled to the consumer during the disorder. The research was conducted during January to December 2014. This study uses a single contingency method and software ETAP (Electrical Transient and Analysis Program) as a tool for calculation. From the research that has been conducted shows that the amount of energy that is not channeled during a disturbance that is 518.054 MW / year. While losses are accepted by the PLN as a supplier of electrical energy that is Rp 628.917.556, - (six hundred twenty eight million and nine hundred seventeen thousand and five hundred fifty six rupiah) during the period January to December 2014.

KATA PENGANTAR

Dengan kesempatan yang sangat berbahagia ini, penulis panjatkan puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT pemilik alam dan segala isinya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan petunjuk dan pertolongan-Nya. Tidak lupa pula shalawat dan beriring salam kepada tauladan seluruh umat manusia Rasulullah SAW yang telah membuka tabir gelap dunia dari zaman zahiliyah ke zaman sekarang ini,.

Penulisan skripsi ini disusun adalah dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana Strata-1 pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta. Adapun judul skripsi penulis adalah **“EVALUASI *EXPECTED ENERGY NOT SUPPLIED (EENS)* TERHADAP KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 kV KOTA PADANG”**.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat gagasan, saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

Bapak Ir. Cahayahati, MT (pembimbing I)

Bapak Ir. Ija Darmana, MT (pembimbing II)

Selain itu penulis juga banyak mendapatkan bantuan, arahan maupun motivasi serta bantuan dari segi moril maupun materil. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Drs. Mulyanef, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
2. Ibu Ir. Hj. Arnita, MT selaku ketua jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Mirza Zoni, ST, MT selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. N.H Kresna, MT, selaku pembimbing akademik jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

5. Seluruh dosen serta karyawan dilingkungan Teknik Elektro yang telah memberikan pengajaran, arahan, nasehat, mendidik sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang perkuliahan dan skripsi ini.
6. Kepada kedua orang tua saya yang terus selalu memberikan doa restu yang tidak pernah putus.
7. Kepada seluruh teman-teman, senior, junior jurusan Teknik Elektro atas dukungan, bantuan dan motivasinya hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan kebaikan yang tiada tara.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kejanggalan dan kekurangan, disebabkan kemampuan penulis masih terbatas, namun berkat kesungguhan dan dorongan serta bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat juga penulis selesaikan dengan baik.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan teknik Elektro di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Padang, November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tinjauan Pustaka	2
1.3. Definsi Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Metodologi Penelitian	4
BAB 2 SISTEM DISTRIBUSI 20 kV	6
2.1. Umum	6
2.1.1. Keandalan Sistem Distribusi	7
2.1.2. Klasifikasi Beban Listrik	8
2.1.3. Standar Tegangan	8
2.2. Klasifikasi Jaringan Distribusi	11
2.2.1. Berdasarkan Ukuran Tegangan	11
2.2.2. Berdasarkan Ukuran Arus	11
2.2.3. Berdasarkan Sistem Penyaluran	12
2.2.4. Berdasarkan Konstruksi Jaringan	13

2.3. Tipe Jaringan Distribusi	14
2.3.1. Jaringan Radial	14
2.3.2. Jaringan Hantaran Penghubung (Tie Line)	15
2.3.3. Jaringan Lingkaran (Loop)	15
2.3.4. Jaringan Spindel	16
2.3.5. Jaringan Mesh	17
2.3.6. Jaringan Gugus atau Kluster	17
2.4. Komponen Jaringan Distribusi	18
2.4.1. Gardu Induk	18
2.4.2. Pemutus Tenaga (PMT)	18
2.4.3. Transformator	19
2.4.4. Busbar (Rel)	20
2.4.5. Gardu Hubung	21
2.4.6. Gardu Distribusi	21
2.4.7. Tiang	22
2.4.8. Isolator	22
2.4.9. Penghantar	23

BAB 3 ENERGI YANG TIDAK TERSALURKAN **24**

3.1. Gangguan Pada Sistem Distribusi	24
3.2. Keandalan Sistem Distribusi	26
3.3. Pemodelan Jaringan	28
3.3.1. Sistem Seri	29
3.3.2. Sistem Paralel	30
3.3.3. Kombinasi Sistem Seri dan Paralel	32
3.4. Indeks Utama Keandalan Sistem Distribusi	34
3.4.1. Laju Kegagalan	35
3.4.2. Rata-Rata Waktu Kegagalan	35
3.4.3. Waktu Pemadaman Rata-Rata Tahunan	35
3.5. Indeks Keandalan Pada Sisi Pelanggan	36
3.5.1. SAIFI	36
3.5.2. SAIDI	37
3.5.3. ASAI	36

3.5.4. ASUI	37
3.6. Indeks Keandalan Pada Sisi Energi	37
3.6.1. ENS	37
3.6.2. AENS	37
3.7. Energi Yang Tidak Tersalurkan	38
3.8. ETAP dan Energi Yang Tidak Tersalurkan	38
3.8.1. ETAP	38
3.8.2. Langkah-langkah dalam Simulasi ETAP	39
3.8.3. Data yang Dibutuhkan untuk Simulasi ENS pada ETAP	41
3.9. Flowchart Menghitung Energi yang Tidak Tersalurkan	45
BAB 4 ANALISA <i>EXPECT ENEGY NOT SUPPLIED</i> (EENS)	
SISTEM DISTRIBUSI 20 kV KOTA PADANG	47
4.1. Sistem Distribusi Kota Padang	47
4.2. Data Gangguan Sistem	49
4.2.1. Data Jumlah Gangguan	49
4.2.2. Data Lama Gangguan	52
4.3. Data Beban Kota Padang	54
4.4. Perhitungan	55
4.4.1. Laju Kegagalan ()	55
4.4.2. Rata-Rata Waktu Kegagalan (r)	57
4.4.3. Waktu Rata-Rata Gangguan Tahunan (U)	58
4.5. Energi yang Tidak Tersalurkan (ENS)	60
4.5.1. Perhitungan Manual	60
4.5.2. ENS Pada ETAP	63
4.5.3. Analisa	68
BAB 5 KESIMPULAN	70
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Proses Penyaluran Tenaga Listrik	6
Gambar 2.2: Konstruksi Jaringan Horizontal	13
Gambar 2.3: Konstruksi Jaringan Vertikal	14
Gambar 2.4: Sistem Jaringan Radial	15
Gambar 2.5: Sistem Jaringan Tie Line	15
Gambar 2.6: Sistem Jaringan Loop	16
Gambar 2.7: Sistem Jaringan Spindel	16
Gambar 2.8: Sistem Jaringan Mesh	17
Gambar 2.9: Sistem Jaringan Kluster	17
Gambar 2.10: Gardu Induk	18
Gambar 2.11: PMT	18
Gambar 2.12: Current Transformator	19
Gambar 2.13: Potensial Transformator	20
Gambar 2.14: Transformator Daya	20
Gambar 2.15: Busbar	20
Gambar 2.16: Gardu Hubung	21
Gambar 2.17: Gardu Distribusi	22
Gambar 2.18: Gardu Tiang Distribusi	22
Gambar 2.19: Isolator	23
Gambar 2.20: Kawat Jenis AAC	23
Gambar 3.1: Grafik Cost dengan Reliability	28
Gambar 3.2. Blok diagam sistem seri dua komponen	29
Gambar 3.3. Blok diagram seri dengan n komponen	30
Gambar 3.4. Blok diagram paralel dengan dua komponen	31
Gambar 3.5. Blok diagram sistem paralel dengan n komponen	31
Gambar 3.6. Blok diagram sistem seri-paralel	33
Gambar 3.7. Blok diagram sistem seri-paralel	34
Gambar 3.8: Tampilan Awal ETAP	39
Gambar 3.9: Tampilan New Project ETAP	40

Gambar 3.10: Tampilan User Information ETAP	40
Gambar 3.11: One Line Diagram ETAP	41
Gambar 3.12: Tampilan Data Generator ETAP	42
Gambar 3.13: Tampilan Data Trafo ETAP	42
Gambar 3.14: Tampilan Data Transmisi ETAP	43
Gambar 3.15: Tampilan Data Bus ETAP	43
Gambar 3.16: Tampilan Data Beban ETAP	44
Gambar 3.17: Flow Chart Reliability Menggunakan ETAP	45
Gambar 3.18: Hasil Simulasi Reliability Menggunakan ETAP	46
Gambar 4.1: Single Line Diagram Sistem Distribusi kota Padang	48
Gambar 4.2: Konfigurasi Sistem Distribusi Kota Padang	49
Gambar 4.3: Window untuk memasukkan nilai keandalan	64
Gambar 4.4: Hasil perhitungan ETAP untuk mencari nilai keandalan	65
Gambar 4.5: Hasil perhitungan ETAP untuk mencari nilai ENS	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Standar Tegangan Nominal dan Tegangan Tinggi	9
Tabel 2.2: Standar Tegangan Transmisi dan Distribusi	10
Tabel 4.1: Pembagian Sumber dan Feeder Sistem Distribusi kota Padang	47
Tabel 4.2: Data Gangguan Sistem 20 kV kota Padang (Januari-Desember 2014)	50
Tabel 4.3: Data Lama Gangguan Pada Sistem 20 kV kota Padang (Januari-Desember 2014)	52
Tabel 4.4: Data Beban Sistem 20 kV kota Padang (Desember 2014)	54
Tabel 4.5: Data Hasil Laju Kegagalan Pada Sistem 20 kV kota Padang	56
Tabel 4.6: Data Hasil Rata-Rata Waktu Kegagalan Pada Sistem 20 kV kota Padang	57
Tabel 4.7: Data Waktu Pemadaman Rata-Rata Tahunan Sistem 20 kV kota Padang	59
Tabel 4.8: Data Beban Kota Padang	60
Tabel 4.8: Data Hasil Energi Tidak Tersalurkan Sistem 20 kV kota Padang	62
Tabel 4.9: Data Keandalan Peralatan Distribusi	63
Tabel 4.10: Perhitungan Manual dan ETAP	66
Tabel 4.11: Nilai SAIDI dan SAIFI untuk PLN	68
Tabel 4.12: Perbandingan nilai SAIDI dan SAIFI antara PLN dan ETAP	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I : Single Line Kota Padang

Lampiran II : Data Feeder dan Beban Kota Padang periode Januari – Desember 2014

Lampiran III :Daftar Gangguan dan Lama Perbaikan Periode Januari – Desember 2014

Lampiran IV :Hasil Simulasi ETAP