

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA
LISTRIK MENGGUNAKAN METODA *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS*
DENGAN MODEL SIMULASI *RELIABILITY ASESSMENT***

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Program Studi Teknik Elektro S1



Disusun oleh:

Sri Devi Cantika

E.5051.1707886

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG**

2021

Sri Devi Cantika, 2021

ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN METODA FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS DENGAN MODEL SIMULASI RELIABILITY ASESSMENT

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA
LISTRIK MENGGUNAKAN METODA *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS*
DENGAN MODEL SIMULASI *RELIABILITY ASESSMENT***

Oleh
Sri Devi Cantika

Sebuah tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Sri Devi Cantika
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2021

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di fotocopy, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

Sri Devi Cantika
E.5051.170788

LEMBAR PENGESAHAN

SRI DEVI CANTIKA

E.5051.1707886

Konsentrasi Teknik Tenaga Elektrik

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA
LISTRIK MENGGUNAKAN METODA *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS*
DENGAN MODEL SIMULASI *RELIABILITY ASESMENT***

Disetujui dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. Yadi Mulyadi, M. T.

NIP. 19630727 199302 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T.

NIP. 19641007 199101 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Indonesia



Dr. Yadi Mulyadi, M. T.

NIP. 19630727 199302 1 001

ABSTRAK

Keandalan sistem distribusi adalah ketersediaan energi listrik dengan penyaluran yang aman dan berkelanjutan kepada konsumen. Keandalan dipengaruhi oleh seberapa sering peralatan atau sistem mengalami gangguan (SAIFI) dan seberapa lama gangguan tersebut berlangsung (SAIDI). Tujuan dari penelitian ini yaitu memperoleh nilai keandalan SAIDI dan SAIFI penyulang CIDO dengan menggunakan metode FMEA dan simulasi *reliability assessment* di aplikasi ETAP, membandingkan nilai keandalan berdasarkan metode FMEA dan simulasi di ETAP dengan SPLN 59-1985. Untuk memperoleh nilai SAIDI dan SAIFI dengan menggunakan metode FMEA diperoleh berdasarkan analisis kegagalan yang terjadi dengan nilai laju kegagalan dan durasi gangguan peralatan/komponen terhadap banyaknya pelanggan dalam suatu penyulang, maka diperoleh nilai SAIDI yaitu 11.46 jam/pelanggan/tahun dan nilai SAIFI yaitu 3.7 kali/pelanggan/tahun. Simulasi *reliability assessment* di aplikasi ETAP dengan menggunakan *one line diagram* serta parameter keandalan komponen maka diperoleh nilai SAIDI 12.766 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI 3.87 kali/pelanggan/tahun. Mengacu dari SPLN 59-1985 maka nilai SAIDI penyulang CIDO andal dengan nilai dibawah dari 21 jam/pelanggan/tahun dan nilai SAIFI penyulang CIDO belum andal karena melebihi standar yaitu 3.2 kali/pelanggan/tahun.

Kata kunci: Keandalan, SAIDI, SAIFI, FMEA, ETAP, SPLN 59-1985

ABSTRACT

Reliability of the distribution system is the availability of electrical energy with safe and sustainable distribution to consumers. Reliability is affected by how often the equipment or system experiences a fault (SAIFI) and how long the disturbance lasts (SAIDI). The purpose of this research is to obtain the reliability value of SAIDI and SAIFI for CIDO feeders using the FMEA method and simulation reliability assessment in the ETAP application, comparing the reliability values based on the FMEA method and simulations in ETAP with SPLN 59-1985. To obtain the SAIDI and SAIFI values using the FMEA method, it is obtained based on the failure analysis that occurs with the value of the failure rate and duration of equipment/component disruption to the number of customers in a feeder, then the SAIDI value is 11.46 hours/customer/year and the SAIFI value is 3.7 times./customer/year. Simulation of reliability assessment in the ETAP application using one line diagram and component reliability parameters, the SAIDI value is 12.766 hours/customer/year and SAIFI is 3.87 times/customer/year. Referring to SPLN 59-1985, the SAIDI value of CIDO feeder is reliable with a value below 21 hours/customer/year and the SAIFI value of CIDO feeder is not reliable because it exceeds the standard of 3.2 times/customer/year.

Keywords: Reliability, SAIDI, SAIFI, FMEA, ETAP, SPLN 59-1985

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	II
KATA PENGANTAR.....	III
ABSTRAK	V
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL.....	XI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG PENELITIAN.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH PENELITIAN	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN	5
1.4 MANFAAT PENELITIAN.....	5
1.5 STRUKTUR PENULISAN TUGAS AKHIR.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 SISTEM TENAGA LISTRIK.....	7
2.2 SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK	8
2.3 SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI.....	9
2.4 SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER.....	14
2.4.1 <i>Jaringan Radial</i>	14
2.4.2 <i>Jaringan Spindle</i>	19
2.4.3 <i>Jaringan Loop</i>	20
2.5 JARINGAN DISTRIBUSI SEKUNDER	21
2.6 GARDU INDUK.....	22
2.7 GARDU DISTRIBUSI.....	23
2.7.1 <i>Jenis Gardu Distribusi</i>	24
2.7.2 <i>Peralatan Gardu Distribusi</i>	26
2.8 SISTEM PENGAMANAN JARINGAN DISTRIBUSI	31
2.9 KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK	31
2.9.1 <i>Tingkatan Keandalan</i>	32
2.9.2 <i>Laju kegagalan (Failure Rate)</i>	34
2.9.3 <i>Laju Perbaikan</i>	35
2.9.4 <i>MTBF</i>	35
2.9.5 <i>MTTR</i>	35
2.9.6 <i>SAIDI</i>	36
2.9.7 <i>SAIFI</i>	36
2.9.8 <i>CAIDI</i>	37
2.10 <i>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)</i>	37
2.11 <i>ELECTRICAL TRANSIENT ANALYSIS PROGRAM (ETAP)</i>	38
2.11.1 <i>Project Management</i>	39
2.11.2 <i>Simulasi Reliability Aessment</i>	39
2.11.3 <i>Standar IEC</i>	40
BAB III METODE PENELITIAN	41

3.1	ALUR PENELITIAN	41
3.2	LOKASI PENELITIAN.....	42
3.3	METODE PENGUMPULAN DATA	43
3.4	PENGUMPULAN DATA LAPANGAN.....	44
3.5	METODE PENGOLAHAN DATA.....	45
3.5.1	<i>Analisis FMEA</i>	45
3.5.2	<i>Simulasi Reliability Assesment Dengan Aplikasi ETAP</i>	49
3.5.2.1	Pembuatan <i>One Line Diagram</i>	49
3.5.2.2	Memasukan Data Komponen.....	50
3.5.2.3	Memasukan Data Parameter Keandalan.....	54
3.5.2.4	Analisis Simulasi <i>Reliability Assesment</i>	55
3.6	ANALISIS PERBANDINGAN METODE FMEA DAN SIMULASI <i>RELIABILITY ASESSMENT</i> DENGAN SPLN59-1985	55
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....		56
4.1	TEMUAN PENELITIAN	56
4.1.1	<i>Analisis FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)</i>	56
4.1.1.1	Identifikasi <i>Failure Mode</i>	57
4.1.1.2	Identifikasi <i>Failure Effect</i>	58
4.1.1.3	Identifikasi <i>Cause</i>	59
4.1.1.4	Menentukan <i>Correction Time</i>	60
4.1.1.5	Menghitung Laju Kegagalan Dan Waktu Perbaikan.....	61
4.1.1.6	Perhitungan Nilai SAIDI dan SAIFI Metode FMEA.....	62
4.1.2	ANALISIS SIMULASI <i>RELIABILITY ASESSMENT</i> DI APLIKASI ETAP	65
4.1.2.1	Data Komponen.....	68
4.1.2.2	Parameter Keandalan.....	72
4.1.2.3	Simulasi <i>Reliability Assesment</i>	78
4.1.2.4	Nilai SAIDI dan SAIFI.....	78
4.2	PEMBAHASAN.....	81
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI		89
5.1	SIMPULAN.....	89
5.2	IMPLIKASI.....	89
5.3	REKOMENDASI.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....		91

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, 2016. (2008). *5 Politeknik Negeri Sriwijaya*. 5–35.
- Ariento, 2018. (2018). *Risk priority number*.
- Cahyana, G. (2018). *Sistem Distribusi*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/rw98b>
- Chandra, B., & Atmodjo, S. (2016). *ESTIMASI TEGANGAN BUS PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL MENGGUNAKAN EXTENDED BRANCH CURRENT DISTRIBUTION SYSTEM STATE ESTIMATORS (EXTENDED BC-DSSE) BERBASIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) USING EXTENDED BRANCH CURRENT DISTRIBUTION SYSTEM STATE ESTIMA*.
- Dat, H. T., Tuyen, N. T. B., Nguyen Ngoc Phuc Diem, & Binh, and L. Q. (2020). *Research of Distribution Network Reliability Assessment by ETAP Software*. 16, 33–46.
- Doloksaribu, P. (2010). Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. *Dielektrika*, 1(1), 20–25. Retrieved from <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/ME/article/view/645>
- Durga Prasad, N. V. P. R., & Radhakrishna, C. (2019). Substation maintenance optimization by considering ageing equipment. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(10), 3635–3642.
<https://doi.org/10.35940/ijitee.J9795.0881019>
- Fatoni, A., Wibowo, R. S., & Soeprijanto, A. (2016). *Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT . PLN Rayon Lumajang dengan Metode FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)*. 5(2), 462–467.
- Haryantho, J. D., & Tumbelaka, H. H. (2017). Analisa Keandalan Sistem Kelistrikan Di Daerah Pelayanan P.T. PLN (Persero) Area Timika Berbasis SAIDI SAIFI. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), 71–74. <https://doi.org/10.9744/jte.10.2.71-74>
- Hendra, F., Yusmartato, & , Ramayulis Nasution, Z. P. (2020). *Analisa Kemampuan Hantar Arus Kabel Bawah Tanah*. 5(1), 1–6.

Sri Devi Cantika, 2021

ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN METODA FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS DENGAN MODEL SIMULASI RELIABILITY ASESSMENT

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Husna, J., & Pelawi, Z. (2018). Menentukan Indeks Saidi Dan Saifi Pada Saluran Udara Tegangan Menengah Di Pt. Pln Wilayah Nad Cabang Langsa. *Buletin Utama Teknik*, 3814(1), 13–17.
- Kim, C., & Kyung Lee, H. (1992). A Monte Carlo Simulation Algorithm for Finding MTBF. *IEEE Transactions on Reliability*, 41(2), 193–195. <https://doi.org/10.1109/24.257780>
- Kunal, R. (2019). RELIABILITY OF DISTRIBUTION SYSTEMS. *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001> <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055> <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006> <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024> <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252> <http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252>
- Listrik, T. T., & Buwono, M. C. (2010). Teknik Tenaga Listrik Transmission of Electrical Energy. *Makalah Teknik Tenaga Listrik*.
- Maliky, Alen Tri. Haryudo, S. I. (2020). ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20kV PADA PENYULANG PEJANGKUNGAN DI PT PLN PASURUAN MENGGUNAKAN METODE RIA (RELIABILITY INDEX ASSESMENT). *Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jaringan Distribusi 20kV Pada Penyulang Pejangkungan Dengan Metode RIA*, 09(01), 835–843.
- Munandar A, Kuwahara, 1979. (2013). Klasifikasi gardu induk. *Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Muntasyir, M. W. (2018). *Studi analisis keandalan sistem distribusi 20 kv pada pt. pln rayon palur*.
- Nolki Jonal Hontong, Maickel Tuegeh ST. MT., L. S. P. S. M. (2015). Analisa Rugi Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln Palu. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(1), 64–71.
- Nurjanah, 2015. (2015). *Suhadi,dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1 . Hal. 11 5. 5–31*.
- Perdana, W. P., Hasanah, R. N., & Dachlan, H. S. (2009). *PRIMER TIPE RADIAL GARDU INDUK BLIMBING. III*(1), 6–12.

- Permana, M. H. (2019). *Keandalan Sistem Distribusi 20 kV*.
- Perumal, M., & Mariappan, Y. (2019). *TRANSIENT STABILITY ANALYSIS FOR 6 BUS SYSTEM USING E-TAP*. (December).
- Peyghami, S., Blaabjerg, F., & Palensky, P. (2020). Incorporating Power Electronic Converters Reliability into Modern Power System Reliability Analysis. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 6777(c), 1–1.
<https://doi.org/10.1109/jestpe.2020.2967216>
- Rozeta, F. (2015). *Analisa Pemandangan Beban Untuk Mengatasi Susut Daya Pada Jaringan Distribusi Di Penyulang Jambi Pt. Pln (Persero) Rayon Kenten*. 5–26. Retrieved from <http://eprints.polsri.ac.id/1756/>
- Sailaja, C. V. S. S., Ramanamurthy, K. V., & Prasad, P. V. N. (2013). Evaluation of reliability indices using FMEA technique. *Proceedings of 2013 International Conference on Power, Energy and Control, ICPEC 2013*, 554–557.
<https://doi.org/10.1109/ICPEC.2013.6527719>
- Sharma, K. D., & Srivastava, S. (2018). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review. *Copyright Journal of Advance Research in Aeronautics and Space Science J Adv Res Aero SpaceSci*, 5(2), 2454–8669.
- Sipahutar, 2017. (2017). *Optimasi Penempatan dan Kapasitas Pembangkit Terdistribusi pada Jaringan Distribusi untuk Perbaikan Stabilitas Tegangan (Studi Kasus : Jaringan Distribusi 20 KV Dolok Sanggul)*.
- Suhadi, & Wrahatnolo, T. (2008). *Pembinaan, Direktorat Menengah, Sekolah*. Retrieved from BSE.Mahoni.com
- Surya, A., Agung, S., & Charles, P. (2017). Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kualifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), 45–57. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14864/14430>.
- Suswanto, D. (2009). *Sistem distribusi tenaga listrik*.
- Yaser, F., & Zakri, A. A. (2019). *Analisis tingkat keandalan jaringan distribusi 13,8 kv*

dengan menggunakan metode ria. 6, 1–9.

Sri Devi Cantika, 2021

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK MENGGUNAKAN METODA FAILURE MODE
EFFECT ANALYSIS DENGAN MODEL SIMULASI RELIABILITY ASESSMENT**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu