

TUGAS AKHIR

ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20KV
MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND
EFFECT ANALYSIS (FMEA)* PADA PENYULANG
PLUMBUNGAN DI PT. PLN ULP TAMAN



Disusun Oleh :

FATHAN ABI YAHYA

NBI : 1452000056

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2024

TUGAS AKHIR

**ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20KV
MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND
EFFECT ANALYSIS* (FMEA) PADA PENYULANG
PLUMBUNGAN DI PT. PLN ULP TAMAN**



Disusun Oleh :

FATHAN ABI YAHYA
NBI : 1452000056

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2024

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

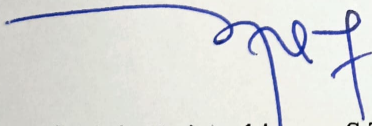
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Fathan Abi Yahya
NBI : 1452000056
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA KEANDALAN SISTEM
DISTRIBUSI 20KV MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT
ANALYSIS* (FMEA) PADA PENYULANG
PLUMBUNGAN DI PT. PLN ULP TAMAN

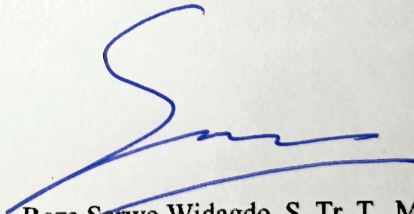
Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Ir. Aris Heri Andriawan, S.T., M.T.
NPP. 20450.03.0558



Reza Sarwo Widagdo, S. Tr. T., M.T.
NPP. 20450.22.0860

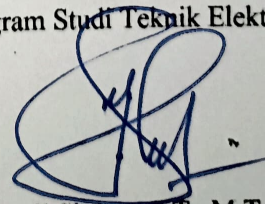
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Dr. Ir. H. Sajiyo, M. Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197



Ir. Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fathan Abi Yahya
NBI : 1452000056
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan *Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* pada Penyulang Plumbungan di PT. PLN ULP Taman”

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 17 Juli 2024

Yang Menyatakan



Fathan Abi Yahya

NBI. 1452000056



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fathan Abi Yahya
NBI/NPM : 1452000056
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, atas karya saya yang berjudul:

“Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan *Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* pada Penyulang Plumbungan di PT. PLN ULP Taman”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 17 Juli 2024

Surabaya, 17 Juli 2024



Fathan Abi Yahya
NBI. 1452000056

ABSTRAK

Sistem distribusi dapat mempengaruhi mutu energi listrik yang didapat oleh pelanggan. Keandalan jaringan adalah ukuran layanan yang menyediakan pelanggan dengan energi jaringan. Metode FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan – kemungkinan terjadinya mode kegagalan dari setiap komponen serta mengidentifikasi penyebab – penyebab kegagalan. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menghitung nilai indeks keandalan dari sistem distribusi tegangan menengah 20kV pada PT. PLN ULP Taman dengan menggunakan metode FMEA dengan memperhitungkan laju kegagalan, *repair time* dan *switching time* dari setiap komponen dalam jaringan distribusi untuk mendapatkan indeks keandalan pada sistem tersebut. serta dilakukannya studi untuk memperbaiki nilai indeks keandalan. Untuk mendapatkan hasil indeks keandalan yang baik dapat dilakukan dengan penambahan komponen seperti *sectionalizer*, pada saluran satu *section* yang panjang dibagi menjadi dua bagian agar ketika terjadi gangguan tidak seluruhnya mengalami pemadaman. Untuk saluran percabangan akan terbentuk *section* baru karena jika terjadi gangguan akan lebih mudah untuk dilokalisir, dan untuk percabangan pendek dapat menggunakan *fuse* pada percabangan. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis didapatkan nilai indeks keandalan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI menggunakan metode FMEA, pada Penyulang Plumbungan yang dianalisa memiliki nilai indeks nilai indeks SAIFI sebesar 2,958; untuk nilai indeks SAIDI sebesar 8,874 dan CAIDI dengan nilai indeks 3, sehingga dapat nyatakan hasil evaluasi untuk nilai indeks SAIFI, SAIDI dan CAIDI rata-rata sesuai dengan SPLN 68-2 tahun 1986 dan masih terhitung andal dan jauh lebih baik serta sesuai dengan ketentuan SPLN 68-2 tahun 1986.

Kata Kunci : Keandalan, Sistem Distribusi, FMEA, SAIFI, SAIDI, CAIDI, Sectionalizer, Fuse

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul : **“ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20KV MENGGUNAKAN *METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* PADA PENYULANG PLUMBUNGAN DI PT. PLN ULP TAMAN”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan utama dapat mencapai Gelar Serjana.

Penyusunan tugas akhir ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dan kerja sama dari pihak lain. Oleh karena itu, kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendorong terwujudnya tugas akhir ini kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Orang Tua kami tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan semangat serta material.
3. Bapak Dr. Ir. H. Sajiyo, M. Kes., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Ir. Aris Heri Andriawan., S.T., M.T. dan Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T. selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Ir. Puji Slamet, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S1 Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Bapak Ir. Balok Hariadi, M. Sc. selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan selama proses belajar mengajar penulis di perkuliahan.
7. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
8. Bapak Puji Nur Gunadi selaku *Supervisor* Pemeliharaan PT. PLN UP3 Surabaya Barat yang telah mengizinkan penulis untuk mengambil data tugas akhir dan mengarahkan pada saat berada dilokasi.
9. Bapak Lindung selaku *Supervisor* PT. PLN ULP Taman yang telah mengizinkan penulis untuk mengambil data tugas akhir dan mengarahkan pada saat berada dilokasi.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyusun tugas akhir.

Dalam penyusunan laporan, penulis menyadari bahwa laporan kerja praktek yang dibuat masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Surabaya, 17 Juli 2024
Yang Menyatakan

Fathan Abi Yahya
NBI. 1452000056

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kontribusi Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Sistem Tenaga Listrik	6
2.3 Gardu Induk	8
2.3.1 Pengertian Gardu Induk.....	9
2.3.2 Peralatan Gardu Induk	9
2.4 Aliran Daya Listrik	13
2.5 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	13
2.6 Jaringan Sistem Distribusi Primer	14
2.6.1 Jaringan Distribusi Radial.....	14

2.7 Jenis Gangguan Distribusi 20 kV	17
2.8 Keandalan Distribusi.....	18
2.9 Istilah dalam Keandalan Distribusi	18
2.10 Indeks Keandalan Sistem Distribusi Jaringan 20 kV	19
2.10.1 SAIFI (<i>System Average Interruption Frequency Index</i>).....	19
2.10.2 SAIDI (<i>System Average Interruption Duration Index</i>).....	20
2.10.3 CAIDI (<i>Consumer Average Interruption Duration Index</i>).....	20
2.10.4 ASAI (<i>Average Service Availability Index</i>).....	20
2.10.5 ASUI (<i>Average Service Unavailability Index</i>)	21
2.11 Standar Keandalan Sistem Distribusi Jaringan 20 kV	21
2.12 Parameter Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 kV.....	21
2.13 Metode <i>Failure Modes and Effects Analysis</i> (FMEA)	23
BAB III. METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Metode Penelitian	25
3.2 Diagram Alir Penelitian	26
3.3 Pengambilan Data	27
3.4 Standar Indeks Keandalan Sistem Distribusi	28
3.4.1 Standar Laju Kegagalan Komponen dan Peralatan	28
3.4.2 Standar Keandalan Saluran Udara	28
3.4.3 Standar Indeks Keandalan Sistem Distribusi.....	29
3.5 Sistem Distribusi PT. PLN ULP Taman	29
3.5.1 Single Line Diagram PT. PLN ULP Taman.....	30
3.5.2 Data Gangguan Penyulang PT. PLN ULP Taman.....	30
3.5.3 Data Jumlah Pelanggan Pada Tiap Penyulang PT. PLN ULP Taman..	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Sistem Distribusi PT. PLN ULP Taman	38
4.1.1 Data Penyulang Plumbungan.....	38
4.2 Upaya Perbaikan Nilai Indeks Keandalan Sistem Distribusi.....	48

4.2.1	Upaya Dalam Mengurangi Jumlah Gangguan.....	49
4.2.2	Rekonfigurasi Jaringan	49
4.2.3	Upaya Peningkatan Keandalan Penyulang Plumbungan	50
4.3	Peralatan Sistem Distribusi Listrik	53
4.4	Data Gangguan Selama Satu Tahun (Periode 2023).....	53
BAB V. PENUTUP.....		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN.....		61
Lampiran A. Surat Balasan Tempat Penelitian		61
Lampiran B. Data <i>Single Line</i> Diagram		62
Lampiran B.1 Data <i>Single Line</i> Diagram pada Penyulang Jemundo		62
Lampiran B.2 Data <i>Single Line</i> Diagram pada Penyulang Klopo Sepuluh.....		63
Lampiran B.3 Data <i>Single Line</i> Diagram pada Penyulang Tawang Sari.....		64
Lampiran C. Data Trafo dan Hasil Perhitungan Indeks Keandalan		65
Lampiran C.1 Data Trafo dan Hasil Perhitungan Penyulang Jemundo.....		65
Lampiran C.2 Data Trafo dan Hasil Perhitungan Penyulang Klopo Sepuluh...		68
Lampiran C.3 Data Trafo dan Hasil Perhitungan Penyulang Tawang Sari.....		74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyaluran Tenaga Listrik dari JTM hingga ke Konsumen.....	7
Gambar 2.2 Transformator Daya.....	10
Gambar 2.3 (a) Saklar Pemutus Tenaga (PMT), (b) Simbol.....	10
Gambar 2.4 (a) Saklar Pemisah (PMS), (b) Simbol.....	11
Gambar 2.5 Panel Hubung pada GIS (Gardu Induk non-Konvensional).....	11
Gambar 2.6 (a) Transformator Tegangan (PT), (b) Simbol, (c) Skema.....	12
Gambar 2.7 (a) Transformator Arus (CT), (b) Simbol, (c) Skema.....	12
Gambar 2.8 (a) Lightning Arrester (LA), (b) Simbol.....	13
Gambar 2.9 Jaringan radial tipe pohon.....	15
Gambar 2.10 Jaringan radial dengan tie dan switch.....	16
Gambar 2.11 Jaringan radial dengan tipe pusat beban.....	16
Gambar 2.12 Jaringan radial dengan phase area.....	17
Gambar 3.1 Skema <i>input</i> dan <i>output</i> FMEA.....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3.3 <i>Single Line</i> Diagram Penyulang Plumbungan PT. PLN ULP Taman ...	30
Gambar 4.1 Perbandingan Hasil Perhitungan FMEA Penyulang Plumbungan dengan SPLN No. 68-2 Tahun 1986.....	47
Gambar 4.2 Perbandingan Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang Plumbungan Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Nilai Minimum Indeks Konfigurasi Jaringan Berdasarkan SPLN No.68-2 Tahun 1986.....	22
Tabel 2.2 Faktor Penggali Untuk Wilayah atau Daerah Lain	22
Tabel 3.1 Standar Laju Kegagalan Berdasarkan SPLN No. 59 Tahun 1985.	28
Tabel 3.2 Keandalan Saluran Udara Berdasarkan SPLN No. 59 Tahun 1958.	28
Tabel 3.3 Standar Indeks Kegagalan Pada Peralatan Berdasarkan SPLN No.59 Tahun 1958.....	29
Tabel 3.4 Standar Indeks Keandalan Sistem Distribusi Berdasarkan SPLN No. 68-2 Tahun 1986.....	29
Tabel 3.5 Data Gangguan Pada Penyulang Klopo Sepuluh	31
Tabel 3.6 Data Gangguan Pada Penyulang Kramayudha.....	31
Tabel 3.7 Data Gangguan Pada Banjar Anyar	31
Tabel 3.8 Data Gangguan Pada Penyulang Tawang Sari.....	32
Tabel 3.9 Data Gangguan Pada Penyulang Kalibader	32
Tabel 3.10 Data Gangguan Pada Penyulang Sambung Rejo.....	32
Tabel 3.11 Data Gangguan Pada Penyulang Anggaswangi	32
Tabel 3.12 Data Gangguan Pada Penyulang Beringin Bendo.....	33
Tabel 3.13 Data Gangguan Pada Penyulang Suparma I.....	33
Tabel 3.14 Data Gangguan Pada Penyulang Plumbungan.....	33
Tabel 3.15 Data Gangguan Pada Penyulang Iwatani	34
Tabel 3.16 Data Gangguan Pada Penyulang Taman Pondok Jati	34
Tabel 3.17 Data Gangguan Pada Penyulang Kemendung.....	34
Tabel 3.18 Data Jumlah kVA dan Jumlah Pelanggan pada Tiap Penyulang PT. PLN ULP Taman	35
Tabel 4.1 Data Trafo dan Jumlah Pelanggan Penyulang Plumbungan	38
Tabel 4.2 Data Panjang Saluran Penyulang Plumbungan	41
Tabel 4.3 Perhitungan Laju Kegagalan Penyulang Plumbungan	42
Tabel 4.4 Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang Plumbungan.....	46
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang Plumbungan	47
Tabel 4.6 Perbandingan FMEA dengan SPLN No. 68-2 Tahun 1986.....	47
Tabel 4.7 Perhitungan Laju Kegagalan Penyulang Plumbungan Sesudah Perbaikan	51
Tabel 4.8 Indeks Keandalan Penyulang Plumbungan Sesudah Perbaikan.....	52
Tabel 4.9 Indeks Keandalan Sebelum dan Sesudah Perbaikan	52
Tabel 4.10 Data Gangguan.....	53
Tabel 4.11 Nilai RPN dari Sistem Distribusi Listrik	54