

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI
TENAGA LISTRIK
DI P.T. PLN UPJ RAYON BUMIAYU**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

AHMAD FAJAR SAYIDUL YAOM

20110120019

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2015

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI
TENAGA LISTRIK
DI P.T. PLN UPJ RAYON BUMIAYU**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

AHMAD FAJAR SAYIDUL YAOM

20110120019

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2015

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI
TENAGA LISTRIK
DI P.T. PLN UPJ RAYON BUMIAYU**



Disusun Oleh:

AHMAD FAJAR SAYIDUL YAOM

20110120019

Telah diperiksa dan disetujui:

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Ramadoni Svahputra, S.T.,M.T.

NIK.123056

Ir. Agus Jamal, M.Eng.

NIK.123020

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Fajar Sayidul Yaom

NIM : 20110120019

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan Bahwa :

Semua yang ditulis dalam naskah Tugas Akhir (Skripsi) ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri, kecuali dasar teori yang saya cuplik dari buku yang tercantum pada daftar pustaka sebagai referensi saya dalam melengkapi karya tulis ini. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 08 Desember 2015

Yang menyatakan,

Ahmad Fajar S.Y

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI
TENAGA LISTRIK
DI P.T. PLN UPJ RAYON BUMIAYU**

**Disusun Oleh:
AHMAD FAJAR SAYIDUL YAOM
20110120019**

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Pada Tanggal 08 Desember 2015

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Ramadoni Syahputra, S.T.,M.T.

NIK.123056

Ir. Agus Jamal, M.Eng

NIK.123020

Penguji

Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng

NIP.197608062005012001

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Ir. Agus Jamal, M.Eng.

NIK.123020

MOTTO :

**“Belajar adalah benang-benang yang membujur dalam pengalaman.
Pribadi adalah benang yang melintang dalam membuat suatu tenunan
pengetahuan praktis”**

- Dr. D.J. Schwatz -

**“Orang boleh pandai setinggi langit, tetapi selama ia tidak menulis, ia
akan hilang di dalam masyarakat dan dari sejarah.**

Menulis adalah bekerja untuk keabadian”

- Pramoedya Ananta Toer -

**“READING IS KNOWLEDGE AND LIFE, AND NEVER FIND
THE FINAL DESTINATION.**

BECAUSE, READING IS INCREDIBLE LUXURY”

- Ahmad Fajar S.Y -

“JIKA KAU INGIN MENGUASAI DUNIA, MEMBACALAH!”

- S. Belen -

INTISARI

Saat ini energi listrik penggunaannya sudah semakin luas dan semakin bertambah. Sebagian besar kegiatan masyarakat telah mengandalkan energi listrik sebagai penunjangnya. Dengan semakin banyaknya konsumen, tuntutan akan kualitas dalam penyediaan energi listrik akan semakin meningkat. Salah satu bentuk tuntutan dalam penyediaan listrik adalah dalam hal kontinuitas ketersediaan listrik serta dengan harga yang terjangkau bagi masyarakat sebagai konsumen.

Pada suatu sistem tenaga listrik tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Keandalan ini dapat dilihat dari sejauh mana suplai tenaga listrik bisa mensuplai secara kontinu dalam satu tahun ke konsumen. Permasalahan yang paling mendasar pada penyaluran daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Gangguan yang terjadi pada unit-unit pembangkitan akan menyebabkan terganggunya penyediaan tenaga listrik dengan segala akibatnya bagi perusahaan listrik maupun konsumen.

KATA KUNCI : *Keandalan Distribusi Listrik, Keandalan laju kegagalan dan laju perbaikan, Nilai SAIDI, SAIFI dan CAIDI.*

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala nikmat hidup dan kesempatan mengenggam ilmu, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DI P.T. PLN UPJ RAYON BUMIAYU**”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Teknik Elektro. Dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini, penulis banyak dibantu, dibimbing, dan didukung oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis sangat ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Dosen Pembimbing I Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T.,M.T, dan Dosen Pembimbing II Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng,. Terima kasih karena sudah membimbing saya dengan sabar dan mempermudah jalan saya agar bisa lulus cepat. Semoga Allah SWT membalas kebaikan bapak.
- Keluargaku terutama Ibu, Bapak, Adik-adikku dan Simbah. Terima kasih atas dukungannya. Doa yang selalu melancarkan dalam belajar dan mencari ilmu selama ini, kini.
- Teruntuk adikku Intan Mauliyana Safitri dan Talita Vania Anindya adik yang paling kecil, yang selalu bertanya-tanya “Mamas pulangnye kapan? Talita kangen pengen digendong” kalian berdua adalah semangat dan inspirasiku. Mamas lulus, dek :*
- Untuk Saudara-saudaraku sejalan yang pernah berjuang bersama dari Sabang-Merauke, dan keluarga besar keduaku Sang Penjiwa Indonesia kalian adalah salah satu doa dan penyemangatku.

- Buat Teman-teman Elektro 2011, Terima kasih untuk kesetiaan berteman, hingga menjadi saudara untuk selama ini, hingga nanti.
- Untuk teman-teman KKN 16 Dusun Ngimbang, terimakasih sudah berbagi ilmu, membuat pengalaman seru dan cerita yang tak terlupakan terima kasih untuk selalu memberi semangat.
- Untuk keluarga besar kost Sumberan Gang Gelap (Black Hole) Mas Hendri, Mas Danang, Mas Agung, Kemboet, Handi Pespa, Windi, Anwar, Anang Chip, Risky, Mustofa, Zulfikri dll, terima kasih untuk selalu menemani ngopi disela-sela penulisan tugas akhir ini, selalu memberi semangat yang tidak ada hentinya.
- Untuk teman-teman seperjuangan, X-26, Bumiayu Street Punk, KPJ Bumiayu, Ngapak Adventure, M.I.B, Begundal Street Matic Bumiayu, Ceperist Liar Nusantara, Mionerst Indonesia Society, Scooterist Independent Bumiayu, Kaliber 11, Kalisalak FC, Juventus Club Indonesia, Penulis Manis, Komunitas Baca, Pendaki Gunung Indonesia, Backpacker Purwokerto, Ellocopato Ska Punk Purwokerto, Binekapala Yogyakarta, KMTE, Instagramers Indo, dan masih banyak yang tidak bisa penulis cantumkan disini. Terimakasih atas semua ilmu, pengalaman manis dan pahit yang kalian bagi, kalian yang terbaik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, Karena sempurna hanya milik Allah SWT. Harapan penulis, informasi dari Tugas Akhir ini mampu memberikan manfaat untuk penulis dan pembaca yang masih berjuang dalam perjuangannya.

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan Puji dan Syukur penulis panjatkan akan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul:

“ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DI P.T. PLN UPJ RAYON BUMIAYU”

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematika pembahasannya. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat besar, artinya dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih yang sebesar - besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng.
2. Bapak Dr.Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
3. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng.
4. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Elektro UMY.

5. Bapak Indri Listiyono, Bapak Wastik, dan Bapak Nur Hidayat.
6. Seluruh teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UMY 2011
7. Seluruh adik angkatan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UMY.
8. Seluruh teman-teman KKN 16
9. Seluruh teman-teman Karang Taruna Kaliber 11 Dukuh Kalisalak Benda.
10. Seluruh teman-teman TK, SD, SMP, SMK, Komunitas-komunitas.
11. Teman-teman kontrakan Gang Gelap (Black Hole).
12. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, hal ini mengingat kemampuan dan pengalaman dalam penyusunan tugas akhir ini yang sangat terbatas. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terima kasih atas seluruh bantuan dan semangat yang telah diberikan.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, amin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 08 Desember 2015

Yang menyatakan,

Ahmad Fajar S Y

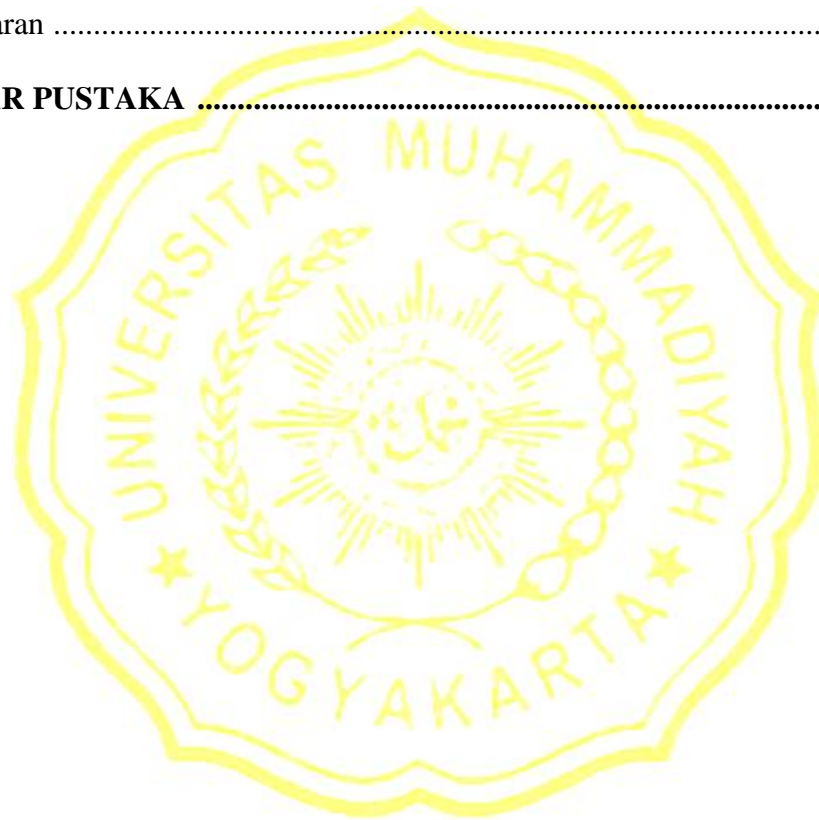
DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN UJIAN PENDADARAN | iv |
| MOTTO | v |
| INTISARI | vi |
| PERSEMBAHAN | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 6 |
| 1.3. Batasan Masalah | 6 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 7 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 7 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 8 |
| BAB II TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA | 9 |
| 2.1. Deskripsi Sistem Tenaga Listrik | 9 |
| 2.2. Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik | 12 |
| 2.2.1. Laju Kegagalan (λ) | 13 |

| | |
|--|----|
| 2.2.2. Laju Perbaikan (r) | 15 |
| 2.2.3. Laju Perbaikan Per Tahun (U) | 15 |
| 2.2.4. SAIFI (<i>System Average Interruption Frequency Index</i>)..... | 16 |
| 2.2.5. SAIDI (<i>System Average Interruption Duration Index</i>) | 17 |
| 2.2.6. CAIDI (<i>Customer Average Interruption Duration Index</i>) | 17 |
| 2.3. Gardu Induk | 18 |
| 2.4. Komponen Utama Gardu Induk | 20 |
| 2.4.1. Transformator Daya | 21 |
| 2.4.2. Pemisah | 21 |
| 2.4.3. Pemutus Tenaga (Circuit Breaker) | 22 |
| 2.4.4. Trafo Tegangan | 24 |
| 2.4.5. Trafo Arus | 27 |
| 2.4.6. Arrester | 27 |
| 2.4.7. Panel Kontrol | 29 |
| 2.4.8. Isolator | 32 |
| 2.4.9. Wave Trap | 34 |
| 2.5. Saluran Transmisi | 35 |
| 2.5.1. Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) | 35 |
| 2.5.2. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) | 36 |
| 2.5.3. Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) | 37 |
| 2.5.4. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) | 37 |
| 2.5.5. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) | 38 |
| 2.5.6. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) | 40 |
| 2.5.7. Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6. Tipe Jaringan Distribusi Jaringan Menengah 20 kV | 42 |
| 2.6.1. Jaringan Radial | 42 |
| 2.6.2. Jaringan Hantaran Penghubung (<i>Tie Line</i>)..... | 43 |
| 2.6.3. Jaringan Loop | 44 |
| 2.6.4. Jaringan Spindel | 45 |
| 2.6.5. Sistem Gugus / <i>Kluser</i> | 46 |
| 2.7. Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) | 47 |
| 2.7.1. Indeks Keandalan | 47 |
| 2.7.2. Konfigurasi Sistem | 50 |
| 2.7.3. Frekuensi dan Lama Pemadaman Rata-rata (kali/tahun) | 53 |
| 2.7.4. Lama Pemadaman Rata-rata (jam/tahun) | 54 |
| 2.8. Target Kinerja PLN Tahun 2014 Area Tegal | 55 |
| 2.9. Gangguan Pada Sistem Distribusi | 55 |
| 2.10. Penyulang Pada Gardu Induk Bumiayu | 56 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 62 |
| 3.1. Langkah-langkah Penyusunan Tugas Akhir | 62 |
| 3.2. Teknik Pengumpulan Data | 65 |
| 3.3. Profil Objek Penelitian | 66 |
| BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL | 68 |
| 4.1. Data Jumlah Pelanggan PLN dari GI Bumiayu Per-Penyulang | 68 |
| 4.2. Data Trip Trafo pada Penyulang GI Bumiayu Tahun 2014 | 69 |
| 4.2.1. Durasi Trip Trafo dalam Jam | 78 |
| 4.3. Perhitungan SAIFI pada Masing-masing Penyulang GI Bumiayu | 79 |
| 4.4. Analisis SAIFI pada Penyulang di Gardu Induk Bumiayu | 81 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5. Perhitungan SAIDI pada Masing-masing Penyulang GI Bumiayu | 82 |
| 4.6. Analisis SAIDI pada Penyulang di Gardu Induk Bumiayu | 84 |
| 4.7. Perhitungan CAIDI pada Masing-masing Penyulang GI Bumiayu | 85 |
| 4.8. Analisis CAIDI pada Penyulang di Gardu Induk Bumiayu | 86 |
| 4.9. Perhitungan Laju Kegagalan (λ) dan Laju Perbaikan (r) Penyulang | 88 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 95 |
| 5.1. Kesimpulan | 95 |
| 5.2. Saran | 97 |
| DAFTAR PUSTAKA | 98 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1. Perkiraan Angka Keluar Komponen Sistem Distribusi (SPLN) | 47 |
| Tabel 2.2. Operasi Kerja dan Pemulihan Pelayanan | 49 |
| Tabel 2.3. Frekuensi dan Lama Pemadaman Rata-rata (kali/tahun) | 53 |
| Table 2.4. Lama Pemadaman Rata-rata (jam/tahun) | 54 |
| Table 2.5. Target Kinerja PLN Area Tegal Tahun 2014 | 55 |
| Table 2.6. Data Panjang Penyulang di Gardu Induk Bumiayu | 57 |
| Tabel 4.1. Data Pelanggan Per Penyulang di GI Bumiayu Tahun 2014 | 68 |
| Table 4.2. Data asset panjang JTM jumlah penyulang di GI Bumiayu | 69 |
| Table 4.3. Data Trip Trafo Per Penyulang di GI Bumiayu Tahun 2014 | 70 |
| Table 4.4. Data Durasi Trip Trafo di GI Bumiayu dalam satuan jam | 79 |
| Table 4.5. Nilai SAIFI pada masing-masing penyulang di GI Bumiayu | 81 |
| Table 4.6. Nilai SAIDI pada masing-masing penyulang di GI Bumiayu | 83 |
| Table 4.7. Nilai CAIDI pada masing-masing penyulang di GI Bumiayu | 86 |
| Table 4.8. Data perhitungan laju kegagalan dan laju perbaikan BMY01 | 88 |
| Table 4.9. Data perhitungan laju kegagalan dan laju perbaikan BMY02 | 89 |
| Table 4.10. Data perhitungan laju kegagalan dan laju perbaikan BMY03 | 90 |
| Table 4.11. Data perhitungan laju kegagalan dan laju perbaikan BMY04 | 91 |
| Table 4.12. Data perhitungan laju kegagalan dan laju perbaikan BMY05 | 92 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Sistem Tenaga Listrik | 11 |
| Gambar 2.2. Grafik Laju Kegagalan | 14 |
| Gambar 2.3. Trafo Daya | 21 |
| Gambar 2.4. Air Circuit Breaker | 23 |
| Gambar 2.5. Oil Circuit Breaker | 23 |
| Gambar 2.6. SF6 Circuit Breaker | 24 |
| Gambar 2.7. Potensial Transformator | 26 |
| Gambar 2.8. Trafo Arus | 27 |
| Gambar 2.9. Arrester | 28 |
| Gambar 2.10. Isolator | 33 |
| Gambar 2.11. Wave Trap | 34 |
| Gambar 2.12. SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) | 36 |
| Gambar 2.13. SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) | 37 |
| Gambar 2.14. SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah) | 38 |
| Gambar 2.15. SKTM (Saluran Kabel Tegangan Menengah) | 40 |
| Gambar 2.16. Jaringan Radial | 42 |
| Gambar 2.17. Jaringan Tie Line | 44 |
| Gambar 2.18. Jaringan Loop | 44 |
| Gambar 2.19. Jaringan Spindel | 45 |
| Gambar 2.20. Jaringan Kluser | 46 |
| Gambar 2.21. Single Line Diagram Gardu Induk Bumiayu | 58 |
| Gambar 2.22. Single Line Diagram P.T. PLN UPJ Rayon Bumiayu | 59 |

Gambar 3.1. Flowchart Metodologi Penyusunan Tugas Akhir 62

Gambar 4.1. Grafik Trip Feeder GI Bumiayu Tahun 2014 78

