

**STUDI KEANDALAN JARINGAN LISTRIK
DENGAN SISTEM *ZERO DOWN TIME*
DI JAKABARING SPORT CITY**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :
Fadhli Ramanda
061630311435**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019**

**STUDI KEANDALAN JARINGAN LISTRIK DENGAN SISTEM *ZERO
DOWN TIME* DI JAKABARING SPORT CITY**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :
FADHLI RAMANDA
061630311435**

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

**Ir. H. Ilyas, M.T.
NIP. 195803251996011001**

**Rumiasih, S.T., M.T.
NIP. 196711251992032002**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 19670511 1992031003**

**Muhammad Noer, S.S.T., M.T.
NIP. 196505121995021001**

MOTTO :

- *“Pendidikan merupakan senjata yang paling mematikan di dunia, karena dengan pendidikan mampu mengubah dunia” – Nelson Mandela*
- *“Berusaha dan Berdoa adalah kunci kesuksesan”*
- *“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”*

Kupersembahkan Kepada :

- *Kedua Orang Tuaku Tercinta yang selalu mendoakan dan memberi semangat*
- *Saudara-saudariku, Febry Rahmayani, Ferdy Rahadiyan, dan Fitri Rahmariansi yang selalu menemani dan memberi motivasi*
- *Seseorang yang selalu memberi semangat*
- *Semua sahabat-sahabatku kelas 6LF*
- *Semua Mahasiswa D3K PLN POLSRJ'16*
- *Semua Mahasiswa Elektro Program Studi Teknik Listrik*
- *Almamaterku*

ABSTRAK

STUDI KEANDALAN JARINGAN LISTRIK DENGAN SISTEM ZERO DOWN TIME DI JAKABARING SPORT CITY

(2019: xiv + 67 halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

Fadhli Ramanda

061630311435

Program Studi Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

Listrik memegang peran penting dalam segala aspek kehidupan. Penggunaannya yang sangat vital dalam kesejahteraan hidup umat manusia, menuntut masyarakat menginginkan energi listrik yang berkualitas dan bermutu. Upaya yang dilakukan selain memenuhi permintaan daya yang meningkat tetapi juga memperbaiki mutu keandalan pelayanan. Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik paling banyak mengalami gangguan, sehingga salah satu masalah utama dalam operasi sistem distribusi adalah mengatasi dan meminimalkan gangguan untuk keandalan dari sistem distribusi tersebut. Pada laporan ini, dilakukan studi keandalan terhadap jaringan listrik yang menerapkan sistem Zero Down Time (ZDT) seperti di Jakabaring Sport City, untuk dan agar dapat mengetahui prinsip kerja sistem ZDT, keandalannya, serta keuntungan dan kerugian penerapan sistem tersebut. Sistem ZDT dapat diterapkan di jaringan yang berkonfigurasi spindel dengan loop tertutup, dan menggunakan Line Current Differential Relay sebagai sistem proteksinya. Berdasarkan hasil studi, keandalan sistem distribusi yang menerapkan sistem ZDT ini tergolong sangat baik, sebagaimana dari pengolahan data didapatkan bahwa untuk nilai tertinggi rata-rata trip penyulangannya per bulan yaitu hanya sebanyak 0,41 kali per bulan pada tahun 2018, serta terlihat dari data gangguan dan lama padam, sistem sangat minim mengalami gangguan namun saat terjadi gangguan dapat beroperasi semestinya.

Kata kunci : Keandalan, Konfigurasi, Line Current Differential Relay, Sistem Distribusi, Zero Down Time

ABSTRACT

STUDY OF ELECTRICITY NETWORK RELIABILITY WITH A ZERO DOWN TIME SYSTEM IN JAKABARING SPORT CITY

(2019: xiv + 67 pages + References + Appendix)

Fadhli Ramanda

061630311435

Electrical Engineering Study Program

Electro Majoring Department

State Polytechnic of Sriwijaya

Electric holds a vital role in all aspects of life. Its use is very vital in the well-being of human life, the demands of the community wanted an electrical energy with certain quality and standard. Efforts are being made in addition to meet the demand for power increases but also improve the reliability of the service. The distribution network is part of the power system most widely disrupted, making it one of the main problems in the operation of the distribution system is to overcome and to minimize the disruption to the reliability of the distribution system. In this report, conducted a study reliability against electricity networks which implement Zero Down Time (ZDT) system like in Jakabaring Sports City, in order to be able to know the working principle of the ZDT system, its reliability, the advantages and disadvantages of the application of the system. ZDT system can be applied in the spindel network with closed loop, and using Line Current Differential Relay as its protection system. Based on the results of the study, the reliability of the distribution system that implements this ZDT system belongs to the good, as well as of the data processing is obtained that for the highest average grade of trip for the feeders each month that is just as much as 0.41 times per month in the year 2018, as well as the seen in the data disruption and long outages, the system undergoes a very minimal disruption but in the event of interruption can operate properly.

Keywords: *Reliability, Configuration, Line Current Differential Relay, Distribution System, Zero Down Time*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-NYA lah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini tepat waktu. Adapun judul dari laporan akhir yang penulis buat adalah “**Studi Keandalan Jaringan Listrik dengan Sistem *Zero Down Time* di Jakabaring Sport City**”.

Penulisan laporan akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan program Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan dan pembuatan laporan akhir ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak hingga dapat menyelesaikan laporan akhir ini mulai dari pengumpulan data sampai proses penyusunan laporan serta masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kedua orangtua yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan juga doa untuk penulis, serta penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T, M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Mohammad Noer, S.S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Ir. H. Ilyas, M.T., selaku Pembimbing I Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ibu Rumiasih, S.T., M.T., selaku Pembimbing II Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Bapak Akbar Patonangi, selaku Manager Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) PT. PLN (Persero) WS2JB.

8. Bapak M. Ghazali Al Ghifari, selaku Manager Bagian Operasi Sistem Distribusi UP2D PT. PLN (Persero) WS2JB.
9. Seluruh Staff dan Karyawan UP2D PT. PLN (Persero) WS2JB.
10. Teman-teman seperjuangan D3K PLN Polsri'16.
11. Semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan penyusunan Laporan Akhir ini.

Penulis menyadari di dalam penyusunan laporan akhir ini terdapat banyak kekurangan, sehingga belum dapat memenuhi sasaran yang dikehendaki, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran, bimbingan serta petunjuk sebagai masukan dan juga dapat menambah ilmu pengetahuan.

Akhir kata atas segala kekurangan yang penulis lakukan dalam penulisan laporan ini penulis mohon maaf, semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	3
1.2.1 Tujuan	3
1.2.2 Manfaat	3
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metode Pengambilan Data	4
1.6 Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Sistem Distribusi Tenaga Listrik	6
2.2 Aspek Perencanaan Jaringan Distribusi	10
2.3 Konfigurasi Sistem Distribusi	12
2.4 Jaringan Distribusi Berdasarkan Sistem Penyaluran	13
2.4.1 Jaringan Hantaran Udara (<i>Over Head Line</i>)	13
2.4.2 Jaringan Hantaran Bawah Tanah (<i>Underground Cable</i>)	14

2.5 Pengertian Umum Sistem Proteksi	15
2.6 Prinsip Dasar Relay Proteksi	17
2.6.1 Fungsi Relay Proteksi	18
2.6.2 Syarat-syarat Relay Proteksi	18
2.7 Jenis-jenis Relay Proteksi	20
2.7.1 Berdasarkan Prinsip Kerjanya	20
2.7.2 Berdasarkan Konstruksinya	21
2.7.3 Berdasarkan Besaran yang Diatur	21
2.7.4 Berdasarkan Cara Kerja Kontrol Elemen	21
2.8 <i>Line Current Differential Relay</i>	21
2.8.1 Desain dan Prinsip Kerja	21
2.8.2 Kriteria Operasi	22
2.8.3 Pengaturan	24
2.9 Komunikasi Fiber Optik	25
2.9.1 Teori Fiber Optik	26
2.9.2 Jenis-jenis Fiber Optik	27
2.9.3 Karakteristik Transmisi Fiber Optik	30
2.10 Jenis-Jenis Gangguan	31
2.11 Definisi dan Teori Dasar Keandalan	32
2.11.1 Konsep Dasar Keandalan	34
2.11.2 Laju Kegagalan	35
2.11.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Indeks Keandalan	37
2.12 Definisi Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 kV	38
2.12.1 SAIFI (<i>System Average Interruption Frequency Index</i>)	39
2.12.2 SAIDI (<i>System Average Interruption Duration Index</i>)	39
2.12.3 CAIDI (<i>Customer Average Interruption Duration Index</i>) ..	39
2.13 <i>Loop Restoration Scheme</i>	40

BAB III KEADAAN UMUM

3.1 Metode Penelitian	43
3.2 Data yang Dibutuhkan	43

3.3	Prosedur Penelitian	44
3.4	Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Jakabaring Sport City	46
3.5	Data Pengukuran dan Data Pendukung	47

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Prinsip Kerja Sistem <i>Zero Down Time</i>	56
4.2	Keandalan Jaringan Listrik di Jakabaring Sport City dengan Sistem <i>Zero Down Time</i>	59
4.3	Keuntungan dan Kerugian Penerapan Sistem <i>Zero Down Time</i> pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik	64

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Jaringan Distribusi Dasar	8
Gambar 2.2 Konfigurasi Tulang Ikan (<i>Fishbone</i>)	9
Gambar 2.3 Konfigurasi Kluster (<i>Leap Frog</i>)	9
Gambar 2.4 Konfigurasi Spindel (<i>Spindel Configuration</i>)	10
Gambar 2.5 Konfigurasi <i>Fork</i>	11
Gambar 2.6 Konfigurasi Spotload (<i>Parallel Spot Configuration</i>).....	11
Gambar 2.7 Konfigurasi Jala-Jala (<i>Grid Mesh</i>)	12
Gambar 2.8 Konfigurasi Struktur Garpu	12
Gambar 2.9 Konfigurasi Struktur Bunga	12
Gambar 2.10 Konfigurasi Struktur Rantai	13
Gambar 2.11 Jaringan Sistem Tenaga Listrik	15
Gambar 2.12 Sistem Proteksi	16
Gambar 2.13 Pengawatan Line Current Differential Relay	22
Gambar 2.14 Karakteristik Persentase Restraint	24
Gambar 2.15 Struktur Fiber Optik	27
Gambar 2.16 Step Indeks Multi Mode Fiber	28
Gambar 2.17 Multi Mode Step Indeks	28
Gambar 2.18 Grade Indeks Multi Mode Fiber	29
Gambar 2.19 Kurva Laju Kegagalan Terhadap Waktu	35
Gambar 2.20 Konfigurasi <i>Loop Restoration Scheme</i>	40
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 3.2 Single Line Diagram Jakabaring Sport City	46
Gambar 3.3 <i>Line Current Differential Relay</i>	51
Gambar 3.4 (a) Konfigurasi LCDR GH Tennis-GH Aquatic	52
Gambar 3.4 (b) Nilai I_{Lokal} dan I_{Remote} di LCDR GH Tennis Jur. GH Aquatic	52
Gambar 3.5 (a) Konfigurasi LCDR Peny. Demak-GH Wisma 2	53
Gambar 3.5 (b) Nilai I_{Lokal} dan I_{Remote} di LCDR Peny. Demak Jur. GH Wisma 2 .	53

Gambar 3.6 Diagram Satu Garis GI New Jakabaring Trafo 1 pada HMI <i>Dispatcher</i> di <i>Distribution Control Center</i> (DCC)	54
Gambar 3.7 Diagram Satu Garis GI New Jakabaring Trafo 2 pada HMI <i>Dispatcher</i> di <i>Distribution Control Center</i> (DCC)	55
Gambar 4.1 Konfigurasi Sistem <i>Zero Down Time</i> (Kondisi Normal)	58
Gambar 4.2 Konfigurasi Sistem <i>Zero Down Time</i> (Kondisi Terjadi Gangguan) ..	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rekap Trip Penyulang di JSC Selama Tahun 2018	48
Tabel 3.2 Rekap Trip Penyulang di JSC Selama Tahun 2019	48
Tabel 3.3 Data Beban Puncak Penyulang di JSC	48
Tabel 3.4 <i>Log Sheet</i> Jakabaring Sport City (Data Gangguan atau Padam)	49
Tabel 3.5 <i>Log Sheet</i> Jakabaring Sport City (Data Lama Padam)	50
Tabel 3.6 Data Pengaturan LCDR Tipe MiCOM P543	51
Tabel 4.1 Rata-Rata Trip Penyulang per Bulan	60
Tabel 4.2 Perbandingan I_{diff} Saat Kondisi Normal dan Gangguan	63

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Permohonan Pengajuan Pengambilan Data
- Lampiran 2. Surat Balasan dari PT. PLN UP2D S2JB
- Lampiran 3. Data Setting LCDR di Jakabaring Sport City
- Lampiran 4. Rekap Trip Penyulang Tahun 2018 dan 2019
- Lampiran 5. Data Beban Puncak Penyulang JSC
- Lampiran 6. Data Gangguan atau Padam Jakabaring Sport City
- Lampiran 7. Data Lama Padam Jakabaring Sport City
- Lampiran 8. Data Pengaturan LCDR Tipe MiCOM P543
- Lampiran 9. Data Pengukuran Arus pada SKTM
- Lampiran 10. Single Line Diagram Jakabaring Sport City
- Lampiran 11. Diagram Garis Tunggal GI New Jakabaring
- Lampiran 12. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir Pembimbing 1 & 2
- Lampiran 13. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 14. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
- Lampiran 15. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
- Lampiran 16. Lembar Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 17. Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir