

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS TINGKAT KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA
LISTRIK DENGAN INTEGRASI SCADA (*Supervisory Control and Data
Acquisition*) DI PT. PLN (Persero) RAYON SEDAYU**

*An Analysis of Reliability Level of Electrical Energy Distribution
System with SCADA Integration in PT. PLN (Persero) Rayon*

Sedayu

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Moh. Indra Kusuma

NIM. 20150120131

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Moh. Indra Kusuma

NIM : 20150120131

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Almamater : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Judul Tugas Akhir : “Analisis Tingkat Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Dengan Integrasi SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu”.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir yang telah disusun murni dari hasil karya tulis saya sendiri dan tidak ada bentuk jiplakan atau salinan berdasarkan data yang diambil dari karya orang lain. Tugas Akhir ini murni dari hasil penelitian dari objek penelitian yang dituju dilapangan dan saya susun dengan aturan etika format penyusunan karya ilmiah yang berlaku. Adapaun karya ilmiah dari susunan teori yang telah saya susun berdasarkan dari rujukan penelitian yang telah saya tuliskan dalam naskah tulisan ini dan dalam bagian daftar pustaka Tugas Akhir ini. Akhir kata, pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 23 Maret 2019

Yang membuat pernyataan,



Moh. Indra Kusuma

HALAMAN MOTTO

“Tidaklah seberapa penting untuk kamu menjadi orang hebat, tapi seberapa pentingnya untuk kamu menjadi insan yang selalu bermanfaat”

(Moh. Indra Kusuma)

“Biarkanlah setiap luka dan dukamu kau rasakan, meski perih dan tertatih tapi yakinlah esok hari kan menjadi insan yang terlatih”

(Moh. Indra Kusuma)

“Tuhan tidak menuntut kita untuk sukses, Tuhan hanya menyuruh kita berjuang tanpa henti”

(Emha Ainun Najib)

“Kepuasan itu terletak pada usaha, bukan pada pencapaian hasil. Berusaha keras adalah kemenangan hasil”

(Mahatma Ghandi)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah : 5-6)

“Dan sesungguhnya kami akan memberi balasan kepada orang-orang yang sabar dengan pahala yang lebih baik dari apa yang telah mereka kerjakan”

(Q.S An-Nahl : 96)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil ‘alamin Puji dan puja syukur atas kehadiran Allah zat yang maha sempurna atas segala rahmat dan Karunia-Nya, yang kepadanya kita meminta pertolongan, pengampunan dan petunjuk. Semoga aktivitas kita senantiasa dilimpahi rahmat dan karunia-Nya untuk tetap berada di jalan yang lurus menuju keabadiannya. Tak lupa kita haturkan salam dan taslim kehadiran junjungan Nabiullah Muhammad SAW, pembawa kabar gembira dan pemberi peringatan dan menjadi cahaya penerang bagi setiap umatnya, semoga kita tetap istiqomah untuk senantiasa berada di jalan-Nya sampai hari akhir tiba, aamiin ya Rabbal ‘alamin.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya yang tiada terhingga, dengan dukungan moril dan materil sampai akhir dari penyelesaian Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Untuk itu Tugas Akhir ini penulis persembahkan dan dengan rasa terima kasih kepada :

- a. Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan karunia, rahmat, dan hidayah-Nya kepada setiap hambanya.
- b. Nabi Muhammad SAW, yang menjadi tuntunan dan cahaya penerang bagi setiap umatnya.
- c. Ibunda tercinta Hj. Nurbariyah, S.E, yang telah melahirkan dan membesarkan penulis dengan segala dedikasi terbaiknya untuk anak-anaknya.
- d. Ayahanda tercinta Drs. H. Masnuri, S.sos, yang telah menjadi pembimbing kehidupan untuk setiap anak-anaknya.
- e. DR. Ramadoni Syahputra, S.T., M.eng. selaku dosen pembimbing satu dan Ing. Faaris Mujaahid. Msc. selaku dosen pembimbing dua yang

telah membimbing dari proses awal hingga proses akhir Tugas Akhir ini terselesaikan dengan baik dan selesai sesuai tepat waktu.

- f. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberi ilmu pengetahuan selama menempuh perkuliahan.
- g. Seluruh Staf Laboratorium Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberi ilmu praktik selama jalanya praktikum berlangsung.
- h. Seluruh Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas yang telah memberikan layanan administrasi terbaik.
- i. PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu sebagai tempat studi kasus Tugas Akhir.
- j. Teman-teman Prodi Teknik Elektro angkatan 2015 yang selalu dapat berbincang dengan segala bentuk karakteristik dan perjuangan.
- k. Teman-teman Prodi Teknik Elektro angkatan 2015 kelas C yang telah bersama dalam penempuhan jenjang yang serupa pada ruang kelas selama masa kuliah.
- l. Teman-teman kepengurusan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik periode 2016-2017 dan 2017-2018 yang telah bersama berjuang dalam mendalami kearifan karakteristik dalam dunia organisasi.
- m. Teman-teman Tim Kuliah Kerja Nyata (Mandiri) Proyek Ekspedisi Nusantara dengan harmonis dan titah perjuangan dalam pengabdian masyarakat pulau nusa bunga.
- n. Dan berbagai pihak lainnya yang penulis tidak bisa sebutkan satu-persatu.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji dan puja syukur atas kehadiran Allah zat yang maha sempurna atas segala rahmat dan Karunia-Nya, yang kepadanya kita meminta pertolongan, pengampunan dan petunjuk. Semoga aktivitas kita senantiasa dilimpahi rahmat dan karunia-Nya untuk tetap berada di jalan yang lurus menuju keabadiannya. Tak lupa kita haturkan salam dan taslim kehadiran junjungan Nabiullah Muhammad SAW, pembawa kabar gembira dan pemberi peringatan dan menjadi cahaya penerang bagi setiap umatnya, semoga kita tetap istiqomah di jalan-Nya sampai hari akhir tiba, aamiin ya Rabbal ‘alamin. Alhamdulillahirobbil ‘alamin penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Tingkat Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Dengan Integrasi SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu**” dengan lancar dan tepat pada waktunya.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan tugas pada tingkat akhir mahasiswa yang dijadikan salah syarat guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik jenjang pendidikan program Strata-1 (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapat segala bentuk dukungan baik moril maupun meteril dari berbagai pihak, oleh karenanya penulis ingin mengucapkan segala rasa terima kasih kepada :

- a. Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan karunia, rahmat, dan hidayah-Nya kepada setiap hambanya.
- b. Nabi Muhammad SAW, yang menjadi tuntunan dan cahaya penerang bagi setiap umatnya.

- c. Ibunda tercinta Ibunda tercinta Hj. Nurbariyah, S.E dan ayahanda Drs. H. Masnuri, S.sos., yang telah melahirkan, membesarkan, dan memerikan dedikasi terbaik kalian bagi putramu , sehingga putramu dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini untuk memperoleh ilmu dan gelar Sarjana Teknik.
- d. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- e. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- f. Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- g. Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir pertama dan Ing. Faaris Mujaahid. Msc. selaku dosen pembimbing kedua, yang senantiasa memberikan waktu, ilmu, dan arahan kepada penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- h. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberi ilmu pengetahuan selama menempuh masa perkuliahan.
- i. Seluruh Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas yang telah memberikan layanan administrasi terbaik.
- j. Dan berbagai pihak lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karenanya penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat dijadikan bentuk informasi yang bermanfaat dan dapat dijadikan sumber referensi untuk penelitian selanjutnya. Jazakallah Khairan Katsiiraa.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 23 Maret 2019

Yang membuat pernyataan,

Moh. Indra Kusuma

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN 1	ii
HALAMAN PENGESAHAN 2	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Sistem Tenaga Listrik	9
2.2.1 Komponen Sistem Tenaga Listrik	11
2.2.2 Kriteria Sistem Distribusi Tenaga Listrik	13
2.2.3 Sistem Pendistribusian Tenaga Listrik	14
2.2.4 Klasifikasi Jaringan Distribusi	14
2.2.5 Berdasarkan Ukuran Tegangan.....	15
2.2.6 Berdasarkan Ukuran Arus.....	16

2.2.7	Berdasarkan Jenis Sistem Penyaluran	18
2.2.8	Berdasarkan Susunan Rangkaianya Sistem Jaringan Distribusi Primer	21
2.2.9	Jenis Gangguan Pada Sistem Distribusi	29
2.3.	Gardu Induk	31
2.3.1	Definisi Gardu Induk	31
2.3.2	Fungsi Gardu Induk	32
2.3.3	Klasifikasi Gardu Induk.....	32
2.3.4	Gardu Induk Menurut Tegangan	33
2.3.5	Gardu Induk Menurut Fungsinya.....	34
2.4	Sistem Pengamanan Jaringan Distribusi Primer.....	36
2.4.1	Pengertian Pengamanan.....	37
2.4.2	Fungsi Pengamanan	37
2.4.3	Persyaratan kualitas sistem Pengamanan.....	37
2.4.4	Peralatan Proteksi Jaringan Distribusi	39
2.5	Sistem SCADA (<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>)	42
2.5.1	Fungsi Dasar SCADA.....	44
2.5.2	Komponen Dasar Sistem SCADA.....	45
2.5.3	Efek Penerapan Sistem Distribusi Dengan SCADA	48
2.6	Keandalan Sistem Distribusi	48
2.6.1	Faktor Pengaruh Pada Indeks Keandalan Jaringan Distribusi .	51
2.6.2	Perbaikan Indeks Keandalan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	52
2.6.3	Indeks Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	53
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		60
3.1	Alat dan Bahan Penelitian Tugas Akhir	60
3.2	Objek Penelitian Tugas Akhir	60
3.3	Langkah-langkah Penelitian Tugas Akhir	61
BAB IV PEMBAHASAN ANALISIS.....		67
4.1	Data Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu.....	67

4.2	Daftar Peralatan Distribusi Terpasang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu.....	68
4.3	Gangguan Jaringan Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu	69
4.3.1	Data Gangguan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu	69
4.3.2	Jumlah Gangguan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu	70
4.4	Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan SAIFI, SAIDI, CAIDI Pada Penyulang PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu	71
4.4.1	Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan <i>System Average Interruption Frequency index</i> (SAIFI) Pada Setiap Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu	71
4.4.2	Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan <i>System Average Interruption Duration Index</i> (SAIDI) Pada Setiap Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu	78
4.4.3	Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan <i>Costumer Average Interruption Duration Index</i> (CAIDI) Pada Setiap Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu	86
4.5	Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu Dengan Integrasi SCADA.....	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		95
5.1	Kesimpulan.....	95
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN.....		100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Single Line Diagram Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV.....	11
Gambar 2.2 Sistem Pendistribusian Tenaga Listrik.	11
Gambar 2.3 Diagram Garis Sistem Distribusi Tenaga Listrik Secara Umum.....	12
Gambar 2. 4 Konfigurasi Jaringan Radial.	22
Gambar 2.5 Konfigurasi Jaringan <i>Loop</i>	24
Gambar 2.6 Konfigurasi Jaringan Spindel.	26
Gambar 2.7 Konfigurasi Sistem Kluster	28
Gambar 2.8 Skema Gardu Induk	31
Gambar 2.9 Infrastruktur Sistem SCADA.....	43
Gambar 2.10 Bagian-bagian Komponen Sistem SCADA.....	45
Gambar 3.1 Kantor PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu.	61
Gambar 3.2 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Umum Penelitian.	62
Gambar 4. 1 Grafik Gangguan Perbulan 2017-2018.....	69
Gambar 4. 2 Grafik Gangguan Perpenyulang 2017-2018	70
Gambar 4. 3 Grafik Nilai Indeks Keandalan SAIFI Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.	104
Gambar 4.4 Grafik Nilai Indeks Keandalan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.	111
Gambar 4.5 Grafik Nilai Indeks Keandalan CAIDI Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.	117
Gambar 4.6 Grafik Terjadinya Gangguan (Kali/Tahun) Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.....	118
Gambar 4.7 Prosentase Penyebab Gangguan Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017.....	120
Gambar 4.8 Prosentase Penyebab Gangguan Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2018.....	120

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar Pelanggan Pada Setiap Penyulang di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu.	67
Tabel 4.2 Data Instrumen Distribusi Terpasang PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu	68
Tabel 4.3 Daftar Durasi Padam dan Frekuensi Gangguan Tahun 2017-2018.....	71
Tabel 4.4 Jumlah Pelanggan dan Frekuensi Gangguan PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017 dan 2018.	72
Tabel 4.5 Nilai Indeks SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018..	75
Tabel 4.6 Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan SPLN No. 68-2 :1986.	76
Tabel 4.7 Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003.	76
Tabel 4.8 Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan WCS (<i>World Class Service</i>) dan WCC (<i>World Class Company</i>).	77
Tabel 4.9 Jumlah Pelanggan dan Durasi Gangguan PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu pada tahun 2017-2018.....	79
Tabel 4.10 Nilai Indeks SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.	82
Tabel 4.11 Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan SPLN No. 68-2 :1986.	83
Tabel 4.12 Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003.	83

Tabel 4.13 Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan WCS (<i>World Class Service</i>) dan WCC (<i>World Class Company</i>).	84
Tabel 4.14 Nilai Indeks SAIFI dan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.....	86
Tabel 4.15 Nilai Indeks CAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018.	88
Tabel 4.16 Nilai Komparasi Indeks Keandalan SAIDI di PT. PLN (Persero) Rayon Sedayu 2017-2018 berdasarkan Indeks Keandalan SPLN No. 68-2 :1986.	89