

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20
KV DI PT PLN (PERSERO) RAYON SLAWI**



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

NIK. 19741010201010123056

Rahmat Adiprasetya A.H., S.T., M.Eng.

NIK. 197511112005011002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohamad Lutfi Kusprabowo
NIM : 20130120113
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 1 Mei 2017

Yang menyatakan,

Mohamad Lutfi K

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20
KV DI PT PLN (PERSERO) RAYON SLAWI

Disusun Oleh :

MOHAMAD LUTFI KUSPRABOWO

20130120113

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

Pada Tanggal 15 Mei 2017

Susunan Tim Penguji :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. **Rahmat Adiprasetya A.H., S.T., M.Eng.**

NIK. 19741010201010123056

NIK. 197511112005011002

Penguji

Indar Surahmat, S.T., M.T.

NIK. 19821030201507123076

Tugas Akhir Ini Telah Dinyatakan Sah Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Ir. Agus Jamal, S.T., M.Eng.

NIK.19660829199502123020

MOTTO

“You may say I’m dreamer, but I’m not the only one. I hope someday you’ll join us. And the world will live as one.”

-John Lennon-

“Live as if you were to die tomorrow. Learn as if you were to live forever.”

-Mahatma Gandhi-

“Ilmu itu lebih baik daripada harta. Ilmu menjaga engkau dan engkau menjaga harta. Ilmu itu penghukum (hakim) dan harta terhukum. Harta itu kurang apabila dibelanjakan tapi ilmu bertambah bila dibelanjakan.”

-Khalifah Ali bin Abi Talib-

“There are only two ways to live your life. One is though nothing is a miracle. The other is as though everything is a miracle.”

-Albert Einstein-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk Nya sehingga penelitian dan penyusunan skripsi telah dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan rasa syukur dan bahagia saya khaturkan rasa syukur dan terima kasih saya kepada :

1. Allah SWT, karena hanya atas izin dan karunia-Nya skripsi ini dapat dibuat dan selesai dengan baik. Puji syukur yang tak terhingga pada Allah SWT yang meridhoi dan mengabulkan segala doa.
2. Bapak dan Ibu saya, Bapak Suroso dan Ibu Sri yang telah memberikan dukungan moril serta doa yang tiada henti untuk kesuksesan saya, karena tiada kata seindah lantunan doa dan tidak ada doa yang paling khusuk selain doa yang terucap dari orang tua.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. dan Rahmat Adiprasetya A.H., S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaranyang tiada ternilai harganya.
4. Saudara saya, Mohamad Rizki Lektama putrayang senantiasa memeberikan dukungan serta doa untuk keberhasilan ini.
5. Teman-teman saya di kontrakan GOLO beriman dan kontrakan Lelaki Ganteng Butuh Tidur, tanpa semangat, canda, dan tawa kalian semua tidak mungkin penelitian ini akan selesai.

6. Teman-teman saya kelas C angkatan 2013, tanpa semangat, dukungan dan bantuan kalian semua tidak akan mungkin saya sampai disini, terimakasih untk setiap canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama.

INTISARI

Jaringan disrtibusi merupakan jaringan yang berhubungan langsung dengan pelanggan, menggunakan penyulang tegangan menengah yang menyalurkan listrik dari Gardu Induk ke konsumennya. Keandalan jaringan distribusi merupakan faktor yang sangat penting dalam kontinuitas penyaluran listrik ke konsumen. Beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui keandalan suatu sistem distribusi yaitu dengan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*), ASAI (*Average Service Availability Index*), dan ASUI (*Average Service Unavailability Index*). Parameter pembanding yang digunakan adalah nilai Standar Rayon Slawi, SPLN No 68-2 1986, WCC (*World Class Company*) & WCS (*World Class Service*), dan IEEE std 1366-2003.

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang didapat bahwa indeks yang didapat dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa kinerja Rayon Slawi dikatakan relatif handal, karena sebagian besar nilai indeks sudah sesuai dengan standar yang ada.

Kata kunci : Keandalan, SAIDI, SAIFI, CAIDI, ASAI, ASUI, SPLN No 68-2 1986, WCC & WCS.

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul "**Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik di PT PLN (Persero) Rayon Slawi**" dengan baik. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tidak terhingga kepada:

1. Kedua orang tuaku Bapak Suroso dan Ibu Sri yang tak henti-hentinya mendoakan dan mendukung baik secara moral maupun material.
2. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan izin penyusunan tugas akhir kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Rahmat Adiprasetya A.H., S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah sabar dalam membimbing saya melakukan penulisan tugas akhir ini.

4. PT. PLN (Persero) Rayon Slawi yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian sehingga bisa mengolah data hasil penelitian menjadi bahan analisis pada Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan banyak sekali ilmu yang bermanfaat dan juga telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
6. Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan serta berbagi pengalaman pada proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan dapat menjadi amal sholeh serta senantiasa mendapat ridho Allah SWT, sehingga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pendidikan khususnya di bidang Teknik Elektro.

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

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 1 Mei 2017

Yang menyatakan,

Mohamad Lutfi Kusprabowo

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
INTISARI	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Keandalan Sistem Distribusi	9
2.2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	14
2.2.3 Klasifikasi Saluran Dstribusi Tenaga Listrik	18
2.2.4 Saluran Transmisi	22
2.2.5 Gardu Induk	25
2.2.6 Gangguan pada Sistem Distribusi	30
2.2.7 Standar Indeks Keandalan.....	33
BAB III	36

3.1	Alat dan Bahan Penelitian Tugas Akhir.....	36
3.2	Lokasi Penelitian Tugas Akhir.....	36
3.3	Langkah-Langkah Penelitian Tugas Akhir	36
BAB IV	42
4.1	Jumlah Pelanggan Perpenyulang di Gardu Induk Kebasen dan Gardu Induk Pemalang	42
4.2	Jumlah Pelanggan Penyulang Rayon di Gardu Induk Kebasen Tahun 2016....	43
4.3	Jumlah Gangguan pada Jaringan Distribusi 20 kV di Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi.....	44
4.3.1	Data Gangguan Jaringan Distribusi Rayon Slawi Tahun 2016.....	45
4.3.2	Data Gangguan Jaringan Distribusi Rayon Slawi Tahun 2015.....	47
4.3.3	Data Gangguan Jaringan Distribusi Rayon Slawi Tahun 2013.....	49
4.3.4	Data Gangguan Jaringan Distribusi Rayon Slawi Tahun 2012.....	52
4.3.5	Data Gangguan Jaringan Distribusi Rayon Slawi Tahun 2011	55
4.4	Jumlah Gangguan pada Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV di Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi berdasar Penyulang dan Bulan.....	61
4.4.1	Jumlah Gangguan pada Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV di Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi berdasar Penyulang dan Bulan Tahun 2016.....	61
4.4.2	Jumlah Gangguan pada Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV di Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi berdasar Penyulang dan Bulan Tahun 2015.....	64
4.4.3	Jumlah Gangguan pada Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV di Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi berdasar Penyulang dan Bulan Tahun 2013.....	67
4.4.4	Jumlah Gangguan pada Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV di Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi berdasar Penyulang dan Bulan Tahun 2012.....	71
4.4.5	Jumlah Gangguan pada Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV di Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi berdasar Penyulang dan Bulan Tahun 2011	74
4.5	Analisa Perhitungan SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, dan ASUI di Penyulang Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi pada Tahun 2011-2016.	80

4.5.1	Perhitungan SAIFI pada setiap Penyulang Tahun 2011, 2012, 2013, 2015, dan 2016.....	82
4.5.2	Analisis Nilai SAIFI terhadap Nilai Standar PLN Rayon Slawi, Standar PLN No 68-2 1986, Standar IEEE std 1366-2003, WCS (<i>World Class Service</i>) dan WCC (<i>Word Class Company</i>).....	86
4.5.3	Perhitungan SAIDI pada setiap Penyulang Tahun 2011, 2012, 2013, 2015, dan 2016.....	98
4.5.4	Analisis Nilai SAIDI terhadap Nilai Standar PLN Rayon Slawi, Standar PLN No 68-2 1986, Standar IEEE std 1366-2003, WCS (<i>World Class Service</i>) dan WCC (<i>Word Class Company</i>).....	103
4.5.5	Perhitungan CAIDI pada setiap Penyulang Tahun 2011, 2012, 2013, 2015, dan 2016.....	116
4.5.6	Perhitungan ASAI pada setiap Penyulang Tahun 2011, 2012, 2013, 2015, dan 2016.....	124
4.5.7	Analisis Nilai ASAI terhadap Nilai Standar PLN Rayon Slawi, Standar PLN No 68-2 1986, Standar IEEE std 1366-2003, WCS (<i>World Class Service</i>) dan WCC (<i>Word Class Company</i>).....	128
4.5.8	Perhitungan ASUI pada setiap Penyulang Tahun 2011, 2012, 2013, 2015, dan 2016.....	132
4.6	Analisa Beban Puncak Transformator di Gardu Induk Kebasen yang Menopang Rayon Slawi.....	135
4.6.1	Presentase Rata-Rata Beban Puncak di Gardu Induk Kebasen.....	143
BAB V	150
5.1	Simpulan	150
5.2	Saran	152

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Indeks Keandalan SPLN 68 - 2 : 1986	34
Tabel 2. 2 Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003	34
Tabel 2. 3 Standar Indeks Keandalan WCS (<i>World Class Servise</i>).....	35
Tabel 4. 1 Jumlah Pelanggan per penyulang.....	42
Tabel 4. 2 Jumlah Pelanggan Penyulang Rayon di Gardu Induk Kebasen	43
Tabel 4. 3 Data gangguan penyulang GI Kebasen rayon Slawi di Tahun 2016	45
Tabel 4. 4 Data gangguan penyulang GI Kebasen rayon Slawi di Tahun 2015	47
Tabel 4. 5 Data gangguan penyulang GI Kebasen rayon Slawi di Tahun 2013	49
Tabel 4. 6 Data gangguan penyulang GI Kebasen rayon Slawi di Tahun 2012	53
Tabel 4. 7 Data gangguan penyulang GI Kebasen rayon Slawi di Tahun 2011	56
Tabel 4. 8 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebasen Tahun 2016	62
Tabel 4. 9 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebasen Tahun 2015	64
Tabel 4. 10 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebasen Tahun 2015	67
Tabel 4. 11 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebasen Tahun 2012	71
Tabel 4. 12 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebasen Tahun 2012	74
Tabel 4. 13 Data jumlah total gangguan dan durasi padam tiap tahun	80
Tabel 4. 14 Data Gangguan dan Jumlah Pelanggan.....	82
Tabel 4. 15 Perhitungan nilai SAIFI	84
Tabel 4. 16 Perbandingan Nilai SAIFI Terhitung terhadap Nilai Target Standar SAIFI Rayon Slawi.....	86
Tabel 4. 17 Perbandingan Nilai SAIFI Terhitung terhadap Standar PLN No 68-2 1986 .	89
Tabel 4. 18 Perbandingan Nilai SAIFI Terhitung terhadap Standar IEEE std 133-2003 .	92
Tabel 4. 19 Perbandingan Nilai SAIFI Terhitung terhadap Standar WCS dan WCC	95
Tabel 4. 20 Data Lama Gangguan dan Jumlah Pelanggan.....	98
Tabel 4. 21 Perhitungan nilai SAIDI	100
Tabel 4. 22 Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung terhadap Nilai Target Standar SAIDI Rayon Slawi.....	103
Tabel 4. 23 Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung terhadap Standar PLN No 68-2 1986	106
Tabel 4. 24 Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung terhadap Standar IEEE std 133-2003 Tahun 2016, 2015, 2013	109
Tabel 4. 25 Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung terhadap Standar IEEE std 133-2003 Tahun 2012, 2011	109
Tabel 4. 26 Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung terhadap Standar WCS dan WCC....	113
Tabel 4. 27 Data SAIFI dan SAIDI.....	116
Tabel 4. 28 Perhitungan nilai CAIDI	118

Tabel 4. 29 Perbandingan Nilai CAIDI Terhitung terhadap Standar IEEE std 133-2003 Tahun 2016, 2015, 2013	120
Tabel 4. 30 Perbandingan Nilai CAIDI Terhitung terhadap Standar IEEE std 133-2003 Tahun 2012, 2011	121
Tabel 4. 31 Data ASAI.....	124
Tabel 4. 32 Data ASAI.....	125
Tabel 4. 33 Perbandingan Nilai ASAI Terhitung terhadap Standar IEEE std 133-2003 Tahun 2016, 2015, 2013	128
Tabel 4. 34 Perbandingan Nilai ASAI Terhitung terhadap Standar IEEE std 133-2003 Tahun 2012, 2011	129
Tabel 4. 35 Data ASAI.....	132
Tabel 4. 36 Data ASUI.....	133
Tabel 4. 37 Data Beban Puncak Trafo 1 dan 2 di GI Kebasen Tahun 2013	135
Tabel 4. 38 Data Beban Puncak Trafo 1 dan 2 di GI Kebasen Tahun 2013	136
Tabel 4. 39 Data Beban Puncak Trafo di GI Kebasen Tahun 2014.....	137
Tabel 4. 40 Data Beban Puncak Trafo di GI Kebasen Tahun 2014.....	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konfigurasi Sistem Tenaga Listrik	16
Gambar 2. 2 Saluran Konfigurasi Horizontal	19
Gambar 2. 3 Saluran Konfigurasi Vertikal	20
Gambar 2. 4 Saluran Konfigurasi Delta.....	20
Gambar 2. 5 Komponen Sistem Distribusi	22
Gambar 2. 6 Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi	23
Gambar 2. 7 Saluran Udara Tegangan Tinggi	24
Gambar 2. 8 Gardu Induk Konvensional	26
Gambar 2. 9 Gas Insulated Substation	27
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penyusunan Tugas Akhir	41
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan SAIFI Tiap Tahun	85
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Terhitung dengan Nilai Target SAIFI Rayon Slawi.....	88
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Terhitung dengan Nilai SPLN 68-2 1986	91
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Terhitung dengan Nilai Standar IEEE std 133-2003.	94
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Terhitung dengan Nilai Standar WCS dan WCC	97
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan SAIDI Tiap Tahun	102
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung dengan Nilai Target SAIDI Rayon Slawi.....	105
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung dengan Nilai SPLN 68-2 1986.	108
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung dengan Nilai Standar IEEE std 133-2003.	112
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI Terhitung dengan Nilai Standar WCS dan WCC.....	115
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan CAIDI Tiap Tahun.....	119
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Nilai CAIDI Terhitung dengan Nilai Standar IEEE std 133-2003.	123
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan ASAI Tiap Tahun.....	127
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Nilai ASAI Terhitung dengan Nilai Standar IEEE std 133-2003.	131
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan ASUI Tiap Tahun.....	134
Gambar 4. 16 Perbandingan Beban Puncak di T1 20 MVA Tahun 2013 dan 2014	139
Gambar 4. 17 Perbandingan Beban Puncak di T2 20 MVA Tahun 2013 dan 2014	140
Gambar 4. 18 Perbandingan Beban Puncak di T3 60 MVA Tahun 2013 dan 2014	141
Gambar 4. 19 Perbandingan Beban Puncak di T3 60 MVA Tahun 2013 dan 2012	142