

SKRIPSI

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA
LISTRIK 20 KV DI GARDU INDUK KEBUMEN**

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



Disusun Oleh :

Doni Hardianto

20130120129

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2017

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Doni Hardianto**
NIM : **20130120129**
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, 14 Maret 2017

Yang menyatakan,

Doni Hardianto
20130120129

MOTTO

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikan dengan baik”

(HR. Thabrani)

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakan untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu)”

(H.R. Muslim)

“Permdahlah dan jangan mempersulit, gembirakanlah dan janganlah menakut-nakuti”

(Mutafaq’lah)

“Barang siapa yang ingin gembira dipanjangkan umurnya, dilapangkan rezekinya dan dihindarkan dari kematian buruk, maka hendaklah ia bertaqwa kepada Allah dan Rasulullah, ia menyambung tali persaudaraan”

(H.R. Bazzar)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sujud syukur pada-Mu Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbingan-Mu selama hamba menuntut ilmu berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada:

1. Kedua orang tua Kapten Infanteri Mungging dan Kartini, S.Pd. tercinta, dengan do'a dan kasih sayang tulusnya selalu senantiasa memberikan kekuatan dalam setiap langkah, terima kasih atas semua pengorbanan yang tidak ternilai harganya.
2. Kakakku Utami Wijayanti, S.Pd. yang selalu memberikanku do'a, inspirasi maupun dukungan kepadaku.
3. Adikku Luqman Adi Widya yang selalu memberikanku semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.
4. Seluruh keluarga besar Almarhum Kakek Sudarman dan Amarahmah Kakek Gaimah
5. Elina Yuanita, S.Pd. yang membuatku semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.
6. Teman-teman kontrakan Golo beriman yang selalu menghambatku.
7. Teman-teman kontrakan LGBT (Lelaki Galau Butuh Tidur) yang selalu kurang tidur karena mengerjakan skripsi.
8. Teman-teman ELC dan Teknik elektro angkatan 2013.

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 Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 Kv Di Gardu Induk Kebumen”**.

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 Tugas Akhir ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematik pembahasannya, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

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

1. Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar dan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Bapak DR. Gunawan Budianto, M.M. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,

3. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak DR. Ramadhoni Syahputra, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing II yang juga dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Toha Ardi Nugraha, S.T., M.Eng. selaku Dosen penguji.
8. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
10. Teman-teman ELC, Kontrakan Golo dan Kontrakan LGBT yang telah memberikan semangat ke penulis agar menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Serta semua pihak yang membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima Kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulisan sangat mengharapkan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya Robbal Alamin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

DAFTAR ISI

COVER	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	III
HALAMAN PERNYATAAN	IV
HALAMAN PERSEMBAHAN	VI
INTISARI	VII
KATA PENGANTAR.....	VIII
DAFTAR ISI	XI
DAFTAR GAMBAR	XV
DAFTAR TABEL	XVII
DAFTAR NOTASI	XX
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	4
1.4 TUJUAN PENELITIAN.....	5
1.5 MANFAAT PENELITIAN	5
1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.2 DASAR TEORI	8
2.2.1 Keandalan Sistem Distribusi.....	8
2.2.2 Indeks Keandalan	9
2.2.2.1 SAIFI (<i>System Average Interruption Index</i>).....	10
2.2.2.2 SAIDI (<i>System Average Duration Index</i>).....	10
2.2.2.3 CAIDI (<i>Customer Average Duration Index</i>).....	11
2.2.2.4 ASAI (<i>Average System Availability Index</i>).....	12
2.2.3 Standar Nilai Indeks Keandalan.....	13

2.2.3.1	Standar Nilai Indeks Keandalan SPLN 68 - 2 : 1986.....	13
2.2.3.2	Standar Nilai Indeks Keandalan IEEE Std 1366-2003.....	13
2.2.4	Gardu Induk.....	14
2.2.5	Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	16
2.2.5.1	Jenis Jaringan Distribusi Berdasarkan Ukuran Tegangan.....	17
2.2.5.1.1	Jaringan Distribusi Primer	17
2.2.5.1.2	Jaringan Distribusi Sekunder	21
2.2.5.2	Macam Jaringan Distribusi Berdasarkan Sistem Penyaluran.....	22
2.2.5.2.1	Saluran Udara (<i>overhead line</i>).....	22
2.2.5.2.2	Saluran Bawah Tanah (<i>underground cable</i>).....	23
2.2.5.3	Transformator Distribusi.....	25
2.2.5.4	Konfigurasi Jaringan Distribusi	27
2.2.5.4.1	Sistem Jaringan Distribusi Radial.....	27
2.2.5.4.2	Sistem Jaringan Distribusi Loop.....	28
2.2.5.4.3	Sistem Jaringan Distribusi Spindel.....	30
2.2.5.5	Jaringan Distribusi Berdasarkan Jenis Konstruksi Tiang Jaringan	31
2.2.5.5.1	Konstruksi Horizontal.....	31
2.2.5.5.2	Konstruksi Vertical.....	32
2.2.6	Gangguan Pada Sistem Distribusi.....	33
2.2.6.1	Gangguan Dari Dalam Sistem.....	33
2.2.6.2	Gangguan Dari Luar Sistem.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		37
3.1	ALAT DAN BAHAN	37
3.1.1	Alat.....	37
3.1.2	Bahan.....	38
3.2	LOKASI PENELITIAN TUGAS AKHIR.....	38
3.3	LANGKAH PENELITIAN TUGAS AKHIR.....	39
3.3.1	Studi Pendahuluan.....	40
3.3.2	Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	40
3.3.3	Studi Pustaka	40

3.3.4	Pengumpulan Data	41
3.3.5	Pengolahan Data.....	42
3.3.6	Analisis Data	42
3.3.7	Penulisan Tugas Akhir	42
BAB IV PEMBAHASAN		43
4.1	JUMLAH PELANGGAN SETIAP PENYULANG GARDU INDUK KEBUMEN.....	43
4.2	DATA GANGGUAN JARINGAN DISTRIBUSI SETIAP PENYULANG GARDU INDUK KEBUMEN	46
4.2.1	Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2013	46
4.2.2	Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2014	49
4.2.3	Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2015	52
4.2.4	Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2016	54
4.3	ANALISIS PERHITUNGAN SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI SETIAP PENYULANG GARDU INDUK KEBUMEN.....	56
4.3.1	Perhitungan SAIFI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen.....	59
4.4.2	Analisis Nilai SAIFI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen.....	61
4.4.2.1	Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen	61
4.4.2.2	Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PLN No 68-2 1986	64
4.4.2.3	Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan Standar IEEE std 1366- 2003.....	66
4.4.3	Perhitungan SAIDI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen	68
4.4.4	Analisis Nilai SAIDI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen	71
4.4.4.1	Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen	71

4.4.4.2	Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan Standar PLN No 68-2 1986.....	74
4.4.4.3	Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan Standar IEEE std 1366- 2003.....	77
4.4.5	Perhitungan Nilai CAIDI setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen ..	79
4.4.6	Analisis Perhitungan Nilai CAIDI berdasarkan Standar IEEE std 1366-2003.....	80
4.4.7	Perhitungan Nilai ASAI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen ...	83
4.4.8	Analisis Nilai ASAI Gardu Induk Kebumen Berdasarkan Standar IEEE std 1366-2003	85
4.4	BEBAN PUNCAK TRANSFORMATOR TENAGA GARDU INDUK KEBUMEN.....	87
4.4.1	Presentase Rata-Rata Beban Puncak di Gardu Induk Kebumen.....	91
4.5	DATA PENYEBABGAN GANGGUAN SETIAP PENYULANG GARDU INDUK KEBUMEN	92
BAB V PENUTUP.....		96
5.1	KESIMPULAN.....	96
5.2	SARAN.....	98
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Gardu Induk.....	16
Gambar 2.2 Jaringan Distribusi Primer 20 kV	19
Gambar 2.3 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah	20
Gambar 2.4 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah	21
Gambar 2.5 Saluran Kabel Tegangan Menengah.....	21
Gambar 2.6 Jaringan distribusi sekunder 220 V.....	22
Gambar 2.7 Saluran Distribusi Penyaluran Udara.....	23
Gambar 2.8 Saluran Tanah Jaringan Distribusi.....	25
Gambar 2.9 Transformator Distribusi 3 Phasa	27
Gambar 2.10 Transformator Distribusi 1 Phasa	27
Gambar 2.11 Jaringan distribusi radial.....	28
Gambar 2.12 Jaringan distribusi loop.....	30
Gambar 2.13 Jaringan Distribusi Spindel.....	32
Gambar 2.14 Konstruksi Horizontal Tiang Jaringan Distribusi	32
Gambar 2.15 Konstruksi Vertical Tiang Jaringan Distribusi	33
Gambar 2.16 Jenis Gangguan Pada Jaringan Distribusi.....	35
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penyusunan Tugas Akhir.....	40
Gambar 4.1 Grafik Perkembangan Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen	46
Gambar 4.2 Grafik Frekwensi dan Durasi Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen.....	59

Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen	64
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Berdasarkan SPLN No.68-2 1986.....	66
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Berdasarkan IEEE std 1366-2003	68
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen	74
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI SPLN No.68-2 1986	77
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI IEEE std 1366-2003.....	79
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai CAIDI IEEE std 1366-2003	84
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai ASAI Berdasarkan Standar Nilai ASAI IEEE std 1366-2003	88
Gambar 4.11 Grafik Pembebanan Transformator Gardu Induk Kebumen Tahun 2015.....	91
Gambar 4.12 Grafik Pembebanan Transformator Gardu Induk Kebumen Tahun 2016.....	92
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Penyebab Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Indeks Keandalan SPLN 68 - 2 : 1986	14
Tabel 2.2 Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003	15
Tabel 4.1 Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen	45
Tabel 4.2 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM1 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013	47
Tabel 4.3 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM2 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013	48
Tabel 4.4 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM3 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013	48
Tabel 4.5 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM4 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013	49
Tabel 4.6 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM6 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013	49
Tabel 4.7 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM1 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014	50
Tabel 4.8 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM2 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014	51
Tabel 4.9 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM3 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014	51
Tabel 4.10 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM4 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014	52
Tabel 4.11 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM6 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014	52
Tabel 4.12 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM1 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015	53
Tabel 4.13 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM2 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015	53

Tabel 4.14 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM3 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015	54
Tabel 4.15 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM4 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015	54
Tabel 4.16 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM6 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015	54
Tabel 4.17 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM1 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016	55
Tabel 4.18 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM2 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016	56
Tabel 4.19 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM3 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016	56
Tabel 4.20 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM4 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016	56
Tabel 4.21 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM6 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016	57
Tabel 4.22 Ringkasan Data Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2013 – 2016.....	58
Tabel 4.23 Data Frekwensi Gangguan Setiap Penyulang dari Tahun 2013 sampai dengan tahun 2014	60
Tabel 4.24 Data Frekwensi Gangguan Setiap Penyulang dari Tahun 2015 sampai dengan Tahun 2016	61
Tabel 4.25 Nilai SAIFI Tahun 2013-2016.....	62
Tabel 4.26 Perbandingan Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PT. PLN (Persero) Rayon Kebumen.....	63
Tabel 4.27 Perbandingan Nilai SAIFI dengan SPLN No.68-2 1986	65
Tabel 4.28 Perbandingan Nilai SAIFI dengan standar SAIFI IEEE std 1366....	67
Tabel 4.29 Durasi Gangguan dan Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2013 dan 2014	70
Tabel 4.30 Durasi Gangguan dan Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2015 dan 2016	71

Tabel 4.31 Nilai SAIDI Tahun 2013-2016.....	72
Tabel 4.32 Perbandingan Perhitungan Nilai SAIDI dengan Standar SAIDI PLN Rayon Kebumen Tahun 2013 dan 2014	73
Tabel 4.33 Perbandingan Perhitungan Nilai SAIDI dengan Standar SAIDI PLN Rayon Kebumen Tahun 2015 sampai 2016	73
Tabel 4.34 Perbandingan Nilai SAIDI dengan SPLN No.68-2 1986.....	76
Tabel 4.35 Perbandingan Nilai SAIDI dengan standar SAIDI IEEE std 1366 ..	78
Tabel 4.36 Data SAIDI dan SAIFI setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen...	81
Tabel 4.37 Nilai CAIDI Seluruh Penyulang Gardu Induk Kebumen.....	82
Tabel 4.38 Perbandingan Nilai CAIDI Gardu Induk Kebumen dengan Standar Nilai CAIDI IEEE std1366-2003	83
Tabel 4.39 Data Nilai SAIDI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen	86
Tabel 4.40 Nilai ASAI setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen.....	86
Tabel 4.41 Perbandingan Nilai ASAI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen dengan Standar Nilai ASAI IEEE std 1366-2003	87
Tabel 4.42 Beban Puncak Gardu Induk Kebumen pada Tahun 2015	89
Tabel 4.43 Beban Puncak Gardu Induk Kebumen pada Tahun 2016	90
Tabel 4.44 Jumlah Sumber Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen	95
Tabel 4.45 Presentase Sumber Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen	95

DAFTAR NOTASI

A	: <i>Ampere</i>
ASAI	: <i>Average System Availability Index</i>
ASUI	: <i>Average System Unavailability Index</i>
BPS	: <i>Bulk Power Source</i>
CAIDI	: <i>Customer Average Duration Index</i>
IEEE	: <i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
JTM	: Jaringan Tegangan Menengah
KV	: Kilo Volt
KVA	: Kilo Volt Ampere
KW	: Kilo Watt
MVA	: Mega Volt Ampere
MW	: Mega Watt
<i>N_i</i>	: Jumlah konsumen yang terganggu pada beban.
<i>N_t</i>	: Jumlah konsumen yang dilayani.
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PT	: Perseroan Terbatas

- SUTM : Saluran Udara Tegangan Menengah
- SKTM : Saluran Kabel Tegangan Menengah
- SKUTM : Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah
- SAIDI : *System Average Interruption Duration Index*
- SAIFI : *System Average Interruption Frequency Index*
- U_i : Durasi gangguan.
- λ : Angka kegagalan rata-rata / frekuensi padam.