

SKRIPSI

**PENINGKATAN INDEKS KEANDALAN DENGAN PENAMBAHAN
RECLOSER PADA SISTEM DISTRIBUSI DI PLTD SUBAIM MENGGUNAKAN
METODE *SECTION TECHNIQUE***



Disusun Oleh :

M. RIZAL SANAKY

13.12.036

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENINGKATAN INDEKS KEANDALAN DENGAN PENAMBAHAN
RECLOSER PADA SISTEM DISTRIBUSI DI PLTD SUBAIM MENGGUNAKAN
METODE SECTION TECHNIQUE**

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan guna mencapai
gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

M. RIZAL SANAKY

NIM : 13.12.036

Diperiksa dan disetujui,


Dosen Pembimbing I



Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT

NIP. 197706152005012002

Dosen Pembimbing II



Ir. Eko Nurcahyo, MT

NIP.Y. 1028700172

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT

NIP. 197706152005012002

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

ABSTRAK

PENINGKATAN INDEKS KEANDALAN DENGAN PENAMBAHAN *RECLOSER* PADA SISTEM DISTRIBUSI DI PLTD SUBAIM MENGGUNAKAN METODE *SECTION TECHNIQUE*

M. RIZAL SANAKY, NIM : 1312036

Dosen Pembimbing I : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT

Dosen Pembimbing II : Ir. Eko Nurcahyo, MT

Jaringan distribusi merupakan bagian sistem tenaga listrik yang berada paling dekat dengan pelanggan. Keandalan setiap komponen peralatan sistem distribusi dapat mempengaruhi kontinuitas pelayanan daya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keandalan sistem distribusi PLTD Subaim serta meningkatkan indeks keandalan sistem. Metode yang digunakan yaitu metode *section technique* dan diperoleh nilai indeks keandalan untuk Penyulang Barat yaitu, SAIFI 4,896999997 *fault per customer.year*, SAIDI 14,8 *hours per customer.year*, CAIDI 3,022258527 *hours per customer interruption*. Penyulang Timur, SAIFI 5,817000027 *fault per customer.year*, SAIDI 17,59099999 *hours per customer.year*, CAIDI 3,02406737 *hours per customer interruption*. Perhitungan menggunakan ETAP kondisi eksisting, Penyulang Barat SAIFI 4,9151 *fault per customer.year*, SAIDI 14,9039 *hours per customer.year*, CAIDI 3,032 *hours per customer interruption*. Penyulang Timur SAIFI 5,9586 *fault per customer.year*, SAIDI 17,8291 *hours per customer.year*, CAIDI 2,992 *hours per customer interruption*. Untuk meningkatkan keandalan dilakukan implementasi *recloser* pada penyulang dan diperoleh indeks keandalan paling optimal yaitu, Penyulang Barat SAIFI 4,0351 *fault per customer.year*, SAIDI 14,1221 *hours per customer.year*, CAIDI 3,500 *hours per customer interruption*. Penyulang Timur SAIFI, 4,6827 *fault per customer.year*, SAIDI 16,2380 *hours per customer.year*, CAIDI 3,468 *hours per customer interruption*.

Kata kunci : Keandalan, PLTD Subaim, *Section Technique*, ETAP Power Station, *Recloser*, SAIFI, SAIDI, CAIDI

ABSTRACT

INCREASING RELIABILITY INDEX WITH RECLOSER ADDITION ON DISTRIBUTION SYSTEM IN PLTD SUBAIM USING THE SECTION TECHNIQUE METHOD

M. RIZAL SANAKY, NIM : 1312036

Lecturer I : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT

Lecturer II : Ir. Eko Nurcahyo, MT

The distribution network is part of the power system that is closest to the customer. The reliability of each component of the distribution system equipment can affect the continuity of power services. This study aims to evaluate the reliability of Subaim power plant distribution system as well as improve the reliability index of the system. The method used is the section technique method and obtained value of reliability index for the west feeder is, SAIFI 4.896999997 fault per customer.year, SAIDI 14.8 hour per customer.year, CAIDI 3.022258527 hours per customer interruption. Eastern repeater, SAIFI 5,817000027 fault per customer.year, SAIDI 17,59099999 hours per customer.year, CAIDI 3.02406737 hours per customer interruption. Calculation using ETAP existing condition, west feeder SAIFI 4,9151 fault per customer.year, SAIDI 14,9039 hours per customer.year, CAIDI 3.032 hours per customer interruption. East Sphere SAIFI 5.9586 fault per customer.year, SAIDI 17,8291 hour per customer.year, CAIDI 2,992 hours per customer interruption. Implementation of recloser on feeder can improve the reliability system and obtain the most optimal index of reliability that is, west feeder SAIFI 4,0351 fault per customer.year, SAIDI 14,1221 hour per customer.year, CAIDI 3,500 hour per customer interruption. East feeder SAIFI, 4,6827 fault per customer.year, SAIDI 16.2380 hours per customer.year, CAIDI 3,468 hour per customer interruption.

Keywords : Reliability, PLTD Subaim, Section Technique, ETAP Power Station, Recloser, SAIFI, SAIDI, CAIDI

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulis menyadari tanpa adanya usaha dan bantuan dari berbagai pihak, maka laporan skripsi ini tidak dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Dr. Ir. Yudi Limpraptono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
4. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT selaku Dosen Pembimbing II
6. Pimpinan dan staff PLTD Subaim yang sudah membantu dalam memberikan data-data yang diperlukan
7. Orang tua, kakak dan kerabat yang sudah membantu dalam bentuk materi dan doa yang selalu menyertai penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
8. Teman-teman yang selalu membantu dan memberi semangat pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada laporan skripsi ini, oleh karena itu mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan dimasa yang akan datang. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang, 10 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Pembahasan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik	5
2.2 Sistem Distribusi	6
2.2.1 Sistem Distribusi Radial	6
2.2.2 Sistem Lup (<i>Loop</i>)	7
2.2.3 Sistem Jaringan	8
2.2.4 Sistem Spindel	9
2.3 Keandalan Sistem Distribusi	11
2.3.1 Tingkat Keandalan Dalam Pelayanan	11
2.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Keandalan	11
2.4 Metode Section Technique	12
2.4.1 Indeks Titik Beban	13
2.4.2 Perhitungan Indeks Keandalan Metode Section Technique	13
2.5 Recloser	14
2.5.1 Pengoperasian Recloser	14
2.6 Software Electrical Transient Analysis Program (ETAP)	15
2.6.1 Load Flow Analysis	15

2.6.2 Short Circuit Analysis	16
2.6.3 Harmonics Analysis	16
2.6.4 Transient Stability Analysis	16
2.6.5 Reliability Assessment	16
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Alur Penelitian	17
3.2 Flowchart Penyelesaian	18
3.3 Flowchart Metode Section Technique	19
3.4 Flowchart Simulasi ETAP	20
3.5 Sistem Kelistrikan PLTD Subaim	21
3.5.1 Data Penelitian	22
BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN INDEKS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI PLTD SUBAIM	32
4.1 Analisa Indeks Keandalan Sistem Distribusi PLTD Subaim Dengan Metode Section Technique	32
4.1.1 Analisis Keandalan Penyulang Barat	32
4.1.2 Analisis Keandalan Penyulang Timur	39
4.2 Pemodelan Sistem Distribusi PLTD Subaim Pada Software ETAP 12.6	48
4.3 Simulasi Keandalan Sistem Distribusi PLTD Subaim Dengan Kondisi Eksisiting	50
4.4 Peningkatan Indeks Keandalan Sistem Distribusi PLTD Subaim Dengan Pemasangan Automatic Circuit Recloser (ACR) Pada Penyulang	52
4.4.1 Hasil Simulasi Keandalan Penyulang Barat PLTD Subaim Dengan Pemasangan Recloser Berdasarkan Percobaan 1 Sampai 5	52
4.4.2 Hasil Simulasi Keandalan Penyulang Timur PLTD Subaim Dengan Pemasangan Recloser Berdasarkan Percobaan 1 Sampai 5	56
BAB V PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data jumlah pelanggan dan panjang tiap saluran penyulang Timur	22
Tabel 3.2	Jumlah peralatan penyulang Timur	23
Tabel 3.3	Data jumlah pelanggan dan panjang tiap salura penyulang Barat	24
Tabel 3.4	Jumlah peralatan penyulang Barat	24
Tabel 3.5	Data generator di PLTD Subaim	25
Tabel 3.6	Data beban gardu distribusi penyulang Timur	25
Tabel 3.7	Data beban gardu distribusi penyulang Barat	26
Tabel 3.8	Data circuit breaker pada pembangkit	27
Tabel 3.9	Data circuit breaker pada penyulang	28
Tabel 3.10	Data transformator step-up (1)	28
Tabel 3.11	Data transformator step-up (2)	29
Tabel 3.12	Data transformator step-up (3)	30
Tabel 3.13	Data transformator step-up (4)	30
Tabel 3.14	Indeks Kegagalan Peralatan Standar PLN	31
Tabel 4.1	Section technique worksheet section 1	33
Tabel 4.2	Perhitungan λ titik beban 1	34
Tabel 4.3	Perhitungan U titik beban 1	35
Tabel 4.4	Nilai frekuensi kegagalan dan lama kegagalan titik beban section 1	36
Tabel 4.5	Indeks keandalan section 1	37
Tabel 4.6	Section technique worksheet section 2	37
Tabel 4.7	Nilai frekuensi kegagalan dan lama kegagalan titik beban section 2	38
Tabel 4.8	Indeks keandalan section 2	38
Tabel 4.9	Indeks keandalan sistem per section	38
Tabel 4.10	Indeks keandalan penyulang barat metode section technique	39
Tabel 4.11	Section technique worksheet section 1	40
Tabel 4.12	Perhitungan λ titik beban 1	41
Tabel 4.13	Perhitungan U titik beban 1	41
Tabel 4.14	Nilai frekuensi kegagalan dan lama kegagalan titik beban section 1	42
Tabel 4.15	Indeks keandalan section 1	43
Tabel 4.16	Section technique worksheet section 2	44
Tabel 4.17	Nilai frekuensi kegagalan dan lama kegagalan titik beban section 2	46
Tabel 4.18	Indeks keandalan section 2	47

Tabel 4.19 Indeks keandalan sistem per section	48
Tabel 4.20 Indeks keandalan penyulang timur metode section technique.....	48
Tabel 4.21 Perbandingan indeks keandalan	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram sistem tenaga listrik.....	5
Gambar 2.2	Sistem distribusi radial.....	7
Gambar 2.3	Sistem distribusi lup.....	8
Gambar 2.4	Sistem jaringan.....	9
Gambar 2.5	Sistem spindel.....	10
Gambar 2.6	Input dan output metode section technique.....	12
Gambar 2.7	Cara kerja recloser pada saat terjadi gangguan.....	15
Gambar 3.1	Flowchart penyelesaian dari pembahasan skripsi pada PLTD Subaim	18
Gambar 3.2	Flowchart perhitungan indeks keandalan menggunakan metode section technique.....	19
Gambar 3.3	Flowchart simulasi peningkatan indeks keandalan menggunakan software ETAP 12.6.....	20
Gambar 3.4	Single line diagram PLTD Subaim.....	21
Gambar 4.1	Penyulang barat PLTD Subaim.....	32
Gambar 4.2	Penyulang timur PLTD Subaim.....	39
Gambar 4.3	Single line diagram kondisi eksisting PLTD Subaim Pada ETAP.....	49
Gambar 4.4	Single line diagram penyulang barat PLTD Subaim pada ETAP.....	49
Gambar 4.5	Single line diagram penyulang timur PLTD Subaim pada ETAP.....	50
Gambar 4.6	Hasil simulasi kondisi eksisting penyulang barat menggunakan ETAP.....	51
Gambar 4.7	Hasil simulasi kondisi eksisting penyulang timur menggunakan ETAP.....	51
Gambar 4.8	Letak recloser pada percobaan 1 ditunjukkan oleh tanda panah.....	52
Gambar 4.9	Letak recloser pada percobaan 2 ditunjukkan oleh tanda panah.....	52
Gambar 4.10	Letak recloser pada percobaan 3 ditunjukkan oleh tanda panah.....	53
Gambar 4.11	Letak recloser pada percobaan 4 ditunjukkan oleh tanda panah.....	53
Gambar 4.12	Letak recloser pada percobaan 5 ditunjukkan oleh tanda panah.....	53
Gambar 4.13	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 1.....	54
Gambar 4.14	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 2.....	54
Gambar 4.15	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 3.....	55
Gambar 4.16	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 4.....	55
Gambar 4.17	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 5.....	56
Gambar 4.18	Letak recloser pada percobaan 1 ditunjukkan oleh tanda panah.....	56

Gambar 4.19	Letak recloser pada percobaan 2 ditunjukkan oleh tanda panah.....	57
Gambar 4.20	Letak recloser pada percobaan 3 ditunjukkan oleh tanda panah.....	57
Gambar 4.21	Letak recloser pada percobaan 4 ditunjukkan oleh tanda panah.....	57
Gambar 4.22	Letak recloser pada percobaan 5 ditunjukkan oleh tanda panah.....	58
Gambar 4.23	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 1	58
Gambar 4.24	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 2	59
Gambar 4.25	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 3	59
Gambar 4.26	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 4	60
Gambar 4.27	Hasil simulasi indeks keandalan percobaan 5	60

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.1 Perbandingan Nilai SAIFI dan SAIDI Standar PLN, Perhitungan Metode Section Technique, Hasil Perhitungan ETAP Kondisi Eksisting dan Percobaan 1 Sampai 5 Menggunakan ETAP Pada Penyulang Barat..... 62
- Grafik 4.2 Perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI standar PLN, perhitungan metode section technique, hasil perhitungan ETAP kondisi eksisting dan percobaan 1 sampai 5 menggunakan ETAP Pada penyulang timur 62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Berita Acara Ujian Skripsi	67
Lampiran 2	Surat Pernyataan Orisinalitas Skripsi	68
Lampiran 3	Surat Survei Pengambilan Data Skripsi	69
Lampiran 4	Surat Balasan dari PLTD Subaim Perihal Survei Pengambilan Data Skripsi	70
Lampiran 5	Jadwal Survei Data di PLTD Subaim	71
Lampiran 6	Single Line Diagram PLTD Subaim	72
Lampiran 7	Data Saluran dan Data Pelanggan PLTD Subaim	73
Lampiran 8	Data Beban Trafo Distribusi PLTD Subaim	74
Lampiran 9	Data Kapasitas Daya PLTD Subaim	75
Lampiran 10	Single Line Diagram PLTD Subaim Pada Software ETAP 12.6	76
Lampiran 11	Hasil Running Reliability pada ETAP Kondisi Eksisting Penyulang Barat	77
Lampiran 12	Hasil Running Reliability Percobaan 1 Penyulang Barat	78
Lampiran 13	Hasil Running Reliability Percobaan 2 Penyulang Barat	79
Lampiran 14	Hasil Running Reliability Percobaan 3 Penyulang Barat	80
Lampiran 15	Hasil Running Reliability Percobaan 4 Penyulang Barat	81
Lampiran 16	Hasil Running Reliability Percobaan 5 Penyulang Barat	82
Lampiran 17	Hasil Running Reliability pada ETAP Kondisi Eksisting Penyulang Timur	83
Lampiran 18	Hasil Running Reliability Percobaan 1 Penyulang Timur	84
Lampiran 19	Hasil Running Reliability Percobaan 2 Penyulang Timur	85
Lampiran 20	Hasil Running Reliability Percobaan 3 Penyulang Timur	86
Lampiran 21	Hasil Running Reliability Percobaan 4 Penyulang Timur	87
Lampiran 22	Hasil Running Reliability Percobaan 5 Penyulang Timur	88
Lampiran 23	Formulir Perbaikan Ujian Skripsi	89
Lampiran 24	Persetujuan Perbaikan Skripsi	90

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan dari sistem tersebut untuk memberikan pasokan tenaga listrik yang cukup dengan kualitas yang memuaskan. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan tenaga listrik, maka tuntutan pada sistem tenaga listrik yang memiliki keandalan dalam penyediaan dan penyaluran daya pada jaringan distribusi. Indeks-indeks yang digunakan untuk mengetahui tingkat pada keandalan sistem distribusi antara lain adalah indeks SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) (Brown, R.E. 2009).

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan energi listrik pada Kecamatan Wasile, Wasile Timur dan Wasile Selatan di Kabupaten Halmahera Timur Maluku Utara, maka PLTD Subaim harus bisa mengimbangi pasokan daya listrik dengan peningkatan akan keandalan sistem energi listrik sehingga yang diterima oleh konsumen tetap memuaskan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan yaitu dengan menggunakan *recloser* atau pemutus balik otomatis (*Automatic Circuit Recloser*) yang mampu memperkecil nilai SAIDI, SAIFI dan CAIDI. Oleh karena itu penulis merasa perlu untuk melakukan analisis perhitungan akan tingkat keandalan pada PLTD Subaim agar dapat mengetahui apakah PLTD Subaim sudah memberikan pelayanan kepada konsumen secara memuaskan.

Terdapat beberapa teknik analisis yang bisa digunakan untuk mengevaluasi sistem distribusi, dan salah satunya dengan menggunakan metode *Section Technique*, metode ini melakukan evaluasi akan keandalan sistem dengan memecah sistem terlebih dahulu menjadi beberapa bagian yang lebih kecil, agar kemungkinan terjadinya kesalahan dapat di minimalkan dan juga waktu yang dibutuhkan lebih singkat (Xie, K., Zhou, J dan Billinton, R. 2008).

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk melakukan analisa perhitungan indeks keandalan adalah metode *Section Technique* yang nantinya akan membagi penyulang pada PLTD Subaim menjadi beberapa *Section* atau bagian yang dibatasi oleh LBS (*Load Break Switch*). Dengan menggunakan metode *section technique* untuk menganalisis keandalan pada sistem distribusi maka akan diketahui indeks-indeks

keandalan per titik beban dan indeks keandalan sistem. Hasil perhitungan dengan metode *Section Technique* nantinya akan dibandingkan dengan hasil dari simulasi ETAP setelah mengimplementasikan *recloser* pada penyulang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menentukan indeks keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik PLTD Subaim
2. Bagaimana cara meningkatkan keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik PLTD Subaim

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembahasan skripsi ini adalah untuk meningkatkan indeks keandalan pada Sistem Distribusi PLTD Subaim, Kabupaten Halmahera Timur, Provinsi Maluku Utara.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari persoalan yang lebih luas dari pokok bahasan, maka penulis membatasi masalah pada :

1. Pembahasan dalam skripsi ini adalah jaringan distribusi primer tipe radial pada PLTD Subaim, Halmahera Timur, Maluku Utara
2. Evaluasi yang dilakukan yaitu keandalan sistem distribusi energi listrik
3. Analisa indeks keandalan menggunakan perhitungan metode *Section Technique*
4. Simulasi dilakukan menggunakan *Software ETAP Power Station 12.6*
5. Menggunakan ACR (*Automatic Circuit Recloser*) untuk meningkatkan keandalan

1.5 Metodologi Penelitian

1. Studi *Literature*

Studi yang pertama kali dilakukan adalah mempelajari tentang keandalan jaringan distribusi dari berbagai sumber. Mencari informasi bagaimana cara kerja dari metode *Section Technique* dan *software ETAP Power Station* serta mempelajari karakteristik dari jaringan distribusi PLTD Subaim.

2. Pengambilan Data

Sebelum melakukan perhitungan dan simulasi, dilakukan pengambilan data pada jaringan distribusi PLTD Subaim. Bentuk data yang digunakan adalah :

- Data kuantitatif, adalah data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka, diantaranya adalah berupa data pembangkitan, data beban, data

panjang saluran, data trafo distribusi, jumlah pelanggan pada trafo distribusi, data trafo *step-up* serta beberapa parameter penunjang lainnya.

- Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini *single line diagram* jaringan distribusi PLTD Subaim, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data yang pertama dilakukan yaitu melakukan perhitungan indeks keandalan dengan metode *section technique* kemudian menggambar *Singel Line Diagram* dari sistem distribusi PLTD Subaim pada *software* ETAP 12.6. Data yang akan didapatkan yaitu data indeks keandalan seperti indeks SAIFI, indeks SAIDI dan indeks CAIDI.

4. Perhitungan dan Analisa Data

Membandingkan hasil indeks keandalan dalam kondisi standar PLN, hasil perhitungan indeks keandalan PLTD Subaim dengan metode *section technique*, dan implementasi *Automatic Circuit Recloser (ACR)* pada *software* ETAP 12.6 untuk meningkatkan keandalan.

5. Penarikan Kesimpulan

Dari hasil analisa dan hasil simulasi dapat ditarik kesimpulan secara keseluruhan dari yang sudah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam menyusun skripsi ini disusun menjadi beberapa bab dan siuraikan dengan pembahasan sesuai daftar isi. Sistematika penyusunannya adalah sebagai berikut.

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan di bahas penjelasan teori-teori tentang sistem tenaga listrik, sistem distribusi secara umum, keandalan sistem distribusi, metode *section technique*, *automatic circuit recloser* dan dasar dari *Software ETAP Power Station* serta teori yang mendukung dalam skripsi ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan di bahas tentang sistem kelistrikan pada PLTD Subaim, menampilkan *single line diagram* PLTD Subaim serta prosedur penelitian

yang dilakukan dengan menggunakan data-data yang diperoleh untuk menentukan nilai indeks keandalan SAIFI, SAIDI dan CAIDI.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan analisa perhitungan indeks keandalan Sistem Distribusi dan melakukan simulasi menggunakan *Software ETAP Power Station*

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil pembahasan serta saran-saran yang perlu diperhatikan

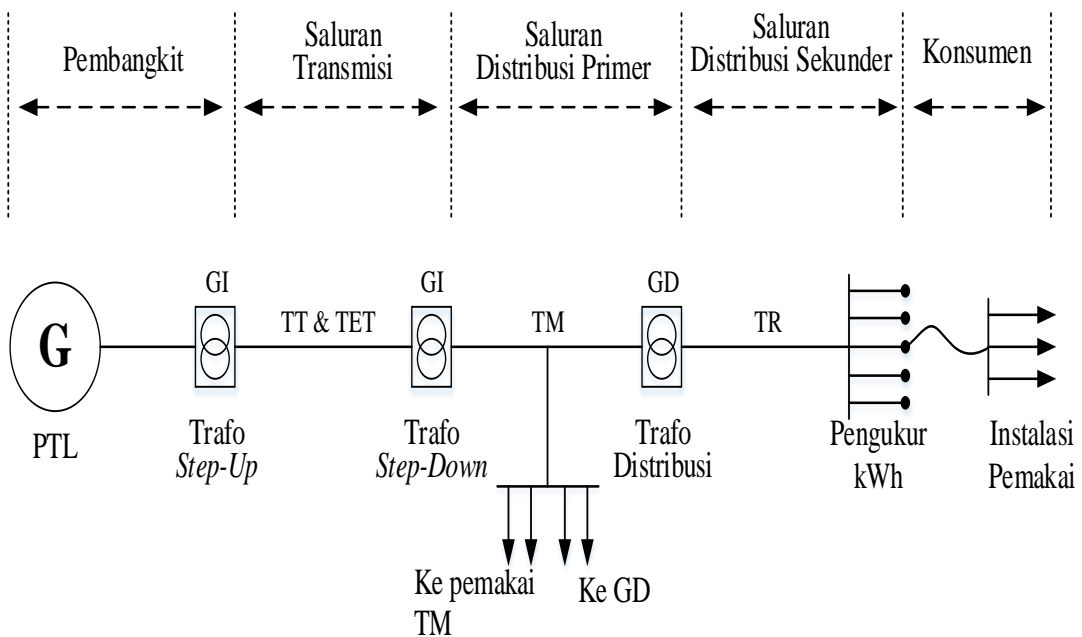
DAFTAR PUSTAKA

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu dengan yang lainnya dihubungkan oleh jaringan transmisi dan jaringan distribusi sehingga merupakan sebuah satu kesatuan yang saling terinterkoneksi. Pembangkitan tenaga listrik berasal dari pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG dan PLTD. Tegangan dari pusat listrik akan dinaikkan oleh trafo penaik tegangan (*step up transformer*), kemudian disalurkan melalui saluran transmisi Tegangan Tinggi 66 kV dan 150 kV. Sedangkan untuk saluran Tegangan Ekstra Tinggi mempunyai tegangan 500 kV (Djiteng Marsudi, 2005).

Setelah tenaga listrik disalurkan melalui saluran transmisi maka akan sampai ke Gardu Induk (GI) dan tegangannya akan diturunkan oleh trafo penurun tegangan (*step down transformer*) menjadi tegangan distribusi primer yang dipakai PLN dengan besar tegangan 20 kV, 12 kV dan 6 kV. Setelah melalui jaringan distribusi primer tegangan akan diturunkan oleh gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah 380/220 volt atau 220/127 volt, kemudian disalurkan ke pelanggan PLN (Djiteng Marsudi, 2005). Berikut diagram penyaluran tenaga listrik.



Gambar 2.1 Diagram Sistem Tenaga Listrik

Catatan :

PTL = Pembangkit Tenaga Listrik

GI = Gardu Induk

TT = Tegangan Tinggi

TET = Tegangan Ekstra Tinggi

TM = Tegangan Menengah

TR = Tegangan Rendah

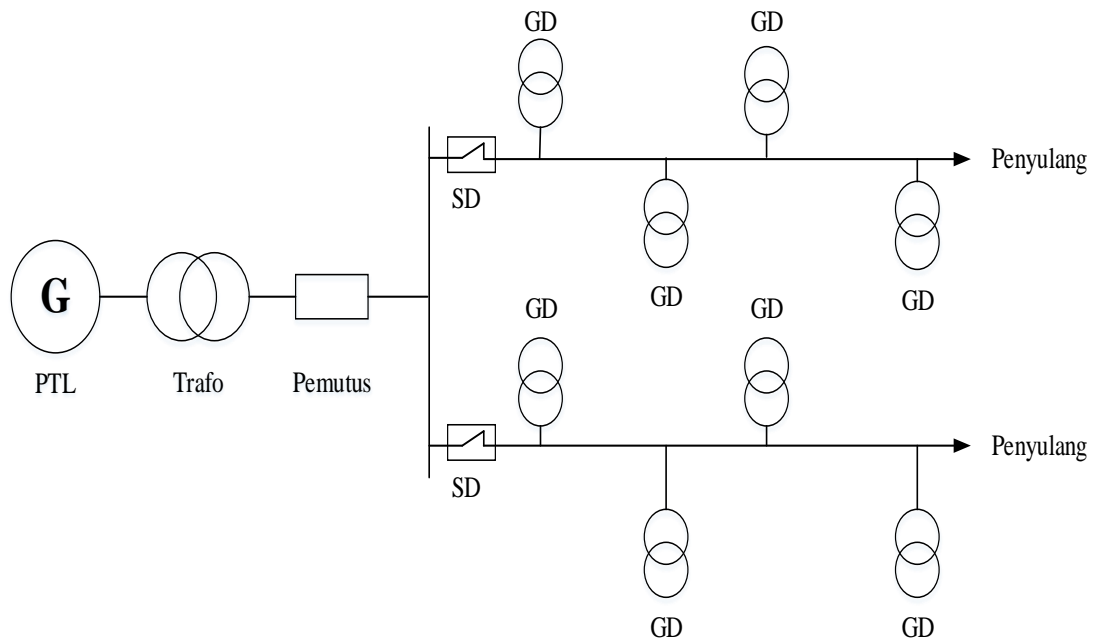
GD = Gardu Distribusi

2.2 Sistem Distribusi

Sistem distribusi adalah salah satu bagian dari sistem tenaga listrik yang berada paling dekat dengan pelanggan. Permasalahan utama dalam pengoperasian sistem distribusi adalah mengatasi gangguan, sebab sistem distribusi adalah bagian sistem tenaga listrik yang paling banyak mengalami gangguan dibandingkan dengan bagian sistem tenaga listrik yang lain. Pada sistem distribusi terdiri dari Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) yang pada umumnya beroperasi secara radial. Dalam sistem yang perkembangannya masih baru, tidak diperlukan sistem transmisi karena bebannya relatif masih rendah (Djiteng Marsudi, 2005). Sistem distribusi terbagi menjadi beberapa bagian sistem antara lain, sistem distribusi radial, sistem distribusi *loop*, sistem jaringan dan sistem spindel. Namun pada umumnya sistem distribusi berbentuk radial.

2.2.1 Sistem Distribusi Radial

Sistem distribusi radial adalah sistem distribusi yang paling banyak dipakai, karena sistem radial ini paling sederhana. Sistem ini terdiri atas penyulang-penyulang atau rangkaian tersendiri yang seolah-olah keluar dari sumbu secara radial. Jika terjadi gangguan pada penyulang maka proteksi pada sakelar daya akan bekerja dan mengakibatkan terjadinya kehilangan energi pada penyulang yang mengalami gangguan yang berlangsung lama. Maka dari itu disediakan saluran tambahan yang menyediakan energi alternatif, yang dilakukan dengan suatu sakelar pindah (Abdul Kadir, 2000). Skema sistem distribusi radial ditampilkan pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Sistem Distribusi Radial

Catatan :

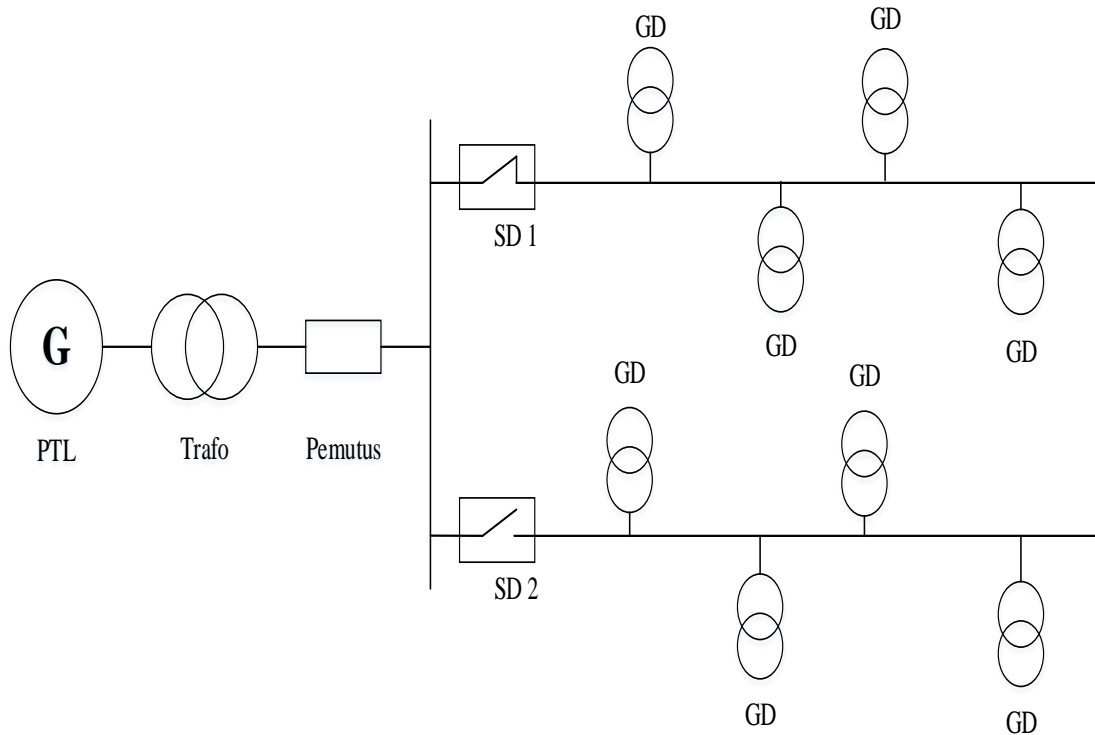
PTL = Pembangkit Tenaga Listrik

GD = Gardu Distribusi

SD = Sakelar Daya

2.2.2 Sistem Lup (*Loop*)

Sistem distribusi lup adalah cara lain yang digunakan untuk mengurangi lamanya interupsi daya yang disebabkan oleh gangguan. Maka dari itu, penyulang pada sistem ini akan didesain sebagai lup (*loop*) dengan menyambungkan kedua ujung saluran, yang mengakibatkan susatu pemakai dapat memperoleh pasokan energi dari dua arah. Sehingga jika terjadi gangguan pada salah satu arah maka pemakai itu akan disambungkan pada pasokan arah lainnya. Sehingga diperlukan kapasitas cadangan yang cukup besar pada setiap penyulang (Abdul Kadir, 2000). Skema dari sistem lup dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Sistem Distribusi Lup

Catatan :

PTL = Pembangkit Tenaga Listrik

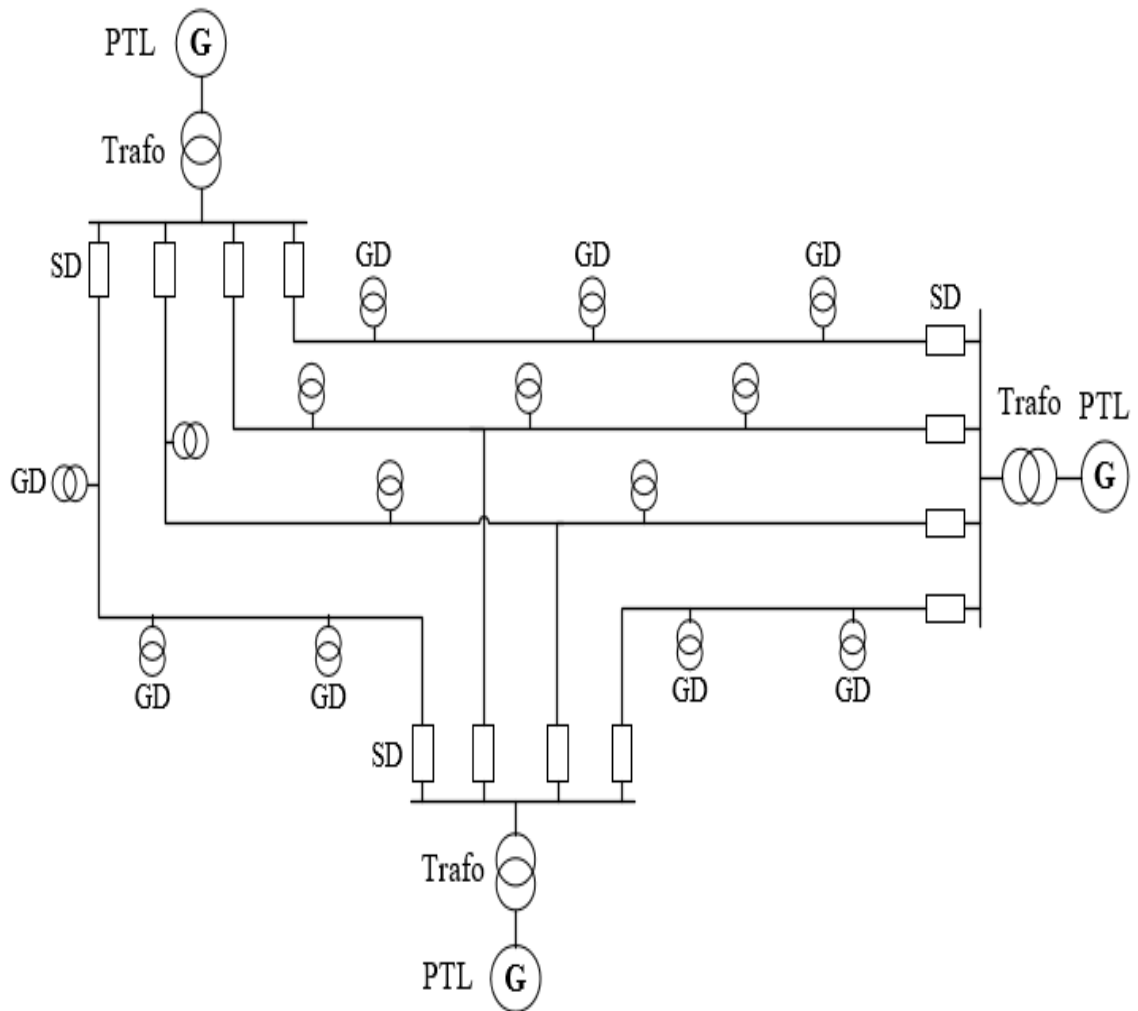
GD = Gardu Distribusi

SD 1 = Sakelar Daya 1, (biasanya tertutup)

SD 2 = Sakelar Daya 2, (biasanya terbuka)

2.2.3 Sistem Jaringan

Sistem jaringan terbentuk dengan menyambungkan saluran-saluran utama atau penyulang yang terdapat pada sistem radial sehingga merupakan suatu jaringan. Sebuah sakelar daya antara trafo dan jaringan yang dikendalikan oleh relai-relai arus balik dan relai penutupan kembali otomatis akan melindungi jaringan terhadap arus-arus gangguan. Bagian-bagian yang terganggu akan dipisahkan oleh sakelar daya dan sekering (Abdul Kadir, 2000). Skema sistem jaringan ditampilkan pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Sistem Jaringan

Catatan :

PTL = Pembangkit Tenaga Listrik

GI = Gardu Induk

GD = Gardu Distribusi

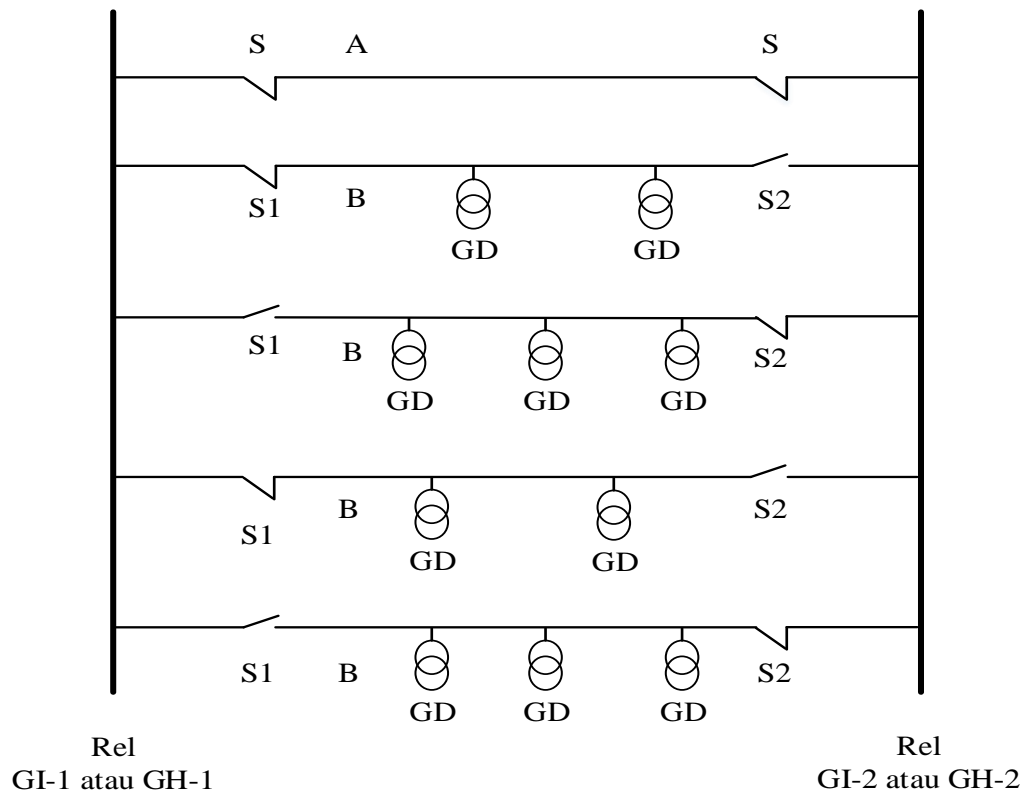
SD = Sakelar Daya

2.2.4 Sistem Spindel

Sistem spindel banyak dipakai dikota-kota besar di Indonesia. Keistimewaan sistem ini selain kabel-kabel atau penyulang yang mengisi beberapa buah gardu distribusi, terdapat suatu kabel A yang tidak mendapatkan beban gardu distribusi. Kabel A selalu menghubungkan rel kedua GI atau GH, sedangkan kabel B memperoleh pengisian hanya dari salah satu GI atau GH. Bila salah satu kabel B atau salah satu GD terganggu maka

pengisian dapat diatur sedemikian rupa hingga dapat terhindar dari pemadaman, atau pemadaman terjadi secara minimal.

Sistem spindel memberikan keandalan operasi yang cukup tinggi dengan investasi tambahan berupa kabel A yang relatif rendah. Jika terjadi gangguan pada kabel A maka sakelar S akan bekerja dan sistem spindel sementara akan bekerja sebagai suatu sistem biasa (Abdul Kadir, 2000). Berikut skema prinsip dari sistem spindel ditampilkan pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Sistem Spindel

Catatan :

GI = Gardu Induk

GH = Gardu Hubung

GD = Gardu Distribusi

S = Sakelar

A = Pengisi Khusus Tanpa Beban GD

B = Pengisi Biasa Dengan Beban GD

2.3 Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan adalah tingkat dari keberhasilan suatu sistem atau bagian dari sistem untuk memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Dalam menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, maka harus dilakukan pemeriksaan dengan melakukan perhitungan dan menganalisa tingkat keberhasilan operasi dari suatu sistem yang ditinjau pada periode waktu tertentu yang nantinya akan dilakukan perbandingan dengan standar yang sudah ditetapkan sebelumnya (Turan Gonen, 1986).

2.3.1 Tingkat keandalan dalam pelayanan

Terdapat lima hal tingkat keandalan dalam pelayanan sesuai dengan Standar PLN 52-3,1983: 5, antara lain :

1. Dimungkinkan padam berjam-jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mencari dan memperbaiki bagian yang rusak karena adanya gangguan.
2. Padam beberapa jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mengirim petugas ke lapangan, melokalisir gangguan dan melakukan manipulasi untuk menghidupkan sementara dari arah atau saluran yang lain.
3. Padam beberapa menit, manipulasi oleh petugas yang *stand by* di gardu atau dilakukan deteksi/pengukuran dan pelaksanaan manipulasi jarak jauh.
4. Padam beberapa detik, pengamanan dan manipulasi secara otomatis.
5. Tanpa padam, dilengkapi instalasi pemadaman terpisah dan otomatis.

Sistem distribusi dikatakan memiliki keandalan tinggi jika berada pada tingkat 4 dan tingkat 5, dan memiliki keandalan menengah jika berada pada tingkat 3, serta memiliki keandalan rendah jika berada pada tingkat 1 dan tingkat 2.

2.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Keandalan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi indeks keandalan dalam suatu sistem distribusi yang sesuai dengan standar IEEE P1366, yaitu :

1. *Interruption of Supply*

Interruption of supply adalah suatu gangguan yang terjadi pada suatu komponen sehingga mengakibatkan terhentinya pelayanan pada satu atau lebih konsumen.

2. *Outage*

Yaitu tidak berfungsinya suatu komponen yang diakibatkan oleh beberapa peristiwa yang berhubungan dengan komponen tersebut. *Outage* dapat dan tidak dapat menyebabkan pemadaman, hal ini masih tergantung pada konfigurasi sistem.

3. *Outage Duration*

Periode saat komponen mengalami gangguan sampai dapat dioperasikan kembali.

4. *Interruption Duration*

Waktu pada saat permulaan terjadinya pemadaman sampai menyala kembali.

5. *Total Number of Costumer Served*

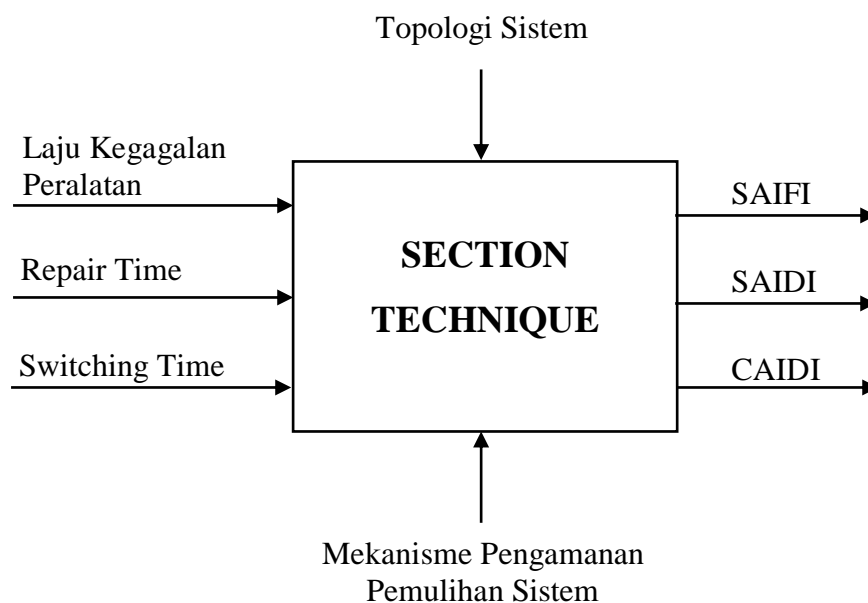
Jumlah dari total konsumen yang terlayani sesuai dengan periode laporan terakhir.

6. Periode laporan diasumsikan sebagai satu tahun.

2.4 Metode *Section Technique*

Metode *Section Technique* merupakan metode yang terstruktur dalam menganalisa suatu sistem. Metode *section technique* ini dalam mengevaluasi suatu keandalan sistem distribusi didasarkan pada bagaimana suatu kegagalan dari peralatan mempengaruhi operasi sistem. Efek dari gangguan individual peralatan secara sistematis diidentifikasi dengan menganalisis apa yang terjadi jika mengalami gangguan. Kemudian masing-masing kegagalan pada peralatan akan di analisis dari semua titik beban (*load point*).

Secara sederhana sistem kerja dari metode *section technique* adalah sebagai berikut



Gambar 2.6 *Input dan Output Metode Section Technique*

2.4.1 Indeks Titik Beban

Indeks keandalan yang dihitung adalah indeks-indeks titik beban dan indeks-indeks sistem baik secara pembagian (*section*) maupun secara keseluruhan, indeks titik beban antara lain :

- a. Frekuensi gangguan (*failure rate*) setiap titik beban yaitu penjumlahan laju kegagalan semua peralatan yang berpengaruh terhadap titik beban.

$$\lambda_{TB} = \sum_{i=K} \lambda_i \dots\dots\dots (2-1)$$

Dimana :

λ_i = laju kegagalan untuk peralatan K

K = semua peralatan yang berpengaruh terhadap titik beban

- b. Lama gangguan tahunan rata-rata untuk titik beban

$$U_{TB} = \sum_{i=K} U_i = \sum_{i=K} \lambda_i \times r_i \dots\dots\dots (2-2)$$

Dimana :

r_i = waktu perbaikan (*repairing time* dan *switching time*)

2.4.2 Perhitungan Indeks Keandalan Metode *Section Technique*

Pada metode *section technique*, ada tiga indeks keandalan yang akan dihitung yaitu indeks SAIFI, SAIDI dan CAIDI.

- a. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

Indeks SAIFI adalah jumlah rata-rata dari kegagalan yang terjadi pada tiap pelanggan yang dilayani pertahun.

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{\sum N} \dots\dots\dots (2-3)$$

Dimana :

N_{TB} = jumlah konsumen pada titik beban

N = jumlah konsumen pada sistem

λ_{TB} = frekuensi gangguan peralatan pada titik beban

b. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

Indeks SAIDI adalah nilai rata-rata dari lamanya kegagalan yang terjadi untuk setiap pelanggan selama satu tahun.

$$SAIDI = \frac{\sum N_{TB} \times U_{TB}}{\sum N} \dots\dots\dots (2-4)$$

Dimana :

N_{TB} = jumlah konsumen pada titik beban

N = jumlah konsumen pada sistem

U_{TB} = durasi gangguan peralatan pada titik beban

c. CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*)

Indeks CAIDI adalah indeks dari gangguan konsumen rata-rata yang terjadi setiap tahunnya.

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \dots\dots\dots (2-5)$$

2.5 Recloser

Recloser pada dasarnya adalah suatu alat yang berfungsi memutus arus normal yang relatif rendah dan arus hubung singkat (Pansini. Anthony j, 1992). Recloser dapat bekerja secara otomatis untuk mengamankan sistem dari arus lebih, yang diakibatkan oleh gangguan hubung singkat. Selang waktu recloser dapat diatur untuk menutup balik dan membuka secara otomatis. Ketika terjadi gangguan yang bersifat sementara, recloser akan memisahkan daerah yang mengalami gangguan sampai gangguan tersebut hilang, barulah recloser akan masuk kembali sesuai settingannya, sehingga jaringan akan aktif secara otomatis. Untuk gangguan yang bersifat permanen, recloser akan memisahkan jaringan yang mengalami gangguan secara cepat sehingga dapat memperkecil luas daerah gangguan (Mir'atussaada. A, 2015).

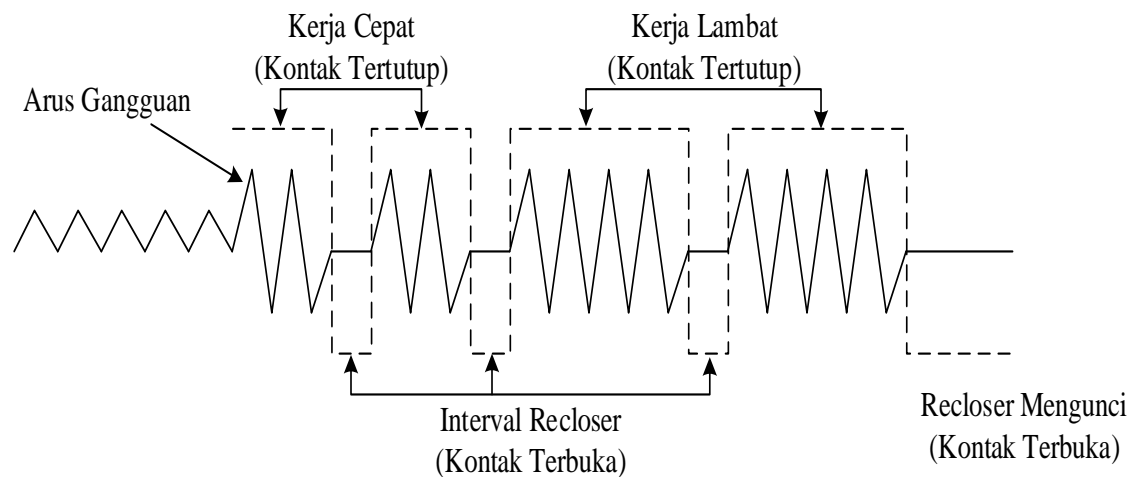
2.5.1 Pengoperasian Recloser (Pansini. Anthony j, 1992)

Pada sebuah recloser terdapat koil yang mnegoperasikan pemutusan ketika mengalami gangguan, koil yang terdapat pada recloser akan membuka kontak pemutus arus dengan cepat. Koil lain yang terhubung secara seri dengan koil yang mengoperasikan mekanisme penutupan akan melepaskan pegas pada recloser unuk membuka penutup arus. Kemudian sebuah relay yang ada pada recloser akan menghidupkan kembali koil

yang mengoperasikan mekanisme pemutusan, yang secara otomatis akan menutup pemutus arus. Pada recloser, dapat di setting waktu pengulangan pemutusan beberapa kali (biasanya tiga kali) sebelum recloser menguncinya. Fitur reclosing dapat diaktifkan dari pengoperasian bila hanya diperlukan waktu operasi.

Recloser dapat dipasang pada satu atau beberapa cabang jaringan, sehingga gangguan pada cabang tersebut tidak mempengaruhi jaringan secara keseluruhan. Gangguan yang bersifat sementara (seperti ranting pohon yang bersentuhan dengan saluran udara) tidak dapat menyebabkan pemadaman yang panjang pada jaringan, tetapi hanya akan mengalami gangguan sesaat.

Recloser juga dapat dipasang pada gardu induk sebagai pemutus arus pada jaringan distribusi dimana bebannya yang relatif kecil dan kemungkinan arus hubung singkat atau arus lebih cukup rendah sehingga tidak melebihi nilai yang ditentukan. Kondisi seperti ini sering ditemukan di daerah pedesaan.



Gambar 2.7 Cara kerja recloser pada saat terjadi gangguan

2.6 *Software Electrical Transient Analysis Program (ETAP)*

Dalam melakukan perancangan dan analisa sistem tenaga listrik, maka diperlukan sebuah *software* untuk mempresentasikan kondisi *real* dari sebuah sistem. ETAP adalah salah satu *software* aplikasi yang bisa digunakan untuk melakukan simulasi sistem tenaga listrik. Ada beberapa analisa sistem tenaga listrik yang dapat dilakukan pada ETAP, antara lain :

2.6.1 *Load Flow Analysis*

ETAP memungkinkan melakukan perhitungan analisa aliran daya baik pada sistem radial maupun sistem loop dengan beberapa metode perhitungan untuk mendapatkan hasil

perhitungan yang lebih baik. Untuk menjalankan study aliran daya, maka diperlukan fasilitas-fasilitas yang ada pada ETAP seperti. *Load flow toolbar, load flow study case editor, display option* dan lain-lain.

2.6.2 Short Circuit Analysis

Program analisa hubung singkat pada ETAP dapat digunakan untuk menganalisa pengaruh dari gangguan 3 fasa, 1 fasa ketanah, antar saluran dan antar saluran ketanah yang terjadi pada suatu sistem tenaga listrik. Simulasi short circuit ini, menghitung arus hubung singkat total dan kontribusi arus hubung singkat dari motor, generator dan power grid.

2.6.3 Harmonics Analysis

Harmonics analisis pada ETAP memberikan fasilitas untuk mensimulasikan, memodelkan dan menganalisis fenomena harmonisa pada sistem tenaga listrik. Ada dua metode yang digunakan untuk menganalisa harmonisa yaitu *harmonics load flow method* dan *frequency scan method*. Dengan metode ini, harmonisa yang muncul akan dihitung dan dibandingkan dengan standar dari industri.

2.6.4 Transient Stability Analysis

Pada program *transient stability analysis power station* dapat digunakan untuk menyelidiki batas kestabilan sistem tenaga sebelum, selama dan setelah terdapat perubahan sistem atau terdapat gangguan. Program ini memodelkan karakteristik dinamis dan sistem tenaga, menerapkan events dan tindakan yang diinginkan user, menyelesaikan persamaan sistem dan persamaan turunan mesin untuk mengetahui respon sistem dan mesin dalam daerah waktu.

2.6.5 Reliability Assessment

Pada *reliability assessment* dapat digunakan untuk menganalisis keandalan sistem, sehingga dapat diketahui indeks keandalan pada suatu sistem tenaga listrik berupa indeks SAIFI, indeks SAIDI dan indeks CAIDI.

BAB III METODE PENELITIAN

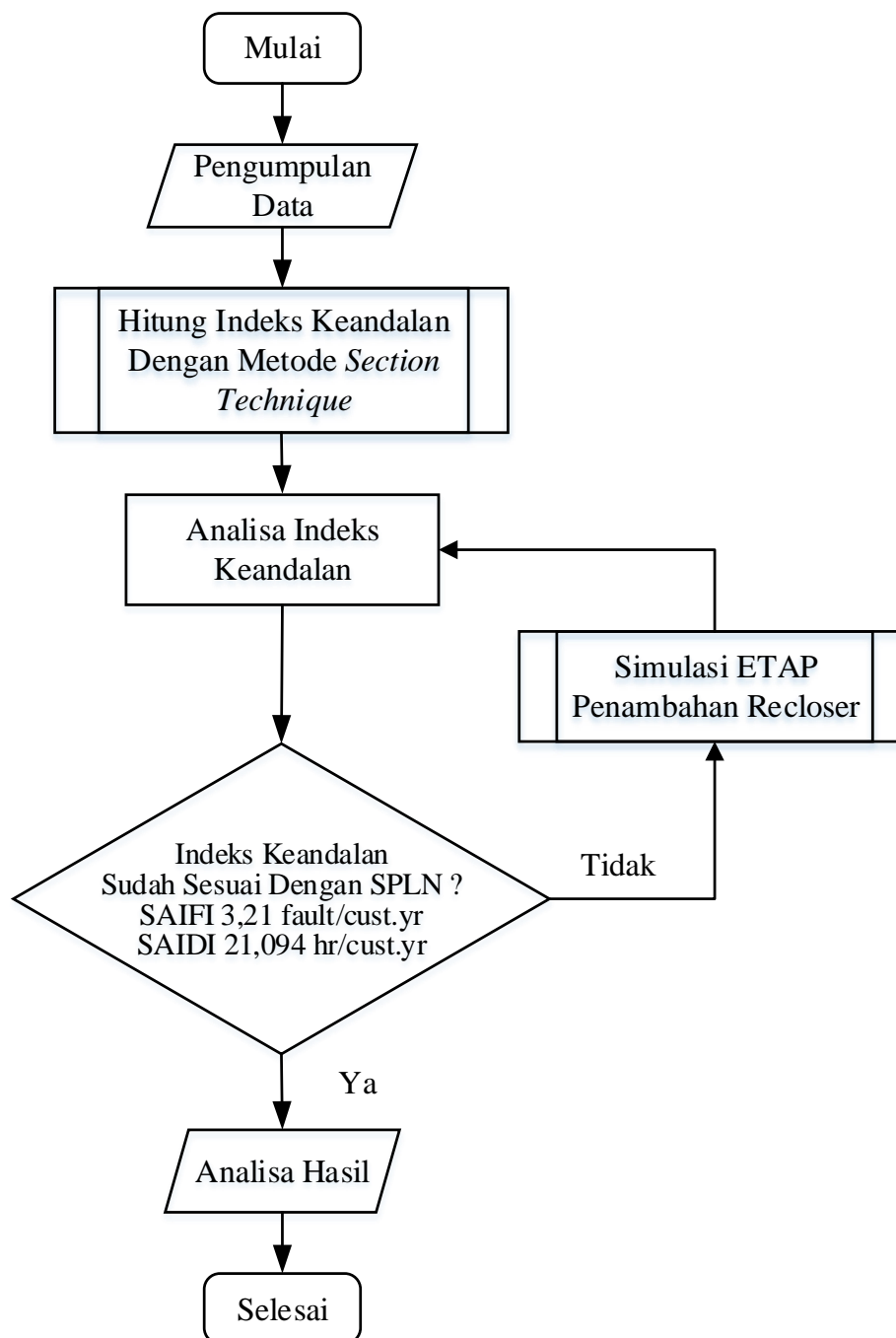
3.1 Alur Penelitian

Standar yang digunakan untuk analisis indeks keandalan sistem distribusi ini menggunakan acuan standar PLN No.59 : 1985 untuk keandalan 20 kV dan 6 kV. Penelitian ini dimulai dengan survey data pada PLTD Subaim, kemudian akan dilakukan perhitungan menggunakan metode *section technique* dan akan disimulasikan pada *software ETAP Power Station 12.6* untuk meningkatkan indeks keandalan sistem. Cara yang dilakukan yaitu :

- a. Pengumpulan data-data yang diperlukan, berupa data *single line diagram* PLTD Subaim, data penyulang, data pembangkit, data pelanggan, data saluran, data *transformator* dan data beban listrik.
- b. Melakukan perhitungan indeks keandalan sistem Distribusi PLTD Subaim dengan menggunakan metode *section technique* untuk mengetahui indeks keandalan dari sistem Distribusi PLTD Subaim.
- c. Menganalisa hasil perhitungan indeks keandalan dengan menggunakan metode *section technique*, dan apakah indeks keandalan sistem Distribusi PLTD Subaim sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh PLN ? SAIFI 3,21 *f/customer.yr* dan SAIDI 21,094 *hr/customer.yr*.
 - Tidak : lakukan penambahan recloser pada penyulang-penyulang di PLTD Subaim untuk meningkatkan indeks keandalan sistem dengan melakukan simulasi pada *software ETAP Power Station 12.6*
 - Ya : cek hasil dan analisis hasilSetelah proses simulasi *Reliability Analysis* selesai dan indeks keandalan sistem Distribusi PLTD Subaim sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan PLN, kemudian analisa hasil.
- d. Kesimpulan bagaimana kondisi sistem Distribusi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Subaim sebelum dan sesudah pemasangan recloser dan apakah keandalan sistem Distribusi PLTD Subaim sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan PLN.

3.2 Flowchart Penyelesaian

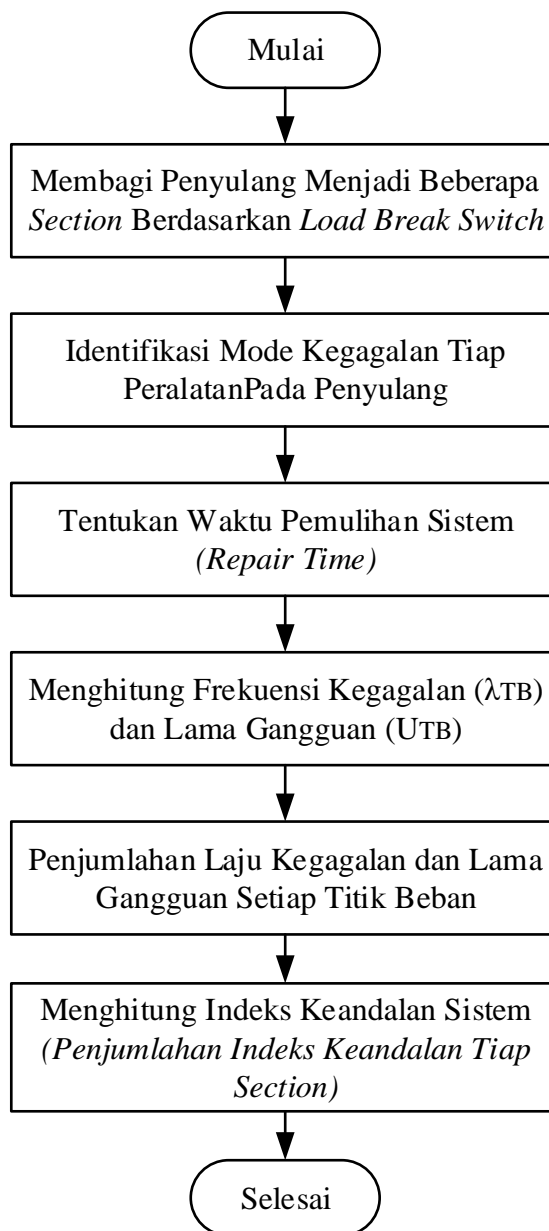
Dibawah ini adalah *flowchart* penyelesaian dari pembahasan skripsi tentang keandalan sistem Distribusi pada PLTD Subaim, Kabupaten Halmahera Timur, Provinsi Maluku Utara.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penyelesaian dari pembahasan skripsi pada PLTD Subaim

3.3 Flowchart Metode Section Technique

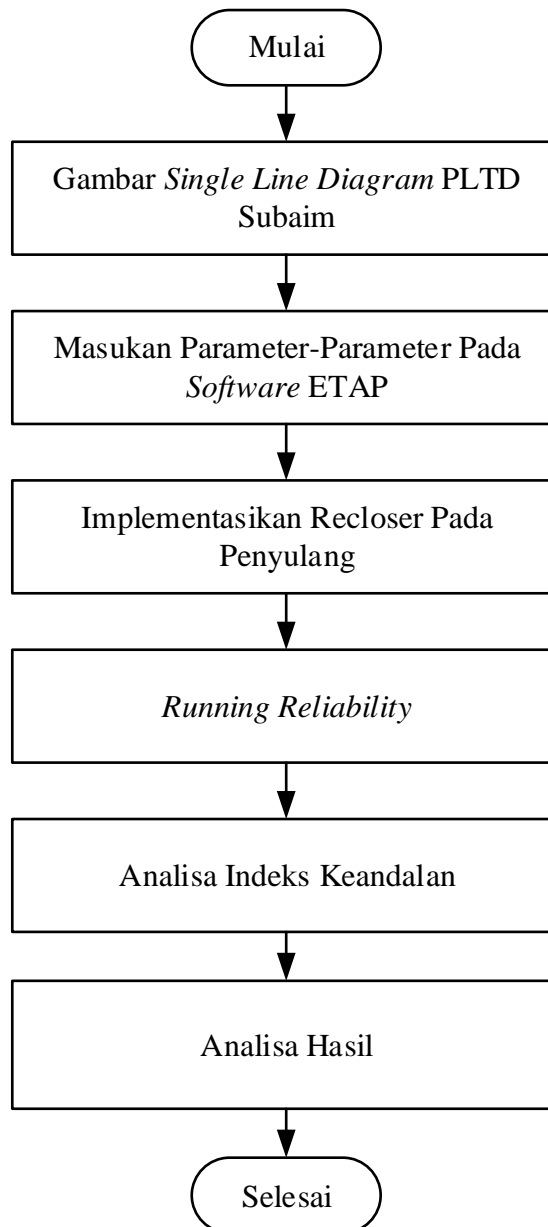
Berikut ini adalah alur pengerjaan dari metode *section technique* dalam melakukan perhitungan untuk menentukan indeks keandalan sistem Distribusi PLTD Subaim.



Gambar 3.2 Flowchart Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode Section Technique

3.4 Flowchart Simulasi ETAP

Berikut ini adalah alur simulasi dari *software* ETAP *Power Station* 12.6 dalam melakukan penambahan recloser pada penyulang-penyulang yang ada di PLTD Subaim, guna untuk meningkatkan indeks keandalan sistem.



Gambar 3.3 *Flowchart* Simulasi Peningkatan Indeks Keandalan Menggunakan *Software* ETAP *Power Station* 12.6

3.5.1 Data Penelitian

a. Data jumlah pelanggan dan panjang tiap saluran penyulang PLTD Subaim

Berikut ini adalah data jumlah pelanggan dan data panjang tiap saluran penyulang pada PLTD Subaim yang diperoleh dari pengambilan data dan tinjauan langsung pada sistem kelistrikan PLTD Subaim, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara.

Tabel 3.1 Data Jumlah Pelanggan Dan Panjang Tiap Saluran Penyulang Timur

No	Penyulang Timur			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang (km)
1	BRJ-1	158	Line 1	0.01
2	BRJ-2	198	Line 2	0.275
3	BRJ-3	32	Line 3	0.25
4	BRJ-4	156	Line 4	0.5
5	BRT-1	204	Line 5	0.35
6	BRT-2	137	Line 6	0.3
7	BRT-3	58	Line 7	1.85
8	BRT-4	69	Line 8	0.1
9	BRT-5	112	Line 9	0.1
10	MS-1	59	Line 10	0.15
11	MS-2	316	Line 11	0.25
12	GLP	102	Line 12	0.65
13	INDO	136	Line 13	0.55
14	BRI	200	Line 14	0.25
15	RM-1	206	Line 15	0.35
16	RM-2	139	Line 16	0.25
17	SM-1	131	Line 17	1.5
18	SM-2	81	Line 18	0.9
19	SM-3	118	Line 19	0.35
20	AKD-1	4	Line 20	0.4
21	AKD-2	93	Line 21	0.15
22	AKD-3	98	Line 22	2.35

Lanjutan Tabel 3.1

No	Penyulang Timur			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang (km)
23	AKD-4	218	Line 23	0.15
24	AKD-5	211	Line 24	0.3
25	BK	48	Line 25	0.25
26	DDG-1	90	Line 26	0.35
27	DDG-2	68	Line 27	1.35
28	TLK	10	Line 28	0.15
29	TB-1	119	Line 29	0.25
30	TB-2	122	Line 30	0.05
31	WKJ-1	158	Line 31	0.55
32	WKJ-2	84	Line 32	0.7
33	TTLJY-1	218	Line 33	3
34	TTLJY-2	148	Line 34	0.25
35	KM TTDJ	33	Line 35	0.95
36			Line 36	0.2
37			Line 37	0.5
38			Line 38	2.6
39			Line 39	0.6
40			Line 40	1.3
41			Line 41	0.2
42			Line 42	3.05
43			Line 43	0.4
Total		4.334		28,985

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

Tabel 3.2 Jumlah Peralatan Penyulang Timur

No	Peralatan	Jumlah Peralatan
1	Transformator	35
2	LBS	1
3	Circuit Breaker	1

Tabel 3.3 Data Jumlah Pelanggan Dan Panjang Tiap Saluran Penyulang Barat

No	Penyulang Barat			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang (km)
1	CJ-1	149	Line 1	0.01
2	CJ-2	437	Line 2	0.475
3	WS-1	107	Line 3	0.4
4	WS-2	96	Line 4	0.35
5	WS-3	58	Line 5	1.35
6	SB-1	187	Line 6	1.45
7	SB-2	69	Line 7	0.2
8	SB PLB	126	Line 8	0.15
9	NNS	78	Line 9	0.2
10	FYL	93	Line 10	0.5
11	WSL	158	Line 11	0.6
12	SRMK	132	Line 12	0.05
13			Line 13	0.5
14			Line 14	7.95
15			Line 15	4.05
16			Line 16	4.1
17			Line 17	2.05
Total		1.690		24,385

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

Tabel 3.4 Jumlah Peralatan Penyulang Barat

No	Peralatan	Jumlah Peralatan
1	Transformator	12
2	LBS	1
3	Circuit Breaker	1

b. Data Generator

Berikut ini adalah data dari generator-generator yang ada pada PLTD Subaim yang didapatkan melalui pengambilan data pada PLTD Subaim.

Tabel 3.5 Data Generator di PLTD Subaim

Generator	Daya (Kw)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Daya Max (Kw)	Speed rpm
MAN 1	260	380	50	320	1500
MAN 2	110			140	
MAN 3	120			150	
MWM	230			280	
DAF	25			80	
GUASKOR	180			200	

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

c. Data Beban Gardu Distribusi

Berikut ini adalah data-data beban dari gardu distribusi pada penyulang-penyulang yang ada di PLTD Subaim yang didapatkan melalui pengambilan data pada PLTD Subaim.

Tabel 3.6 Data Beban Gardu Distribusi Penyulang Timur

Lokasi	Daya Trafo (KVA)	Merk	Arus Max (AMP)	Arus Trafo (AMP)				Beban Trafo (KVA)
				R	S	T	N	
Baturaja 1	50	B&D	72	48,1	71,23	47,37	35,21	37,65
Baturaja 2	100	B&D	145	54,2	62,1	87,3	19,5	45,52
Baturaja 3	50	B&D	217	41,2	-	43,8	4,84	9,78
Baturaja 4	50	B&D	72	54,8	50,38	63,1	16,9	37,43
Bumi Restu 1	50	B&D	72	72,3	65,2	84,4	16,8	45,10
Bumi Restu 2	50	Trafindo	72	46,5	51,4	40,31	14,3	31,40
Bumi Restu 3	25	B&D	36	12,57	22,51	31,45	13,12	14,98
Bumi Restu 4	50	Trafindo	72	15,38	32,85	23,15	12,3	16,04
Bumi Restu 5	100	Starlite	145	37,66	34,93	47,7	16,4	26,27
Mekar Sari 1	50	B&D	72	22,7	17,7	21,53	13,5	13,77
Mekar Sari 2	100	Starlite	145	97,3	91,8	128,2	13,4	70,38
Gulapapo	50	B&D	72	15,76	12,31	19,87	9,67	10,63
Indosat	50	Sintra	72	43,4	49,7	42,6	13,7	30,49
BRI	50	Starlite	72	64,1	60,3	81,2	19,2	44,97

Lanjutan Tabel 3.6

Lokasi	Daya Trafo (KVA)	Merk	Arus Max (AMP)	Arus Trafo (AMP)				Beban Trafo (KVA)
				R	S	T	N	
Rawa Mangun 1	50	B&D	72	94,4	57,7	52,53	19,6	46,14
Rawa Mangun 2	50	B&D	72	36,42	62,4	46,1	11,66	32,06
Sido Mulyo 1	50	B&D	72	48,1	39,34	49,4	15,35	29,93
Sido Mulyo 2	25	Unindo	36	28,96	24,04	30,25	17,92	18,13
Sido Mulyo 3	50	Voltra	72	48,1	55,5	53,4	30,79	28,64
Akedaga 1	50	Voltra	72	2,98	2,95	2	1,15	1,77
Akedaga 2	100	Sintra	145	45,8	38,15	33,45	23,7	22,09
Akedaga 3	50	B&D	72	33,06	30,41	41,39	21,2	24,04
Akedaga 4	100	Sintra	145	79,4	54	98	22,3	52,24
Akedaga 5	50	Sintra	72	81,1	67,9	70,9	25,4	50,28
Bukit Karya	50	Trafindo	72	21,8	15,2	17,35	7,4	12,40
Dodaga 1	50	Sintra	72	29,35	31,55	29,74	7,46	20,55
Dodaga 2	50	B&D	72	14,61	28,19	29,43	7,86	15,78
Telkomsel	50	Sintra	72	6,45	3,11	5,72	3,05	3,37
Toboino 1	50	B&D	72	44,7	50,1	33,4	28,3	28,24
Toboino 2	25	Sintra	36	42,48	41,81	45,17	28,23	28,94
Wokajaya 1	50	Sintra	72	41,63	49,7	74,8	15,7	37,55
Wokajaya 2	25	B&D	36	35,56	19,4	34,84	17,67	19,80
Tutuling Jaya 1	50	Sintra	72	88,4	65,2	71,2	35,81	49,74
Tutuling Jaya 2	50	B&D	72	60,3	42,8	53,7	23,2	34,33
Kumu Tutuling	50	Starlite	72	11,81	6,23	5,18	3,2	5,13

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

Tabel 3.7 Data Beban Gardu Distribusi Penyulang Barat

Lokasi	Daya Trafo (KVA)	Merk	Arus Max (AMP)	Arus Trafo (AMP)				Beban Trafo (KVA)
				R	S	T	N	
Cemara Jaya 1	50	Sintra	72	55,9	45,2	47,3	35,81	32,80
Cemara Jaya 2	100	B&D	145	169,9	147,9	158,7	43,16	106,34
Waisuba 1	100	Sintra	145	51,2	31,76	35,15	9,28	26,31

Lanjutan Tabel 3.7

Lokasi	Daya Trafo (KVA)	Merk	Arus Max (AMP)	Arus Trafo (AMP)				Beban Trafo (KVA)
				R	S	T	N	
Waisuba 2	100	B&D	145	43,4	38,19	18,15	15,5	22,32
Waisuba 3	100	Starlite	145	26,6	18,3	21,9	10,5	14,80
Subaim 1	100	Starlite	145	55,7	79,3	59,2	7,31	43,15
Subaim 2	50	B&D	217	82,4	-	60,2	19,2	16,40
Subaim 3	50	B&D	72	45	46	52	43	31,67
Nanas	50	B&D	72	8,95	17,14	14,64	7,5	8,93
Fayaul	50	Voltra	72	41,7	47,3	48,5	8,35	30,34
Wasile	100	Starlite	145	57,6	22,72	75,3	12,7	34,76
Saramake	50	B&D	72	53,1	55,9	41,35	9,55	33,32

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

d. Data Circuit Breaker

Berikut ini adalah data *circuit breaker* pada PLTD Subaim yang didapatkan melalui pengambilan data dan tinjauan langsung pada *nameplate circuit breaker*.

Tabel 3.8 Data *Circuit Breaker* Pada Pembangkit

CIRCUIT BREAKER	
Merk	Vercors M6
Type	I 616
In	630 A
Un	24 kV
L1 at 0,7 PF (Load) 630 A	
I_{ln}	14,5 kA (1s)
Ima (Making)	36,5 kA
Frekuensi	50/60 Hz

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

Tabel 3.9 Data *Circuit Breaker* Pada Penyulang

CIRCUIT BREAKER	
Merk	EGA
Type	PBC
Standar	IEC 62271
IP	3x
Tegangan Implus Petir	125 kV
Tegangan Frekuensi Kerja, 1 min	50 kV
Ketahanan Arus Hubung Singkat, 1S	16 kA
Daya Pengenal	24 kV
Arus Pengenal	630 A
Frekuensi	50/60 Hz

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

e. Data Transformator Step-Up

Berikut ini adalah data-data dari *transformator step-up* yang terdapat pada PLTD Subaim yang didapatkan melalui pengambilan data dan tinjauan langsung pada *nameplate transformator*.

Tabel 3.10 Data *Transformator Step-Up* (1)

TRANSFORMATOR	
Merk	UNINDO
Standar	IEC 76/SPLN-50
Jenis Transformator	Transformator Step-Up
Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3
Daya Nominal	630 KVA
Hubungan	Y / Δ
Tegangan Primer / Tegangan Sekunder	20000 V / 400 V

Lanjutan Tabel 3.10

TRANSFORMATOR	
Arus Primer / Arus Sekunder	18,2 A / 909,3 A
Tegangan Hubung Singkat	4 %
Jenis Minyak	Mineral-Oil
Tingkat Isolasi Dasar	126 KV
Jumlah Berat	1700 Kg
Berat Minyak	370 Kg

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

Tabel 3.11 Data Transformator Step-Up (2)

TRANSFORMATOR	
Merk	TRAFINDO
Standar	SPLN 50/97
Jenis Transformator	Transformator Step-Up
Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3
Daya Nominal	315 KVA
Hubungan	Y / Δ
Tegangan Primer / Tegangan Sekunder	20000 V / 400 V
Arus Primer / Arus Sekunder	9,09 A / 454,66 A
Impedansi	4.0 %
Jenis Minyak	Mineral-Oil
Kelas Isolasi	A
Jumlah Berat	1550 Kg
Jumlah Minyak	400 Liter

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

Tabel 3.12 Data *Transformator Step-Up* (3)

TRANSFORMATOR	
Merk	STARLITE
Standar	IEC 76
Jenis Transformator	Transformator Step-Up
Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3
Daya Nominal	315 KVA
Hubungan	Y / Δ
Tegangan Primer / Tegangan Sekunder	20000 V / 400 V
Arus Primer / Arus Sekunder	9,09 A / 454,6 A
Impedansi	4.0 %
Jenis Minyak	Mineral-Oil
Jumlah Berat	1500 Kg
Berat Minyak	400 Kg

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

Tabel 3.13 Data *Transformator Step-Up* (4)

TRANSFORMATOR	
Merk	STARLITE
Standar	IEC 76/SPLN-50
Jenis Transformator	Transformator Step-Up
Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3
Daya Nominal	315 KVA
Hubungan	Y / Δ
Tegangan Primer / Tegangan Sekunder	20000 V / 400 V
Arus Primer / Arus Sekunder	9,09 A / 454,6 A
Impedansi	4 %

Lanjutan Tabel 3.13

TRANSFORMATOR	
Jenis Minyak	Mineral-Oil
Jumlah Berat	1350 Kg
Berat Minyak	380 Kg

Sumber: Hasil Pengumpulan Data di PLTD Subaim, 2017

Tabel 3.14 Indeks Kegagalan Peralatan Standar PLN

Peralatan	Laju Kegagalan (Fault/yr/km)	Repair Time (hour)	Switching Time (hour)
Saluran udara	0,2	3	0,15
Kabel saluran	0,07	10	0,15
Circuit Breaker	0,004	10	0,15
Sakelar beban	0,003	10	0,15
Sectionalizer	0,003	10	0,15
Recloser	0,005	10	0,15
Trafo distribusi	0,005	10	0,15

Sumber: SPLN No.59 : 1985, "Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV", Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.

BAB IV

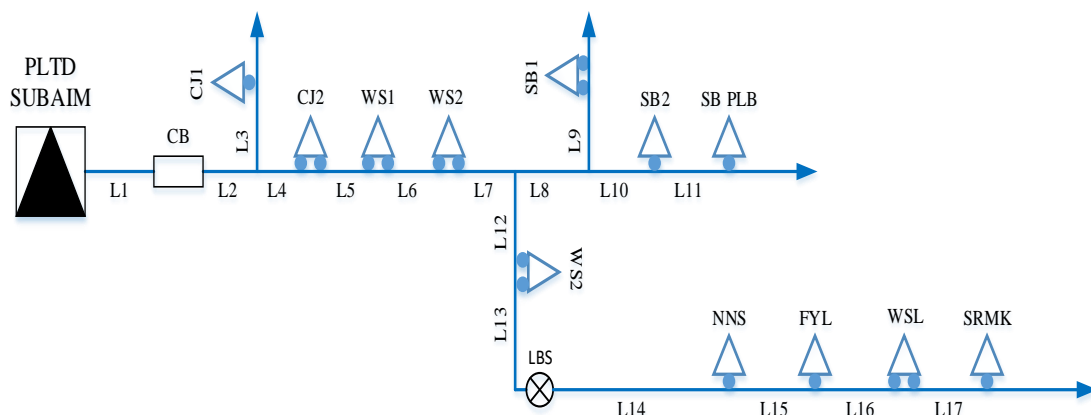
ANALISA DAN PERHITUNGAN INDEKS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI PLTD SUBAIM

Untuk analisis indeks keandalan pada sistem distribusi PLTD Subaim, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara. Dimana dalam perhitungan awal untuk mengetahui indeks keandalan menggunakan metode *section technique* dan juga menggunakan *software* ETAP 12.6. setelah mendapatkan nilai indeks keandalan SAIFI, SAIDI dan CAIDI dari metode *section technique*, maka kemudian nilai indeks keandalan tersebut dibandingkan dengan standar nilai indeks keandalan yang ditetapkan PLN. Jika belum memenuhi standar maka dilakukan penambahan recloser dengan melakukan simulasi pada *software* ETAP. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat bagaimana selisih dan tingkat keandalan sistem distribusi disana, sehingga juga dapat digunakan sebagai tolak ukur dari perencanaan perbaikan sistem dimasa yang akan datang.

4.1 Analisis Indeks Keandalan Sistem Distribusi PLTD Subaim Dengan Metode *Section Techniqe*

Berdasarkan data-data yang telah diperoleh pada BAB III dapat dilakukan analisa indeks keandalan sistem distribusi PLTD Subaim dengan menggunakan data panjang *line* dan data jumlah pelanggan per titik beban. Standar yang digunakan dalam perhitungan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 untuk laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan sistem jaringan 20 KV. Berikut perhitungan indeks keandalan tiap penyulang.

4.1.1 Analisis Keandalan Penyulang Barat



Gambar 4.1 Penyulang Barat PLTD Subaim

Dengan menggunakan perhitungan metode *section technique*, hal pertama yang dilakukan yaitu membagi penyulang menjadi beberapa *section*. Pada penyulang barat PLTD Subaim terbagi menjadi 2 *section*, pembagian *section* penyulang barat didasari atas penempatan LBS (*Load Break Switch*). Selanjutnya melakukan perhitungan tiap *section*.

a. Perhitungan *Section 1* Penyulang Barat

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem dapat dilihat dalam daftar mode kegagalan. Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 1* ini ditampilkan dalam *Section Technique Worksheet Section 1* pada tabel berikut.

Tabel 4.1 *Section Technique Worksheet Section 1*

No	Data Peralatan	Efek Sistem
	Nama Peralatan	Titik Beban Yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>
1	CB (<i>Circuit Breaker</i>)	TB1-TB12
2	Trafo (CJ1)	TB1
3	Trafo (CJ2)	TB2
4	Trafo (WS1)	TB3
5	Trafo (WS2)	TB4
6	Trafo (WS3)	TB5
7	Trafo (SB1)	TB6
8	Trafo (SB2)	TB7
9	Trafo (SB PLB)	TB8
10	LBS (<i>Load Break Switch</i>)	TB1-TB12
11	Saluran L1	TB1-TB12
12	Saluran L2	TB1-TB12
13	Saluran L3	TB1-TB12
14	Saluran L4	TB1-TB12
15	Saluran L5	TB1-TB12
16	Saluran L6	TB1-TB12
17	Saluran L7	TB1-TB12
18	Saluran L8	TB1-TB12
19	Saluran L9	TB1-TB12

Lanjutan Tabel 4.1

No	Data Peralatan	Efek Sistem
	Nama Peralatan	Titik Beban Yang Dipengaruhi Repair Time
20	Saluran L10	TB1-TB12
21	Saluran L11	TB1-TB12
22	Saluran L12	TB1-TB12
23	Saluran L13	TB1-TB12

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai frekuensi kegagalan λ dan lama kegagalan U tiap titik beban.

- Perhitungan frekuensi kegagalan (λ) pada titik beban

Diambil satu kasus pada titik beban 1 CJ1, λ_{TB1} diperoleh dari penjumlahan *failure rate* peralatan yang mempengaruhi TB1 dan perkalian *failure rate* saluran udara dengan panjang salurannya. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Perhitungan λ Titik Beban 1

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan	Panjang Saluran	λ (<i>fault/year</i>)
CB	0,004	-	0,004
CJ-1	0,005	-	0,005
LBS	0,003	-	0,003
L1	0,2	0,01	0,002
L2	0,2	0,475	0,095
L3	0,2	0,4	0,08
L4	0,2	0,35	0,07
L5	0,2	1,35	0,27
L6	0,2	1,45	0,29
L7	0,2	0,2	0,04
L8	0,2	0,15	0,03
L9	0,2	0,2	0,04
L10	0,2	0,5	0,1
L11	0,2	0,6	0,12

Lanjutan Tabel 4.2

Peralatan	Failure Rate Peralatan	Panjang Saluran	λ (fault/year)
L12	0,2	0,05	0,01
L13	0,2	0,5	0,1
Total			1,259

- Perhitungan lama kegagalan (U) tahunan rata-rata untuk titik beban

Diambil satu kasus pada titik beban 1 CJ1, U_{TB1} diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian λ dengan waktu perbaikan (*repair time*). Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Perhitungan U Titik Beban 1

Peralatan	λ (fault/year)	Waktu Perbaikan	U (hour/year)
CB	0,004	10	0,04
CJ-1	0,005	10	0,05
LBS	0,003	10	0,03
L1	0,002	3	0,006
L2	0,095	3	0,285
L3	0,08	3	0,24
L4	0,07	3	0,21
L5	0,27	3	0,81
L6	0,29	3	0,87
L7	0,04	3	0,12
L8	0,03	3	0,09
L9	0,04	3	0,12
L10	0,1	3	0,3
L11	0,12	3	0,36
L12	0,01	3	0,03
L13	0,1	3	0,3
Total			3,861

Setelah melakukan perhitungan frekuensi kegagalan dan lama kegagalan untuk setiap titik beban pada *section* 1 penyulang Barat, maka nilai frekuensi kegagalan λ dan lama kegagalan U dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4 Nilai frekuensi kegagalan dan lama kegagalan titik beban *section 1*

Titik Beban	λ (<i>fault/year</i>)	U (<i>hour/year</i>)
TB1 (CJ1)	1,259	3,861
TB2 (CJ2)	1,259	3,861
TB3 (WS1)	1,259	3,861
TB4 (WS2)	1,259	3,861
TB5 (WS3)	1,259	3,861
TB6 (SB1)	1,259	3,861
TB7 (SB2)	1,259	3,861
TB8(SBPLB)	1,259	3,861

Dari tabel diatas, diperoleh nilai λ untuk TB1 sampai TB8 sebesar 1,259 gangguan/tahun dan nilai U untuk TB1 sampai TB8 sebesar 3,861 jam/tahun. Selanjutnya melakukan perhitungan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) yaitu jumlah rata-rata dari kegagalan yang terjadi pada tiap pelanggan per tahun, dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) yaitu nilai rata-rata dari lamanya kegagalan yang terjadi untuk setiap pelanggan selama satu tahun.

Diambil satu contoh perhitungan SAIFI pada titik beban 1, dengan mengalikan jumlah konsumen N_{TB1} pada titik beban tersebut dengan λ_{TB1} , kemudian dibagi dengan total konsumen pada *section 1*. Berikut contoh perhitungan indeks keandalan SAIFI pada titik beban 1 untuk *section 1*.

$$SAIFI_{TB1} = \frac{N_{TB1} \times \lambda_{TB1}}{N_{Section1}} = \frac{149 \times 1,259}{1229} = 0,152637103 \text{ (f/customer/yr)}$$

Sedangkan untuk indeks keandalan SAIDI titik beban 1 dapat diperoleh dari mengalikan jumlah konsumen N_{TB1} yang ada pada titik beban tersebut dengan U_{TB1} kemudian dibagi dengan total konsumen yang ada pada *section 1*. Berikut contoh perhitungan indeks keandalan SAIDI pada titik beban 1 *section 1*.

$$SAIDI_{TB1} = \frac{N_{TB1} \times U_{TB1}}{N_{Section1}} = \frac{149 \times 3,861}{1229} = 0,468095199 \text{ (hr/customer.yr)}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat diperoleh indeks keandalan SAIFI dan SAIDI tiap titik beban serta SAIFI dan SAIDI *section* pada *section 1*. Nilai indeks keandalan pada *section 1* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Indeks Keandalan *Section 1*

Titik Beban	SAIFI <i>(fault/cust.yr)</i>	SAIDI <i>(hr/cust.yr)</i>
TB1 (CJ1)	0,152637103	0,468095199
TB2 (CJ2)	0,447667209	1,372869813
TB3 (WS1)	0,109611879	0,335148901
TB4 (WS2)	0,098343368	0,301591537
TB5 (WS3)	0,059415785	0,182211554
TB6 (SB1)	0,191564686	0,587475183
TB7 (SB2)	0,070684296	0,216768917
TB8(SBPLB)	0,129075671	0,395838893
Total	1,258999997	3,859999997

Berdasarkan tabel diatas, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI *section 1* yaitu SAIFI 1,258999997 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI 3,859999997 (*hr/customer.yr*).

b. Perhitungan *Section 2* Penyulang Barat

Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 2* dapat dilihat pada *section technique worksheet section 2* berikut.

Tabel 4.6 *Section Technique Worksheet Section 2*

No	Data Peralatan	Efek Sistem
	Nama Peralatan	Titik Beban Yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>
1	LBS	TB9-TB12
2	Trafo (NNS)	TB9
3	Trafo (FYL)	TB10
4	Trafo (WSL)	TB11
5	Trafo (SRMK)	TB12
6	Saluran L14	TB9-TB12
7	Saluran L15	TB9-TB12
8	Saluran L16	TB9-TB12
9	Saluran L17	TB9-TB12

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai frekuensi kegagalan λ dan lama kegagalan U tiap titik beban pada *section 2*. Nilai frekuensi kegagalan λ dan lama kegagalan U pada *section 2* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.7 Nilai frekuensi kegagalan dan lama kegagalan titik beban *section 2*

Titik Beban	λ (<i>fault/year</i>)	U (<i>hour/year</i>)
TB9 (NNS)	3,638	10,94
TB10 (FYL)	3,638	10,94
TB11 (WSL)	3,638	10,94
TB12(SRMK)	3,638	10,94

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat diperoleh SAIFI dan SAIDI tiap titik beban serta SAIFI dan SAIDI *section* pada *section 2*. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.8 Indeks Keandalan *Section 2*

Titik Beban	SAIFI (<i>fault/cust.yr</i>)	SAIDI (<i>hr/cust.yr</i>)
TB9 (NNS)	0,61554013	1,851019523
TB10 (FYL)	0,733913232	2,206984816
TB11 (WSL)	1,246863341	3,749501085
TB12(SRMK)	1,041683297	3,132494577
Total	3,638	10,94

Berdasarkan tabel diatas, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI *section 2* yaitu SAIFI 3,638 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI 10,94 (*hr/customer.yr*).

Setelah mengetahui nilai indeks keandalan pada setiap *section*, maka dapat diperoleh nilai indeks keandalan penyulang barat PLTD Subaim dengan menjumlahkan indeks keandalan tiap *section*. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.9 Indeks keandalan sistem per *section*

Section	Indeks Keandalan Sistem	
	SAIFI (<i>fault/cust.yr</i>)	SAIDI (<i>hr/cust.yr</i>)
1	1,258999997	3,859999997
2	3,638	10,94
Total	4,896999997	14,8

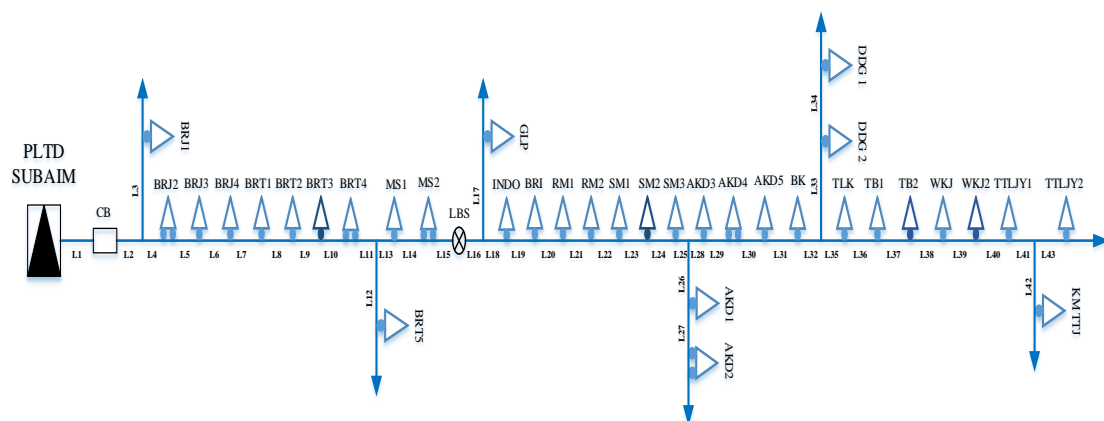
Pada penyulang Barat yang dianalisis diperoleh nilai SAIFI sebesar 4,896999997 ($f/customer.yr$) dan nilai SAIDI sebesar 14,8 ($hr/customer.yr$). Sedangkan untuk nilai CAIDI diperoleh dari pembagian nilai SAIDI dengan SAIFI sehingga didapat nilai CAIDI sebesar 3,022258527 ($hr/customer\ interruption$).

Tabel 4.10 Nilai Indeks Keandalan Penyulang Barat Metode *Section Technique*

Penyulang	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIFI ($f/customer.yr$)	SAIDI ($hr/customer.yr$)	CAIDI ($hr/cust\ interr$)
Barat	4,896999997	14,8	3,022258527

Dari hasil perhitungan metode *section technique* Nilai SAIFI dan SAIDI penyulang barat dibandingkan dengan standar PLN, standar yang digunakan yaitu SPLN 59 : 1985 dengan nilai SAIFI 3,21 ($f/customer.yr$) dan SAIDI 21,094 ($hr/customer.yr$). Maka dapat dilihat bahwa nilai SAIFI penyulang barat belum memenuhi standar dan tergolong tidak handal sedangkan untuk nilai SAIDI masih tergolong handal dan memenuhi standar PLN.

4.1.2 Analisis Keandalan Penyulang Timur



Gambar 4.2 Penyulang Timur PLTD Subaim

Perhitungan keandalan pada penyulang timur sama dengan perhitungan pada penyulang barat. Dimana penyulang timur ini terbagi menjadi 2 *section*, langkah selanjutnya yaitu menghitung indeks keandalan tiap *section* pada penyulang timur.

a. Perhitungan *Section 1* Penyulang Timur

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem dapat dilihat dalam daftar mode kegagalan pada *section 1* yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.11 *Section Technique Worksheet Section 1*

No	Data Peralatan	Efek Sistem
	Nama Peralatan	Titik Beban Yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>
1	CB (<i>Circuit Breaker</i>)	TB1-TB35
2	Trafo (BRJ1)	TB1
3	Trafo (BRJ2)	TB2
4	Trafo (BRJ3)	TB3
5	Trafo (BRJ4)	TB4
6	Trafo (BRT1)	TB5
7	Trafo (BRT2)	TB6
8	Trafo (BRT3)	TB7
9	Trafo (BRT4)	TB8
10	Trafo (BRT5)	TB9
11	Trafo (MS1)	TB10
12	Trafo (MS2)	TB11
13	LBS (<i>Load Break Switch</i>)	TB12-35
14	Saluran L1	TB1-TB35
15	Saluran L2	TB1-TB35
16	Saluran L3	TB1-TB35
17	Saluran L4	TB1-TB35
18	Saluran L5	TB1-TB35
19	Saluran L6	TB1-TB35
20	Saluran L7	TB1-TB35
21	Saluran L8	TB1-TB35
22	Saluran L9	TB1-TB35
23	Saluran L10	TB1-TB35
24	Saluran L11	TB1-TB35
25	Saluran L12	TB1-TB35
26	Saluran L13	TB1-TB35
27	Saluran L14	TB1-TB35
28	Saluran L15	TB1-TB35

- Perhitungan frekuensi kegagalan (λ) pada titik beban

Tabel 4.12 Perhitungan λ Titik Beban 1

Peralatan	Failure Rate Peralatan	Panjang Saluran	λ (fault/year)
CB	0,004	-	0,004
Trafo (BRJ1)	0,005	-	0,005
LBS	0,003	-	0,003
L1	0,2	0,01	0,002
L2	0,2	0,275	0,055
L3	0,2	0,25	0,05
L4	0,2	0,5	0,1
L5	0,2	0,35	0,07
L6	0,2	0,3	0,06
L7	0,2	1,85	0,37
L8	0,2	0,1	0,02
L9	0,2	0,1	0,02
L10	0,2	0,15	0,03
L11	0,2	0,25	0,05
L12	0,2	0,65	0,13
L13	0,2	0,55	0,11
L14	0,2	0,25	0,05
L15	0,2	0,35	0,07
Total			1,199

- Perhitungan lama kegagalan (U) tahunan rata-rata untuk titik beban

Tabel 4.13 Perhitungan U Titik Beban 1

Peralatan	λ (fault/year)	Waktu Perbaikan	U (hour/year)
CB	0,004	10	0,04
BRJ1	0,005	10	0,05
LBS	0,003	10	0,03
L1	0,002	3	0,006
L2	0,055	3	0,165

Lanjutan Tabel 4.13

Peralatan	λ (fault/year)	Waktu Perbaikan	U (hour/year)
L3	0,05	3	0,15
L4	0,1	3	0,3
L5	0,07	3	0,21
L6	0,06	3	0,18
L7	0,37	3	1,11
L8	0,02	3	0,06
L9	0,02	3	0,06
L10	0,03	3	0,09
L11	0,05	3	0,15
L12	0,13	3	0,39
L13	0,11	3	0,33
L14	0,05	3	0,15
L15	0,07	3	0,21
Total			3,681

Berikut hasil perhitungan frekuensi kegagalan dan lama kegagalan untuk setiap titik beban pada *section* 1 penyulang timur.

Tabel 4.14 Nilai frekuensi kegagalan dan lama kegagalan titik beban *section* 1

Titik Beban	λ (fault/year)	U (hour/year)
BRJ1	1,199	3,681
BRJ2	1,199	3,681
BRJ3	1,199	3,681
BRJ4	1,199	3,681
BRT1	1,199	3,681
BRT2	1,199	3,681
BRT3	1,199	3,681
BRT4	1,199	3,681
BRT5	1,199	3,681
MS1	1,199	3,681
MS2	1,199	3,681

Setelah memperoleh nilai λ dan nilai U untuk setiap titik beban pada *section 1*, maka selanjutnya melakukan perhitungan SAIFI dan SAIDI tiap titik beban yang ada pada *section 1* penyulang timur. Berikut perhitungannya.

$$SAIFI_{TB1} = \frac{N_{TB1} \times \lambda_{TB1}}{N_{Section1}} = \frac{158 \times 1,199}{1499} = 0,12637892 \text{ (f/customer.yr)}$$

$$SAIDI_{TB1} = \frac{N_{TB1} \times U_{TB1}}{N_{Section1}} = \frac{158 \times 3,681}{1499} = 0,38799066 \text{ (hr/customer.yr)}$$

Setelah melakukan perhitungan indeks keandalan pada *section 1* penyulang timur, maka diperoleh nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI pada *section 1* penyulang timur ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Indeks Keandalan *Section 1*

Titik Beban	SAIFI (<i>fault/cust.yr</i>)	SAIDI (<i>hr/cust.yr</i>)
BRJ1	0,12637892	0,38799066
BRJ2	0,15837358	0,48621614
BRJ3	0,02559573	0,07858039
BRJ4	0,12477919	0,38307939
BRT1	0,16317278	0,50094997
BRT2	0,10958172	0,33642228
BRT3	0,04639226	0,14242695
BRT4	0,05519079	0,16943896
BRT5	0,08958506	0,27503135
MS1	0,04719213	0,14488259
MS2	0,25275784	0,77598132
Total	1,199	3,681

Berdasarkan tabel diatas, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI *section 1* yaitu SAIFI 1,199 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI 3,681 (*hr/customer.yr*).

b. Perhitungan *Section 2* Penyulang Timur

Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 2* dapat dilihat pada *section technique worksheet section 2* berikut.

Tabel 4.16 *Section Technique Worksheet Section 2*

No	Data Peralatan	Efek Sistem
	Nama Peralatan	Titik Beban Yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>
1	LBS (Load Break Switch)	TB12-TB35
2	Trafo (GLP)	TB12
3	Trafo (INDO)	TB13
4	Trafo (BRI)	TB14
5	Trafo (RM1)	TB15
6	Trafo (RM2)	TB16
7	Trafo (SM1)	TB17
8	Trafo (SM2)	TB18
9	Trafo (SM3)	TB19
10	Trafo (AKD1)	TB20
11	Trafo (AKD2)	TB21
12	Trafo (AKD3)	TB22
13	Trafo (AKD4)	TB23
14	Trafo (AKD5)	TB24
15	Trafo (BK)	TB25
16	Trafo (DDG1)	TB26
17	Trafo (DDG2)	TB27
18	Trafo (TLK)	TB28
19	Trafo (TB1)	TB29
20	Trafo (TB2)	TB30
21	Trafo (WKJ1)	TB31
22	Trafo (WKJ2)	TB32
23	Trafo (TTLJY1)	TB33
24	Trafo (TTLJY2)	TB34
25	Trafo (KM TTDJ)	TB35

Lanjutan Tabel 4.16

No	Data Peralatan	Efek Sistem
	Nama Peralatan	Titik Beban Yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>
26	Saluran L16	TB12-TB35
27	Saluran L17	TB12-TB35
28	Saluran L18	TB12-TB35
29	Saluran L19	TB12-TB35
30	Saluran L20	TB12-TB35
31	Saluran L21	TB12-TB35
32	Saluran L22	TB12-TB35
33	Saluran L23	TB12-TB35
34	Saluran L24	TB12-TB35
35	Saluran L25	TB12-TB35
36	Saluran L26	TB12-TB35
37	Saluran L27	TB12-TB35
38	Saluran L28	TB12-TB35
39	Saluran L29	TB12-TB35
40	Saluran L30	TB12-TB35
41	Saluran L31	TB12-TB35
42	Saluran L32	TB12-TB35
43	Saluran L33	TB12-TB35
44	Saluran L34	TB12-TB35
45	Saluran L35	TB12-TB35
46	Saluran L36	TB12-TB35
47	Saluran L37	TB12-TB35
48	Saluran L38	TB12-TB35
49	Saluran L39	TB12-TB35
50	Saluran L40	TB12-TB35
51	Saluran L41	TB12-TB35
52	Saluran L42	TB12-TB35
53	Saluran L43	TB12-TB35

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai frekuensi kegagalan λ dan lama kegagalan U tiap titik beban pada *section 2*. Nilai frekuensi kegagalan λ dan lama kegagalan U pada *section 2* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.17 Nilai frekuensi kegagalan dan lama kegagalan titik beban *section 2*

Titik Beban	λ (fault/year)	U (hour/year)
GLP	4,618	13,91
INDO	4,618	13,91
BRI	4,618	13,91
RM1	4,618	13,91
RM2	4,618	13,91
SM1	4,618	13,91
SM2	4,618	13,91
SM3	4,618	13,91
AKD1	4,618	13,91
AKD2	4,618	13,91
AKD3	4,618	13,91
AKD4	4,618	13,91
AKD5	4,618	13,91
BK	4,618	13,91
DDG1	4,618	13,91
DDG2	4,618	13,91
TLK	4,618	13,91
TB1	4,618	13,91
TB2	4,618	13,91
WKJ1	4,618	13,91
WKJ2	4,618	13,91
TTLJY1	4,618	13,91
TTLJY2	4,618	13,91
KM TTDJ	4,618	13,91

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat diperoleh SAIFI dan SAIDI tiap titik beban serta SAIFI dan SAIDI *section* pada *section 2*. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.18 Indeks Keandalan *Section 2*

Titik Beban	SAIFI (<i>fault/cust.yr</i>)	SAIDI (<i>hr/cust.yr</i>)
GLP	0,16615026	0,50046561
INDO	0,22153369	0,66728748
BRI	0,32578483	0,98130511
RM1	0,33555838	1,01074427
RM2	0,22642046	0,68200705
SM1	0,21338907	0,64275485
SM2	0,13194286	0,39742857
SM3	0,19221305	0,57897002
AKD1	0,006515697	0,0196261
AKD2	0,15148995	0,45630688
AKD3	0,15963457	0,48083951
AKD4	0,35510547	1,06962257
AKD5	0,343703	1,0352769
BK	0,07818836	0,23551323
DDG1	0,14660317	0,4415873
DDG2	0,11076684	0,33364374
TLK	0,01628924	0,04906526
TB1	0,19384198	0,58387654
TB2	0,19872875	0,59859612
WKJ1	0,25737002	0,77523104
WKJ2	0,13682963	0,41214815
TTLJY1	0,35510547	1,06962257
TTLJY2	0,24108078	0,72616578
KM TTDJ	0,0537545	0,16191534
Total	4,618000027	13,90999999

Berdasarkan tabel diatas, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI *section 2* yaitu SAIFI 4,618000027 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI 13,90999999 (*hr/customer.yr*).

Setelah mengetahui nilai indeks keandalan pada setiap *section*, maka dapat diperoleh nilai indeks keandalan penyulang barat PLTD Subaim dengan menjumlahkan indeks keandalan tiap *section*. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.19 Indeks keandalan sistem per *section*

Section	Indeks Keandalan Sistem	
	SAIFI (<i>fault/cust.yr</i>)	SAIDI (<i>hr/cust.yr</i>)
1	1,199	3,681
2	4,618000027	13,90999999
Total	5,817000027	17,59099999

Pada penyulang Barat yang dianalisis diperoleh nilai SAIFI sebesar 5,817000027 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI sebesar 17,59099999 (*hr/customer.yr*). Sedangkan untuk nilai CAIDI diperoleh dari pembagian nilai SAIDI dengan SAIFI sehingga didapat nilai CAIDI sebesar 3,02406737 (*hr/customer interruption*).

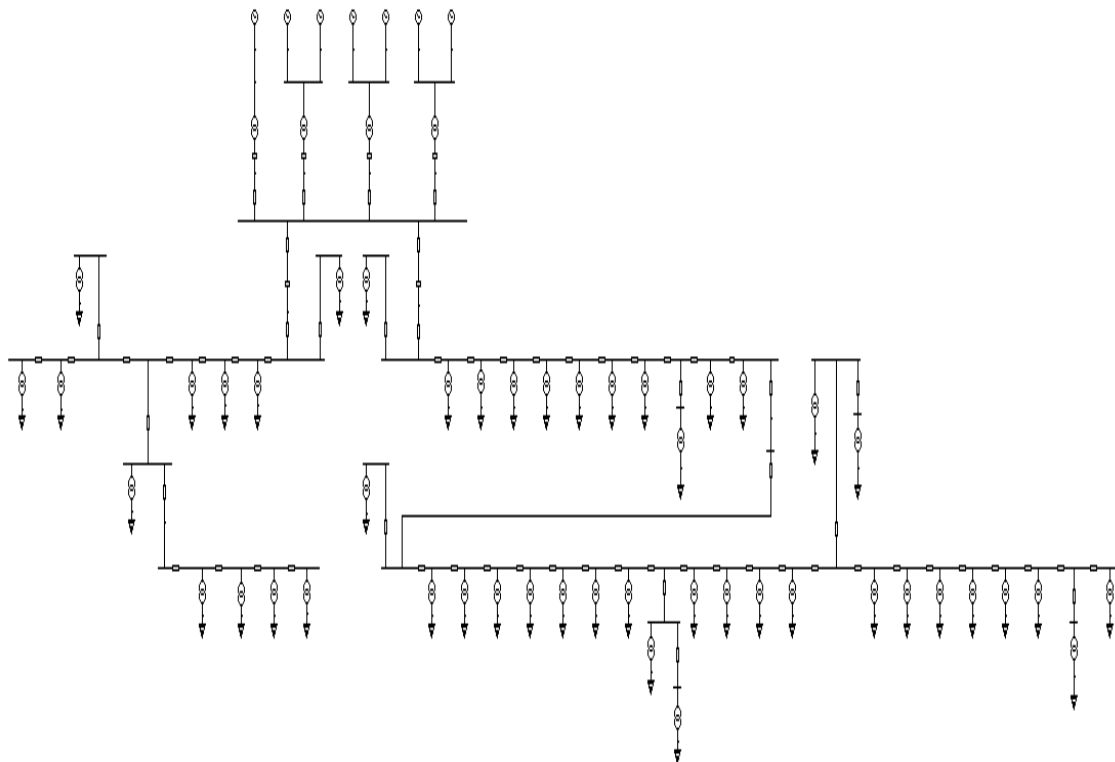
Tabel 4.20 Nilai Indeks Keandalan Penyulang Timur Metode *Section Technique*

Penyulang	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIFI (<i>fault/cust.yr</i>)	SAIDI (<i>hr/cust.yr</i>)	CAIDI (<i>hr/cust interr</i>)
Timur	5,817000027	17,59099999	3,02406737

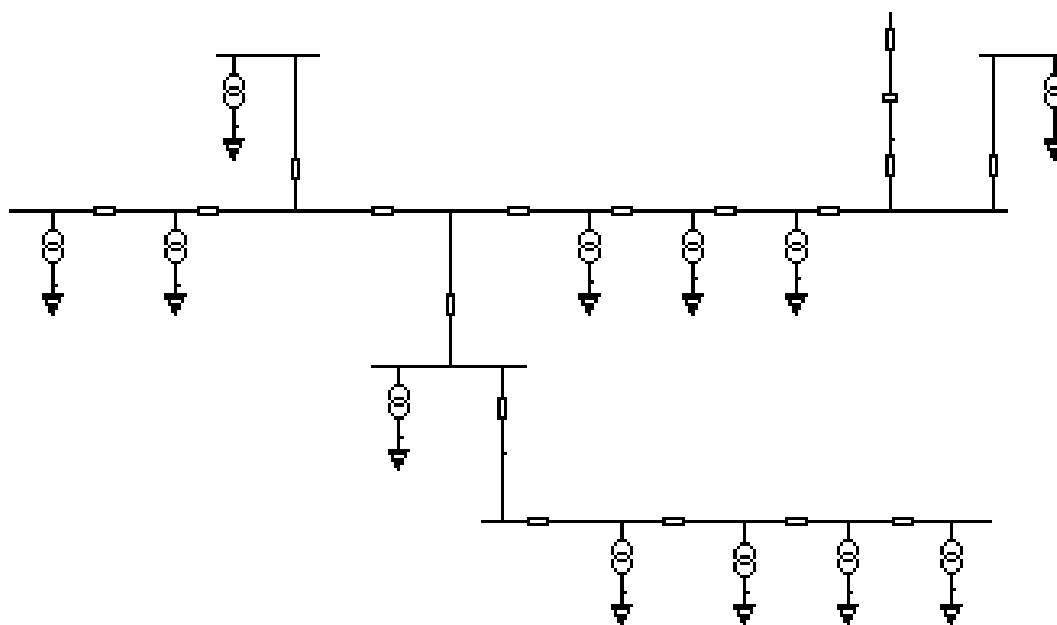
Dari hasil perhitungan metode *section technique* Nilai SAIFI dan SAIDI penyulang timur dibandingkan dengan standar PLN, standar yang digunakan yaitu SPLN 59 : 1985 dengan nilai SAIFI 3,21 (*f/customer.yr*) dan SAIDI 21,094 (*hr/customer.yr*). Maka dapat dilihat bahwa nilai SAIFI penyulang timur belum memenuhi standar dan tergolong tidak handal, sedangkan untuk nilai SAIDI masih tergolong handal dan memenuhi standar PLN.

4.2 Pemodelan Sistem Distribusi PLTD Subaim Pada *Software* ETAP 12.6

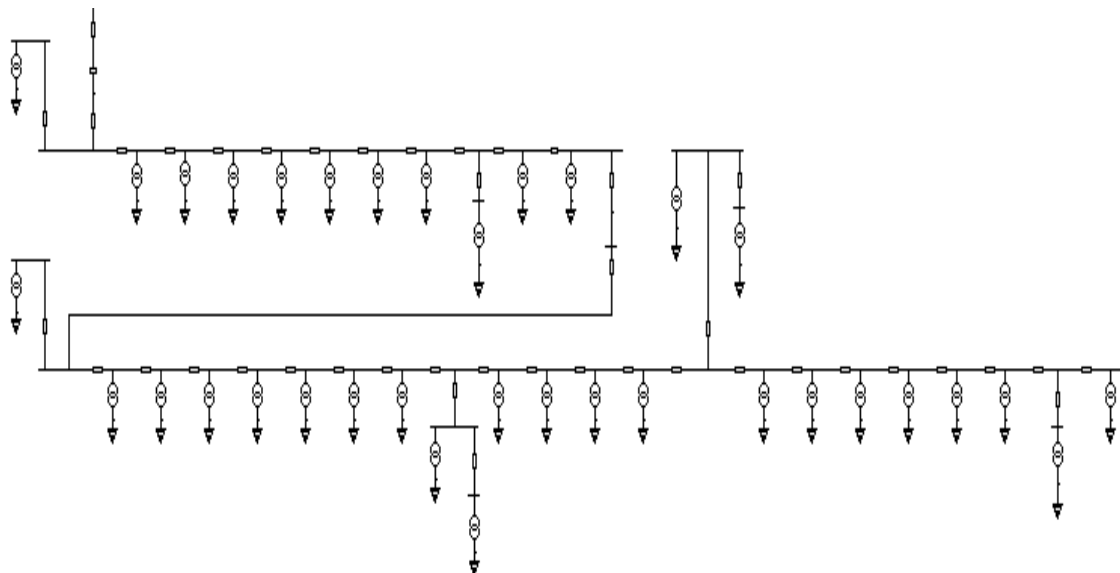
Analisis indeks keandalan pada sistem distribusi PLTD Subaim dengan menggunakan data dan *single line diagram* yang diperoleh dari pengambilan data pada PLTD Subaim. Kemudian dilakukan pemodelan pada kondisi eksisting dengan menggunakan *software* ETAP 12.6 yang kemudian akan dilakukan simulasi keandalan sehingga didapat indeks keandalan SAIFI, SAIDI dan CAIDI kondisi eksisting dan akan dibandingkan dengan hasil perhitungan indeks keandalan SAIFI, SAIDI dan CAIDI dengan menggunakan metode *section technique*.



Gambar 4.3 *Single Line Diagram* Kondisi Eksisting PLTD Subaim Pada ETAP



Gambar 4.4 *Single Line Diagram* Penyulang Barat PLTD Subaim Pada ETAP



Gambar 4.5 *Single Line* Diagram Penyulang Timur PLTD Subaim Pada ETAP

4.3 Simulasi Keandalan Sistem Distribusi PLTD Subaim Dengan Kondisi Eksisting

Setelah dilakukan *running* indeks keandalan pada *software* ETAP 12.6, maka didapatkan indeks keandalan untuk penyulang Barat SAIFI=4,9151 (*f/customer.yr*), SAIDI=14,9039 (*hr/customer.yr*) dan CAIDI=3,032 (*hr/customer interruption*). Dan untuk penyulang Timur SAIFI=59586 (*f/customer.yr*), SAIDI=17,8291 (*hr/customer.yr*) dan CAIDI=2,992 (*hr/customer interruption*). Sedangkan indeks keandalan yang didapat dari perhitungan metode *section technique* yaitu untuk penyulang Barat SAIFI=4,896999997 (*f/customer.yr*), SAIDI=14,8 (*hr/customer.yr*) dan CAIDI=3,022258527 (*hr/customer interruption*). Untuk penyulang Timur SAIFI=5,817000027 (*f/customer.yr*), SAIDI=17,59099999 (*hr/customer.yr*) dan CAIDI=3,02406737 (*hr/customer interruption*), dari kedua hasil perhitungan indeks keandalan tersebut terlihat bahwa nilai SAIFI pada kedua penyulang belum memenuhi standar sedangkan nilai SAIDI pada kedua penyulang masih memenuhi standar PLN 59:1985, yaitu SAIFI=3,21 (*f/customer.yr*) dan SAIDI=21,094 (*hr/customer.yr*). Hasil simulasi keandalan sistem pada jaringan distribusi PLTD Subaim berdasarkan kondisi eksisting menggunakan *software* ETAP 12.6 dapat dilihat pada gambar berikut.

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	21-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.9151 f / customer.yr
SAIDI	14.9039 hr / customer.yr
CAIDI	3.032 hr / customer interruption

Gambar 4.6 Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Penyulang Barat Menggunakan ETAP

SAIFI = 4,9151 *f/customer.yr*

SAIDI = 14,9039 *hr/customer.yr*

CAIDI = 3,032 *hr/customer interruption*

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	5.9586 f / customer.yr
SAIDI	17.8291 hr / customer.yr
CAIDI	2.992 hr / customer interruption

Gambar 4.7 Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Penyulang Timur Menggunakan ETAP

SAIFI = 5,9586 *f/customer.yr*

SAIDI = 17,8291 *hr/customer.yr*

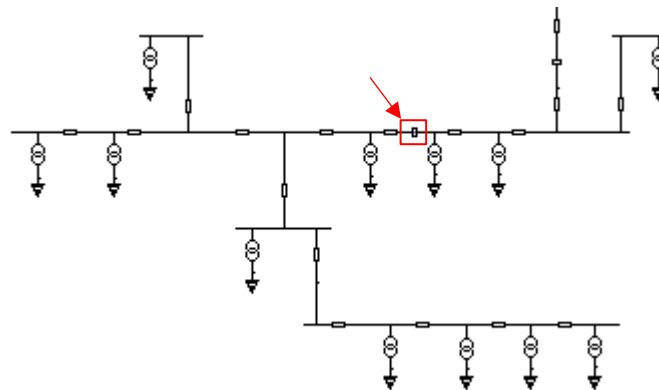
CAIDI = 2,992 *hr/customer interruption*

4.4 Peningkatan Indeks Keandalan Sistem Distribusi PLTD Subaim Dengan Pemasangan *Automatic Circuit Recloser (ACR)* Pada Penyulang

Setelah mendapatkan nilai indeks keandalan SAIFI yang tidak sesuai dengan standar PLN yaitu $SAIFI=3,21 \text{ f/customer.yr}$ dan $SAIDI=21,094 \text{ hr/customer.yr}$, maka dilakukan simulasi penambahan recloser pada *software* ETAP dengan melakukan percobaan 1-5 untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi PLTD Subaim. Percobaan 1 sampai 5 dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana penerapan percobaan 1 sampai 5 dalam meningkatkan keandalan sistem distribusi PLTD Subaim.

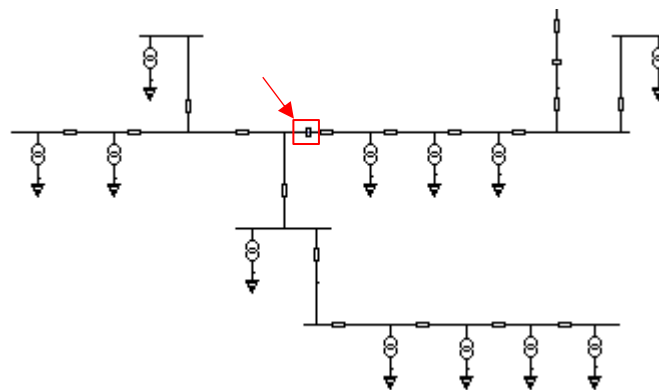
4.4.1 Hasil Simulasi Keandalan Penyulang Barat PLTD Subaim Dengan Pemasangan Recloser Berdasarkan Percobaan 1 Sampai 5

- Percobaan 1 : Penyulang barat PLTD Subaim pada kondisi eksisting belum memiliki recloser, sehingga pada percobaan 1 pemasangan recloser pada sisi antara titik beban 3 dan titik beban 4.



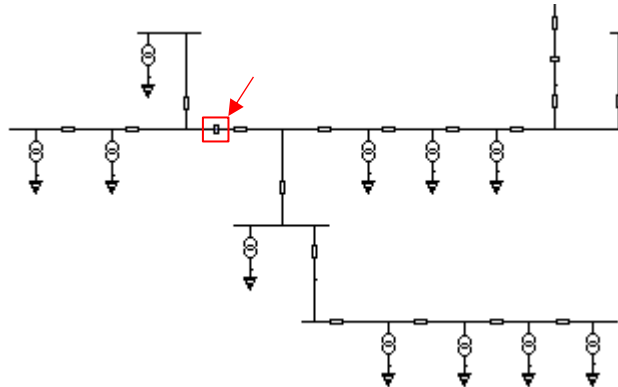
Gambar 4.8 Letak Recloser Pada Percobaan 1 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

- Percobaan 2 : Pada percobaan 2 letak recloser dipindah yaitu pada sisi antara titik beban 4 dan titik beban 5, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



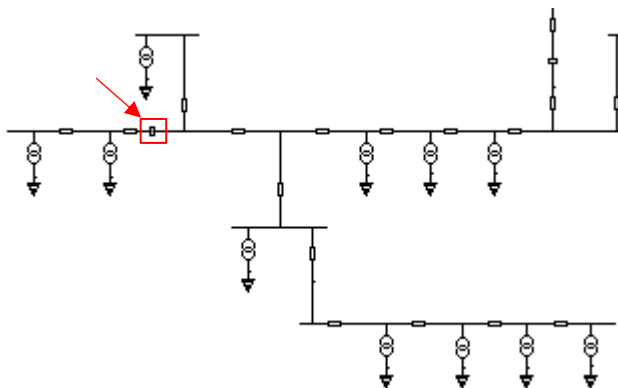
Gambar 4.9 Letak Recloser Pada Percobaan 2 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

- Percobaan 3 : Pada percobaan 3 letak recloser dipindah yaitu berada pada sisi antara titik beban 5 dan titik beban 6, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



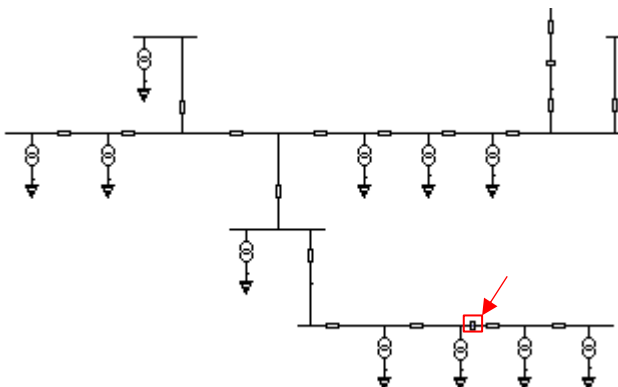
Gambar 4.10 Letak Recloser Pada Percobaan 3 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

- Percobaan 4 : Pada percobaan 4 letak recloser dipindah yaitu berada pada sisi antara titik beban 6 dan titik beban 7, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.11 Letak Recloser Pada Percobaan 4 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

- Percobaan 5 : Pada percobaan 5 letak recloser dipindah yaitu berada pada sisi antara titik beban 10 dan titik beban 11, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.12 Letak Recloser Pada Percobaan 5 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

Setelah menerapkan percobaan 1 sampai 5 pada penyulang barat PLTD Subaim didapatkan hasil analisa yang menunjukkan bahwa pada percobaan 2 adalah percobaan yang paling optimal. Hasil simulasi keandalan penyulang barat PLTD Subaim pada saat pemasangan recloser berdasar percobaan 1 sampai 5 dapat dilihat pada gambar 4.13 – 4.17 dibawah ini.

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.1721 f/customer.yr
SAIDI	14.0588 hr/customer.yr
CAIDI	3.370 hr/customer interruption

Gambar 4.13 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 1

$$\text{SAIFI} = 4,1721 \text{ f/customer.yr}$$

$$\text{SAIDI} = 14,0588 \text{ hr/customer.yr}$$

$$\text{CAIDI} = 3,370 \text{ hr/customer interruption}$$

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.0351 f/customer.yr
SAIDI	14.1221 hr/customer.yr
CAIDI	3.500 hr/customer interruption

Gambar 4.14 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 2

$$\text{SAIFI} = 4,0351 \text{ f/customer.yr}$$

$$\text{SAIDI} = 14,1221 \text{ hr/customer.yr}$$

$$\text{CAIDI} = 3,500 \text{ hr/customer interruption}$$

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.6986 f / customer.yr
SAIDI	13.7476 hr / customer.yr
CAIDI	2.926 hr / customer interruption

Gambar 4.15 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 3

$$\text{SAIFI} = 4,6986 \text{ f/customer.yr}$$

$$\text{SAIDI} = 13,7476 \text{ hr/customer.yr}$$

$$\text{CAIDI} = 2,926 \text{ hr/customer interruption}$$

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.7176 f / customer.yr
SAIDI	14.1706 hr / customer.yr
CAIDI	3.004 hr / customer interruption

Gambar 4.16 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 4

$$\text{SAIFI} = 4,7176 \text{ f/customer.yr}$$

$$\text{SAIDI} = 14,1706 \text{ hr/customer.yr}$$

$$\text{CAIDI} = 3,004 \text{ hr/customer interruption}$$

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.00f	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.4909 f/customer.yr
SAIDI	14.5695 hr/customer.yr
CAIDI	3.244 hr/customer interruption

Gambar 4.17 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 5

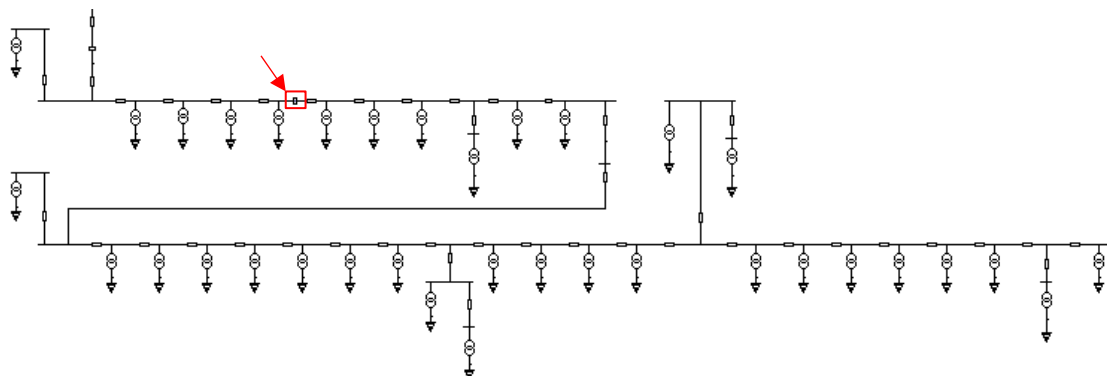
SAIFI = 4,4909 *f/customer.yr*

SAIDI = 14,5696 *hr/customer.yr*

CAIDI = 3,244 *hr/customer interruption*

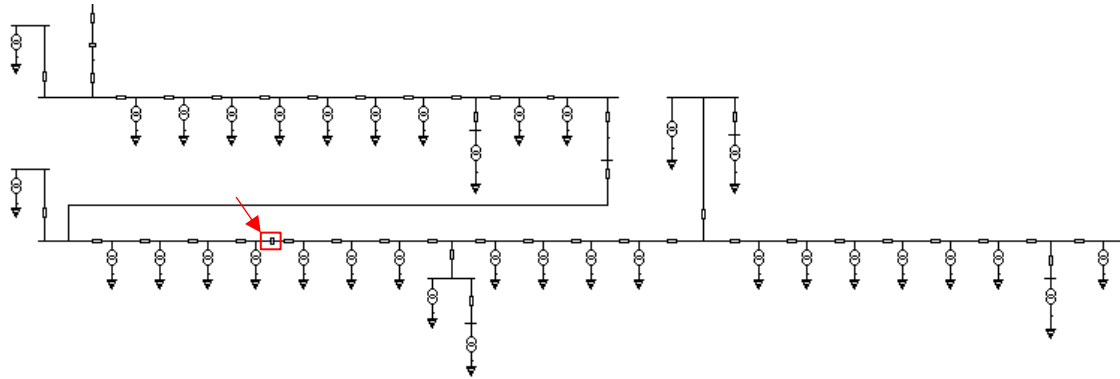
4.4.2 Hasil Simulasi Keandalan Penyulang Timur PLTD Subaim Dengan Pemasangan Recloser Berdasarkan Percobaan 1 Sampai 5

- Percobaan 1 : Penyulang timur PLTD Subaim pada kondisi eksisting belum memiliki recloser, sehingga pada percobaan 1 pemasangan recloser pada sisi antara titik beban 5 dan titik beban 6.



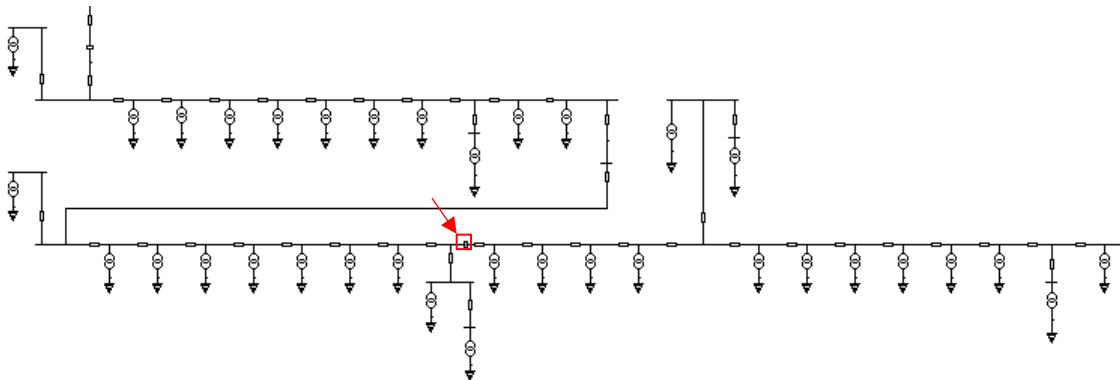
Gambar 4.18 Letak Recloser Pada Percobaan 1 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

- Percobaan 2 : Pada percobaan 2 letak recloser dipindah yaitu pada sisi antara titik beban 16 dan titik beban 17, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



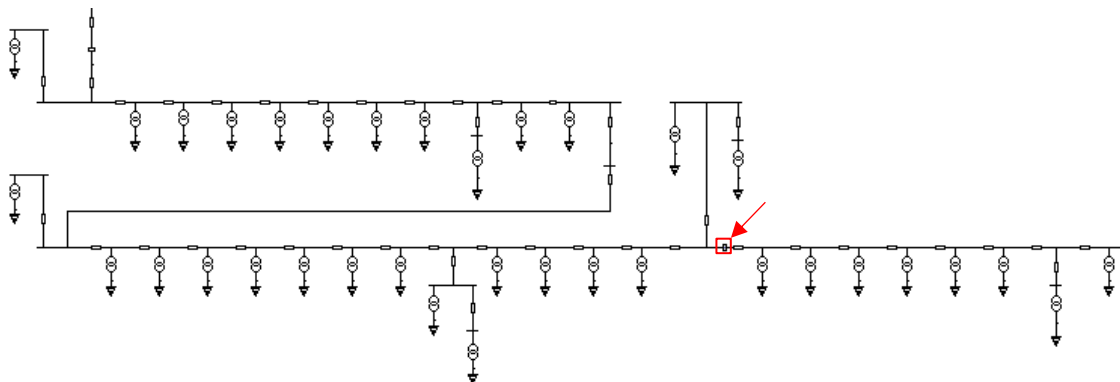
Gambar 4.19 Letak Recloser Pada Percobaan 2 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

- Percobaan 3 : Pada percobaan 3 letak recloser dipindah yaitu pada sisi antara titik beban 20 dan titik beban 21, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



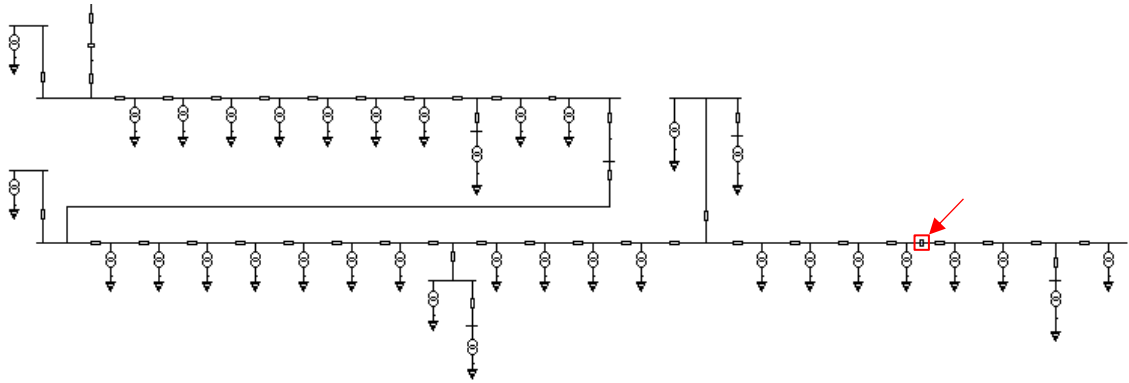
Gambar 4.20 Letak Recloser Pada Percobaan 3 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

- Percobaan 4 : Pada percobaan 4 letak recloser dipindah yaitu pada sisi antara titik beban 26 dan titik beban 27, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.21 Letak Recloser Pada Percobaan 4 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

- Percobaan 5 : Pada percobaan 5 letak recloser dipindah yaitu pada sisi antara titik beban 30 dan titik beban 31, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.22 Letak Recloser Pada Percobaan 5 Ditunjukkan Oleh Tanda Panah

Setelah menerapkan percobaan 1 sampai 5 pada penyulang timur PLTD Subaim didapatkan hasil analisa yang menunjukkan bahwa pada percobaan 2 adalah percobaan yang paling optimal. Hasil simulasi keandalan penyulang timur PLTD Subaim pada saat pemasangan recloser berdasarkan percobaan 1 sampai 5 dapat dilihat pada gambar 4.23 – 4.27 dibawah ini.

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	5.3873 f/customer.yr
SAIDI	17.4939 hr/customer.yr
CAIDI	3.247 hr/customer interruption

Gambar 4.23 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 1

$$\text{SAIFI} = 5,3873 \text{ f/customer.yr}$$

$$\text{SAIDI} = 17,4939 \text{ hr/customer.yr}$$

$$\text{CAIDI} = 3,247 \text{ hr/customer interruption}$$

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.6827 f / customer.yr
SAIDI	16.2380 hr / customer.yr
CAIDI	3.468 hr / customer interruption

Gambar 4.24 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 2

SAIFI = 4,6827 *f/customer.yr*

SAIDI = 16,2380 *hr/customer.yr*

CAIDI = 3,468 *hr/customer interruption*

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.8874 f / customer.yr
SAIDI	15.8235 hr / customer.yr
CAIDI	3.238 hr / customer interruption

Gambar 4.25 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 3

SAIFI = 4,8874 *f/customer.yr*

SAIDI = 15,8235 *hr/customer.yr*

CAIDI = 3,238 *hr/customer interruption*

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.00H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.9819 f/customer.yr
SAIDI	15.6808 hr/customer.yr
CAIDI	3.148 hr/customer interruption

Gambar 4.26 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 4

SAIFI = 4,9819 *f/customer.yr*

SAIDI = 15,6808 *hr/customer.yr*

CAIDI = 3,148 *hr/customer interruption*

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.00H	Date:	22-06-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	5.6311 f/customer.yr
SAIDI	16.9674 hr/customer.yr
CAIDI	3.013 hr/customer interruption

Gambar 4.27 Hasil Simulasi Indeks Keandalan Percobaan 5

SAIFI = 5,6311 *f/customer.yr*

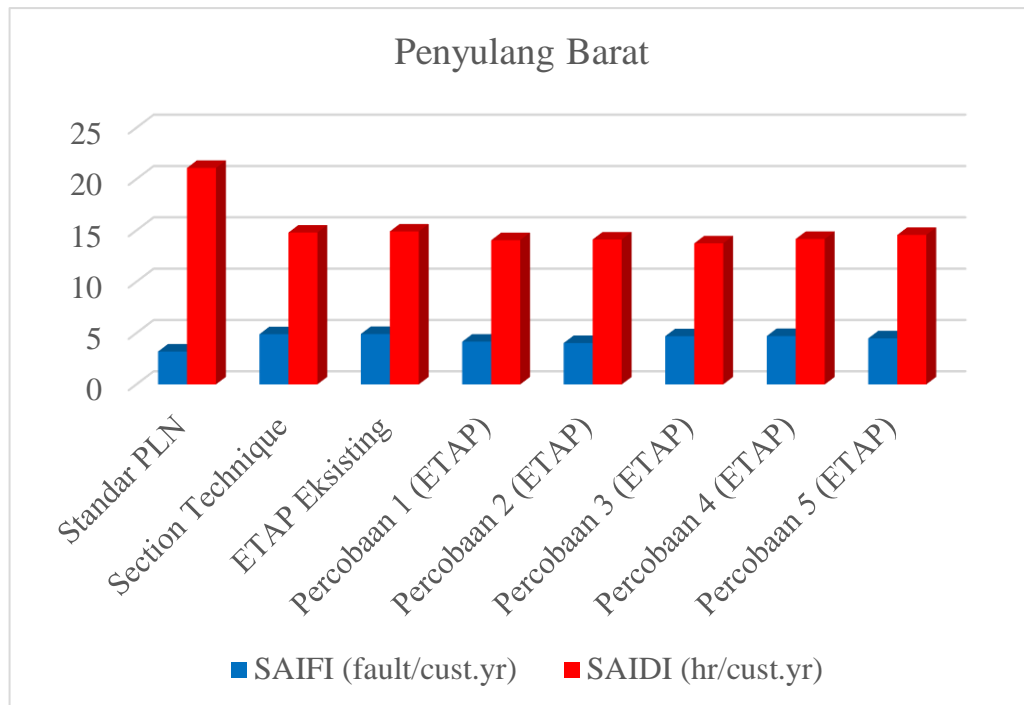
SAIDI = 16,9674 *hr/customer.yr*

CAIDI = 3,013 *hr/customer interruption*

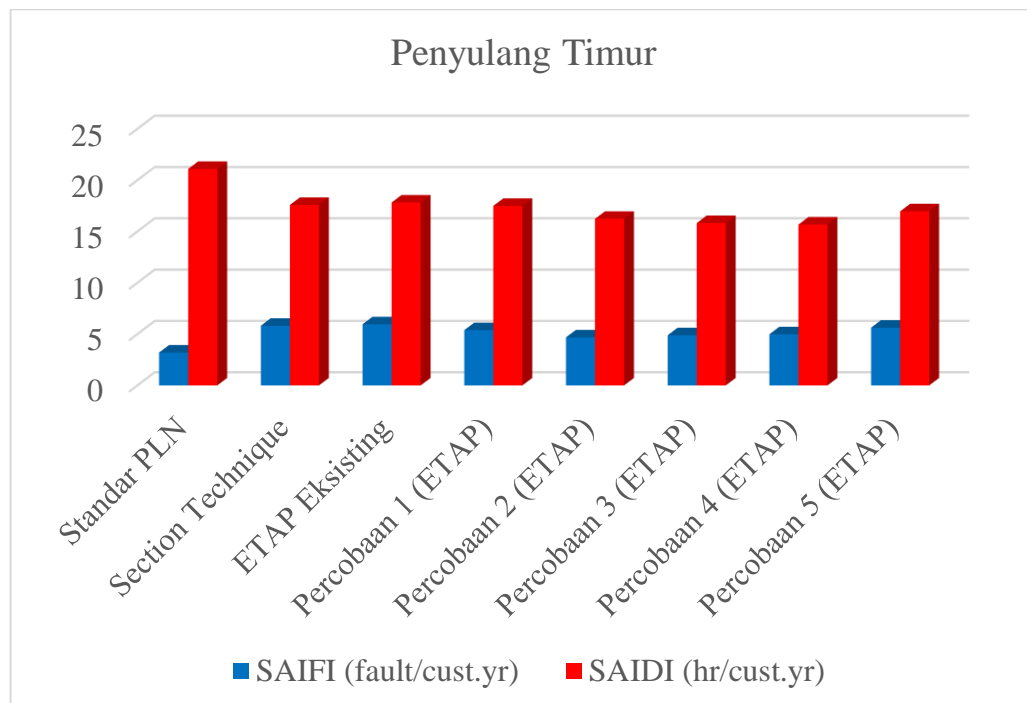
Tabel 4.21 Perbandingan Indeks Keandalan

Penyulang	Kondisi	SAIFI (<i>fault/cust.yr</i>)	SAIDI (<i>hr/cust.yr</i>)
		Standar PLN	3,21
Barat	Perhitungan Section Technique	4,896999997	14,8
	Perhitungan ETAP	4,9151	14,9039
	Percobaan 1 (ETAP)	4,1721	14,0588
	Percobaan 2 (ETAP)	4,0351	14,1221
	Percobaan 3 (ETAP)	4,6985	13,7476
	Percobaan 4 (ETAP)	4,7176	14,1706
	Percobaan 5 (ETAP)	4,4909	14,5695
Timur	Perhitungan Section Technique	5,817000027	17,59099999
	Perhitungan ETAP	5,9586	17,8291
	Percobaan 1 (ETAP)	5,3873	17,4939
	Percobaan 2 (ETAP)	4,6827	16,2380
	Percobaan 3 (ETAP)	4,8874	15,8235
	Percobaan 4 (ETAP)	4,9819	15,6808
	Percobaan 5 (ETAP)	5,6311	16,9674

Tabel 4.21 merupakan tabel perbandingan indeks keandalan dari standar PLN, perhitungan metode *section technique*, hasil perhitungan dengan simulasi *software* ETAP 12.6 dan setelah melakukan percobaan 1 sampai 5. Dapat dilihat bahwa indeks keandalan SAIFI dan SAIDI penyulang-penyulang PLTD Subaim dengan metode *section technique* dan setelah melakukan percobaan 1 sampai 5 terdapat perbedaan indeks keandalan yang cukup bagus, dimana setelah penerapan percobaan terjadi penurunan indeks keandalan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan adanya pemasangan peralatan seperti recloser dapat berpengaruh terhadap indeks keandalan pada sebuah sistem.



Grafik 4.1 Perbandingan Nilai SAIFI dan SAIDI Standar PLN, Perhitungan Metode *Section Technique*, Hasil Perhitungan ETAP Kondisi Eksisting dan Percobaan 1 Sampai 5 Menggunakan ETAP Pada Penyulang Barat



Grafik 4.2 Perbandingan Nilai SAIFI dan SAIDI Standar PLN, Perhitungan Metode *Section Technique*, Hasil Perhitungan ETAP Kondisi Eksisting dan Percobaan 1 Sampai 5 Menggunakan ETAP Pada Penyulang Timur

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dengan diperolehnya hasil dari perhitungan dan analisis pada penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dengan menggunakan perhitungan metode *section technique* diperoleh indeks keandalan penyulang Barat SAIFI 4,896999997 *f/customer.yr*, SAIDI 14,8 *hr/customer.yr*, CAIDI 3,022258527 *hr/customer interruption*. Penyulang Timur SAIFI 5,817000027 *f/customer.yr*, SAIDI 17,59099999 *hr/customer.yr*, CAIDI 3,02406737 *hr/customer interruption*. Nilai SAIFI pada kedua penyulang belum sesuai dengan standar PLN yaitu 3,21 *f/customer.yr*, sedangkan nilai SAIDI sudah sesuai standar yaitu 21,094 *hr/customer.yr*.
- b. Dari hasil perhitungan menggunakan ETAP kondisi eksisting diperoleh indeks keandalan Penyulang Barat SAIFI 4,9151 *f/customer.yr*, SAIDI 14,9039 *hr/customer.yr*, CAIDI 3,032 *hr/customer interruption*. Penyulang Timur SAIFI 5,9586 *f/customer.yr*, SAIDI 17,8291 *hr/customer.yr*, CAIDI 2,992 *hr/customer interruption*. Dan setelah melakukan percobaan implementasi recloser pada penyulang dengan percobaan 1-5, didapatkan nilai paling optimal penyulang Barat pada percobaan 2 dengan SAIFI 4,0351 *f/customer.yr*, SAIDI 14,1221 *hr/customer.yr*, CAIDI 3,500 *hr/customer interruption*. Untuk penyulang Timur nilai paling optimal pada penyulang 2 dengan SAIFI 4,6827 *f/customer.yr*, SAIDI 16,2380 *hr/customer.yr*, CAIDI 3,468 *hr/customer interruption*.
- c. Pemasangan recloser sangat membantu dalam peningkatan indeks keandalan maupun faktor ekonomis sistem distribusi PLTD Subaim, karena penggunaan recloser mampu mengurangi atau mempercepat durasi gangguan. Seperti diketahui bahwa recloser dapat bekerja secara otomatis dan dapat disetting 2 kali/lebih beroperasi pada saat terjadi gangguan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan ataupun pengembangan dari skripsi ini yaitu :

- a. Sangat diperlukan pemeliharaan rutin terhadap peralatan-peralatan yang ada pada sistem tenaga listrik PLTD Subaim terutama saluran udara yang probabilitas gangguannya cukup besar. Agar keandalan pada Sistem Distribusi tetap terjaga.
- b. Dapat dijadikan acuan untuk meningkatkan keandalan pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik PLTD Subaim.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, E.R. (2009). *Electric Power Distribution Reliability Second Edition*. America : CRC Press Taylor & Francis Group.
- Gonen, T. (1986). *Electric Power Distribution System Engineering*. Mc Graw-Hill.
- Goenadi, C., Hernanda, S.N.G.I dan Penangsang, O. (2012). Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di PT. PLN Distribusi Jawa Timur Kediri dengan Metode Simulasi Section Technique. *Jurnal Teknik POMITS Vol.1, No.1*.
- Kadir, A. (2000). *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Krismanto, U.A., Nakhoda, I.Y dan Lomi, A. (2017). Modul Pelatihan ETAP (Electrical Transient Analysis Program). *Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik ITN Malang*.
- Marsudi, D. (2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Mir'atussaada, A. (2015). Evaluasi Cara Kerja Auto Recloser Sebagai Pengaman Pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Keramasan. *Laporan Akhir*
- Püttgen, B.H., Macregor, R.P dan Lambert, F.C. (2003). Distributed Semantic Hype or The Dawn of A New Era. *IEEE Power & Energy Magazine*.
- Pansini. A.j (1992) *Electrical Distribution Engineering*. 2nd Ed.
- PT. PLN (Persero). (2009). Relay dan Kontrol. *P3B Sumatera UPT Padang*.
- PT. PLN (Persero) Jasa Pendidikan Dan Pelatihan. Jaringan Distribusi Tegangan Menengah dan Tegangan Renda. *APJ Malang*
- PLTD Subaim. (2017). Data-Data Yang Digunakan. *Kec. Wasile, Kab. Halmahera Timur, Prov. Maluku Utara*.
- SPLN No.59 : 1985, "Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV", Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.
- Wicaksono, P.H., Hernanda, S.N.G.I dan Penangsang, O. (2012). Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique. *Jurnal Teknik ITS Vol.1, No.1*.
- Xie, K., Zhou, J dan Billinton, R. (2008). Fast algorithm for the reliability evaluation of large scale electrical distribution networks using the section technique. *IET Gener. Transm. Distrib., Vol.2, No.5, pp.701-707*.

LAMPIRAN

Berita Acara Ujian Skripsi



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : M. Rizal Sanaky
NIM : 1312036
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : **PENINGKATAN INDEKS KEANDALAN DENGAN PENAMBAHAN RECLOSER PADA SISTEM DISTRIBUSI DI PLTD SUBAIM MENGGUNAKAN METODE SECTION TECHNIQUE**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi jenjang Strata Satu (S-1) Pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 26 Juli 2017
Dengan Nilai : 80 (A) *aru*

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT
NIP. 197706152005012002

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.Y. 1028700172

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y. 1038900209

Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP.Y. 1030100371

Surat Pernyataan Orisinalitas Skripsi

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Rizal Sanaky
NIM : 13.12.036
Jurusan / Konsentrasi : Teknik Elektro S-1 / Teknik Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 8206011705950001
Alamat : Jl. PLN Kec. Wasile Kab. Halmahera Timur Maluku Utara
Judul Skripsi : PENINGKATAN INDEKS KEANDALAN DENGAN
PENAMBAHAN RECLOSER PADA SISTEM DISTRIBUSI
DI PLTD SUBAIM MENGGUNAKAN METODE *SECTION
TECHNIQUE*

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 10 Agustus 2017
Yang membuat pernyataan



M. Rizal Sanaky
NIM. 13.12.036

Surat Survei Pengambilan Data Skripsi



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-28/EL-FTI/2017 23 Januari 2017
Lampiran : -
Perihal : Survey Pengambilan Data Skripsi
Kepada : Yth.Bpk. **Pimpinan PT. PLN (PERSERO) Subaim**
di – Halmahera Timur

Dengan hormat,

Bersama ini kami mohon kebijaksanaan Bapak/Ibu agar mahasiswa kami dari Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi T. Energi Listrik S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang dapat diijinkan untuk melakukan survey dalam rangka pengambilan data skripsi, mulai tanggal 1 Februari 2017 sampai dengan 1 Maret 2017.

Mahasiswa tersebut adalah:

No	Nama	NIM
1.	M. Rizal Sanaky	1312036
2.		
3.		
4.		

Demikian atas perhatian dan kebijaksanaannya kami ucapkan terima kasih.



Ketua
Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



Surat balasan dari PLTD Subaim perihal Survei Pengambilan Data Skripsi



PT PLN (PERSERO)
WILAYAH MALUKU DAN MALUKU UTARA
AREA SOFIFI KANTOR PELAYANAN SUBAIM

Jl. PLN No 1 Kec. Wasile 97863
 Telepon -

Hal : Balasan

Kepada Yth :

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

Di Tempat

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmad

Jabatan : **Pimpinan**

Menerangkan bahwa,

Nama : M. Rizal Sanaky

NIM : 1312036

Universitas : Institut Teknologi Nasional Malang

Telah kami setuju untuk melaksanakan survey pengambilan data pada perusahaan kami sebagai syarat penyusunan skripsi dengan judul :

**“Peningkatan Indeks Keandalan Dengan Penambahan Recloser Pada Sistem Distribusi Di
 PT. PLN Persero Subaim Menggunakan Metode Section Technique”**

Demikian surat ini kami sampaikan, dan atas kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

Subaim, 06 Maret 2017

Hormat Kami,

Pimpinan PLTD Subaim



Jadwal Survei Data di PLTD Subaim

JADWAL SURVEY DATA

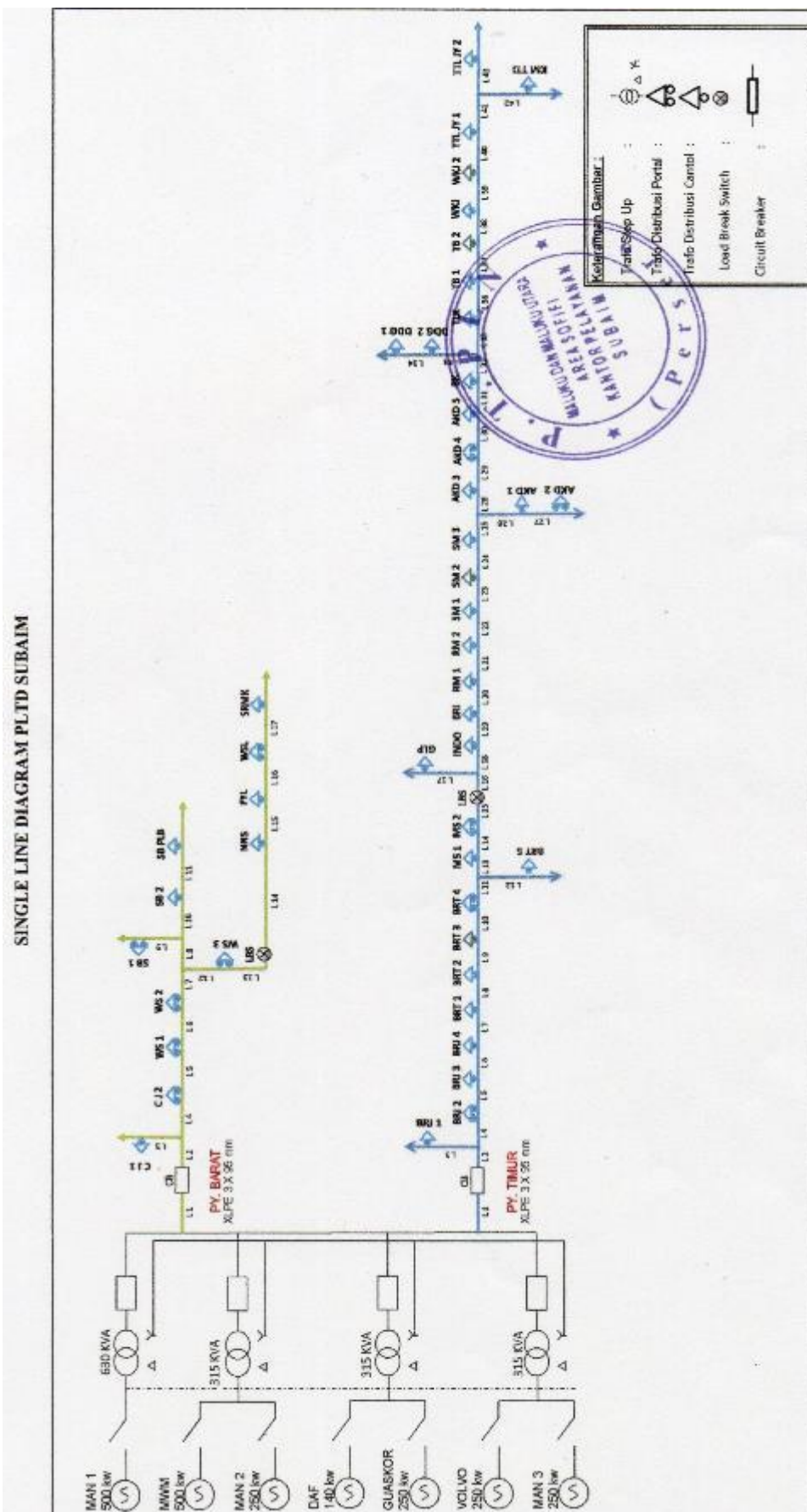
Universitas : Institut Teknologi Nasional Malang
 Nama / NIM : M. Rizal Sanaky / 1312036

No	Tanggal	Data	Lokasi	Hari / Waktu						Pengurus	Paraf	
				Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu			
1	06/03/2017	Single Line Diagram	PLTD Subaim	09:00							PARDI	
2	08/03/2017	Data Penyulang & Gangguan	PLTD Subaim			11:30					NURMAN	
3		Transformator & Beban Listrik	PLTD Subaim			12:00					NURMAN	
4	11/03/2017	CB, Switch, LBS & Kabel	PLTD Subaim						21:45		PARDI	
5		Data Pembangkit	PLTD Subaim						22:00		PARDI	
6	14/03/2017	Data Pelanggan & Saluran	PLTD Subaim		11:30						NURMAN	
7												
8												

Mengetahui
 Kepala PLTD Subaim



Single Line Diagram PLTD Subaim



Data Saluran dan Data Pelanggan PLTD Subaim

No	Penyulang Timur				Penyulang Barat			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang Saluran (km)	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang (km)
1	BRJ-1	158	Line 1	0.01	CJ-1	149	Line 1	0.01
2	BRJ-2	198	Line 2	0.275	CJ-2	437	Line 2	0.275
3	BRJ-3	32	Line 3	0.25	WS-1	107	Line 3	0.4
4	BRJ-4	156	Line 4	0.5	WS-2	96	Line 4	0.35
5	BRT-1	204	Line 5	0.35	WS-3	58	Line 5	1.35
6	BRT-2	137	Line 6	0.3	SB-1	187	Line 6	0.35
7	BRT-3	58	Line 7	1.85	SB-2	69	Line 7	0.2
8	BRT-4	69	Line 8	0.1	SB PLB	126	Line 8	0.15
9	BRT-5	112	Line 9	0.1	NNS	78	Line 9	0.2
10	MS-1	59	Line 10	0.15	FYL	93	Line 10	0.5
11	MS-2	316	Line 11	0.25	WSL	158	Line 11	0.6
12	GLP	102	Line 12	0.65	SRMK	132	Line 12	0.05
13	INDO	136	Line 13	0.55			Line 13	0.5
14	BRI	200	Line 14	0.25			Line 14	7.95
15	RM-1	206	Line 15	0.35			Line 15	4.05
16	RM-2	139	Line 16	0.25			Line 16	4.1
17	SM-1	131	Line 17	1.5			Line 17	2.05
18	SM-2	81	Line 18	0.9				
19	SM-3	118	Line 19	0.35				
20	AKD-1	4	Line 20	0.4				
21	AKD-2	93	Line 21	0.15				
22	AKD-3	98	Line 22	2.35				
23	AKD-4	218	Line 23	0.15				
24	AKD-5	211	Line 24	0.3				
25	BK	48	Line 25	0.25				
26	DDG-1	90	Line 26	0.35				
27	DDG-2	68	Line 27	1.35				
28	TLK	10	Line 28	0.15				
29	TB-1	119	Line 29	0.25				
30	TB-2	122	Line 30	0.05				
31	WKJ-1	158	Line 31	0.55				
32	WKJ-2	84	Line 32	0.7				
33	TTLJY-1	218	Line 33	3				
34	TTLJY-2	148	Line 34	0.25				
35	KM TTDJ	33	Line 35	0.95				
36			Line 36	0.2				
37			Line 37	0.5				
38			Line 38	2.6				
39			Line 39	0.6				
40			Line 40	1.3				
41			Line 41	0.2				
42			Line 42	3.05				
43			Line 43	0.4				
Total		4.334		28,985		1.690		24,385

Data Beban Trafo Distribusi PLTD Subaim

BEBAN TRAFKO DISTRIBUSI

NO. GARDU	LOKASI	PENYULANG	TANGGAL	WAKTU	DAYA TRAFKO (KVA)	MERK	ARUS MAX (AMP)	ARUS TRAFKO				BEBAN TRAFKO	
								R (AMP)	S (AMP)	T (AMP)	N (AMP)	(KVA)	%
1	BATU RAJA 1	TIMUR	23/2/2017	19.10.00	50	B&D	72	48.1	71.23	47.37	35.27	37.85	75.30
2	BATU RAJA 2	TIMUR	23/2/2017	19.20.00	100	B&D	145	54.2	62.1	87.2	19.5	45.52	45.52
3	BATU RAJA 3	TIMUR	23/2/2017	19.35.00	50	B&D	217	41.2	43.6	43.6	4.84	19.76	19.55
4	BATU RAJA 4	TIMUR	23/2/2017	19.45.00	50	B&D	72	54.8	50.38	60.4	16.9	37.43	74.85
5	BUMI RESTU 1	TIMUR	23/2/2017	19.55.00	50	B&D	72	72.3	65.2	64.4	16.8	43.97	80.19
6	BUMI RESTU 2	TIMUR	22/2/2017	19.06.00	50	TRAFINDO	72	46.5	51.4	40.31	14.3	31.40	62.80
7	BUMI RESTU 3	TIMUR	22/2/2017	19.11.00	25	B&D	36	12.57	22.51	31.45	13.12	14.98	59.90
8	BUMI RESTU 4	TIMUR	22/2/2017	19.20.00	50	TRAFINDO	72	15.38	32.85	23.15	12.3	16.04	32.08
9	BUMI RESTU 5	TIMUR	22/2/2017	19.30.00	100	STARLITE	145	37.86	34.93	47.7	46.4	26.27	26.27
10	MEKAR SARI 1	TIMUR	22/2/2017	19.37.00	50	B&D	72	22.7	17.7	21.53	13.5	13.77	27.55
11	MEKAR SARI 2	TIMUR	22/2/2017	19.43.00	100	STARLITE	145	97.3	91.8	128.2	13.4	70.38	70.38
12	GULAPAPO	TIMUR	22/2/2017	19.55.00	50	B&D	72	15.76	12.31	19.87	9.67	10.63	21.27
13	INDOSAT	TIMUR	13/2/2017	19.05.00	50	SINTRA	72	43.4	49.7	42.6	13.7	30.49	60.99
14	BRI	TIMUR	13/2/2017	19.10.00	50	STARLITE	72	64.1	60.3	81.2	19.2	44.97	89.95
15	RAWA MANGUN 1	TIMUR	13/2/2017	19.20.00	50	B&D	72	36.42	62.4	57.7	52.53	19.6	46.14
16	RAWA MANGUN 2	TIMUR	13/2/2017	19.35.00	50	B&D	72	48.1	39.34	49.4	15.35	29.93	69.87
17	SIDO MULYO 1	TIMUR	14/2/2017	19.03.00	50	B&D	72	48.1	55.5	53.4	30.79	28.64	57.28
18	SIDO MULYO 2	TIMUR	14/2/2017	19.10.00	25	UNINDO	36	28.86	24.04	30.25	17.92	18.13	72.52
19	SIDO MULYO 3	TIMUR	14/2/2017	19.15.00	50	VOLTRA	72	48.1	2.96	2	1.15	1.77	3.54
20	SIDO MULYO 4	TIMUR	14/2/2017	19.27.00	50	VOLTRA	72	48.1	38.15	33.45	23.7	22.09	22.09
21	AKEDAGA 1	TIMUR	14/2/2017	19.34.00	100	SINTRA	145	45.8	30.41	41.39	21.2	24.04	48.07
22	AKEDAGA 3	TIMUR	14/2/2017	19.38.00	50	B&D	72	33.06	54	98	22.3	52.24	52.24
23	AKEDAGA 4	TIMUR	14/2/2017	19.42.00	100	SINTRA	145	79.4	67.9	70.9	25.4	100.57	100.57
24	AKEDAGA 5	TIMUR	14/2/2017	19.50.00	50	SINTRA	72	81.1	15.2	17.35	7.4	12.40	24.79
25	BUKIT KARYA	TIMUR	14/2/2017	19.55.00	50	TRAFINDO	72	21.8	29.35	29.74	7.46	20.55	41.10
26	DODAGA 1	TIMUR	15/2/2017	19.03.00	50	SINTRA	72	14.61	28.19	29.43	7.86	15.78	31.56
27	DODAGA 2	TIMUR	15/2/2017	19.10.00	50	B&D	72	44.7	3.11	5.72	3.05	3.37	6.75
28	TELKOMSEL	TIMUR	15/2/2017	19.20.00	50	SINTRA	72	6.45	50.1	33.4	28.3	28.24	56.48
29	TOBOINO 1	TIMUR	15/2/2017	19.25.00	50	B&D	72	44.7	41.81	45.17	28.23	28.94	115.77
30	TOBOINO 2	TIMUR	15/2/2017	19.30.00	25	SINTRA	36	42.48	49.7	74.8	15.7	37.55	75.11
31	WOKAJAYA 1	TIMUR	15/2/2017	19.43.00	50	SINTRA	72	41.63	65.2	71.2	35.81	49.74	99.47
32	WOKAJAYA 2	TIMUR	16/2/2017	19.49.00	25	B&D	36	35.56	19.4	34.84	17.67	19.80	79.20
33	TUTULING JAYA 1	TIMUR	16/2/2017	19.15.00	50	SINTRA	72	88.4	62.8	53.7	23.2	34.33	88.66
34	TUTULING JAYA 2	TIMUR	16/2/2017	19.20.00	50	B&D	72	60.3	42.8	5.18	5.13	10.26	10.26
35	KUMU TUTULING	TIMUR	16/2/2017	19.30.00	50	STARLITE	72	11.81	55.9	47.3	35.81	32.80	65.61
36	CEMARA JAYA 1	BARAT	17/2/2017	19.03.00	50	SINTRA	72	55.9	45.2	47.3	35.81	32.80	65.61
37	CEMARA JAYA 2	BARAT	17/2/2017	19.10.00	100	B&D	145	189.9	147.9	158.7	43.16	106.34	106.34
38	WASUBA 1	BARAT	17/2/2017	19.15.00	100	SINTRA	145	51.2	31.76	35.15	9.28	26.31	26.31
39	WASUBA 2	BARAT	17/2/2017	19.20.00	100	B&D	145	43.4	38.19	18.15	15.5	22.32	22.32
40	WASUBA 3	BARAT	17/2/2017	19.25.00	100	STARLITE	145	26.6	18.3	21.9	10.5	14.80	14.80
41	SUBAIM 1	BARAT	18/2/2017	19.07.00	100	STARLITE	145	55.7	79.3	59.2	7.31	43.15	43.15
42	SUBAIM 2	BARAT	18/2/2017	19.15.00	50	B&D	217	82.4	46	60.2	19.2	16.40	32.80
43	SUBAIM 3	BARAT	18/2/2017	19.21.00	50	B&D	72	45	46	52	43	31.67	63.33
44	NANAS	BARAT	21/2/2017	19.02.00	50	B&D	72	8.95	17.14	14.64	7.5	8.93	17.87
45	FAYAIL	BARAT	21/2/2017	19.15.00	50	VOLTRA	72	41.7	47.3	48.5	8.35	30.34	60.68
46	WASILE	BARAT	21/2/2017	19.30.00	100	STARLITE	145	57.6	22.72	75.3	12.7	34.76	34.76
47	SARANMAKE	BARAT	21/2/2017	19.48.00	50	B&D	72	53.1	55.9	41.35	9.55	33.32	66.64


Data Kapasitas Daya PLTD Subaim

PT PLN (PERSERO) WIL. MAL & MALUT AREA SOFIFI		KAPASITAS PLTD										FEBRUARI 2017		
LAPORAN		TANGGAL 28 Februari 2017												
Beban Puncak	:	1.380 KW										70 KW		
Beban bawah	:	- KW										350 KW		
Beban rata-rata	:	706 KW										1.400 KW		
UNIT		DMF	MMW	VELUG	MMWM	MAN TRILER	GUASCOR	MAN Ex. Damba		BEBAN HARIAN (kw)	PRC DUKSI (KWH)	BBM (HSD)	SFC (Ltr/KWh)	
Daya		70 (kw)	150 (kw)	170 (kw)	300 (kw)	350 (kw)	200 (kw)	150 (kw)						
Mampu									(kw)	(kw)	(Liter)			

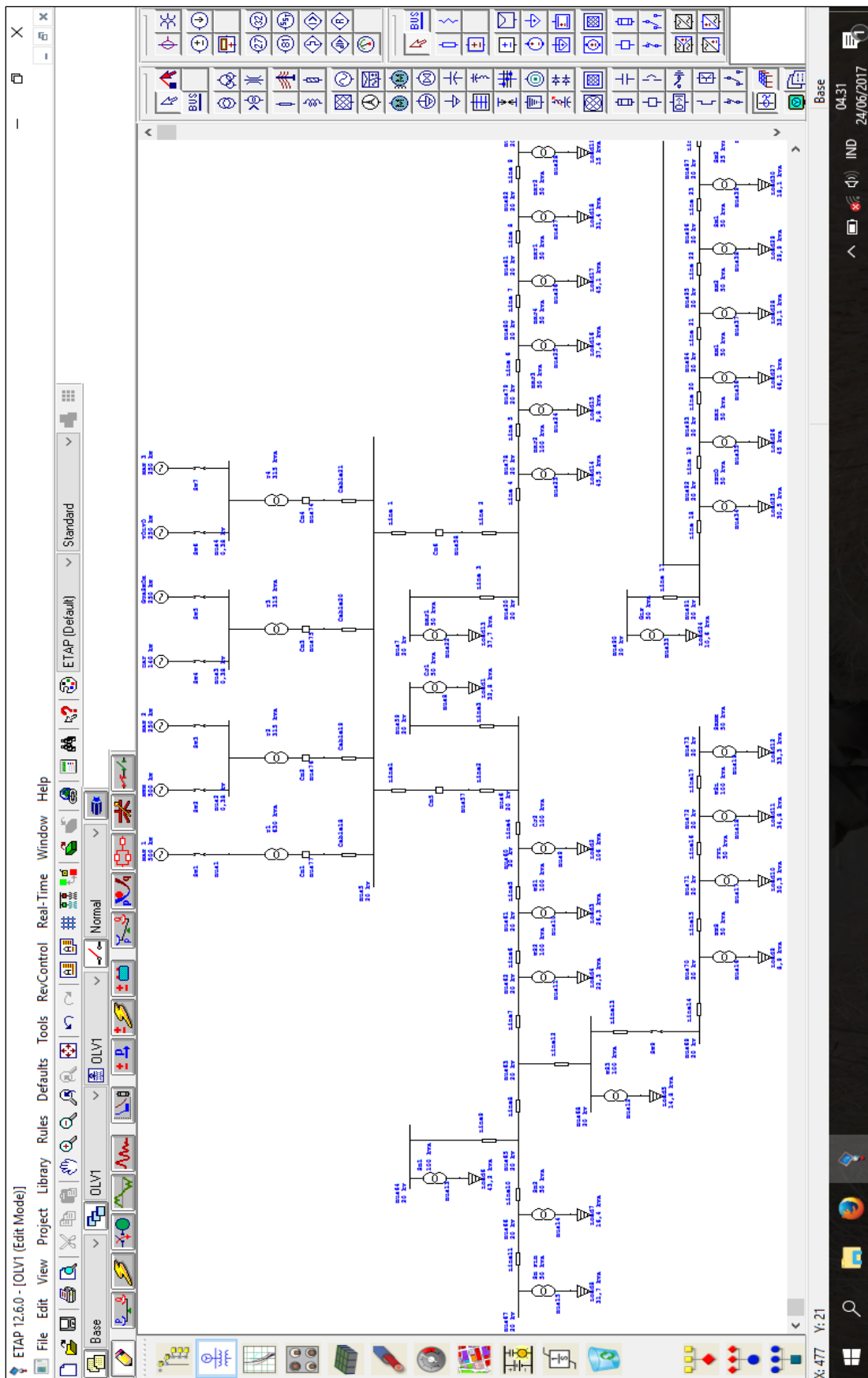
Subaim, 28 Februari 2017

PT. PLN (Persero) Area Sofifi
Asman Pembangkitan

KLAI S. Y. DJODJODO



Single Line Diagram PLTD Subaim Pada Software ETAP 12.6 (Electrical Transient Analysis Program)



Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.9151 f / customer.yr
SAIDI	14.9039 hr / customer.yr
CAIDI	3.032 hr / customer interruption
ASAI	0.9983 pu
ASUI	0.00170 pu
EENS	5.003 MW hr / yr
ECOST	7,525.17 \$ / yr
AENS	0.4169 MW hr / customer.yr
IEAR	1.504 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* pada ETAP Kondisi Eksisting Penyulang Barat

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.1721 f / customer.yr
SAIDI	14.0588 hr / customer.yr
CAIDI	3.370 hr / customer interruption
ASAI	0.9984 pu
ASUI	0.00160 pu
EENS	4.459 MW hr / yr
ECOST	6,819.84 \$ / yr
AENS	0.3716 MW hr / customer.yr
IEAR	1.529 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* Percobaan 1 Penyulang Barat

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.0351 f / customer.yr
SAIDI	14.1221 hr / customer.yr
CAIDI	3.500 hr / customer interruption
ASAI	0.9984 pu
ASUI	0.00161 pu
EENS	4.580 MW hr / yr
ECOST	6,947.54 \$ / yr
AENS	0.3817 MW hr / customer.yr
IEAR	1.517 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* Percobaan 2 Penyulang Barat

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.6986 f / customer.yr
SAIDI	13.7476 hr / customer.yr
CAIDI	2.926 hr / customer interruption
ASAI	0.9984 pu
ASUI	0.00157 pu
EENS	4.566 MW hr / yr
ECOST	6,776.13 \$ / yr
AENS	0.3805 MW hr / customer.yr
IEAR	1.484 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* Percobaan 3 Penyulang Barat

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.7176 f / customer.yr
SAIDI	14.1706 hr / customer.yr
CAIDI	3.004 hr / customer interruption
ASAI	0.9984 pu
ASUI	0.00162 pu
EENS	4.718 MW hr / yr
ECOST	7,147.80 \$ / yr
AENS	0.3932 MW hr / customer.yr
IEAR	1.515 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* Percobaan 4 Penyulang Barat

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.4909 f / customer.yr
SAIDI	14.5695 hr / customer.yr
CAIDI	3.244 hr / customer interruption
ASAI	0.9983 pu
ASUI	0.00166 pu
EENS	4.923 MW hr / yr
ECOST	7,461.14 \$ / yr
AENS	0.4102 MW hr / customer.yr
IEAR	1.516 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil Running Reliability Percobaan 5 Penyulang Barat

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	5.9586 f / customer.yr
SAIDI	17.8291 hr / customer.yr
CAIDI	2.992 hr / customer interruption
ASAI	0.9980 pu
ASUI	0.00204 pu
EENS	15.089 MW hr / yr
ECOST	19,233.78 \$ / yr
AENS	0.4311 MW hr / customer.yr
IEAR	1.275 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* pada ETAP Kondisi Eksisting Penyulang Timur

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	5.3873 f / customer.yr
SAIDI	17.4939 hr / customer.yr
CAIDI	3.247 hr / customer interruption
ASAI	0.9980 pu
ASUI	0.00200 pu
EENS	14.709 MW hr / yr
ECOST	18,884.87 \$ / yr
AENS	0.4203 MW hr / customer.yr
IEAR	1.284 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil Running Reliability Percobaan 1 Penyulang Timur

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.6827 f / customer.yr
SAIDI	16.2380 hr / customer.yr
CAIDI	3.468 hr / customer interruption
ASAI	0.9981 pu
ASUI	0.00185 pu
EENS	13.412 MW hr / yr
ECOST	17,288.94 \$ / yr
AENS	0.3832 MW hr / customer.yr
IEAR	1.289 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* Percobaan 2 Penyulang Timur

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.8874 f / customer.yr
SAIDI	15.8235 hr / customer.yr
CAIDI	3.238 hr / customer interruption
ASAI	0.9982 pu
ASUI	0.00181 pu
EENS	13.398 MW hr / yr
ECOST	17,137.78 \$ / yr
AENS	0.3828 MW hr / customer.yr
IEAR	1.279 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* Percobaan 3 Penyulang Timur

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	4.9819 f / customer.yr
SAIDI	15.6808 hr / customer.yr
CAIDI	3.148 hr / customer interruption
ASAI	0.9982 pu
ASUI	0.00179 pu
EENS	13.236 MW hr / yr
ECOST	16,964.18 \$ / yr
AENS	0.3782 MW hr / customer.yr
IEAR	1.282 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* Percobaan 4 Penyulang Timur

Project:	SKRIPSI	ETAP	Page:	1
Location:	ITN MALANG	12.6.0H	Date:	14-08-2017
Contract:			SN:	
Engineer:	M. RIZAL SANAKY	Study Case: RA	Revision:	Base
Filename:	SKRIPSI		Config.:	Normal

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	5.6311 f / customer.yr
SAIDI	16.9674 hr / customer.yr
CAIDI	3.013 hr / customer interruption
ASAI	0.9981 pu
ASUI	0.00194 pu
EENS	14.365 MW hr / yr
ECOST	18,251.69 \$ / yr
AENS	0.4104 MW hr / customer.yr
IEAR	1.271 \$ / kW hr

SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
ASAI	Average service Availability Index
ASUI	Average Service Unavailability Index
EENS	Expected Energy Not Supplied
ECOST	Expected Interruption Cost
AENS	Average Energy Not Supplied
IEAR	Interruption Energy Assessment Rate

Hasil *Running Reliability* Percobaan 5 Penyulang Timur

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA

: M. Rizal Sanaky

NIM


: 1312036

Perbaikan meliputi

- ~ Rumusan masalah
- ~ Tujuan
- ~ Flow Chart
- ~ Kata tugas akhir diganti Skripsi
- ~ Saran

Malang,

Persetujuan Perbaikan Skripsi

	PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK	
	PT. BNI (PERSERO) MALANG BANK NIAGA MALANG	Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417638 Fax. (0341) 417634 Malang


PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI


Dari hasil ujian skripsi Program studi Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

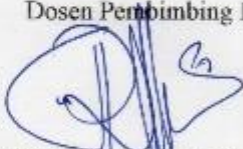

Hari : Rabu
 Tanggal : 26 Juli 2017

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : M. Rizal Sanaky
 NIM : 1312036
 Program Studi : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
 Judul Skripsi : **PENINGKATAN INDEKS KEANDALAN DENGAN PENAMBAHAN RECLOSER PADA SISTEM DISTRIBUSI DI PLTD SUBAIM MENGGUNAKAN METODE SECTION TECHNIQUE**

No	Materi Perbaikan	Paraf
1	Rumusan masalah, Tujuan, Flowchart, Kata tugas akhir di ganti skripsi, Saran	

Dosen Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
 NIP.Y. 1038900209

Dosen Pembimbing I  Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT NIP. 197706152005012002	Dosen Pembimbing II  Ir. Eko Nurcahyo, MT NIP.Y. 1028700172
---	--

