

ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI DI GARDU INDUK BRINGIN PENYULANG BRG-2 PT. PLN (PERSERO) UL SALATIGA DENGAN METODE *SECTION TECHNIQUE*



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik
Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

RAGIL WAHYUDI

D 400 120 069

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI DI GARDU
INDUK BRINGIN PENYULANG BRG-2 PT. PLN (PERSERO) UL SALATIGA
DENGAN METODE *SECTION TECHNIQUE***

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

RAGIL WAHYUDI

D 400 120 069

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Umar, S.T., M.T

NIK. 731

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI DI GARDU
INDUK BRINGIN PENYULANG BRG-2 PT. PLN (PERSERO) UL SALATIGA
DENGAN METODE *SECTION TECHNIQUE***

OLEH
RAGIL WAHYUDI
D 400 120 069

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 31 Okt 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

- | | |
|--|---------|
| 1. Umar, S.T.,M.T.
(Ketua Dewan Penguji) | (.....) |
| 2. Aris Budiman, S.T.,M.T.
(Anggota I Dewan Penguji) | (.....) |
| 3. Agus Supardi, S.T.,M.T.
(Anggota II Dewan Penguji) | (.....) |

Dekan,

Ir. Sri Sunariono, M.T.,Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 5 Agustus 2016

Penulis



RAGIL WAHYUDI

D 400 120 069

ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI DI GARDU INDUK BRINGIN PENYULANG BRG-2 PT. PLN (PERSERO) UL SALATIGA DENGAN METODE SECTION TECHNIQUE

Abstrak

Energi listrik telah menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat di zaman sekarang ini, oleh karena itu kelangsungan dalam pendistribusian energi listrik sangat mutlak dibutuhkan. Suatu sistem jaringan distribusi tenaga listrik dapat dikatakan andal apabila gangguan dan pemadaman yang terjadi dalam waktu satu tahun dibawah angka indeks keandalan yang ditetapkan. Salah satu cara untuk menghitung nilai indeks keandalan sistem jaringan distribusi adalah dengan metode *section technique*. Indeks keandalan yang di hitung yaitu berupa SAIFI, SAIDI dan CAIDI. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan nilai indeks keandalan dengan metode *section technique* untuk jaringan distribusi penyulang BRG-2. Penyulang BRG-2 merupakan salah satu penyulang di gardu induk Bringin yang berada di wilayah kerja PT. PLN (Persero) UL Salatiga. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai indeks keandalan untuk jaringan distribusi penyulang BRG-2 yaitu SAIFI 8.65454469 kali/tahun, SAIDI 26.11252417 jam/tahun serta CAIDI 3.01720369 jam/tahun. Untuk mengetahui apakah indeks yang telah dihitung tersebut termasuk dalam kategori andal atau tidak, maka perlu dibandingkan dengan standar yang dikeluarkan oleh PT. PLN (Persero) dalam SPLN 68-2 : 1986 yaitu SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun. Maka dapat dilihat bahwa jaringan distribusi penyulang BRG-2 tidak andal karena nilai SAIFI dan SAIDI melebihi standar yang telah ditentukan.

Kata Kunci : *section technique*, indeks keandalan, penyulang BRG-2, SAIFI, SAIDI, CAIDI

Abstract

Electrical energy has been become a very important requirement for people in this day, therefore continuity in the distribution of electrical energy is absolutely necessary. A power distribution network system can be said to be reliable if the interruption and outages that occurred within one year lower than the figures specified reliability index. One of the ways used to calculate the reliability index of the electricity distribution network is the method section technique. Reliability index which will be calculated is SAIFI, SAIDI, and CAIDI. In this research, calculation of reliability index in the distribution network BRG-2 feeder. BRG-2 feeder is one the feeders in Bringin substations who are in the working area of PT. PLN (Persero). After calculation, the reliability index of the BRG-2 feeder be obtained that SAIFI 8.65454469 failure/year, SAIDI 26.11252417 hour/year and CAIDI CAIDI 3.01720369 hour/year. To determine the index has been calculated included the category of reliable or not, than need to be compared with standard issued by PT. PLN (Persero) in SPLN 68-2 : 1986 that the SAIFI was 3.2 failure/year and SAIDI 21 hour/year. It can be seen that BRG-2 feeder distribution networknot reliable because the value of SAIFI and SAIDI exceed the standards set.

Keywords : Section Technique, Reliability Index, BRG-2 Feeder, SAIFI, SAIDI, CAIDI

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, dimana hampir semua sektor kehidupan membutuhkan adanya energi listrik. Energi listrik digunakan mulai dari untuk penerangan hingga sampai menggerakkan roda perekonomian.

Pada proses penyaluran energi listrik secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian, yaitu pembangkit listrik, jaringan transmisi dan jaringan distribusi. Jaringan distribusi inilah yang berperan untuk menyalurkan energi listrik dari gardu induk ke konsumen secara terus-menerus. Faktor usia dan gangguan-gangguan pada jaringan distribusi berpengaruh langsung kepada para pelanggan. Sebanyak 90% dari terputusnya aliran listrik ke pelanggan berasal dari jaringan distribusi. Jaringan distribusi lebih rawan terkena gangguan jika dibandingkan dengan pembangkit dan jaringan transmisi (Pabla, 1991).

Salah satu aspek yang sangat penting dalam pendistribusian energi listrik adalah keandalan sistem. Keandalan sistem merupakan kemampuan dari suatu sistem (sistem distribusi listrik) untuk melakukan pekerjaan berdasarkan fungsinya selama kurun waktu tertentu. Keandalan suatu sistem jaringan distribusi dapat dinilai dari banyaknya gangguan yang terjadi dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk memperbaiki gangguan tersebut (Chowdory, 2009). Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi listrik membuat sistem tenaga listrik dituntut untuk mempunyai tingkat keandalan yang tinggi guna memenuhi pasokan energi listrik ke konsumen. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung nilai keandalan sistem jaringan distribusi adalah dengan metode *section technique*.

Metode *section technique* merupakan suatu metode terstruktur yang digunakan untuk menganalisa suatu sistem. Dalam mengevaluasi keandalan suatu sistem distribusi, metode ini didasarkan pada bagaimana pengaruh dari kegagalan suatu peralatan terhadap operasi sistem. Efek dari gangguan individual peralatan secara sistematis diidentifikasi dengan menganalisa apa yang terjadi pada sistem jika gangguan peralatan terjadi. Masing-masing kegagalan peralatan dianalisa dari semua titik beban (*load point*) (Xie, 2008). Menghitung nilai keandalan sistem distribusi dengan metode *section technique* dilakukan dengan membagi sistem distribusi menjadi beberapa *section*, kemudian mencari efek kegagalan tiap peralatan terhadap semua pelanggan pada jaringan distribusi. Terdapat beberapa indeks yang digunakan untuk mengetahui tingkat keandalan suatu system distribusi yaitu antara lain SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*).

PT. PLN (Persero) UL Salatiga sendiri bergerak di bidang penjualan, pelayanan dan distribusi listrik, yang merupakan salah satu dari beberapa PLN di Jawa Tengah yang berdiri dan mengakar di bawah wewenang PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY. Wilayah kerja PT. PLN (Persero) UL Salatiga meliputi 3 (tiga) *service point* yaitu *service point* Salatiga yang menyuplay energi listrik untuk Kota Salatiga sendiri, *service point* Ungaran mensuplay energi listrik untuk wilayah Ungaran dan Bawen serta *service point* Ambarawa. Energi listrik di Kota Salatiga disuplay dari Gardu Induk Bringin. Terdapat delapan penyulang pada Gardu induk Bringin yang difungsikan untuk menyuplay energi listrik ke seluruh Wilayah kota Salatiga. Pada penelitian ini, penulis melakukan perhitungan nilai keandalan pada Penyulang Bringin-2 (BRG-2).

2. METODE

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang ditempuh oleh penulis antara lain yaitu tahapan pertama konsultasi dengan dosen pembimbing, tahapan selanjutnya yaitu *study literature* dari berbagai referensi terkait penelitian ini, pengambilan data-data yang dibutuhkan untuk menghitung nilai keandalan, penelitian dan pengolahan data yang telah didapat, kemudian analisa dan yang terakhir pembuatan laporan.

Penelitian ini difokuskan pada penyulang Bringin-2 (BRG-2) Gardu induk Bringin yang terletak di wilayah kerja PT. PLN (Persero) UL Salatiga. Penyulang BRG-2 merupakan penyulang yang bertipe radial yang mempunyai jumlah pelanggan sebanyak 37.335. Data-data yang dibutuhkan guna dapat menghitung nilai keandalan penyulang BRG-2 dengan metode *section technique* antara lain yaitu data *single line diagram* penyulang BRG-2, data jumlah pelanggan tiap titik beban, data panjang saluran penyulang dan data parameter tiap komponen yaitu berdasarkan SPLN No. 59 Tahun 1985.

2.1 KOMPONEN PERHITUNGAN KEANDALAN

2.1.1 Laju Kegagalan (λ)

Laju kegagalan merupakan suatu nilai dari gangguan yang dihitung dalam suatu *interval* waktu tertentu. laju kegagalan mempunyai symbol λ dan dihitung dalam satuan kegagalan per tahun. Nilai laju kegagalan dapat dihitung melalui rumus berikut :

$$\lambda = \frac{\text{jumlah kegagalan}}{\text{total waktu operasi}} \dots\dots\dots(1)$$

Nilai laju kegagalan yang diperlukan untuk perhitungan dengan metode *section technique* ini adalah nilai laju kegagalan tiap-tiap *load point*, dimana laju kegagalan tiap *load point* dapat diperoleh dari penjumlahan tiap peralatan pada sistem seperti CB, *Transformer*, maupun *sectionalizer* yang

mempengaruhi *load point* yang akan dihitung. Berikut rumus untuk menghitung nilai laju kegagalan tiap *load point* (λ LP) :

$$\lambda \text{ LP} = \sum_i \lambda_i \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

λ_i = laju kegagalan tiap peralatan i

2.1.2 Durasi Kegagalan (U)

Durasi kegagalan berarti juga waktu ketika tidak adanya ketersediaan dalam menyuplay energi listrik ke pelanggan. Untuk menghitung keandalan sistem distribusi, dibutuhkan nilai durasi kegagalan tiap *load point* (U LP). Durasi kegagalan load point diperoleh dari perkalian antara laju kegagalan (λ) dengan *repair time* (r) masing-masing peralatan yang mempengaruhi *load point*. Rumus untuk menghitung nilai durasi kegagalan *load point* (U LP) yaitu :

$$U \text{ LP} = \sum_i \lambda_i \cdot r_i \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

λ_i = laju kegagalan untuk peralatan i

r_i = waktu perbaikan untuk peralatan i

Berikut adalah data-data yang diperlukan untuk perhitungan keandalan system distribusi dengan metode *section technique* berdasarkan SPLN No. 59 Tahun 1985 Mengenai “Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV” yang terdiri dari data kegagalan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan data kegagalan serta waktu perbaikan peralatan yang ada pada sistem distribusi.

Tabel 1. Data indeks kegagalan saluran udara tegangan menengah (SUTM)

Saluran udara	
<i>Sustained failure rate</i> (λ /km/tahun)	0.2
<i>Momentary failure rate</i> (λ /km/tahun)	0.003
<i>Repair time</i> (r) (jam)	3
<i>Switching time</i> (r_s) (jam)	0.15

Tabel 2. Data indeks kegagalan peralatan

Peralatan	λ (unit/tahun)	r (jam)	rs (jam)
Trafo	0.005	10	0.15
CB	0.004	10	0.15
<i>Sectionalizer</i>	0.003	10	0.15
<i>Recloser</i>	0.005	10	0.15

2.2 INDEKS KEANDALAN YANG DIHITUNG

2.2.1 SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

SAIFI merupakan jumlah rata-rata dari gangguan yang terjadi pada kurun waktu satu tahun. Persamaan untuk menghitung SAIFI yaitu :

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda LP.N LP}{\sum N} \dots\dots\dots(4)$$

2.2.2 SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

SAIDI merupakan waktu atau durasi rata-rata dari gangguan dalam waktu satu tahun untuk setiap pelanggan. Rumus untuk menghitung nilai SAIDI yaitu :

$$SAIDI = \frac{\sum U LP.N LP}{\sum N} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

N LP = jumlah pelanggan *load point*

N = jumlah pelanggan total system

2.2.3 CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*)

CAIDI adalah durasi rata-rata gangguan yang terjadi pada tiap pelanggan dalam kurun waktu satu tahun. Nilai CAIDI dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

2.3 TAHAPAN PERHITUNGAN

Proses selanjutnya yaitu perhitungan dan pengolahan data dengan metode *section technique*, adapun tahapan-tahapannya antara lain :

1. Membagi penyulang BRG-2 menjadi beberapa *section* sesuai dengan *sectionalizer* atau *recloser* seperti yang tertera pada *single line diagram* penyulang BRG-2.
2. Mengidentifikasi mode kegagalan tiap-tiap peralatan pada penyulang BRG-2.
3. Menentukan waktu pemulihan sistem (repair time).
4. Menghitung frekuensi kegagalan tiap load point (λLP) dan durasi gangguan tiap load point (U LP).

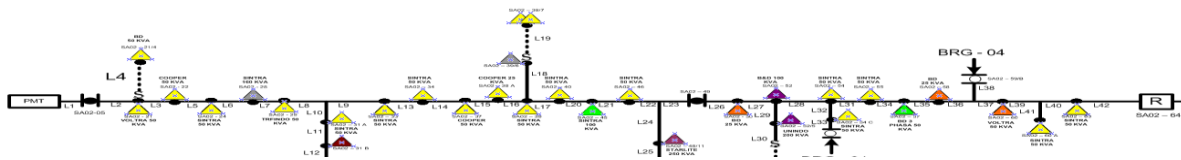
5. Penjumlahan laju kegagalan (λ LP) dan durasi kegagalan (U LP) untuk tiap-tiap *load point*.
6. Menghitung indeks keandalan tiap-tiap *section* penyulang BRG-2 yang meliputi SAIFI, SAIDI dan CAIDI.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang dilakukan dalam menganalisa nilai keandalan dengan metode *section technique* adalah dengan membagi penyulang menjadi beberapa *section*. Setelah terbagi menjadi beberapa *section*, kemudian menghitung nilai laju kegagalan (λ) dan durasi kegagalan (U) tiap-tiap *load point* pada setiap *section*.

Penyulang BRG-2 sendiri terbagi menjadi 5 *section*, berikut ini adalah perhitungan untuk tiap-tiap *section* penyulang BRG-2 :

3.1 SECTION 1



Gambar 1. Single line diagram section 1

Berikut adalah perhitungan nilai laju kegagalan (λ) dan durasi kegagalan (U) *section* 1 :

Tabel 3. Perhitungan λ LP dan U LP

ALAT	λ ALAT (SPLN)	PANJANG SALURAN	λ LP (Kegagalan/tahun)	r (jam) (SPLN)	U LP (jam/tahun)
LBS	0.003	-	0.003	10	0.03
LBS	0.003	-	0.003	10	0.03
REC	0.005	-	0.005	10	0.05
LP	0.005	-	0.005	10	0.05
L1	0.2	0.25	0.05	3	0.15
L2	0.2	0.8	0.16	3	0.48
L3	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L4	0.2	0.2	0.04	3	0.12
L5	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L6	0.2	0.2	0.04	3	0.12
L7	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L8	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L9	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L10	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L11	0.2	0.05	0.01	3	0.03

L12	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L13	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L14	0.2	0.15	0.03	3	0.09
L15	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L16	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L17	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L18	0.2	0.3	0.06	3	0.18
L19	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L20	0.2	0.2	0.04	3	0.12
L21	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L22	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L23	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L24	0.2	0.55	0.11	3	0.33
L25	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L26	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L27	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L28	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L29	0.2	0.15	0.03	3	0.09
L30	0.2	0.2	0.04	3	0.12
L31	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L32	0.2	0.15	0.03	3	0.09
L33	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L34	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L35	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L36	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L37	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L38	0.2	0.1	0.02	3	0.06
L39	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L40	0.2	0.15	0.03	3	0.09
L41	0.2	0.05	0.01	3	0.03
L42	0.2	0.05	0.01	3	0.03
TOTAL λ			1.076	TOTAL U	3.34

Tabel diatas menunjukkan perhitungan untuk mencari laju kegagalan (λ) dan durasi kegagalan tiap peralatan sesuai dengan rumus yang berlaku. Nilai λ pada kolom keempat merupakan hasil dari perkalian antara λ peralatan sesuai SPLN dengan panjang saluran. Sedangkan nilai U diperoleh dari perkalian antara nilai λ dengan r (waktu perbaikan) tiap peralatan. Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh nilai λ section 1 sebesar 1.706 kegagalan/tahun dan nilai U sebesar 3.34 jam/tahun. Nilai-nilai tersebut selanjutnya dikalikan dengan jumlah pelanggan tiap load point untuk mengetahui nilai λ LP dan U LP. Berikut adalah tabel perhitungan keandalan tiap *load point* pada *section 1* :

Tabel 4. Perhitungan keandalan tiap *load point* section 1

LP	JML PLG	JML PLG x λ	JML PLG x U	SAIFI	SAIDI
LP 1	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 2	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 3	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 4	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 5	306	329.256	1022.04	0.008818963	0.027374849
LP 6	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 7	1	1.076	3.34	2.88201E-05	8.94603E-05
LP 8	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 9	477	513.252	1593.18	0.013747208	0.042672559
LP 10	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 11	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 12	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 13	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 14	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 15	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 16	306	329.256	1022.04	0.008818963	0.027374849
LP 17	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 18	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 19	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 20	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 21	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 22	477	513.252	1593.18	0.013747208	0.042672559
LP 23	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 24	48	51.648	160.32	0.001383367	0.004294094
LP 25	191	205.516	637.94	0.005504647	0.017086916
LP 26	191	205.516	637.94	0.005504647	0.017086916
LP 27	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 28	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 29	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 30	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 31	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 32	48	51.648	160.32	0.001383367	0.004294094
LP 33	48	51.648	160.32	0.001383367	0.004294094
LP 34	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
LP 35	95	102.22	317.3	0.002737913	0.008498728
TOTAL				0.128768394	0.399708584

Setelah nilai λ LP dan U LP dihitung, selanjutnya yaitu menghitung nilai keandalan tiap *load point* pada *section* sesuai dengan rumus. Indeks keandalan yang dicari adalah SAIFI dan SAIDI tiap *load point* pada *section* 1. Cara untuk menghitung nilai SAIFI sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{SAIFI LP 1} &= \frac{\sum \lambda_{LP.N LP1}}{\sum N_{total}} \\ &= \frac{1.076 \times 95}{37335} \\ &= 0.002737913 \text{ kali/tahun} \end{aligned}$$

Kemudian hitung nilai seluruh LP pada *section* 1 yaitu LP1 - LP35 dengan menggunakan cara sama, setelah itu jumlahkan semuanya untuk mencari total SAIFI pada *section* 1. Berdasarkan perhitungan table diatas, diperoleh nilai SAIFI *section* 1 yaitu 0.128768394 kali/tahun.

Untuk mencari nilai SAIDI tiap LP seperti yang tertera pada rumus, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI LP1} &= \frac{\sum U_{LP.N LP1}}{\sum N_{total}} \\ &= \frac{3.34 \times 95}{37335} \\ &= 0.008498728 \text{ jam/tahun} \end{aligned}$$

Cara yang sama digunakan untuk mencari nilai SAIDI LP2 - LP35. Berdasarkan perhitungan tabel diatas, didapatkan nilai SAIDI untuk *section* 1 sebesar 0.399708584 jam/tahun.

Untuk menghitung nilai CAIDI *section* 1 yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

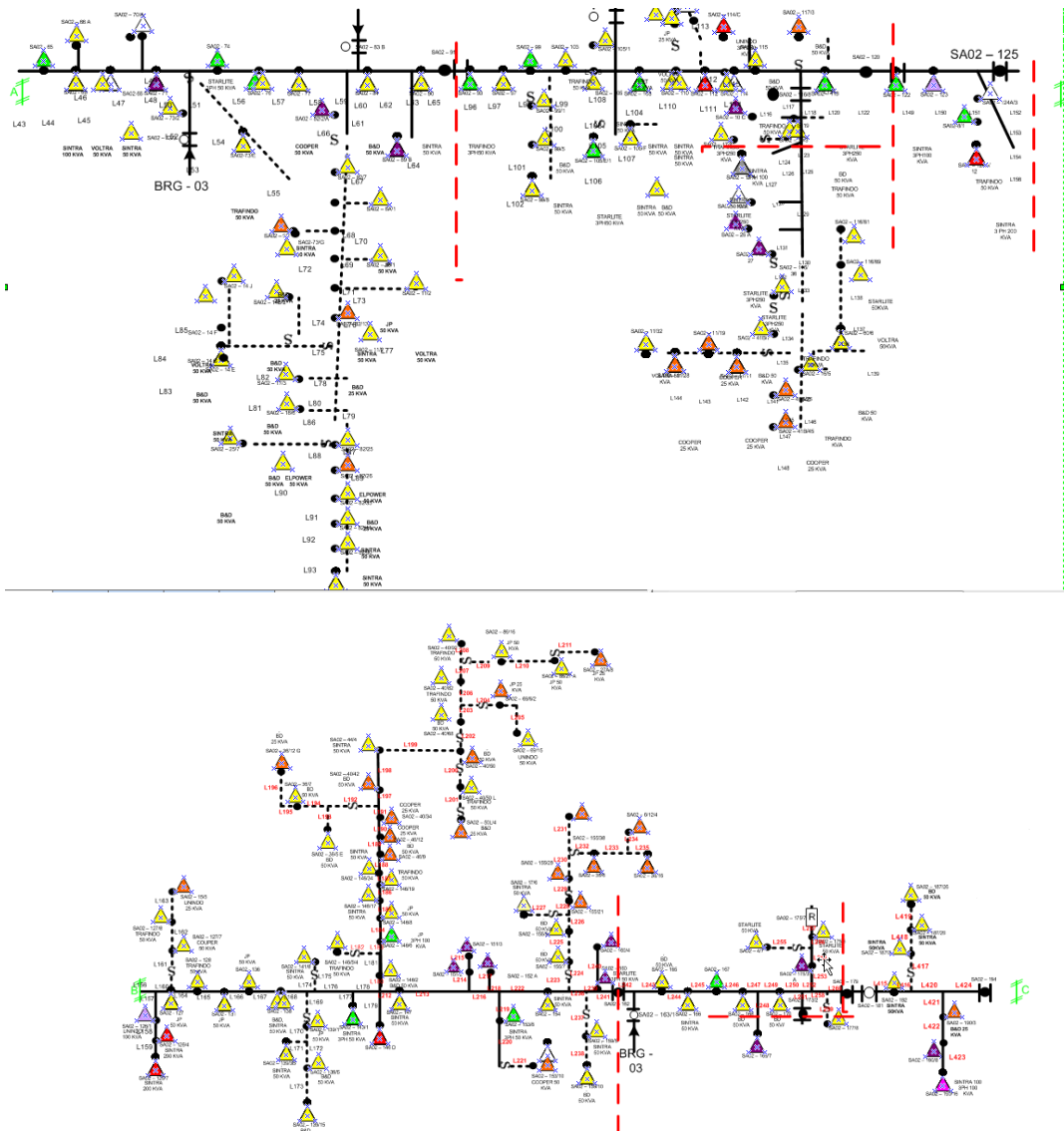
$$\begin{aligned} \text{CAIDI} &= \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} \\ &= \frac{0.399708584}{0.128768394} \\ &= 3.104089219 \text{ jam/tahun} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan indek keandalan pada *section* dapat dilihat pada table berikut :

Table 5. Indeks keandalan *section* 1

SAIFI	SAIDI	CAIDI
0.128768394	0.399708584	3.104089219

3.2 SECTION 2



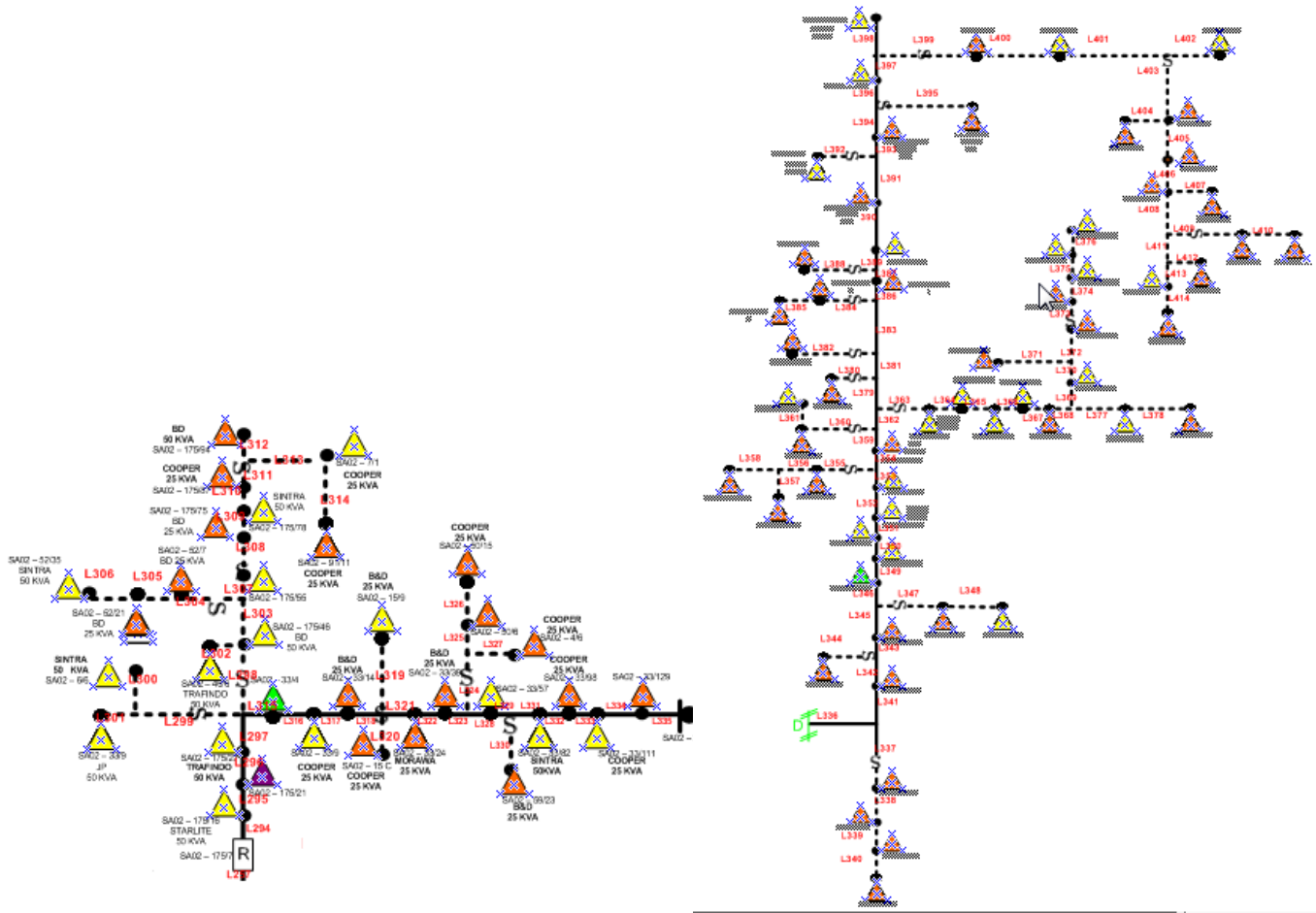
Gambar 2. Single line diagram section 2

Proses perhitungan indeks keandalan pada *section 2* dilakukan sama seperti halnya pada *section 1*. Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section 2* adalah sebagai berikut :

Table 6. Indeks keandalan *section 2*

SAIFI	SAIDI	CAIDI
5.653695139	17.07051828	3.01935599

3.3 SECTION 3



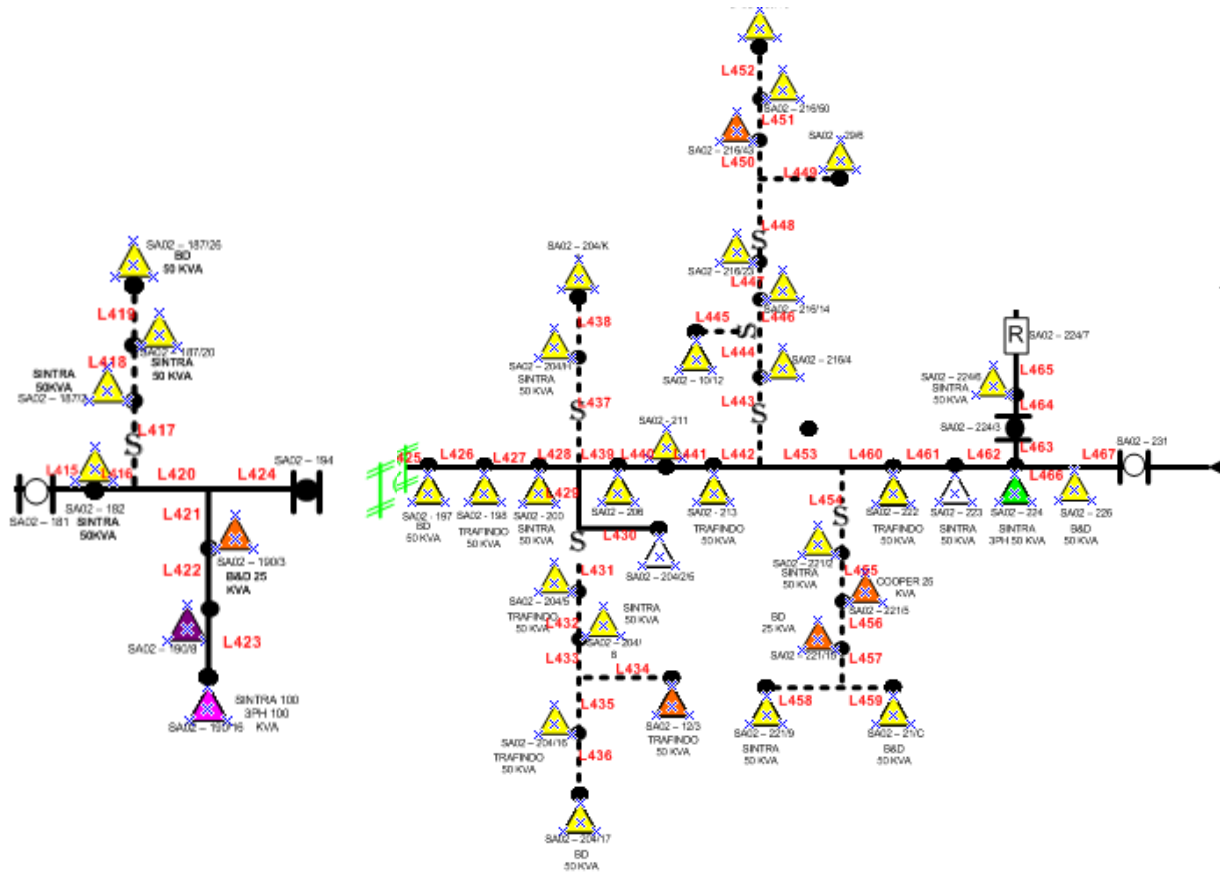
Gambar 3. Single line diagram section 3

Proses perhitungan indeks keandalan pada *section 3* dilakukan sama seperti halnya pada *section 1*. Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section 3* adalah sebagai berikut :

Table 7. Indeks keandalan *section 3*

SAIFI	SAIDI	CAIDI
1.379438168	4.147491094	3.006652411

3.4 SECTION 4



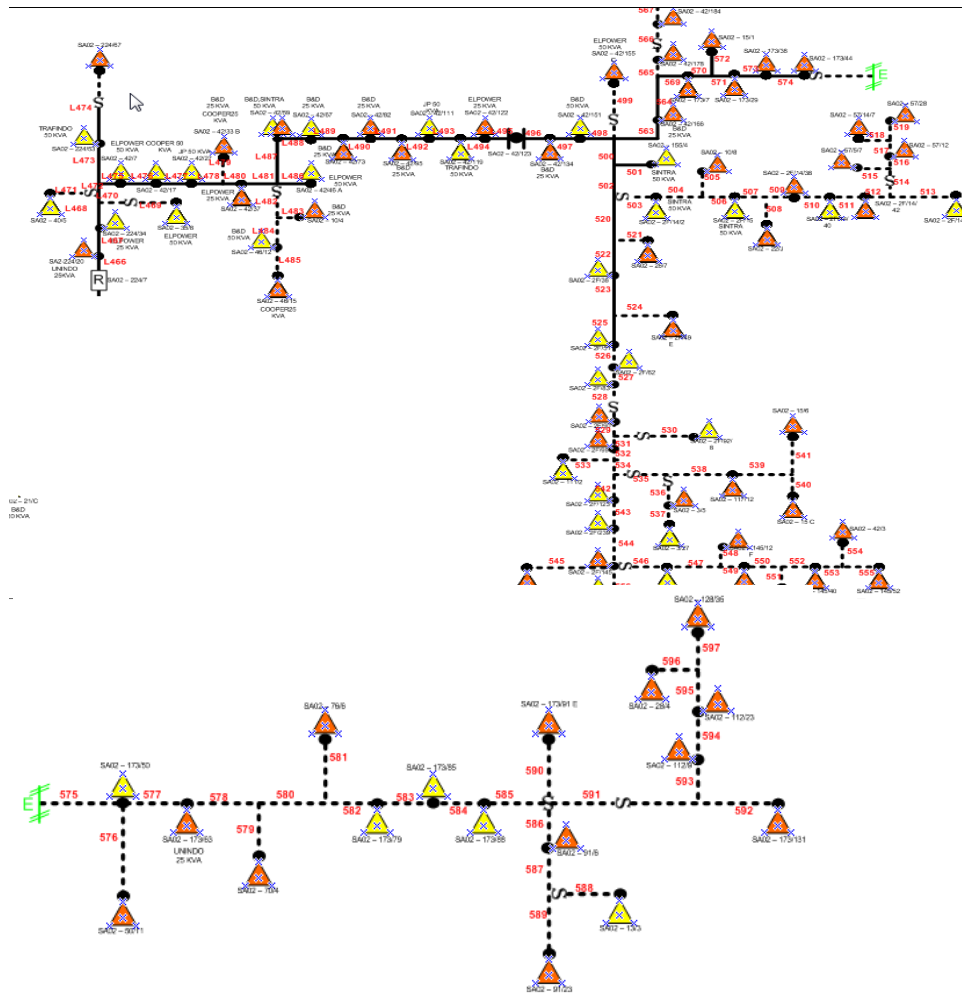
Gambar 4. Single line diagram section 4

Proses perhitungan indeks keandalan pada *section 4* dilakukan sama seperti halnya pada *section 1*. Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section 4* adalah sebagai berikut :

Table 8. Indeks keandalan section 4

SAIFI	SAIDI	CAIDI
0.225367778	0.686095889	3.044338876

3.5 SECTION 5



Gambar 5. Single line diagram section 5

Proses perhitungan indeks keandalan pada *section 5* dilakukan sama seperti halnya pada *section 1*. Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section 4* adalah sebagai berikut :

Table 8. Indeks keandalan *section 5*

SAIFI	SAIDI	CAIDI
1.267275211	3.808710325	3.005432674

Setelah nilai indeks keandalan setiap *section* diketahui, maka dapat diperoleh nilai indeks keandalan penyulang BRG-2 dengan cara menjumlahkan menjumlahkan nilai indeks keandalan tiap *section*, kecuali untuk nilai CAIDI. Untuk memperoleh nilai CAIDI penyulang BRG-2 tetap dengan cara

membagi SAIDI total dengan SAIFI total. Berikut perhitungan nilai indeks keandalan penyulang BRG-2 :

Table 9. Indeks keandalan penyulang BRG-2

	SAIFI	SAIDI	CAIDI
SECTION 1	0.128768394	0.399708584	3.104089219
SECTION 2	5.653695139	17.07051828	3.01935599
SECTION 3	1.379438168	4.147491094	3.006652411
SECTION 4	0.225367778	0.686095889	3.044338876
SECTION 5	1.267275211	3.808710325	3.005432674
TOTAL	8.65454469	26.11252417	3.01720369

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh nilai indeks keandalan penyulang BRG-2 yaitu nilai SAIFI 8.65454469 kali/tahun, SAIDI 26.11252417 jam/tahun dan CAIDI 3.01720369 jam/tahun. Nilai SAIFI dan SAIDI ini kemudian dibandingkan dengan standar nilai indeks keandalan yang ditetapkan oleh PT. PLN (Persero) untuk mengetahui apakah penyulang BRG-2 termasuk dalam kategori andal atau tidak.

Sesuai dengan SPLN No. 68-2 Tahun 1986 tentang “Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua”, sistem dapat dikatakan andal apabila mempunyai nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun. Nilai indeks keandalan penyulang BRG-2 baik SAIFI maupun SAIDI melebihi dari batas standar yang ditentukan sehingga penyulang BRG-2 dikategorikan tidak andal.

4. PENTUP

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan analisa indeks keandalan sistem jaringan distribusi penyulang BRG-2, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai SAIFI penyulang BRG-2 sebesar 8.65454469 kali/tahun dan SAIDI sebesar 26.11252417 jam/tahun tidak sesuai dengan standar yang ditentukan oleh PLN untuk keandalan sistem jaringan distribusi listrik yaitu sebesar 3.2 kali/tahun untuk SAIFI dan 21 jam untuk SAIDI, sehingga penyulang BRG-2 dikategorikan tidak andal. Nilai CAIDI penyulang BRG-2 adalah sebesar 3.01720369 jam/tahun.

2. Semakin banyak peralatan pada system distribusi dan semakin panjang jaringan distribusi, maka dapat menurunkan nilai indeks keandalannya. Seperti terlihat pada section 2 yang merupakan section dengan jaringan terpanjang, peralatan terbanyak serta pelanggan terbanyak . Nilai SAIFI sebesar 5.653695139 kali/tahun dan SAIDI sebesar 17.07051828, jauh lebih besar dibandingkan section yang lain.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, segala puji bagi ALLAH *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan limpahan nikmat yang tiada terhingga. *Sholawat* serta salam senantiasa terpanjatkan kepada Nabi Muhammad *Shallallah 'Alaihi Wasallam*, suri tauladan terbaik yang senantiasa penulis tunggu syafa'atnya dihari kiamat kelak. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah mendoakan dan memberi semangat, terima kasih pula penulis sampaikan kepada Bapak Umar S.T., M.T selaku dosen pembimbing serta kepada teman-teman teknik elektro angkatan 2012 yang senantiasa membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Terima kasih juga kepada semua kader anggota KPMDB Wilayah Solo Raya yang telah menemani penulis dari awal kuliah sampai pada proses yang paling terakhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Pabla, A.S.(1991). *System distribusi daya listrik*. Jakarta. Penerbit Erlangga
- Chowdbury, A., & Koval, D. 2009. *Power Distribution System Reliability Practical Methods And Applications*. New Jersey. IEEE Press
- Xie, K., Zhou, J., & 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
- Wicaksono, H.P., Hernanda, S., Penangsang, O. 2012. *Analisis keandalan system distribusi di pt. Pln (persero) apj kudus menggunakan software etap dan metode section technique*. Jurnal Teknik\ITS Vol. 1, No. 1 ISSN : 2301-9271
- Arigandi, G.P.B., Hartati, R.S., & Weking, A.I. 2015. *Analisa Keandalan System Distribusi Penyulang Kampus Dengan Menggunakan Penggabungan Metode Section Technique dan RIA*. Jurnal Teknik Elektro UNUD Vol. 14, No. 2 ISSN 1693-2951
- SPLN No. 59. 1985. *Keandalan Pada System Distribusi 20 kV dan 6 kV*. Jakarta. PT. PLN (Persero)
- SPLN No. 68-2. 1986. *Tingkat Jaminan System Tenaga Listrik Bagian Dua*. Jakarta. PT. PLN (Persero)