



**ANALISIS KEHANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI  
MENGUNAKAN METODE RIA (*RELIABILITY INDEX  
ASSESSMENT*) DAN *SECTION TECHNIQUE* PADA PT. PLN  
RAYON BINJAI BARAT**

**Disusun dan diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas  
Pembangunan Pancabudi**

**SKRIPSI**

**OLEH**

**Nama : SITI MARIA ZAI  
NPM : 1714210193  
Program Studi : Teknik Elektro  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCABUDI**

**MEDAN**

**2021**

**PENGESAHAN SKRIPSI**

JUDUL : ANALISIS KEHANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI  
MENGUNAKAN METODE RIA (RELIABILITY INDEX ASSEMENT) DAN  
SECTION TECHNIQUE PADA PT. PLN RAYON BINJAI BARAT

NAMA : SITI MARIA ZAI  
N.P.M : 1714210193  
FAKULTAS : SAINS & TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI : Teknik Elektro  
TANGGAL KELULUSAN : 29 Januari 2022

**DIKETAHUI**

DEKAN



Hamdani, ST., MT.

KETUA PROGRAM STUDI



Siti Anisah, S.T., M.T

**DISETUJUI  
KOMISI PEMBIMBING**

PEMBIMBING I



Dr Rahmaniari, ST.,MT.

PEMBIMBING II



Eddy Sutejo, ST., MT

Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 05 Januari 2022  
Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan  
Fakultas SAINS & TEKNOLOGI  
UNPAB Medan  
Di -  
Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SITI MARIA ZAI  
Tempat/Tgl. Lahir : SAWIT SEBRANG / 11 Juli 1999  
Nama Orang Tua : IBE ZARO ZAI  
N. P. M : 1714210193  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Program Studi : Teknik Elektro  
No. HP : 082288272516  
Alamat : Vak XVIII Kebun Mekar Sawit kec. Sawit Seberang

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Analisis Kehandalan Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Metode RIA (reliability index assesment) dan Section Technique pada PT. PLN Rayon Binjai Barat**, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntun ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjiilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya uang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	1,000,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,750,000
<b>Total Biaya</b>	<b>: Rp.</b>	<b>2,750,000</b>

Ukuran Toga : **M**

Diketahui/Disetujui oleh :



Hamdani, ST., MT.  
Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

Hormat saya



SITI MARIA ZAI  
1714210193

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila ;
  - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
  - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Medan , Februari 2022

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Maria Zai  
Npm : 1714210193  
Judul Tugas Akhir : Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Metode RIA (Reliability Index Assesment) Dan Section Technique Pada PT. PLN Rayon Binjai Barat

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan tindakan meniru, menyalin atau menjiplak skripsi atau karya ilmiah yang telah ada. Apabila saya terbukti melakukan kegiatan tersebut, maka saya bersedia untuk menerima sanksi yang diberikan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan dan berlaku di Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Pancabudi.

Mengetahui,

Yang memberi  
Pernyataan



SITI MARIA ZAI  
NPM : 1714210193

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai Civitas akademika Universitas Pembangunan Panca Budi, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Siti Maria Zai  
NPM : 1714210193  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Sains Dan Teknologi  
Jenis Karya : Skripsi

Dengan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“ANALISIS KEHANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE RIA (*RELIABILITY INDEX ASSEMENT*) DAN *SECTION TECHNIQUE* PADA PT. PLN RAYON BINJAI BARAT”**. Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/alih-formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 11 November 2021



**SITI MARIA ZAI**

**NPM : 1714210193**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, 11 November 2021



**SITI MARIA ZAI**

**NPM : 1714210193**



# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

## PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR\*

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap	: SITI MARIA ZAI
Tempat/Tgl. Lahir	: SAWIT SEBRANG / 00 0000
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1714210193
Program Studi	: Teknik Elektro
Konsentrasi	: Teknik Energi Listrik
Banyak Kredit yang telah dicapai	: 141 SKS, IPK 3.89
Nomor Hp	: 082288272516
Pengajuan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut	:

### Judul

Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Metode RIA (reliability index assesment) dan Section Technique pada PT. PLN Rayon Binjai Barat0

Isian : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

Yang Tidak Perlu



Rektor I,

( Cahyo Pramono, S.E., M.M. )

Medan, 11 Mei 2021

Pemohon,

( Siti Maria Zai )

Tanggal : .....

Disahkan oleh  
Dekan

( Hamdan, ST., MT. )

Tanggal : .....

Disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing I :

( Dr Rahmawati, ST., MT. )

Tanggal : .....

Disetujui oleh:  
Ka. Prodi Teknik Elektro

( Siti Anisah, ST., MT )

Tanggal : 25 Februari 2022

Disetujui oleh:  
Dosen Pembimbing II:

( Eddy Sutejo, ST., MT )

**ANALISIS KEHANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI  
MENGUNAKAN METODE RIA (*RELIABILITY INDEX ASSEMENT*) DAN  
*SECTION TECHNIQUE* PADA PT. PLN RAYON BINJAI BARAT**

Siti Maria Zai

Rahmaniar

Eddy Sutedjo

Universitas Pembangunan Panca Budi

**ABSTRAK**

Pada suatu sistem distribusi tenaga listrik, tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Metode yang dipilih untuk menghitung tingkat keandalan yaitu metode *Reliability Indeks Assesment*, *Section Technique* dan Metode Gabungan. Perhitungan Metode RIA menggunakan parameter *momentary failure rate*. Selanjutnya metode *section technique* berkerja dengan membagi struktur jaringan menjadi beberapa bagian. Sedangkan metode gabungan *Section Technique-RIA* membagi struktur jaringan menjadi beberapa bagian (*section technique*) dan penambahan parameter *momentary failure rate* (RIA). Hasil yang didapat nilai SAIFI untuk penyulang BG-3 sebesar 9,05 kali/tahun, nilai SAIDI sebesar 26,87 jam/tahun dan nilai CAIDI yaitu 2,97 jam/gangguan untuk metode RIA. Untuk metode Section Teknikue nilai SAIFI penyulang BG-3 sebesar 1,81 kali/tahun, nilai SAIDI sebesar 5,38 jam/tahun dan nilai CAIDI yaitu sebesar 2,97 jam/gangguan. Sedangkan metode gabungan nilai SAIFI penyulang BG-3 sebesar 1,85 kali/tahun, nilai SAIDI sebesar 5,50 Jam/tahun dan nilai CAIDI yaitu sebesar 2,98 jam/gangguan. Berdasarkan hasil penelitian metode gabungan lebih efektif digunakan dibandingkan dengan metode RIA dan *section teknikue* karena adanya parameter *momentary failure rate* dan pembagian *section* ke dalam perhitungan keandalan berdampak signifikan pada hasil akhir dari indeks keandalan sistem. Berdasarkan hasil dari tiap metode yang digunakan, dan mengacu pada Standart PLN (SPLN) 68-2 : 1986, PT.PLN (*Persero*) Rayon Binjai Barat, tingkat keandalan pada rayon yang diteliti dikategorikan tidak handal, karena memiliki nilai indeks keandalan diatas target SPLN 68-2 : tahun 1986. Namun tidak semua *feeder* yang ada di Rayon Binjai Barat berada dalam keadaan tidak handal.

Kata Kunci : Keandalan, RIA, *Section Teknikue*, SAIFI, SAIDI dan CAIDI



## **ABSTRACT**

In an electric power distribution system, the level of reliability is very important in determining the performance of the system. The method chosen to calculate the level of reliability is the Reliability Index Assessment method, the Technical Section and the Combined Method. The RIA method calculation uses the momentary failure rate parameter. Furthermore, the section technique method works by dividing the network structure into several parts. Meanwhile, the combined method of Section Teknique-RIA divides the network structure into several parts (technique sections) and adds momentary failure rate (RIA) parameters. The results obtained that the SAIFI value for the BG-3 feeder was 9.05 times/year, the SAIDI value was 26.87 hours/year and the CAIDI value was 2.97 hours/interference for the RIA method. For the Section Teknique method, the SAIFI value of the BG-3 feeder is 1.81 times/year, the SAIDI value is 5.38 hours/year and the CAIDI value is 2.97 hours/disturbance. While the combined method, the SAIFI value of the BG-3 feeder is 1.85 times/year, the SAIDI value is 5.50 hours/year and the CAIDI value is 2.98 hours/disruption. Based on the results of the research, the combined method is more reliable than the RIA method and the technical section because of the momentary failure rate parameter and the division of the section into the reliability calculation has a significant impact on the final result of the system reliability index. Based on the results of each method used, and referring to the PLN Standard (SPLN) 68-2: 1986, PT.PLN (Persero) Rayon Binjai Barat, the level of reliability in the studied rayon is categorized as unreliable, because it has a reliability index value above the SPLN target. 68-2 : 1986. However, not all feeders in West Binjai Rayon are in an unreliable state.

Keywords: Reliability, RIA, Section Teknique, SAIFI, SAIDI and CAIDI

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat dan berkat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Ria (*Reliability Index Assement*) Dan Section Technique Pada PT. PLN Rayon Binjai Barat**” ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu di Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya penulis hanturkan dengan penuh rasa hormat kepada :

1. Bapak Dr. H. M. Isa Indrawan, SE., MM selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Bapak Hamdani, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Annisa, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Ibu dr. Rahmaniar, ST., MT selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Bapak Eddy Sutejo, ST., MT selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
6. Kedua Orang tua serta Abang dan Kakak saya, yang selalu memberikan doa serta dukungannya untuk mencapai kesuksesan dan cita-cita ke depannya.

7. Kepada Teman yang selalu memberikan saya nasehat ketika saya mengeluh dan memberi semangat untuk menyelesaikan kuliah saya.
8. Seluruh sahabat seperjuangan saya yang bergabung dalam grup “Pejuang Tugas Akhir TE’17 ” selalu menghibur saya dan banyak membantu saya selama kuliah hingga saat ini.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembimbing maupun pembaca untuk menyempurnakan skripsi ini, atas perhatian dan sarannya penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 11 November 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	ixii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Metode Pengumpulan Data .....	6
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
BAB 2 DASAR TEORI .....	9
2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	9
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	10
2.3 Struktur Jaringan Distribusi .....	11
2.4 Gangguan Sistem Distribusi .....	13
2.5 Keandalan Sistem Distribusi .....	14
2.6 Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN).....	16
2.7 Indeks Keandalan Sistem .....	17
2.8 Analisis Keandalan Sistem Distribusi.....	18
2.9 Pengertian Metode RIA .....	21

2.10	Metode Section Technique.....	25
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>29</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	29
3.2	Data yang Dibutuhkan .....	29
3.3	Tahap Penelitian .....	30
3.4	Studi Literatur.....	31
3.5	Pengumpulan data.....	31
3.5.1	Data single line diagram penyulang .....	32
3.5.2	Data jumlah pelanggan. ....	33
3.5.3	Data panjang saluran pada <i>feeder</i> .....	33
3.5.4	Parameter tiap komponen sesuai SPLN 59 tahun 1958.....	34
3.6	Analisa Indeks Keandalan.....	34
3.6.1	Metode RIA (Reability Index Assessment) .....	35
3.6.2	Metode Section Technique.....	37
3.6.3	Metode Gabungan Section Technique-RIA .....	39
3.7	Hasil.....	42
3.8	Analisa Hasil Perhitungan.....	42
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>43</b>
4.1	Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode RIA.....	43
4.2	Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode Section Technique. ....	57
4.3	Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode Gabungan.....	78
4.4	Perbandingan Indeks Keandalan dengan SPLN.....	86
4.4.1	Perbandingan Nilai SAIFI.....	88
4.4.2	Perbandingan Nilai SAIDI .....	88
4.4.3	Perbandingan Nilai CAIDI.....	89
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>		<b>91</b>
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran .....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>95</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>98</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar indeks keandalan.....	17
Tabel 3. 1 Total Pelanggan Rayon Binjai Barat .....	33
Tabel 3. 2 Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Perdesember 2020 .....	33
Tabel 3. 3 Panjang Saluran Setiap Penyulang Gardu Induk Binjai Barat.....	34
Tabel 3. 4 Data indeks kegagalan SUTM .....	34
Tabel 3. 5 Standar indeks keandalan.....	35
Tabel 4.1 Laju kegagalan ( $\lambda_i$ ) dan Durasi Kegagalan ( $U_i$ ) menggunakan Metode RIA .....	44
Tabel 4.2 $\sum \lambda_i$ x Jumlah pelanggan dan $\sum U_i$ x jumlah pelanggan .....	50
Tabel 4. 3 Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang BG-3 Metode RIA.....	55
Tabel 4.4 Perhitungan Indeks Keandalan Perbulan Penyulang BG-3 Metode RIA..	55
Tabel 4. 5 Data perhitungan Indeks Keandalan sistem distribusi Binjai Barat per penyulang tahun 2020 Metode RIA.....	56
Tabel 4. 6 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 1 .....	59
Tabel 4. 7 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 1 .....	60
Tabel 4. 8 Indeks Keandalan Section 1 .....	62
Tabel 4. 9 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 2.....	62
Tabel 4. 10 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 2 .....	63
Tabel 4. 11 Indeks Keandalan Section 2.....	63
Tabel 4. 12 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 3 .....	63
Tabel 4. 13 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 3 .....	64
Tabel 4. 14 Indeks Keandalan Section 3 .....	64
Tabel 4. 15 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 4.....	64
Tabel 4. 16 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint 4.....	65
Tabel 4. 17 Indeks Keandalan Section 4.....	65
Tabel 4. 18 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 5 .....	66
Tabel 4. 19 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint 5.....	66
Tabel 4. 20 Indeks Keandalan Section 5 .....	67

Tabel 4. 21 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 6 .....	67
Tabel 4. 22 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 6 .....	68
Tabel 4. 23 Indeks Keandalan Section 6 .....	69
Tabel 4. 24 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 7 .....	70
Tabel 4. 25 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 7 .....	71
Tabel 4. 26 Indeks Keandalan Section 7 .....	71
Tabel 4. 27 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 8 .....	72
Tabel 4. 28 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 8 .....	73
Tabel 4. 29 Indeks Keandalan Section 8 .....	74
Tabel 4. 30 Indeks keandalan penyulang BG-3 Metode <i>section technique</i> .....	74
Tabel 4. 31 Indeks keandalan perbulan penyulang BG-3 metode <i>section technique</i> .....	75
Tabel 4. 32 Data perhitungan Indeks Keandalan sistem distribusi Binjai Barat Metode <i>section technique</i> .....	76
Tabel 4. 33 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 1 Metode Gabungan ....	79
Tabel 4. 34 $\lambda_i$ x pelanggan dan $U_i$ x pelanggan Section 1 .....	81
Tabel 4. 35 Perhitungan Indeks Keandalan Metode Gabungan .....	82
Tabel 4. 36 Indeks Keandalan Penyulang BG-3 Metode Gabungan .....	83
Tabel 4. 37 Indeks keandalan perbulan penyulang BG-3 metode gabungan .....	84
Tabel 4. 38 Perhitungan Indeks Keandalan sistem distribusi Rayon Binjai Barat Metode Gabungan.....	85
Tabel 4. 39 Perbandingan Indeks Keandalan sistem distribusi Rayon Binjai Barat	87

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Single line diagram Penyulang BG-3 .....	9
Gambar 2. 2 Diagram satu garis sistem tenaga listrik .....	10
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Tahap Penelitian .....	30
Gambar 3. 2 <i>Single line diagram Penyulang BG-3</i> .....	32
Gambar 3. 3 <i>Flowchart Metode RIA</i> .....	36
Gambar 3. 4 <i>Flowchart Metode Section Technique</i> .....	38
Gambar 3. 5 <i>Flowchart Metode Gabungan Section Technique-RIA</i> .....	40
Gambar 4. 1 Grafik nilai indek keandalan perbulan penyulang BG-3 Metode RIA ..	56
Gambar 4.2 Pembagian penyulang BG-3 menjadi 8 <i>section</i> .....	57
Gambar 4. 3 Grafik nilai indek keandalan perbulan penyulang BG-3 Metode <i>section technique</i> .....	76
Gambar 4.4 Grafik nilai indeks keandalan tiap penyulang Rayon Binjai Barat .....	77
Gambar 4. 5 Grafik nilai indeks keandalan tiap penyulang Rayon Binjai Barat .....	77
Gambar 4. 6 Grafik nilai indek keandalan perbulan penyulang BG-3 metode gabungan .....	85
Gambar 4. 7 Grafik nilai indeks keandalan tiap metode pada penyulang BG-3 .....	86
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan hasil indeks keandalan Penyulang BG-3 tiap metode dengan SPLN .....	87
Gambar 4. 10 Grafik Nilai SAIFI Untuk Masing-Masing <i>Feeder</i> .....	88
Gambar 4. 11 Grafik Nilai SAIDI Untuk Masing-Masing <i>Feeder</i> .....	89
Gambar 4. 12 Grafik Nilai CAIDI Untuk Masing-Masing <i>Feeder</i> .....	90



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada saat ini energi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Khususnya di masa era pandemi Covid-19 yang melanda seluruh negeri. Ketersediaan energi listrik dibutuhkan setiap saat bagi penggunaannya untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Kebutuhan akan energi listrik selalu meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan terus meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat.

Energi listrik pada umumnya dihasilkan dari pusat pembangkit tenaga listrik, transmisi, dan distribusi, dimana ketiga jaringan tersebut merupakan komponen utama dari sistem tenaga listrik yang saling terhubung satu dengan yang lain. Pembangkit dan sistem distribusi terhubung melalui jalur transmisi. Biasanya, saluran transmisi menyalurkan tenaga listrik dalam jumlah besar atau dalam bentuk tegangan tinggi ke gardu induk. Di sisi lain, sistem distribusi memiliki tugas atas penyampaian energi listrik ini kepada konsumen dalam bentuk tegangan rendah (Pratama, 2019).

Saat ini ketersediaan tenaga listrik menjadi tuntutan yang semakin besar dari konsumen tenaga listrik. PT. PLN (Persero) sebagai operator distribusi listrik diharuskan mampu untuk menyediakan daya listrik secara kontinyu kepada konsumen. Karena itu pembangunan suatu sistem tenaga listrik memerlukan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan oleh

konsumen, baik kebutuhan energi listrik pada saat sekarang maupun di masa mendatang. Salah satu persyaratan penting dalam merencanakan suatu jaringan distribusi harus diperhatikan masalah kualitas saluran, keandalan saluran, dan kontinuitas pelayanan yang baik terhadap konsumen (Menak Alfreejan H, 2018).

Pada suatu sistem distribusi tenaga listrik, tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Keandalan ini dapat dilihat dari sejauh mana suplai tenaga listrik bisa mensuplai secara kontinyu dalam satu tahun ke konsumen. Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Semakin meningkatnya taraf hidup masyarakat dari tahun ke tahun, diikuti dengan peningkatan kebutuhan tenaga listrik. Pada saat ini tenaga listrik telah menjadi kebutuhan pokok, sehingga kontinuitas penyediaan tenaga listrik menjadi tuntutan yang semakin besar dari konsumen tenaga listrik (Maliky, 2020).

Penggunaan evaluasi keandalan sistem pada jaringan distribusi 20 Kv merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan segala langkah yang menjamin penanganan secara benar serta permasalahan yang mendasar pada jaringan tersebut, sehingga dapat diantisipasi terjadinya gangguan distribusi yang disebabkan karena menurunnya tingkat keandalan. Jaringan distribusi merupakan awal penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit listrik ke konsumen untuk sistem pendistribusian tidak langsung. Jaringan distribusi memiliki tegangan sistem sebesar 20 Kv. Untuk wilayah perkotaan tegangan diatas 20 Kv tidak diperkenankan dikarenakan mengingat pada tegangan 30 Kv akan terjadi gejala-gejala *corona* yang dapat

mengganggu frekuensi radio, TV, telekomunikasi dan telepon (Jufrizel & Hidayatullah, 2017).

Keandalan sistem adalah kemampuan suatu sistem untuk bekerja sesuai dengan fungsinya dalam kurung waktu tertentu. Nilai suatu keandalan sistem dapat dilihat dari berapa banyak sistem mengalami gangguan dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki gangguan tersebut (Wahyudi, 2016).

Untuk melakukan studi analisis keandalan dalam sistem ini, maka dilakukan pendekatan dengan indeks berorientasi pelanggan dengan menghitung *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI), *System Average Interruption Frequency Index* (SAIDI) dan *Customer Average Interruption Duration Index* (CAIDI) sistem (K, R,O, & R, 2017).

Untuk menghitung tingkat keandalan dalam sistem distribusi, salah satunya menggunakan metode *Section Technique*, yaitu metode yang melakukan evaluasi keandalan dengan cara memecah sistem dalam bagian-bagian yang lebih kecil atau *Section* terlebih dahulu, sehingga kesalahan yang nantinya terjadi dapat diperkecil. Namun dalam pengolahan datanya metode ini hanya menggunakan parameter *failure rate* yang umum digunakan untuk peralatan sistem, yaitu *sustained failure rate* (laju kegagalan permanen) (Maulianda, Syahrizal, & Gapy, 2017).

Untuk mendapatkan hasil yang lebih mendekati data lapangan, maka perlu juga dilakukan pengolahan data menggunakan metode RIA (Reliability Index Assesment). Metode RIA merupakan sebuah pendekatan yang digunakan untuk memprediksi gangguan pada sistem distribusi berdasarkan topologi sistem dan data-data mengenai reliability component. Secara fungsional RIA mendata kegagalan yang terjadi pada

peralatan secara komprehensif, lalu mengidentifikasi kegagalan tersebut, dan menganalisis mode kegagalan tersebut (Vebrio, 2018).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Menggunakan Metode *RIA (Reliability Index Assesment)* dan *Section Technique* Pada PT. PLN Rayon Binjai Barat”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV pada sebuah feeder menggunakan metode *RIA (Reliability Index Assesment)* ?
2. Bagaimana menentukan tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV pada sebuah feeder menggunakan metode *Section Technique* ?
3. Metode manakah yang Lebih efektif digunakan untuk menghitung indeks keandalan suatu sistem distribusi ?
4. Bagaimana perbandingan tingkat keandalan sistem Penyulang Rayon Binjai Barat terhadap standar SPLN 68-2 : 1986 ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun beberapa batasan-batasan dari rumusan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Analisis Keandalan sistem distribusi 20kV pada PT. PLN (Persero) Rayon Binjai Barat
2. Perhitungan nilai indeks keandalan dilakukan pada penyulang/freeder di PT. PLN (Persero) Rayon Binjai Barat
3. Menghitung indeks keandalan jaringan distribusi berdasarkan pada data single line penyulang, jumlah pelanggan, panjang saluran dan parameter keandalan sistem menggunakan metode Section Technique dan RIA (Reliability Index Assessment)
4. Analisis nilai indeks keandalan Penyulang Rayon Binjai Barat yang didapat terhadap SPLN 68-2 : 1986
5. Indeks keandalan yang dianalisis yaitu SAIFI, SAIDI dan CAIDI
6. Peralatan proteksi dari sistem distribusi diasumsikan andal.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki maksud untuk mengidentifikasi atau menganalisis masalah yang berkaitan dengan keandalan sistem distribusi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai indeks keandalan tiap penyulang pada sistem distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Binjai Barat
2. Menganalisis metode perhitungan keandalan sistem distribusi yang efektif digunakan untuk menghitung indekskeandalan
3. Menganalisis nilai indeks keandalan yang didapat terhadap standar keandalan SPLN 68-2 : 1986.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut

:

1. Mengetahui seberapa besar tingkat keandalan pada PT. PLN (Persero) Rayon Binjai Barat
2. Mengetahui apakah tingkat keandalan PT. PLN (Persero Rayon Binjai Barat sudah sesuai dengan standar SPLN 68-2 : 1986
3. Sebagai bahan masukan bagi PT. PLN (Persero) Rayon Binjai Barat dalam mengambil kebijakan strategis untuk mengembangkan dan meningkatkan nilai perusahaan.

### 1.6 Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang sesuai dengan judul penelitian, penulis menggunakan beberapa metode penelitian yang dianggap sesuai, yaitu :

1. Penelitian kepustakaan (*library research*)

Melakukan pengumpulan data – data yang ada hubungannya dengan skripsi dengan cara membaca buku materi dan tulisan dari standard, E-book, internet, jurnal – jurnal terkait, karya ilmiah dan buku - buku manual.

2. Metode pengamatan (*observasi*)

Penulis melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang telah dipilih menyangkut keterangan pembahasan dan pengambilan keputusan.

3. Metode wawancara

Metode wawancara adalah metode yang dilakukan penulis untuk memenuhi skripsi dengan cara tertulis dengan menggunakan Tanya jawab dengan pegawai untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk mendukung dalam pembuatan sistem informasi dan penulisan yang lebih berpengalaman.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Suatu tulisan dari sebuah penelitian dikatakan baik dan memiliki manfaat apabila para pembaca yang memerlukan atau membutuhkan penelitian tersebut dapat memahami tulisan dari penelitian tersebut sesuai dengan tuntutan atau kebutuhan yang diinginkan. Maka dari itu, untuk menyusun penelitian yang diharapkan diperlukan standartd dalam penulisan penelitian tersebut. Adapun penelitian ini disusun menurut sistematika sebagai berikut :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas tentang : Latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan masalah , metode penelitian dan sistematika penulisan.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Pembahasan tentang teori-teori yang mendasari dari judul yang diangkat oleh penulis berupa defenisi-defenisi atau modellangsung berkaitan dengan ilmu atau masalah yang diteliti

**BAB III : METODE PENELITIAN**

Dalam metode penelitian berisi tentang metode atau cara yang dilakukan untuk memperoleh data yang kemudian dilakukan analisa dalam pembahasan.

**BAB IV : HASIL PENELITIAN**

Hasil penelitian merupakan proses analisa dari hasil data perhitungan dan pengukuran yang dilakukan dengan metode-metode yang telah ditetapkan.

**BAB V : PENUTUP**

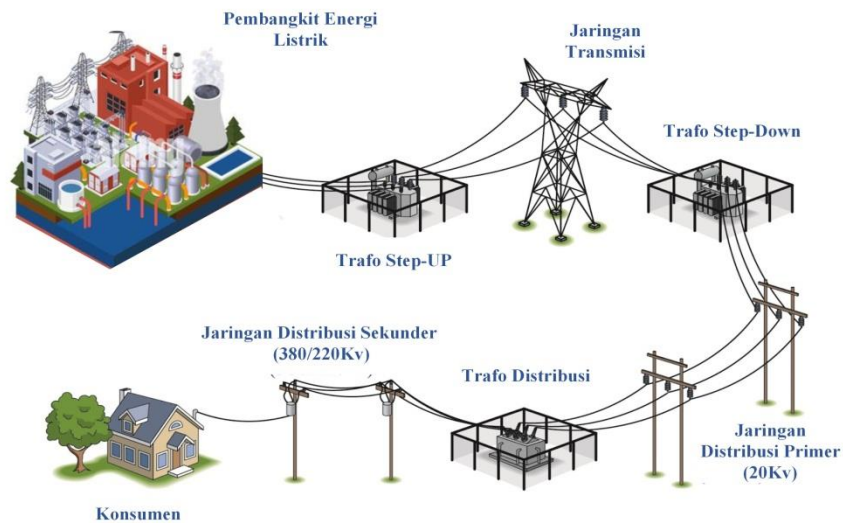
Kesimpulan memuat jawaban dari rumusan-rumusan masalah dan bukti-bukti pada hasil penelitian, apakah kegiatan yang dilakukan sudah memberikan manfaat nyata bagi objek peneliti, Saran diharapkan sipenulis dalam mengatasi masalah atau kelemahan yang ada dimana tidak terlepas dari ruang lingkup.



## BAB 2

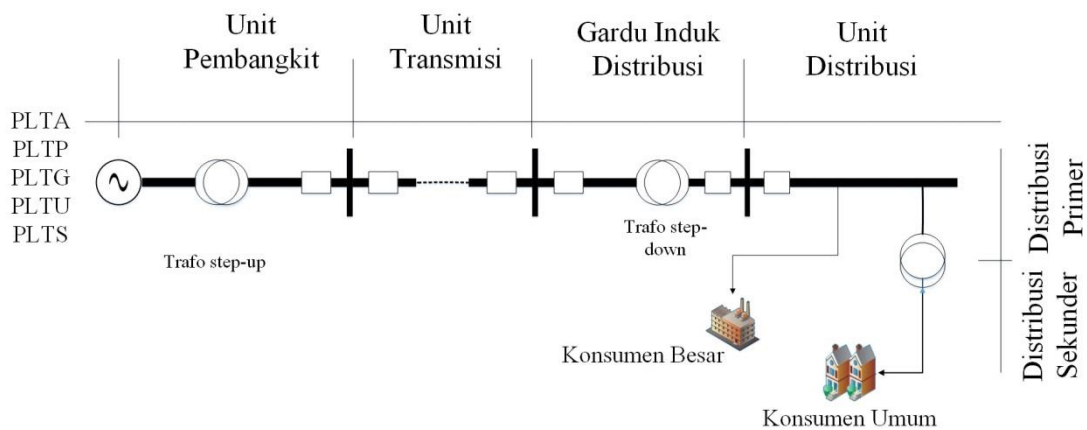
### DASAR TEORI

#### 2.1 Sistem Tenaga Listrik



Gambar 2. 1 Skema sistem tenaga listrik  
*Sumber : Penulis,2021*

Sistem tenaga listrik adalah sistem penyediaan energi listrik yang terdiri dari pusat Pembangkit listrik yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi lalu diruskan oleh jaringan distribusi sampai pada gardu induk (pusat beban ) sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Struktur penyaluran sistem tenaga listrik cukup besar dan kompleks karena terdiri dari beberapa komponen seperti generator, transformator, alat-alat pengaman dan beban serta pengaturan yang saling berkaitan (Maulianda, Syahrizal, & Gapy, 2017).



Gambar 2.2 Diagram satu garis sistem tenaga listrik  
*Sumber : Penulis,2021*

Secara umum terdapat tiga bagian utama dari struktur sistem tenaga listrik seperti yang terlihat pada gambar 2.2 Pertama adalah pusat pembangkit tenaga listrik (*power station*) yaitu tempat yang menjadi sumber energi listrik dapat dikatakan tempat yang menghasilkan energi listrik, biasanya pembangkit terletak jauh dari pusat beban. Selanjutnya adalah sistem transmisi yang berfungsi sebagai penyaluran dari Pusat pembangkit yaitu setelah energi listrik dibangkitkan, energi tersebut dinaikkan tegangannya lalu disalurkan melalui jaringan transmisi menuju gardu induk (GI) maupun dari gardu listrik satu ke gardu listrik lainnya. Lalu sistem distribusi yaitu sebelum sampai pada gardu induk (GI) tegangan yang telah dinaikkan sebelumnya diturunkan agar energi listrik dapat disalurkan kepada pelanggan (Dharma, 2016).

## 2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (pusat

pembangkit) ke jaringan transmisi sampai ke pada konsumen atau pelanggan.

Setelah energi listrik sampai pada gardu induk distribusi, kemudian tegangannya diturunkan menggunakan transformator *step-down* menjadi tegangan menengah yang juga disebut sebagai tegangan distribusi primer. Kecenderungan pada saat ini tegangan distribusi primer PLN yang berkembang adalah tegangan 20 kV. Setelah energi listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer atau Jaringan Tegangan Menengah (JTM), maka energi listrik kemudian diturunkan lagi tegangannya dalam gardu-gardu distribusi (transformator distribusi) menjadi tegangan rendah, yaitu tegangan 380/220 Volt, dan selanjutnya disalurkan melalui saluran sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR) ke pelanggan PLN (Jufrizel & Hidayatullah, 2017).

### **2.3 Struktur Jaringan Distribusi**

#### **a. Gardu Induk**

Gardu induk merupakan salah satu komponen dalam distribusi yang penting dalam perannya sebagai pengatur daya. Gardu Induk pada jaringan distribusi berfungsi menurunkan tegangan dari jaringan transmisi dan menyalurkan tenaga listrik melalui jaringan distribusi primer. Gardu induk meliputi transformator yang berguna untuk mengubah tingkat tegangan listrik transmisi yang tinggi maupun yang rendah, serta menghubungkan dua transmisi tegangan listrik yang tidak sama.

Apabila suatu sistem pendistribusian tenaga listrik dijalankan dengan langsung, maka bagian pertama pada sistem distribusi tenaga listrik merupakan pusat pembangkit tenaga listrik. Umumnya pusat pembangkit tenaga listrik berada pada

pinggiran kota atau tempat/daerah yang jauh dari pemukiman masyarakat. Pada Gardu Induk untuk melakukan penyaluran tenaga listrik pada sejumlah pusat beban dijalankan melalui jaringan distribusi primer juga sekunder (Alhudari, 2021).

#### b. Jaringan Distribusi Primer

Jaringan distribusi primer merupakan penyaluran tenaga listrik dari Gardu Induk (GI) distribusi ke pusat-pusat beban atau ke konsumen untuk sistem pendistribusian langsung. Sedangkan untuk sistem pendistribusian tak langsung merupakan tahap berikutnya dari jaringan transmisi dalam upaya menyalurkan tenaga listrik ke konsumen. Jaringan distribusi primer atau jaringan distribusi tegangan menengah memiliki tegangan sistem sebesar 20 kV.

Sistem jaringan distribusi primer saluran yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik pada masing-masing beban disebut penyulang (*Feeder*). Pada umumnya setiap penyulang diberi nama sesuai dengan daerah beban yang dilayani. Hal ini bertujuan untuk memudahkan untuk mengingat dan menandai jalur-jalur yang dilayani oleh penyulang tersebut.

Gabungan beberapa penyulang dapat membentuk beberapa tipe sistem jaringan distribusi primer. Berdasarkan bentuk atau polanya, tipe sistem jaringan distribusi primer dapat dibagi menjadi empat, yaitu :

1. Sistem radial
2. Sistem lingkaran (*loop/ring*)
3. Sistem *spindle*
4. Sistem gugus (*mesh*)

#### c. Gardu Distribusi

Gardu distribusi merupakan suatu komponen dari sistem distribusi PLN yang

memiliki fungsi sebagai penghubung yang menghubungkan jaringan atau mendistribusikan tenaga listrik kepada konsumen atau pelanggan, baik itu pelanggan tegangan menengah maupun pelanggan tegangan rendah. Gardu distribusi ( trafo distribusi ) juga memiliki fungsi untuk mengubah tegangan listrik dari jaringan distribusi primer menjadi tegangan terpakai yang digunakan untuk konsumen atau pelanggan dan yang disebut sebagai jaringan distribusi sekunder.

#### d. Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder adalah jaringan sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai pendistribusian energi listrik secara langsung dari gardu distribusi menuju beban-beban yang ada pada pelanggan atau sambungan rumah (SR) dengan tegangan operasi yaitu tegangan rendah. Maka dari itu jaringan distribusi sekunder juga disebut sebagai jaringan distribusi tegangan rendah yang besar tegangannya adalah 130/230 Volt dan 130/400 Volt untuk sistem distribusi yang lama dan 380/220 Volt untuk sistem yang baru.

## 2.4 Gangguan Sistem Distribusi

Gangguan pada sistem distribusi adalah terganggunya sistem tenaga listrik yang menyebabkan bekerjanya rele pengaman penyulang bekerja untuk membuka *Circuit Breaker* (CB) di gardu induk yang menyebabkan terputusnya suplai tenaga listrik (Sinaga, 2019).

Berdasarkan sifatnya gangguan sistem distribusi dibagi menjadi dua, yaitu:

#### a. Gangguan Temporer

Gangguan yang bersifat sementara karena dapat hilang dengan hilang dengan sendirinya dengan cara memutuskan bagian yang terganggu sesaat, kemudian menutup balik kembali, balik secara otomatis (*autorecloser*) maupun secara manual oleh operator.

b. Gangguan Permanen

Gangguan bersifat tetap, sehingga untuk membebaskannya perlu tindakan perbaikan atau penghilangan penyebab gangguan. Hal ini ditandai dengan jatuhnya (*trip*) kembali pemutus daya setelah operator memasukkan sistem kembali setelah terjadi gangguan.

## 2.5 Keandalan Sistem Distribusi

Secara Umum Keandalan (*Reliability*) dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan komponen atau sistem memenuhi atau menjalankan fungsi dengan baik untuk jangka waktu tertentu dalam kondisi beroperasi . Dengan kata lain keandalan berarti peluang tidak terjadi kegagalan selama beroperasi dalam kurun waktu tertentu. Keandalan juga merupakan sesuatu yang bisa dilakukan penghitungan, pengukuran, evaluasi, perencanaan serta rancangan kedalam bagian pada peralatan maupun suatu sistem (Sinaga, 2019).

Keandalan pada sistem distribusi ini merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Untuk dapat menentukan suatu sistem, harus diadakan pemeriksaan dengan cara perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau pada

periode tertentu, kemudian membandingkannya dengan standar yang ditetapkan sebelumnya (Siallagan, 2018).

Tingkat keandalan dari sistem distribusi diukur dari sejauh mana penyaluran tenaga listrik dapat berlangsung secara kontinu kepada para pelanggan tanpa perlu terjadi pemadaman. Seiring dengan kemajuan zaman, terjadi pertumbuhan beban ditandai munculnya kawasan industri, bisnis, serta pemukiman yang baru, dan hal ini tentunya menuntut tingkat keandalan yang semakin tinggi (Fatoni, 2016).

Paling banyak problem mengenai keandalan penyalur sistem kelistrikan berasal dari sistem distribusi. Oleh karena itu perlu adanya perhatian khusus jika diinginkan adanya peningkatan keandalan dari sistem distribusi yang bersangkutan. Sistem distribusi sangat dipengaruhi oleh cuaca. Dalam beberapa iklim, salju dan es merupakan masalah besar dan pada daerah lain, petir merupakan penyebab pemutus utama dalam pelayanan listrik. Cuaca menyebabkan banyak gangguan pada sistem distribusi (Putra & Nurhadiyanto, 2019).

Terdapat beberapa cara untuk memperbaiki sistem keandalan distribusi tenaga listrik. Cara yang pertama yaitu dengan mengurangi frekuensi terjadinya gangguan dan cara yang kedua ialah mengurangi durasi gangguan yang dilakukan dengan tindakan preventif yakni dengan adanya pemeliharaan jaringan secara berkala. Hal ini juga dilakukan untuk menjamin performa suatu sistem secara menyeluruh. Sedangkan untuk mengurangi durasi gangguan perlu disadari pentingnya peran otomatisasi sistem distribusi untuk memastikan pemulihan pemasokan tenaga listrik secara cepat bagi konsumen atau pelanggan. Dan sekaligus juga memperbaiki tingkat keandalan sistem. Otomatisasi sistem tersebut dilakukan dengan menggunakan

sejumlah perawatan key point yang berupa sectionalizer atau saklar seksi otomatis (SSO). Sectionalizer membagi jaringan distribusi kedalam section-section atau bagian-bagian yang akan berkerja melakukan operasi switching bilamana terjadi gangguan pada sistem. Terdapat 2 switching operation, pertama adalah switching operation yang bertujuan untuk memisahkan section yang terganggu agar tidak mempengaruhi section atau bagian lain. Dan yang kedua adalah switching operation yang memiliki tujuan memutuskan jaringan dari gangguan sekaligus juga menghubungkan jaringan yang terputus dengan alternative sumber listriklain apabila memungkinkan untuk menghindari terjadinya pemadaman (Pratama, 2019).

## **2.6 Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN)**

SPLN adalah standar perusahaan PT PLN (Persero) yang ditetapkan Direksi bersifat wajib. Dapat berupa peraturan, pedoman, instruksi, cara pengujian dan spesifikasi teknik. Sejak tahun 1976 sudah lebih dari 262 buah standar berhasil dirampungkan diantaranya 59 standar bidang pembangkitan, 68 standar bidang transmisi, 99 standar bidang distribusi, 6 standar bidang SCADA dan 30 standar bidang umum. Ketepatan dalam rancangan pengoperasian, dan pemeliharaan/perawatan sistem distribusi sangat membantu untuk pencapaian indeks keandalan yang tinggi. ketepatan rencananya berpengaruh terhadap tinggi atau rendahnya indeks frekuensi gangguan, sedangkan pemeliharaan/perawatan terutama akan berpengaruh pada indeks lama gangguan (SPLN No.59 : 1985, 1985).



Standar PLN 68-2 Tahun 1986 mengenai " indeks Keandalan pada Sistem Distribusi " yang meliputi nilai SAIFI,SAIDI dan CAIDI dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2. 1 Standar indeks keandalan**

Indeks	(SPLN 68-2) : 1986
SAIFI	3.2 Kali/tahun
SAIDI	21 Jam/tahun
CAIDI	6.56 jam/tahun

*Sumber : SPLN, 1986*

## **2.7 Indeks Keandalan Sistem**

Dalam penelitian ini, indeks sistem yang dicari adalah nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI, yaitu :

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

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) adalah indeks frekuensi jumlah rata-rata kegagalan yang terjadi tiap tahun. Indeks ini ditentukan dengan mengalikan nilai kegagalan saluran dengan panjang saluran tiap bus, yang kemudian hasil perkaliannya dijumlahkan lalu membagi jumlah semua kegagalan dalam satu tahun dengan jumlah pelanggan yang dilayani dalam satu penyulang (*freeder*).

### **b. System Average Interruption Duration Indeks (SAIDI)**

SAIDI (*System Average Interruption Duration Indeks*) adalah indeks keandalan yang menginformasikan nilai rata-rata dari lamanya kegagalan atau durasi pemadaman untuk setiap pelanggan selama satu tahun. indeks ini ditentukan dengan perkalian antara laju kegagalan tiap bus dengan waktu perbaikan yang kemudian

jumlah perkalian tersebut dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani oleh satu penyulang selama periode waktu yang telah ditentukan selama setahun.

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

CAIDI (Customer Average Interruption Duration) adalah indeks durasi gangguan konsumen rata-rata tiap tahun, menginformasikan waktu rata-rata untuk penormalan kembali gangguan tiap-tiap pelanggan dalam satu tahun.

## 2.8 Analisis Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan dalam sistem distribusi adalah tiap komponen dalam sistem distribusi yang dapat melakukan tugas dan fungsinya untuk menyalurkan energi ke pada konsumen, dimana dalam melakukan tugas dan fungsinya tersebut harus dilakukan dengan baik dalam priode waktu dan keadaan yang telah ditentukan.

Dalam masa kerjanya, suatu komponen atau sistem akan mengalami berbagai kerusakan atau kegagalan dalam pengoperasiannya. Ada beberapa faktor yang perlu diketahui dan dihitung sebelum melakukan perhitungan analisis keandalan antara lain yaitu frekuensi gangguan, lama/durasi gangguan (Nainggolan, 2016).

a. *Frekuensi Gangguan (Failure Rate)*

Frekuensi gangguan atau Laju kegagalan dapat diartikan sebagai nilai atau jumlah dari gangguan dalam suatu interval waktu tertentu. Laju kegagalan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\lambda = \frac{d}{t} \quad (2.1)$$

*Sumber : (Pratama, 2019)*

Dimana :

$\lambda$  = Laju Kegagalan

d = total kegagalan

t = Durasi waktu kegagalan

Berdasarkan penyebab terjadinya kegagalan, frekuensi atau laju kegagalan dapat dibagi 2 jenis, yaitu:

1. *Sustained failure rate*, yang merupakan nilai dari laju kegagalan yang diakibatkan oleh gangguan yang memiliki interval atau jarak waktu yang cukup lama didalam periode perbaikannya. jenis frekuensi atau laju kegagalan ini yang umum digunakan untuk perhitungan indeks keandalan suatu sistem distribusi.
2. *Momentary failure rate*, merupakan nilai frekuensi atau laju kegagalan yang disebabkan oleh gangguan sesaat yang dialami oleh suatu komponen.

b. Lama atau Durasi Gangguan (Unavailability)

Unavailability atau yang berarti ketidaktersediaan adalah waktu dimana sistem tidak dapat menyuplai daya ke pelanggan. Unavailability juga dapat diartikan sebagai durasi atau lama gangguan yang dialami oleh sistem. Unavailability dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$U = \lambda \cdot r \quad (2.2)$$

Sumber : (Pratama, 2019)

Dimana :

U = Unavailability (Lama/durasi Gangguan)

$\lambda$  = Failure rate

$r$  = repair time

Indeks keandalan dapat didefinisikan sebagai metode pengevaluasian terhadap parameter keandalan mutu pelayanan kepada konsumen atau pelanggan. Beberapa indeks keandalan yang umum digunakan dalam menentukan nilai keandalan suatu sistem distribusi antara lain SAIFI, dan SAIDI.

#### 1. SAIFI (*Sistem Average Interruption Frequency Index*)

Indeks ini memberikan informasi tentang frekuensi rata-rata pemadaman untuk tiap konsumen dalam kurun waktu setahun pada suatu area yang dievaluasi .

Untuk menghitung indeks ini menggunakan persamaan berikut :

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot N_i}{NT} \quad (2.3)$$

Sumber : (Pratama, 2019)

Dimana :

$\lambda_i$  = Failure rate dari komponen i

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan karena komponen i

NT = Jumlah keseluruhan pelanggan

m = Jumlah komponen

SAIFI = kegagalan/pelanggan/tahun

#### 2. SAIDI (*Sistem Average Interruption Duration Index*)

Indeks ini memberikan data tentang durasi pemadaman rata-rata untuk tiap pelanggan dalam kurun waktu setahun pada suatu area yang dievaluasi.

Untuk menghitung indeks ini menggunakan persamaan berikut :

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^m U_i \cdot N_i}{NT} \quad (2.4)$$

*Sumber* : (Pratama, 2019)

Dimana :

$U_i$  = unavailability dari komponen i

$N_i$  = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan karena komponen i

$NT$  = Jumlah keseluruhan pelanggan

$m$  = Jumlah komponen

$SAIDI$  = Jam/pelanggan/tahun

### 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 :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (2.5)$$

*Sumber* : (Pratama, 2019)

## 2.9 Pengertian Metode RIA

RIA (*Reliability Index Assessment*) adalah metode pendekatan yang digunakan untuk memprediksi gangguan pada sistem jaringan distribusi berdasarkan topologi sistem dan data-data mengenai keandalan komponen. Secara fungsinya RIA

mendata kegagalan atau gangguan yang terjadi pada peralatan dengan baik, lalu mengidentifikasi kegagalan tersebut, dan menganalisis mode kegagalan tersebut. Filosofi dari metode RIA adalah suatu sistem mode yang melibatkan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan spesifik dari sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap keseluruhan sistem sehingga dapat dihasilkan indeks-indeks keandalan yang memiliki kontribusi terhadap indeks keandalan seluruh sistem (Pratama, 2019).

Syarat-syarat dari metode RIA:

- a. Data topologi penyulang (*feeder*) sistem jaringan distribusi 20 KV secara menyeluruh beserta titik-titik beban (*load point*).
- b. Data jumlah pelanggan pada setiap titik beban
- c. Parameter data keandalan sistem, meliputi *momentary failure rate*, *repair time*, *switching time*.
- d. Data panjang saluran penyulang

Sebelum melakukan analisis keandalan yang akan dilakukan pada sebuah sistem, harus menentukan terlebih dahulu komponen-komponen dari *reliability* data yang akan digunakan, yaitu sebagai berikut :

1.  $\lambda_M$  : *Momentary failure rate*; ini adalah frekuensi dari *fault* yang akan hilang dengan sendirinya.
2.  $\lambda_S$  : *Sustained failure rate*; ini adalah frekuensi dari kegagalan yang membutuhkan kru untuk memperbaikinya.
3. MTTR : *Mean Time To Repair*; ini adalah lama waktu yang digunakan oleh kru untuk memperbaiki *component outage* dan mengembalikan sistem ke

keadaan operasi normal.

4. MTTT; *Mean Time To Switch*; ini adalah lama waktu yang akan dipakai setelah terjadi *failure* untuk *sectionalizing switch*.

Pada metode RIA ada indeks keandalan yang dihitung, meliputi laju kegagalan dan durasi kegagalan. berikut merupakan persamaan menghitung laju kegagalan menggunakan metode RIA (*Reliability Index Assesment*) (Maliky, 2020).

$$\lambda_i = (\lambda_S + \lambda_M) \times \text{panjang saluran} \quad (2.6)$$

Sumber : (Maliky, 2020)

Dimana,

$\lambda_i$  = Laju kegagalan pada titik tertentu (frekuensi/tahun)

$\lambda_S$  = *Sustained failure rate*; ini adalah frekuensi dari *fault* yang membutuhkan kru untuk memperbaikinya.

$\lambda_M$  = *Momentary failure rate*; ini adalah frekuensi dari *fault* yang akan hilang dengan sendirinya.

Panjang Saluran = Panjang Saluran antar trafo (km) Sementara

Berikut merupakan persamaan menghitung durasi kegagalan menggunakan metode RIA (*Reliability Index Assesment*).

$$U_i = \lambda_i \cdot r \quad (2.7)$$

Sumber : (Maliky, 2020)

Dimana,

$U_i$  = Durasi Kegagalan (jam/tahun)

$\lambda_i$  = Laju kegagalan pada titik tertentu (frekuensi /tahun)

$r$  = *Repair Time* (jam)

Yang kemudian di input kan dalam rumus SAIDI dan SAIFI. Berikut persamaan SAIDI dan SAIFI menggunakan metode RIA. Yang ditunjukkan pada persamaan di bawah ini :

$$SAIDI = \frac{\sum U_i \times N_i}{\sum N_i} \quad (2.8)$$

*Sumber* : (siallagan, 2018)

Dimana :

SAIDI = Jam/pelanggan/tahun

$U_i$  = Durasi Kegagalan (jam/tahun)

$N_i$  = Jumlah pelanggan per titik beban

$\sum N_i$  = jumlah total konsumen dalam penyulang

Sementara itu SAIFI ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \times N_i}{\sum N_i} \quad (2.9)$$

*Sumber* : (siallagan, 2018)

Dimana :

SAIFI = Gangguan/pelanggan/tahun

$\lambda_i$  = Laju kegagalan pada titik tertentu (frekuensi/tahun)

$N_i$  = Jumlah pelanggan per titik beban

$\sum N_i$  = jumlah total konsumen dalam penyulang.

Setelah mendapatkan hasil dari SAIDI dan SAIFI kemudian dapat mengitung nilai dari CAIDI yang ditunjukkan dengan persamaan 2.10 berikut



ini :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (2.10)$$

Sumber : (siallagan, 2018)

## 2.10 Metode Section Technique

Metode *section technique* di dalam perhitungannya membagi suatu topologi jaringan menjadi beberapa *section* atau bagian agar lebih mudah dikerjakan. Dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui area mana pada jaringan yang perlu diperbaiki keandalannya. Baik melalui pemeliharaan maupun otomatisasi sistem.

Metode *section technique* merupakan suatu metode terstruktur yang digunakan untuk menganalisis keandalan suatu sistem distribusi. Metode ini didasarkan pada bagaimana pengaruh dari kegagalan suatu peralatan terhadap operasi sistem. Efek atau konsekuensi dari gangguan individual peralatan secara sistematis dapat diteliti dengan menganalisa apa yang terjadi pada sistem jika gangguan peralatan terjadi, masing-masing kegagalan peralatan dianalisa dari semua titik beban atau load point (Putra & Nurhadiyanto, 2019).

Karena menganalisis sebuah jaringan distribusi yang luas maka untuk mempermudah dalam menganalisis, metode ini akan membagi suatu jaringan kelistrikan dalam beberapa bagian yang disebut *section*, setiap *section* memiliki beberapa load point.

Dalam metode *section technique* diasumsikan kegagalan masing-masing peralatan tidak saling berhubungan, peralatan masing-masing dapat dianalisa secara terpisah. Jika kegagalan peralatan saling dihubungkan, maka perhitungan keandalan sistem

lebih kompleks. Maka untuk menyederhanakan perhitungan tersebut dengan mengasumsikan bahwa setiap kegagalan tidak saling berhubungan.

Indeks keandalan yang dihitung adalah indeks-indeks titik beban (*load point*) dan indeks-indeks sistem baik secara *section* maupun keseluruhan.

Indeks *load point* antara lain:

a. *Laju Kegagalan ( $\lambda$ ):*

Laju kegagalan ( $\lambda$ ) adalah nilai rata-rata dari jumlah kegagalan per satuan waktu pada interval waktu pengamatan. Laju kegagalan ini dihitung dengan satuan kegagalan per tahun. Untuk menghitung laju kegagalan diperoleh dari persamaan 2.11 berikut :

$$\lambda_{LP} = \lambda \times \text{Panjang saluran} \quad (2.11)$$

*Sumber :* (Wahyudi, 2016)

Dimana :

$\lambda_{LP}$  = Laju kegagalan konstan (kegagalan/tahun)

$\lambda$  = Banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu (km/tahun)

Nilai Laju kegagalan akan berubah sesuai dengan umur dari sistem atau peralatan sesuai lamanya operasi.

b. *Durasi Kegagalan ( $U$ )*

Gangguan rata-rata untuk *load point*  $U_{LP}$  dengan persamaan 2.12:

$$U_{LP} = \sum \lambda_{LP} \times r \quad (2.12)$$

*Sumber :* (Sinaga, 2019)

Dimana:

$r$  = Jumlah selang waktu pengamatan (jam)

Indeks keandalan yang dihitung yaitu SAIFI, SAIDI dan CAIDI.

1. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

SAIFI merupakan indeks gambaran mengenai frekuensi kegagalan rata-rata yang terjadi pada bagian-bagian dari sistem bisa dievaluasi sehingga dapat dikelompokkan sesuai dengan tingkat keandalannya. Persamaanya sebagai berikut:

$$SAIFI = \frac{\sum N_{LP} \cdot \lambda_{LP}}{\sum N} \quad (2.13)$$

Sumber : (Maulianda, Syahrizal, & Gapy, 2017)

Dimana:

$N_{LP}$  = Jumlah konsumen pada *load point* per tahun

$N$  = Jumlah konsumen pada *section* per tahun

$\lambda_{LP}$  = Frekuensi gangguan peralatan pada *load point* per tahun

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

SAIDI adalah indeks yang menunjukkan rata-rata durasi gangguan penyaluran daya ke konsumen. Berikut merupakan persamaan rumus SAIDI:

$$SAIDI = \frac{\sum N_{LP} \cdot U_{LP}}{\sum N} \quad (2.14)$$

Sumber : (Maulianda, Syahrizal, & Gapy, 2017)

Dimana:

$U_{LP}$  = Durasi gangguan peralatan pada *load point* per tahun

$N_{LP}$  = Jumlah konsumen pada *load point* per tahun

$N$  = Jumlah konsumen pada *section* per tahun

### 3. *Customer Average Interruption Frequency Index:*

Indeks ini didefinisikan sebagai lamanya gangguan untuk konsumen yang mengalami kegagalan selama satu tahun. Untuk dapat menghitung nilai CAIDI dapat dilihat pada persamaan 2.15:

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (2.15)$$

*Sumber :* (Wahyudi, 2016)

Dimana:

SAIDI = *System Average Interruption Duration Index* (Jam/Tahun)

SAIFI = *System Average Interruption Frequency Index* (kali/Tahun)

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian dalam tugas akhir ini yaitu kuantitatif dengan melakukan analisa keandalan sistem distribusi tegangan menengah dengan menggunakan metode RIA, metode *Section Technique* dan metode gabungan *Section Technique-RIA*. Hasil dari penelitian ini, akan membandingkan ketiga metode yang digunakan dan kemudian dibandingkan pula dengan Standar PLN (SPLN 68-2) tahun 1986. Hasil yang dibandingkan berupa nilai indeks keandalan sistem distribusi seperti SAIFI, SAIDI, dan CAIDI. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder pada tahun 2020 yaitu data yang langsung diperoleh dari PT. PLN (Persero) Rayon Binjai Barat.

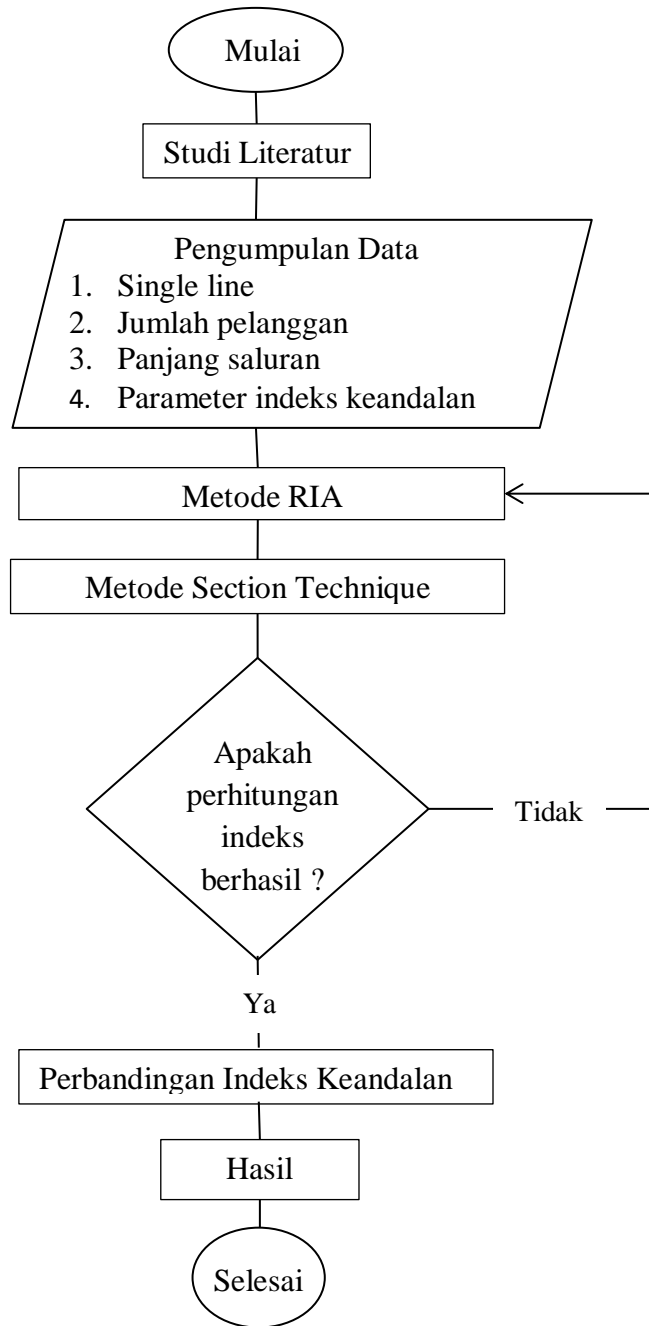
#### **3.2 Data yang Dibutuhkan**

Untuk menyelesaikan penelitian ini, maka dibutuhkan data-data dalam penelitian ini, antara lain :

1. *Single line* diagram *feeder* tahun 2020.
2. Data jumlah pelanggan dan kapasitas masing-masing titik beban tahun 2020.
3. Data panjang saluran (*line*) *feeder* tahun 2020.
4. Parameter tiap komponen sesuai SPLN No. 59 Tahun 1985.

### 3.3 Tahap Penelitian

Jalannya penelitian mempunyai aturan-aturan khusus dalam memasukkan data untuk dianalisis. Adapun aturan penelitian ini seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.:



Gambar 3. 1 *Flow Chart* Tahap Penelitian

### **3.4 Studi Literatur**

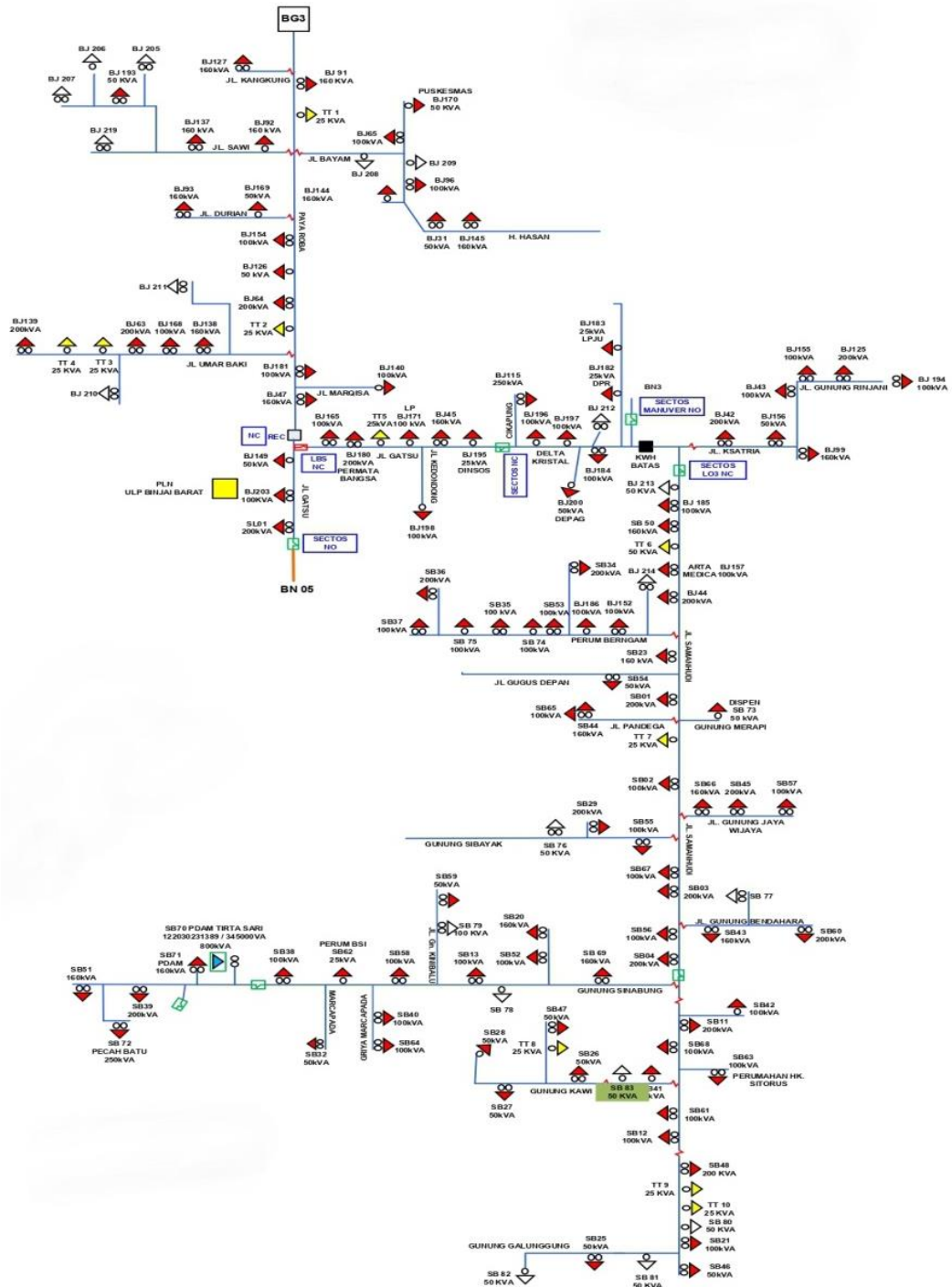
Dalam suatu penelitian studi literatur memiliki peranan penting, karena dapat dimanfaatkan sebagai landasan logika berfikir dalam menyelesaikan masalah secara ilmiah. Studi literatur dilakukan dengan cara mempelajari teori-teori yang akan digunakan untuk mencapai suatu tujuan.

### **3.5 Pengumpulan data**

Penelitian ini juga memerlukan pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung kelapangan dan mengambil data-data sistem yang berhubungan langsung dengan penelitian penulis. Data yang diambil kelapangan adalah data pada tahun 2020 di PT. PLN Rayon Binjai Barat.

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam proses pengumpulan sebagai berikut :

3.5.1 Data single line diagram penyulang





### 3.5.2 Data jumlah pelanggan.

Jumlah pelanggan digunakan untuk melakukan perhitungan dan mengetahui jumlah pelanggan tiap titik beban (*load point*) pada suatu *feeder* tahun 2020. Berikut total pelanggan Rayon Binjai Barat pada tabel 3.1 dan jumlah pelanggan setiap penyulang pada akhir tahun 2020 pada tabel 3.2.

**Tabel 3. 1 Total Pelangan Rayon Binjai Barat**

Bulan	Total Pelanggan Yang Dilayani
Januari	54.996
Febuari	55.163
Maret	55.368
April	55.499
Mei	55.603
Juni	55.794
Juli	55.861
Agustus	56.116
September	56.340
Oktober	56.417
November	56.471
Desember	56.957

*Sumber* : PT.PLN Rayon Binjai Barat,2020

**Tabel 3. 2 Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Perdesember 2020**

Nama Penyulang	Jumlah Pelanggan
BG-3	19.093
MG-4	1.831
BN-4	8.368
BN-5	16.752
MG-5	10.913

*Sumber* :

PT.PLN Rayon Binjai Barat,2020

### 3.5.3 Data panjang saluran pada feeder

Panjang saluran digunakan untuk mengetahui panjang saluran distribusi pada penyulang Rayon binjai barat pada tahun 2020. Data panjang saluran tiap feeder dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut ini:

**Tabel 3. 3 Panjang Saluran Setiap Penyulang Gardu Induk Binjai Barat**

Nama Penyulang	Panjang Penyulang (Kms)
BG-3	44,35
MG-4	25,2
BN-4	98,15
BN-5	65,99
MG-5	34,8

Sumber : PT.PLN Rayon Binjai Barat,2020

### 3.5.4 Parameter tiap komponen sesuai SPLN 59 tahun 1958

Berikut ini tabel data kegagalan untuk Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) sesuai Standar PLN No. 59 Tahun 1985 mengenai "Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV" yang meliputi nilai *failure rate*, *repair time*, dan *Switching time*. Dapat dilihat pada tabel 3.4 dibawah ini :

**Tabel 3. 4 Data indeks kegagalan SUTM**

Sustained failure rate ( $\lambda$ /km/tahun)	0,2
Momentary failure rate ( $\lambda$ /km/tahun)	0,003
Repair time (r) (jam)	3
Switching time (rs) (jam)	0,15

Sumber : SPLN No. 59 , 1985

### 3.6 Analisa Indeks Keandalan

Setelah data-data yang diperlukan dari PT. PLN (Persero) dan teori telah terpenuhi dari berbagai sumber yang valid, kemudian melakukan perhitungan dan analisa indeks-indeks keandalan menggunakan metode RIA, metode *Section Technique* dan metode gabungan dari metode Section Technique-RIA. Berdasarkan data-data dan juga rumus-rumus dari referensi yang terkait. Setelah indeks keandalan seperti SAIDI, SAIFI, dan CAIDI terpenuhi disetiap metode, maka indeks keandalan yang diperoleh dari setiap metode tersebut akan dibandingkan antara metode satu dengan yang lain dan kemudian dianalisis sesuai Standart Indeks Keandalan.

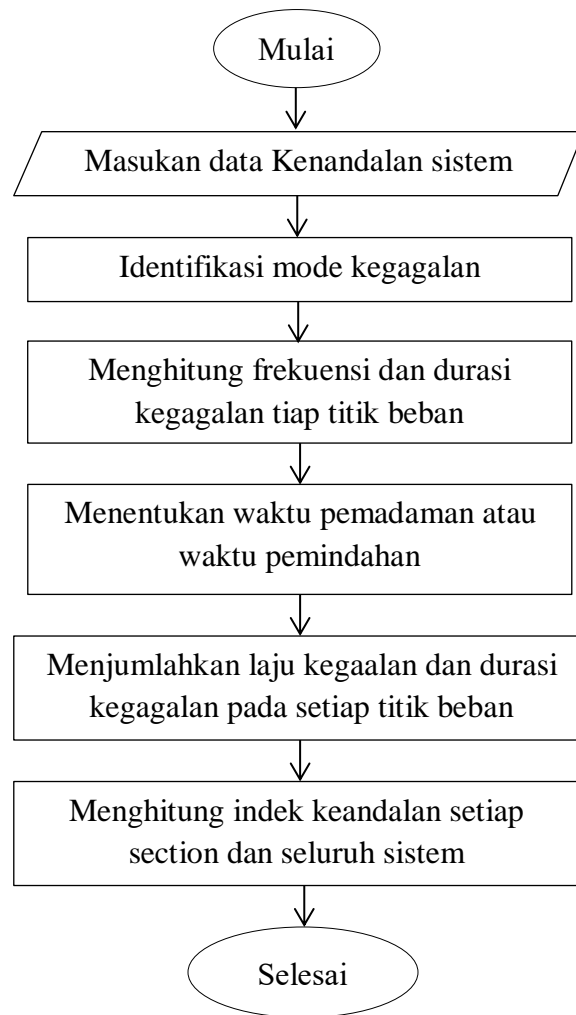
**Tabel 3. 5 Standar indeks keandalan**

Indeks	(SPLN 68-2) : 1986	IEEE 1366-2003
SAIFI	3.2 Kali/tahun	1,45 Kali/tahun
SAIDI	21 Jam/tahun	2,30 Jam/tahun
CAIDI	6.56 jam/tahun	1,47 jam/tahun

Sumber : SPLN 68-2 , 1986

#### 3.6.1 Metode RIA (Reability Index Assessment)

Proses perhitungan dengan metode RIA adalah menentukan nilai laju kegagalan ( $\lambda_i$ ) dan durasi kegagalan ( $U_i$ ) pada peralatan, nilai  $\lambda$  yang digunakan adalah 0,2 untuk nilai saluran dan perhitungan indeks keandalan metode RIA (*Reability Index Assessment*) juga menambahkan parameter *Momentary Failure Rate*, dimana parameter ini bernilai 0,003. Parameter tersebut sesuai dengan SPLN No. 59 Tahun 1985.



Gambar 3. 3 *Flowchart Metode RIA*  
*Sumber : Penulis, 2021*

Alur yang dilakukan pada metode RIA keandalan adalah sebagai berikut :

1. Memasukan data keandalan dan Mengidentifikasi Mode kegagalan

Dalam perhitungan menggunakan metode RIA yang pertama dilakukan yaitu memasukan data-data sesuai *freeder* (penyulang) dan mengidentifikasi mode kegagalan pada suatu *feeder*.

2. Menentukan efek setiap kegagalan

Menentukan resiko-resiko frekuensi rusak atau gagalnya suatu sistem atau komponen-komponen peralatan dan saluran udara tahunan rata-rata dalam pengoperasiannya (*fault/year*).

3. Penjumlahan laju kegagalan frekuensi gangguan dan durasi gangguan untuk setiap titik beban.

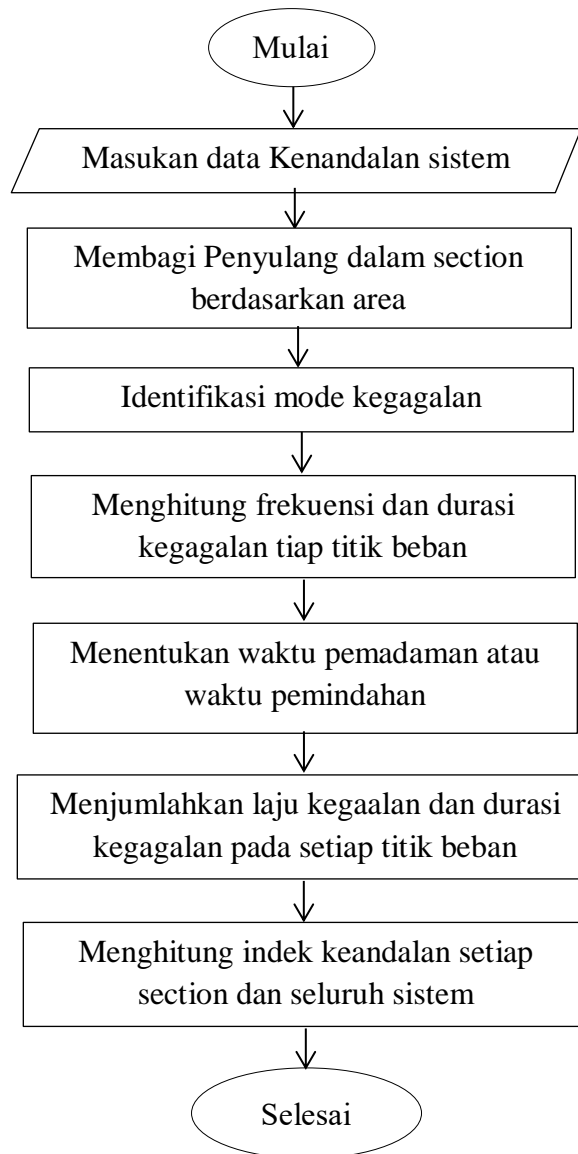
Kemudian menjumlahkan laju kegagalan pada tiap *load point* berdasarkan data dari gangguan peralatan dan juga durasi gangguan peralatan berdasarkan data durasi gangguan peralatan.

4. Menghitung indeks keandalan sistem (penjumlahan indeks keandalan tiap *section*).

Adapun tahapan akhir dari perhitungan metode *Section Technique* dalam menentukan indeks keandalan sistem yaitu terdapat 3 indeks yang akan dihitung pada jaringan distribusi yaitu SAIFI, SAIDI, dan CAIDI. Sedangkan data yang dibutuhkan dalam menghitung indeks keandalan yaitu data panjang saluran jaringan distribusi, data jumlah pelanggan pada jaringan distribusi data parameter kegagalan.

### 3.6.2 Metode Section Technique

Metode yang dilakukan adalah *Section Technique*. proses dalam menganalisa indeks keandalan adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 4 *Flowchart Metode Section Technique*  
 Sumber : Penulis, 2021

Langkah –langkah pengerjaan metode section technique dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Membagi batas area pada *Section* berdasarkan *Recloser*

Dalam perhitungan menggunakan metode *Section Technique* yang pertama dilakukan yaitu membagi suatu jaringan distribusi pada *feeder* menjadi beberapa *Section* berdasarkan jumlah *Recloser* pada suatu *feeder*.

2. Menentukan efek setiap kegagalan

Menentukan resiko-resiko frekuensi rusak atau gagalnya suatu sistem atau komponen-komponen peralatan dan saluran udara tahunan rata-rata dalam pengoperasiannya (*fault/year*).

3. Penjumlahan laju kegagalan frekuensi gangguan dan durasi gangguan untuk setiap titik beban.

Kemudian menjumlahkan laju kegagalan pada tiap *load point* berdasarkan data dari gangguan peralatan dan juga durasi gangguan peralatan berdasarkan data durasi gangguan peralatan.

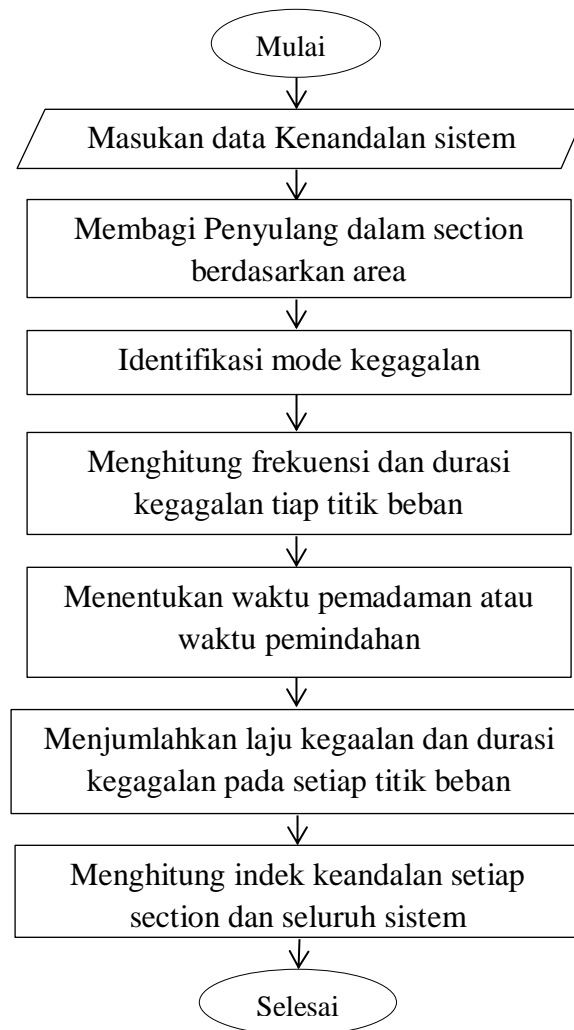
4. Menghitung indeks keandalan sistem (penjumlahan indeks keandalan tiap *section*).

Adapun tahapan akhir dari perhitungan metode *Section Technique* dalam menentukan indeks keandalan sistem yaitu terdapat 3 indeks yang akan dihitung pada jaringan distribusi yaitu SAIFI, SAIDI, dan CAIDI. Sedangkan data yang dibutuhkan dalam menghitung indeks keandalan yaitu data panjang saluran jaringan distribusi, data jumlah pelanggan pada jaringan distribusi data parameter kegagalan.

### 3.6.3 Metode Gabungan Section Technique-RIA

Proses perhitungan dengan metode gabungan adalah mirip dengan metode *Section Technique*. Namun bedanya adalah saat penentuan nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi kegagalan ( $U$ ) pada peralatan. Pada metode *Section Technique*, nilai  $\lambda$  yang digunakan hanya 0,2 untuk nilai saluran. Sedangkan

untuk metode gabungan ini perhitungan indeks keandalan akan menambahkan parameter *Momentary Failure Rate*, dimana parameter ini terdapat pada metode RIA (*Reability Index Assessment*) yaitu 0,003. Parameter tersebut sesuai dengan SPLN No. 59 Tahun 1985.



Gambar 3. 5 *Flowchart Metode Gabungan Section Technique-RIA*  
 Sumber : Penulis, 2021

Langkah –langkah pengerjaan metode gabungan section technique-RIA dapat dijelaskan sebagai berikut :



1. Membagi batas area pada *Section* berdasarkan *Recloser*

Dalam perhitungan menggunakan metode *Section Technique* yang pertama dilakukan yaitu membagi suatu jaringan distribusi pada *feeder* menjadi beberapa *Section* berdasarkan jumlah *Recloser* pada suatu *feeder*.

2. Menentukan efek setiap kegagalan

Menentukan resiko-resiko frekuensi rusak atau gagalnya suatu sistem atau komponen-komponen peralatan dan saluran udara tahunan rata-rata dalam pengoperasiannya (*fault/year*).

3. Penjumlahan laju kegagalan frekuensi gangguan dan durasi gangguan untuk setiap titik beban.

Kemudian menjumlahkan laju kegagalan pada tiap *load point* berdasarkan data dari gangguan peralatan dan juga durasi gangguan peralatan berdasarkan data durasi gangguan peralatan.

4. Menghitung indeks keandalan sistem (penjumlahan indeks keandalan tiap *section*).

Adapun tahapan akhir dari perhitungan metode gabungan *Section Technique-RIA* dalam menentukan indeks keandalan sistem yaitu terdapat 3 indeks yang akan dihitung pada jaringan distribusi yaitu SAIFI, SAIDI, dan CAIDI. Sedangkan data yang dibutuhkan dalam menghitung indeks keandalan yaitu data panjang saluran jaringan distribusi, data jumlah pelanggan pada jaringan distribusi data parameter kegagalan.

### **3.7 Hasil**

Adapun hasil dari metode RIA, metode *Section Technique* dan metode gabungan *Section Technique-RIA* ini berupa SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), dan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*)

### **3.8 Analisa Hasil Perhitungan**

Setelah mendapatkan indeks keandalan pada metode RIA, metode *Section Technique* dan metode gabungan *Section Technique-RIA* yang berupa SAIDI, SAIFI, dan CAIDI, kemudian hasil ini akan dibandingkan antara metode yang satu dengan yang lain untuk menemukan metode mana yang efektif digunakan untuk menghitung indeks keandalan. Disini kita akan melihat tingkat ketelitian metode RIA, metode *Section Technique*, dan metode gabungan *Section Technique-RIA*. Dan kemudian hasil setiap metode dianalisis sesuai standar PLN. Hasil perhitungan keandalan jaringan pada penyulang dilakukan dengan metode RIA, metode *Section Technique*, dan metode gabungan *Section Technique-RIA* berupa SAIFI, SAIDI, dan CAIDI. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan perhitungan keandalan menggunakan metode RIA, metode *Section Technique*, dan metode gabungan *Section Technique-RIA* yang akan dibandingkan dengan Standar PLN.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Tugas Akhir ini akan dievaluasi keandalan dari sistem distribusi PT.PLN Pesero Rayon Binjai Barat pada tahun 2020 Menggunakan Metode RIA (Reliability Index Assessment) dan metode *Section Technique* serta Metode gabungan antara dua metode tersebut yaitu metode *Section Technique* - RIA.

Untuk melakukan perhitungan indeks keandalan, serangkaian metode dan langkah-langkah diterapkan pada sistem yang bersangkutan untuk membandingkan setiap nilai indeks keandalan sehingga nantinya dapat dilihat perbandingan antara nilai-nilai indeks keandalan pada setiap metode.

Untuk menganalisis sistem tersebut sistem dikondisikan dalam keadaan *perfect switching*. Kondisi *Perfect switching* ketika suatu peralatan distribusi, khususnya peralatan yang berperan dalam proses *switching* misalnya *circuit breaker*, *recloser*, dan *tie switch* diasumsikan berkerja dengan sempurna, sehingga indeks keandalan dari peralatan tersebut dapat diabaikan dan yang hanya diperhitungkan adalah indeks kegagalan dari saluran. Selanjutnya dilakukan analisis Indeks keandalan Sistem distribusi PT. PLN Pesero Rayon Binjai Barat berdasarkan data-data yang ada dalam BAB III.

#### 4.1 Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode RIA

Pada saat perhitungan menggunakan metode RIA, untuk menghitung laju kegagalan pada saluran penyulang/*feeder* ialah dengan persamaan 2.6 sebagai berikut.

Diketahui,

$$\lambda \text{ Line1} = 0,2 \text{ km/tahun}$$

$$\text{Momentary} = 0,003 \text{ km/tahun}$$

$$\text{Panjang Saluran} = 0,441 \text{ km}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \lambda_i \text{ (fault/tahun)} &= (\lambda \text{ L1} + \text{Momentary}) \times \text{Panjang saluran} \\ &= (0,2 + 0,003) \times 0,441 \\ &= 0,089523 \text{ kegagalan/tahun} \end{aligned}$$

Diketahui,

$$\lambda \text{ Line1} = 0,089523 \text{ kegagalan/tahun}$$

$$\text{Repair Time (r)} = 3 \text{ jam}$$

Sehingga durasi kegagalan dapat dihitung sesuai dengan persamaan 2.7 :

$$\begin{aligned} \text{Ui (Jam/Tahun)} &= \lambda_i \times r \\ &= 0,089523 \times 3 \\ &= 0,268569 \text{ jam/tahun} \end{aligned}$$

Dengan dilakukan perhitungan yang sama seperti diatas pada seluruh saluran pada penyulang BG-3, maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4.1 .

**Tabel 4.1 Laju kegagalan ( $\lambda_i$ ) dan Durasi Kegagalan ( $U_i$ ) menggunakan Metode RIA**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	$\lambda$ <i>Momentary</i> (km/tahun)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda_i$ (kegagalan/tahun)	Repair time (r)	$U_i$ (Jam/tahun)
Line1	0,2	0,003	0,441	0,089523	3	0,268569
Line2	0,2	0,003	0,648	0,131544	3	0,394632

Line3	0,2	0,003	0,178	0,036134	3	0,108402
Line4	0,2	0,003	0,474	0,096222	3	0,288666
Line5	0,2	0,003	0,459	0,093177	3	0,279531
Line6	0,2	0,003	0,236	0,047908	3	0,143724
Line7	0,2	0,003	0,655	0,132965	3	0,398895
Line8	0,2	0,003	0,418	0,084854	3	0,254562
Line9	0,2	0,003	0,323	0,065569	3	0,196707
Line10	0,2	0,003	0,098	0,019894	3	0,059682
Line11	0,2	0,003	0,206	0,041818	3	0,125454
Line12	0,2	0,003	0,463	0,093989	3	0,281967
Line13	0,2	0,003	0,274	0,055622	3	0,166866
Line14	0,2	0,003	0,093	0,018879	3	0,056637
Line15	0,2	0,003	0,275	0,055825	3	0,167475
Line16	0,2	0,003	0,271	0,055013	3	0,165039
Line17	0,2	0,003	0,233	0,047299	3	0,141897
Line18	0,2	0,003	0,287	0,058261	3	0,174783
Line19	0,2	0,003	0,602	0,122206	3	0,366618
Line20	0,2	0,003	0,297	0,060291	3	0,180873
Line21	0,2	0,003	0,867	0,176001	3	0,528003
Line22	0,2	0,003	0,259	0,052577	3	0,157731
Line23	0,2	0,003	0,452	0,091756	3	0,275268
Line24	0,2	0,003	0,158	0,032074	3	0,096222
Line25	0,2	0,003	0,445	0,090335	3	0,271005
Line26	0,2	0,003	0,377	0,076531	3	0,229593
Line27	0,2	0,003	0,301	0,061103	3	0,183309
Line28	0,2	0,003	0,255	0,051765	3	0,155295
Line29	0,2	0,003	0,202	0,041006	3	0,123018
Line30	0,2	0,003	0,086	0,017458	3	0,052374
Line31	0,2	0,003	0,088	0,017864	3	0,053592
Line32	0,2	0,003	0,092	0,018676	3	0,056028
Line33	0,2	0,003	0,087	0,017661	3	0,052983
Line34	0,2	0,003	0,085	0,017255	3	0,051765
Line35	0,2	0,003	0,148	0,030044	3	0,090132
Line36	0,2	0,003	0,168	0,034104	3	0,102312
Line37	0,2	0,003	0,074	0,015022	3	0,045066
Line38	0,2	0,003	0,056	0,011368	3	0,034104
Line39	0,2	0,003	0,589	0,119567	3	0,358701
Line40	0,2	0,003	0,082	0,016646	3	0,049938

Line41	0,2	0,003	0,449	0,091147	3	0,273441
Line42	0,2	0,003	0,071	0,014413	3	0,043239
Line43	0,2	0,003	0,467	0,094801	3	0,284403
Line44	0,2	0,003	0,252	0,051156	3	0,153468
Line45	0,2	0,003	0,216	0,043848	3	0,131544
Line46	0,2	0,003	0,155	0,031465	3	0,094395
Line47	0,2	0,003	0,165	0,033495	3	0,100485
Line48	0,2	0,003	0,133	0,026999	3	0,080997
Line49	0,2	0,003	0,136	0,027608	3	0,082824
Line50	0,2	0,003	0,045	0,009135	3	0,027405
Line51	0,2	0,003	0,093	0,018879	3	0,056637
Line52	0,2	0,003	0,355	0,072065	3	0,216195
Line53	0,2	0,003	0,097	0,019691	3	0,059073
Line54	0,2	0,003	0,095	0,019285	3	0,057855
Line55	0,2	0,003	0,481	0,097643	3	0,292929
Line56	0,2	0,003	0,056	0,011368	3	0,034104
Line57	0,2	0,003	0,092	0,018676	3	0,056028
Line58	0,2	0,003	0,119	0,024157	3	0,072471
Line59	0,2	0,003	0,068	0,013804	3	0,041412
Line60	0,2	0,003	0,347	0,070441	3	0,211323
Line61	0,2	0,003	0,028	0,005684	3	0,017052
Line62	0,2	0,003	0,034	0,006902	3	0,020706
Line63	0,2	0,003	0,455	0,092365	3	0,277095
Line64	0,2	0,003	0,405	0,082215	3	0,246645
Line65	0,2	0,003	0,083	0,016849	3	0,050547
Line66	0,2	0,003	0,047	0,009541	3	0,028623
Line67	0,2	0,003	0,125	0,025375	3	0,076125
Line68	0,2	0,003	0,058	0,011774	3	0,035322
Line69	0,2	0,003	0,241	0,048923	3	0,146769
Line70	0,2	0,003	0,223	0,045269	3	0,135807
Line71	0,2	0,003	0,314	0,063742	3	0,191226
Line72	0,2	0,003	0,089	0,018067	3	0,054201
Line73	0,2	0,003	0,053	0,010759	3	0,032277
Line74	0,2	0,003	0,788	0,159964	3	0,479892
Line75	0,2	0,003	0,093	0,018879	3	0,056637
Line76	0,2	0,003	0,204	0,041412	3	0,124236
Line77	0,2	0,003	0,278	0,056434	3	0,169302
Line78	0,2	0,003	0,093	0,018879	3	0,056637

Line79	0,2	0,003	0,085	0,017255	3	0,051765
Line80	0,2	0,003	0,086	0,017458	3	0,052374
Line81	0,2	0,003	0,066	0,013398	3	0,040194
Line82	0,2	0,003	0,087	0,017661	3	0,052983
Line83	0,2	0,003	0,138	0,028014	3	0,084042
Line84	0,2	0,003	0,419	0,085057	3	0,255171
Line85	0,2	0,003	0,197	0,039991	3	0,119973
Line86	0,2	0,003	0,163	0,033089	3	0,099267
Line87	0,2	0,003	0,088	0,017864	3	0,053592
Line88	0,2	0,003	0,084	0,017052	3	0,051156
Line89	0,2	0,003	0,078	0,015834	3	0,047502
Line90	0,2	0,003	0,588	0,119364	3	0,358092
Line91	0,2	0,003	0,089	0,018067	3	0,054201
Line92	0,2	0,003	0,082	0,016646	3	0,049938
Line93	0,2	0,003	0,105	0,021315	3	0,063945
Line94	0,2	0,003	0,287	0,058261	3	0,174783
Line95	0,2	0,003	0,378	0,076734	3	0,230202
Line96	0,2	0,003	0,546	0,110838	3	0,332514
Line97	0,2	0,003	0,292	0,059276	3	0,177828
Line98	0,2	0,003	0,367	0,074501	3	0,223503
Line99	0,2	0,003	0,651	0,132153	3	0,396459
Line100	0,2	0,003	0,458	0,092974	3	0,278922
Line101	0,2	0,003	0,355	0,072065	3	0,216195
Line102	0,2	0,003	0,657	0,133371	3	0,400113
Line103	0,2	0,003	0,456	0,092568	3	0,277704
Line104	0,2	0,003	0,287	0,058261	3	0,174783
Line105	0,2	0,003	0,887	0,180061	3	0,540183
Line106	0,2	0,003	0,298	0,060494	3	0,181482
Line107	0,2	0,003	0,052	0,010556	3	0,031668
Line108	0,2	0,003	0,102	0,020706	3	0,062118
Line109	0,2	0,003	0,111	0,022533	3	0,067599
Line110	0,2	0,003	0,081	0,016443	3	0,049329
Line111	0,2	0,003	0,078	0,015834	3	0,047502
Line112	0,2	0,003	0,375	0,076125	3	0,228375
Line113	0,2	0,003	0,067	0,013601	3	0,040803
Line114	0,2	0,003	0,283	0,057449	3	0,172347
Line115	0,2	0,003	0,502	0,101906	3	0,305718
Line116	0,2	0,003	0,198	0,040194	3	0,120582

Line117	0,2	0,003	0,298	0,060494	3	0,181482
Line118	0,2	0,003	0,181	0,036743	3	0,110229
Line119	0,2	0,003	0,366	0,074298	3	0,222894
Line120	0,2	0,003	0,455	0,092365	3	0,277095
Line121	0,2	0,003	0,237	0,048111	3	0,144333
Line122	0,2	0,003	0,047	0,009541	3	0,028623
Line123	0,2	0,003	0,773	0,156919	3	0,470757
Line124	0,2	0,003	0,665	0,134995	3	0,404985
Line125	0,2	0,003	0,479	0,097237	3	0,291711
Line126	0,2	0,003	0,407	0,082621	3	0,247863
Line127	0,2	0,003	0,312	0,063336	3	0,190008
Line128	0,2	0,003	0,225	0,045675	3	0,137025
Line129	0,2	0,003	0,343	0,069629	3	0,208887
Line130	0,2	0,003	0,503	0,102109	3	0,306327
Line131	0,2	0,003	0,26	0,05278	3	0,15834
Line132	0,2	0,003	0,187	0,037961	3	0,113883
Line133	0,2	0,003	0,181	0,036743	3	0,110229
Line134	0,2	0,003	0,225	0,045675	3	0,137025
Line135	0,2	0,003	0,21	0,04263	3	0,12789
Line136	0,2	0,003	0,195	0,039585	3	0,118755
Line137	0,2	0,003	0,097	0,019691	3	0,059073
Line138	0,2	0,003	0,686	0,139258	3	0,417774
Line139	0,2	0,003	0,243	0,049329	3	0,147987
Line140	0,2	0,003	0,091	0,018473	3	0,055419
Line141	0,2	0,003	0,097	0,019691	3	0,059073
Line142	0,2	0,003	0,106	0,021518	3	0,064554
Line143	0,2	0,003	0,142	0,028826	3	0,086478
Line144	0,2	0,003	0,105	0,021315	3	0,063945
Line145	0,2	0,003	0,096	0,019488	3	0,058464
Line146	0,2	0,003	0,334	0,067802	3	0,203406
Line147	0,2	0,003	0,263	0,053389	3	0,160167
Line148	0,2	0,003	0,137	0,027811	3	0,083433
Line149	0,2	0,003	0,492	0,099876	3	0,299628
Line150	0,2	0,003	0,094	0,019082	3	0,057246
Line151	0,2	0,003	0,027	0,005481	3	0,016443
Line152	0,2	0,003	0,055	0,011165	3	0,033495
Line153	0,2	0,003	0,084	0,017052	3	0,051156
Line154	0,2	0,003	0,238	0,048314	3	0,144942



Line155	0,2	0,003	0,076	0,015428	3	0,046284
Line156	0,2	0,003	0,146	0,029638	3	0,088914
Line157	0,2	0,003	0,216	0,043848	3	0,131544
Line158	0,2	0,003	0,301	0,061103	3	0,183309
Line159	0,2	0,003	0,174	0,035322	3	0,105966
Line160	0,2	0,003	0,142	0,028826	3	0,086478
Line161	0,2	0,003	0,113	0,022939	3	0,068817
Line162	0,2	0,003	0,065	0,013195	3	0,039585
Line163	0,2	0,003	0,024	0,004872	3	0,014616
Line164	0,2	0,003	0,116	0,023548	3	0,070644
Line165	0,2	0,003	0,254	0,051562	3	0,154686
Line166	0,2	0,003	0,124	0,025172	3	0,075516
Line167	0,2	0,003	0,236	0,047908	3	0,143724
Line168	0,2	0,003	0,126	0,025578	3	0,076734
Line169	0,2	0,003	0,143	0,029029	3	0,087087
Line170	0,2	0,003	0,278	0,056434	3	0,169302
Line171	0,2	0,003	0,111	0,022533	3	0,067599
Line172	0,2	0,003	0,074	0,015022	3	0,045066
Line173	0,2	0,003	0,076	0,015428	3	0,046284
Line174	0,2	0,003	0,084	0,017052	3	0,051156
Line175	0,2	0,003	0,234	0,047502	3	0,142506
Line176	0,2	0,003	0,257	0,052171	3	0,156513
Line177	0,2	0,003	0,108	0,021924	3	0,065772
Line178	0,2	0,003	0,087	0,017661	3	0,052983
Line179	0,2	0,003	0,093	0,018879	3	0,056637
Line180	0,2	0,003	0,214	0,043442	3	0,130326
Line181	0,2	0,003	0,344	0,069832	3	0,209496
Line182	0,2	0,003	0,573	0,116319	3	0,348957
Line183	0,2	0,003	0,197	0,039991	3	0,119973
<b>Total</b>				<b>9,00305</b>		<b>27,00915</b>

Sumber : Penulis, 2021

Berdasarkan hasil tabel 4.1, didapatkan bahwa nilai  $\lambda_i$  adalah 9,00305 kegagalan/tahun dan nilai  $U_i$  adalah 27,00915 jam/tahun. Langkah selanjutnya adalah

mengalikan nilai  $\lambda_i$  dengan jumlah pelanggan serta nilai  $U_i$  dengan pelanggan dari tiap titik beban. Sebagai contoh diambil pada titik beban 1 :

$$\begin{aligned}\lambda_i \times \text{pelanggan per titik beban} &= 9,00305 \text{ kegagalan/tahun} \times 265 \\ &= 2385,80825 \text{ kegagalan/tahun}\end{aligned}$$

dan ,

$$\begin{aligned}U_i \times \text{pelanggan per titik beban} &= 27,00915 \text{ jam/tahun} \times 265 \\ &= 7157,42475 \text{ jam/tahun}\end{aligned}$$

Proses perhitungan yang sama juga dilakukan pada titik beban yang lain.

Berikut ini merupakan hasil  $\lambda \times$  pelanggan dan  $U \times$  pelanggan dari tiap titik beban.

**Tabel 4.2  $\Sigma\lambda_i \times$  Jumlah pelanggan dan  $\Sigma U_i \times$  jumlah pelanggan**

Titik Beban	Trafo Distribusi	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma\lambda_i \cdot Ni$	$\Sigma U_i \cdot Ni$
LP1	BJ127	265	2385,80825	7157,42475
LP2	BJ91	271	2439,82655	7319,47965
LP3	TT1	9	81,02745	243,08235
LP4	BJ92	278	2502,8479	7508,5437
LP5	BJ137	266	2394,8113	7184,4339
LP6	BJ193	159	1431,48495	4294,45485
LP7	BJ65	201	1809,61305	5428,83915
LP8	BJ170	61	549,18605	1647,55815
LP9	BJ96	178	1602,5429	4807,6287
LP10	BJ144	192	1728,5856	5185,7568
LP11	BJ31	73	657,22265	1971,66795
LP12	BJ145	260	2340,793	7022,379
LP13	BJ169	67	603,20435	1809,61305
LP14	BJ93	298	2682,9089	8048,7267
LP15	BJ154	135	1215,41175	3646,23525
LP16	BJ126	47	423,14335	1269,43005

LP17	BJ64	301	2709,91805	8129,75415
LP18	TT2	24	216,0732	648,2196
LP19	BJ138	288	2592,8784	7778,6352
LP20	BJ168	106	954,3233	2862,9699
LP21	BJ163	389	3502,18645	10506,55935
LP22	TT3	18	162,0549	486,1647
LP23	TT4	4	36,0122	108,0366
LP24	BJ139	318	2862,9699	8588,9097
LP25	BJ161	115	1035,35075	3106,05225
LP26	BJ140	201	1809,61305	5428,83915
LP27	BJ47	273	2457,83265	7373,49795
LP28	BJ148	84	756,2562	2268,7686
LP29	BJ203	188	1692,5734	5077,7202
LP30	SL01	243	2187,74115	6563,22345
LP31	BJ165	107	963,32635	2889,97905
LP32	BJ180	1	9,00305	27,00915
LP33	TT5	4	36,0122	108,0366
LP34	BJ171	1	963,32635	27,00915
LP35	BJ198	198	1782,6039	5347,8117
LP36	BJ145	277	2493,84485	7481,53455
LP37	BJ195	1	9,00305	27,00915
LP38	BJ155	355	3196,08275	9588,24825
LP39	BJ196	126	1134,3843	3403,1529
LP40	BJ197	144	1296,4392	3889,3176
LP41	BJ200	1	9,00305	27,00915
LP42	BJ184	186	1674,5673	5023,7019
LP43	BJ182	1	9,00305	27,00915
LP44	BJ183	1	9,00305	27,00915
LP45	BJ42	314	2826,9577	8480,8731
LP46	BJ156	94	846,2867	2538,8601
LP47	BJ99	282	2538,8601	7616,5803
LP48	BJ43	153	1377,46665	4132,39995
LP49	BJ155	144	1296,4392	3889,3176
LP50	BJ125	265	2385,80825	7157,42475
LP51	BJ194	202	1818,6161	5455,8483
LP52	BJ213	55	495,16775	1485,50325
LP53	BJ185	167	1503,50935	4510,52805
LP54	BJ50	254	2286,7747	6860,3241

LP55	TT6	12	108,0366	324,1098
LP56	BJ157	1	9,00305	27,00915
LP57	BJ44	422	3799,2871	27,00915
LP58	BJ152	141	1269,43005	11397,8613
LP59	BJ186	98	882,2989	3808,29015
LP60	SB34	318	2862,9699	8588,9097
LP61	SB53	106	954,3233	2862,9699
LP62	SB35	134	1206,4087	3619,2261
LP63	SB75	140	1260,427	3781,281
LP64	SB36	302	2718,9211	8156,7633
LP65	SB37	178	1602,5429	4807,6287
LP66	SB23	285	2565,86925	7697,60775
LP67	SB54	120	1080,366	3241,098
LP68	SB01	302	2718,9211	8156,7633
LP69	SB44	209	1881,63745	5644,91235
LP70	SB65	154	1386,4697	4159,4091
LP70	SB73	1	9,00305	27,00915
LP72	TT7	10	90,0305	270,0915
LP73	SB02	187	1683,57035	5050,71105
LP74	SB66	226	2034,6893	6104,0679
LP75	SB45	284	2556,8662	7670,5986
LP76	SB57	154	1386,4697	4159,4091
LP77	SB55	122	1098,3721	3295,1163
LP78	SB29	209	1881,63745	5644,91235
LP79	SB76	57	513,17385	1539,52155
LP80	SB67	129	1161,39345	3484,18035
LP81	SB03	285	2565,86925	7697,60775
LP82	SB56	138	1242,4209	3727,2627
LP83	SB04	457	4114,39385	12343,18155
LP84	SB43	283	2547,86315	7643,58945
LP85	SB60	316	2844,9638	8534,8914
LP86	SB04	270	2430,8235	7292,4705
LP87	SB69	265	2385,80825	7157,42475
LP88	SB52	107	963,32635	2889,97905
LP89	SB20	166	1494,5063	4483,5189
LP90	SB13	174	1566,5307	4699,5921
LP91	SB79	59	531,17995	1593,53985
LP92	SB59	124	1116,3782	3349,1346

LP93	SB58	124	1116,3782	3349,1346
LP94	SB40	124	1116,3782	3349,1346
LP95	SB64	78	702,2379	2106,7137
LP96	SB62	40	360,122	1080,366
LP97	SB32	78	702,2379	2106,7137
LP98	SB38	122	1098,3721	3295,1163
LP99	SB70	1	9,00305	27,00915
LP100	SB71	1	9,00305	27,00915
LP101	SB39	218	1962,6649	5887,9947
LP102	SB72	182	1638,5551	4915,6653
LP103	SB51	292	2628,8906	7886,6718
LP104	SB42	126	1134,3843	3403,1529
LP105	SB11	132	1188,4026	3565,2078
LP106	SB68	132	1188,4026	3565,2078
LP107	SB63	117	1053,35685	3160,07055
LP108	SB41	68	612,2074	1836,6222
LP109	SB83	201	1809,61305	5428,83915
LP110	SB26	127	1143,38735	3430,16205
LP111	TT8	10	90,0305	270,0915
LP112	SB47	90	810,2745	2430,8235
LP113	SB27	124	1116,3782	3349,1346
LP114	SB28	94	846,2867	2538,8601
LP115	SB61	95	855,28975	2565,86925
LP116	SB12	162	1458,4941	4375,4823
LP117	SB48	220	1980,671	5942,013
LP118	TT9	4	36,0122	108,0366
LP119	TT10	6	54,0183	162,0549
LP120	SB80	39	351,11895	1053,35685
LP121	SB21	148	1332,4514	3997,3542
LP122	SB46	124	1116,3782	3349,1346
LP123	SB81	84	756,2562	2268,7686
LP124	SB25	84	756,2562	2268,7686
LP125	SB82	56	504,1708	1512,5124
<b>Total</b>			<b>172849,557</b>	<b>513065,8134</b>

Sumber : Penulis, 2021

Nilai dari masing-masing titik beban kemudian dijumlahkan dan didapatkan nilai  $\sum \lambda_i . N_i$  dan nilai  $\sum U_i . N_i$  untuk digunakan mencari indeks keandalan penyulang dengan metode RIA (Reliability index assessment) . Proses yang sama juga dilakukan untuk penyulang yang lain. Berikut ini merupakan hasil perhitungan indeks keandalan :

**a. Perhitungan SAIFI RIA (Reliability index assessment) :**

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i . N_i}{N_i}$$

$$SAIFI = \frac{172849,557 \text{ Kali/tahun}}{19093 \text{ Pelanggan}}$$

$$= 9,05303289 \text{ Kali/tahun}$$

**b. Perhitungan SAIDI RIA (Reliability index assessment) :**

$$SAIDI = \frac{\sum U_i . N_i}{N_i}$$

$$SAIDI = \frac{513065,8134 \text{ Jam/tahun}}{19093 \text{ Pelanggan}}$$

$$= 26,8719328 \text{ jam / tahun}$$

**c. Perhitungan CAIDI RIA (Reliability index assessment) :**

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

$$CAIDI = \frac{26,8719328}{9,05303289}$$

$$= 2,96827959 \text{ Jam/gangguan/tahun}$$

Berikut adalah hasil perhitungan Indeks keandalan pada penyulang BG-3 :

**Tabel 4.3 Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang BG-3 Metode RIA**

<b>SAIFI</b> <b>(kali/tahun)</b>	<b>SAIDI</b> <b>(jam/tahun)</b>	<b>CAIDI</b> <b>(jam/gangguan)</b>
9,05	26,87	2,97

*Sumber : Penulis, 2021*

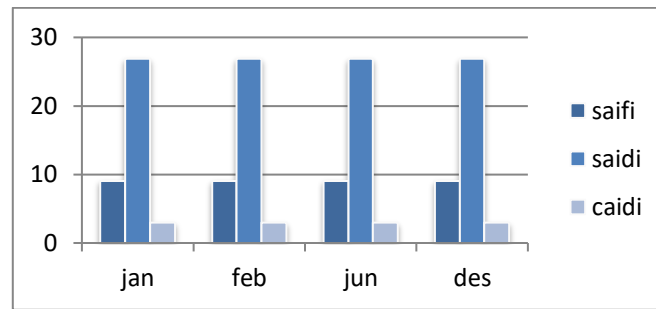
Dari perhitungan dengan metode RIA diatas, maka proses yang sama juga dilakukan terhadap perhitungan indeks keandalan penyulang BG-3 pada bulan januari yang memiliki jumlah pelanggan paling sedikit pada tahun 2020 yaitu 18.702 pelanggan, bulan febuari 18.737 pelanggan, bulan juni 18.873 pelanggan dan pada bulan desember memiliki jumlah pelanggan yang paling banyak yaitu 19.093 pelanggan seperti tabel 4.4 berikut :

**Tabel 4.4 Perhitungan Indeks Keandalan Perbulan Penyulang BG-3 Metode RIA**

<b>Indeks Keandalan Perbulan Penyulang BG-3 Menggunakan Metode Ria</b>				
	Januari	Febuari	Juni	Desember
SAIFI (kali/tahun)	9,0541	9,05398	9,0536	9,053
SAIDI (jam/tahun)	26,8691	26,8693	26,8703	26,8719
CAIDI (jam/gangguan)	2,9676	2,9677	2,9679	2,9683

*Sumber : Penulis, 2021*

Hasil dari perhitungan beberapa bulan indeks keandalan penyulang BG-3 pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai SAIFI, SAIDI dan CAIDI memiliki nilai keandalan yang tidak jauh berbeda hanya memiliki selisi berkisar 0.0001% setiap bulannya. Maka bertambahnya jumlah pelanggan juga dapat mempengaruhi tingkat sesitivitas dari nilai keandalan dalam sistem distribusi.



Gambar 4. 1 Grafik nilai indek keandalan perbulan penyulang BG-3 Metode RIA  
*Sumber : Penulis, 2021*

Berdasarkan proses keseluruhan hasil perhitungan nilai indeks keandalan sistem distribusi Binjai Barat menggunakan metode RIA adalah seperti tabel 4.5 berikut ini :

**Tabel 4. 5 Data perhitungan Indeks Keandalan sistem distribusi Binjai Barat per penyulang tahun 2020 Metode RIA**

Penyulang	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
<b>BG-3</b>	9,05	26,87	2,97
<b>MG-4</b>	5,8	17,39	3
<b>BN-4</b>	19,92	59,77	3
<b>BN-5</b>	13,4	40,57	3,03
<b>MG-5</b>	7,06	21,13	2,99

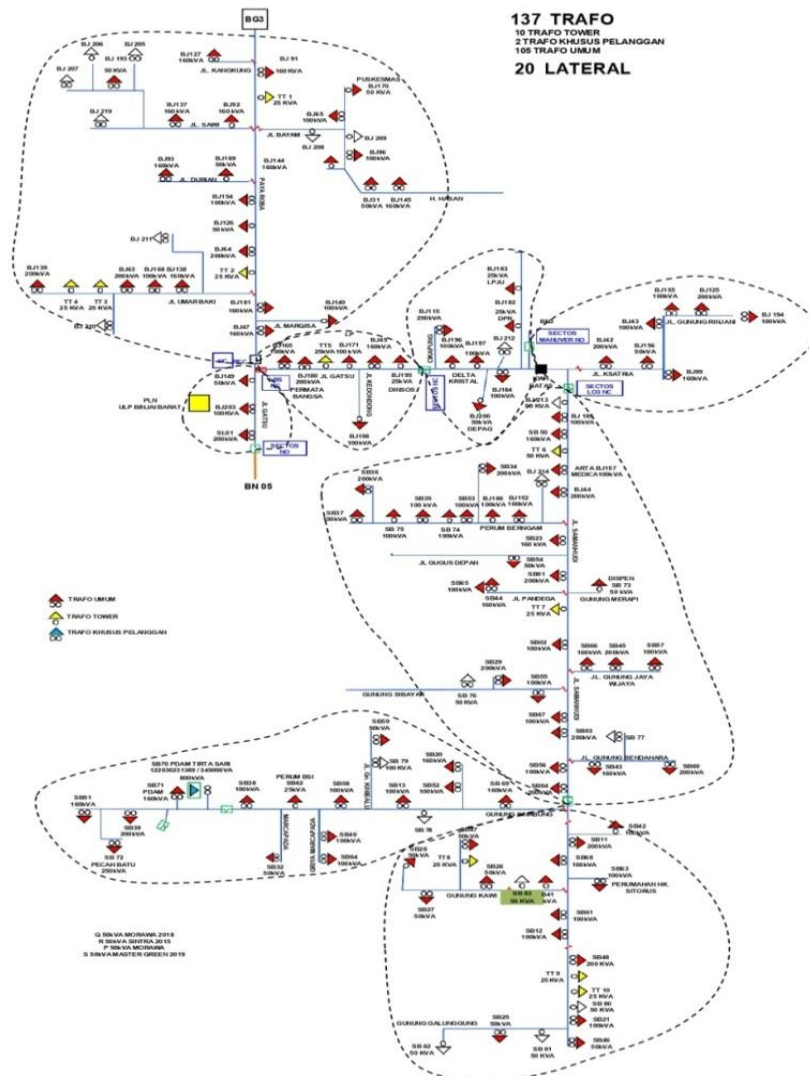
*Sumber : Penulis, 2021*

Setelah nilai indeks keandalan tiap penyulang sistem distribusi PT.PLN Rayon Binjai Barat didapat dengan metode RIA (Reliability Index Asessment), maka penulis juga akan menghitung nilai keandalan tiap penyulang pada sistem distribusi PT.PLN Rayon Binjai Barat dengan metode Section Technique sebagai perbandingan untuk menentukan metode yang efektif digunakan untuk menghitung nilai Indeks Keandalan dari sebuah sistem distribusi khususnya pada PT.PLN Rayon Binjai Barat.



## 4.2 Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode Section Technique

Pada saat perhitungan dengan menggunakan metode *section technique* langkah pertama yang dilakukan dalam menganalisa nilai keandalan dengan adalah dengan membagi penyulang menjadi beberapa *section*. Berikut adalah pembagian *section* dari penyulang BG-3 yang terdiri dari 8 *section*.



Gambar 4.2 Pembagian penyulang BG-3 menjadi 8 section

Setelah terbagi menjadi beberapa *section*, kemudian menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$  LP) dan durasi kegagalan (U LP) tiap-tiap *load point* pada setiap *section*. Penyulang BG-3 sendiri terbagi menjadi 8 *section*, berikut ini adalah perhitungan untuk tiap-tiap *section* penyulang BG-3 :

#### 4.2.1 Section 1

Untuk menghitung frekuensi kegagalan tiap peralatan dengan metode *section technique* dibutuhkan data *failure rate* ( $\lambda$ ) dan panjang saluran seperti pada persamaan 2.11. Sedangkan durasi gangguan adalah perkalian frekuensi gangguan dengan *repair time* yang terdapat pada persamaan 2.12.

$$\lambda \text{ L01} = 0,2 \text{ km/tahun}$$

$$\text{Panjang Saluran} = 0,441 \text{ km}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \lambda \text{LP (fault/tahun)} &= \lambda \text{ L01} \times \text{Panjang saluran} \\ &= 0,2 \times 0,441 \\ &= 0,0882 \text{ kegagalan/tahun} \end{aligned}$$

Diketahui,

$$\lambda \text{ L01} = 0,0882 \text{ kegagalan/tahun}$$

$$\text{repair time (r)} = 3 \text{ jam}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{ULP (Jam/Tahun)} &= \lambda \text{LP} \times r \\ &= 0,0882 \text{ kegagalan/tahun} \times 3 \text{ jam} \\ &= 0,2646 \text{ jam/tahun} \end{aligned}$$

Dengan dilakukan perhitungan yang sama seperti diatas pada seluruh section pada penyulang BG-3, maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4.6.

**Tabel 4. 6 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 1**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda$ LP	Ripair time (r)	U LP
L01	0,2	0,441	0,0882	3	0,2646
L02	0,2	0,648	0,1296	3	0,3888
L03	0,2	0,178	0,0356	3	0,1068
L04	0,2	0,474	0,0948	3	0,2844
L05	0,2	0,459	0,0918	3	0,2754
L06	0,2	0,236	0,0472	3	0,1416
L07	0,2	0,655	0,131	3	0,393
L08	0,2	0,418	0,0836	3	0,2508
L09	0,2	0,323	0,0646	3	0,1938
L10	0,2	0,098	0,0196	3	0,0588
L11	0,2	0,206	0,0412	3	0,1236
L12	0,2	0,463	0,0926	3	0,2778
L13	0,2	0,274	0,0548	3	0,1644
L14	0,2	0,093	0,0186	3	0,0558
L15	0,2	0,275	0,055	3	0,165
L16	0,2	0,271	0,0542	3	0,1626
L17	0,2	0,233	0,0466	3	0,1398
L18	0,2	0,287	0,0574	3	0,1722
L19	0,2	0,602	0,1204	3	0,3612
L20	0,2	0,297	0,0594	3	0,1782
L21	0,2	0,867	0,1734	3	0,5202
L22	0,2	0,259	0,0518	3	0,1554
L23	0,2	0,452	0,0904	3	0,2712
L24	0,2	0,158	0,0316	3	0,0948
L25	0,2	0,445	0,089	3	0,267
L26	0,2	0,377	0,0754	3	0,2262
L27	0,2	0,301	0,0602	3	0,1806
L28	0,2	0,255	0,051	3	0,153
L29	0,2	0,202	0,0404	3	0,1212
L30	0,2	0,086	0,0172	3	0,0516
L31	0,2	0,088	0,0176	3	0,0528
L32	0,2	0,092	0,0184	3	0,0552

L33	0,2	0,087	0,0174	3	0,0522
L34	0,2	0,085	0,017	3	0,051
L35	0,2	0,148	0,0296	3	0,0888
L36	0,2	0,168	0,0336	3	0,1008
L37	0,2	0,074	0,0148	3	0,0444
L38	0,2	0,056	0,0112	3	0,0336
L39	0,2	0,589	0,1178	3	0,3534
L40	0,2	0,082	0,0164	3	0,0492
L41	0,2	0,449	0,0898	3	0,2694
<b>Total</b>			<b>2,4502</b>		<b>7,3506</b>

Sumber : Penulis, 2021

Berdasarkan hasil tabel di atas, didapatkan bahwa nilai  $\lambda$ LP *Section 1* adalah 2,4502 kegagalan/tahun dan nilai ULP *Section 1* adalah 7,3506 jam/tahun. Langkah selanjutnya adalah menentukan indeks keandalan dengan Mengalikan  $\lambda$ LP dan U LP dengan jumlah pelanggan tiap titik beban .

**Tabel 4. 7 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint *Section 1***

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma \lambda$ LP . Ni	$\Sigma$ U LP .Ni	SAIFI	SAIDI
LP1	265	649,303	1947,909	0,034007385	0,10202215
LP2	271	664,0042	1992,0126	0,034777363	0,10433209
LP3	9	22,0518	66,1554	0,001154968	0,0034649
LP4	278	681,1556	2043,4668	0,035675672	0,10702702
LP5	266	651,7532	1955,2596	0,034135715	0,10240714
LP6	159	389,5818	1168,7454	0,020404431	0,06121329
LP7	201	492,4902	1477,4706	0,025794281	0,07738284
LP8	61	149,4622	448,3866	0,007828115	0,02348435
LP9	178	436,1356	1308,4068	0,022842696	0,06852809
LP10	192	470,4384	1411,3152	0,024639313	0,07391794
LP11	73	178,8646	536,5938	0,009368072	0,02810422
LP12	260	637,052	1911,156	0,033365736	0,10009721
LP13	67	164,1634	492,4902	0,008598094	0,02579428
LP14	298	730,1596	2190,4788	0,038242267	0,1147268
LP15	135	330,777	992,331	0,017324517	0,05197355
LP16	47	115,1594	345,4782	0,006031498	0,0180945

LP17	301	737,5102	2212,5306	0,038627256	0,11588177
LP18	24	58,8048	176,4144	0,003079914	0,00923974
LP19	288	705,6576	2116,9728	0,036958969	0,11087691
LP20	106	259,7212	779,1636	0,013602954	0,04080886
LP21	389	953,1278	2859,3834	0,049920274	0,14976082
LP22	18	44,1036	132,3108	0,002309936	0,00692981
LP23	4	9,8008	29,4024	0,000513319	0,00153996
LP24	318	779,1636	2337,4908	0,040808862	0,12242659
LP25	115	281,773	845,319	0,014757922	0,04427377
LP26	201	492,4902	1477,4706	0,025794281	0,07738284
LP27	273	668,9046	2006,7138	0,035034023	0,10510207
<b>Total</b>				<b>0,615597832</b>	<b>1,84679349</b>

Sumber : Penulis, 2021

Setelah nilai  $\lambda$  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. Menurut persamaan 2.13 Cara untuk menghitung nilai SAIFI sebagai berikut :

$$SAIFI LP1 = \frac{\sum \lambda_{LP} \cdot N_i}{N_i}$$

$$SAIFI LP1 = \frac{649,303}{19093} = 0,034007385 \text{ kali/tahun}$$

Kemudian hitung nilai seluruh LP pada *section* 1 yaitu LP1 – LP27 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 0,615597832 kali/tahun.

Untuk mencari nilai SAIDI tiap LP seperti yang tertera pada persamaan 2.14, yaitu :

$$SAIDI LP1 = \frac{\sum U_{LP} \cdot N_i}{N_i}$$

$$SAIDI LP1 = \frac{1947,909}{19093} = 0,10202215 \text{ jam/tahun}$$

Cara yang sama digunakan untuk mencari nilai SAIDI LP2 – LP27. Berdasarkan perhitungan tabel diatas, didapatkan nilai SAIDI untuk *section* 1 sebesar 1,84679349 jam/tahun.

Untuk menghitung nilai CAIDI *section* 1 yaitu dengan menggunakan persamaan 2.15 sebagai berikut :

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

$$CAIDI = \frac{1,84679349}{0,615597832} = 3 \text{ jam /gangguan}$$

Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section* 1 dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 8 Indeks Keandalan Section 1**

SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
0,615597832	1,84679349	3

*Sumber : Penulis, 2021*

#### 4.2.2 Section 2

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

**Tabel 4. 9 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 2**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda$ LP	Repair time (r)	U LP
L42	0,2	0,071	0,0142	3	0,0426
L43	0,2	0,467	0,0934	3	0,2802
L44	0,2	0,252	0,0504	3	0,1512

L45	0,2	0,216	0,0432	3	0,1296
<b>Total</b>			<b>0,158</b>		<b>0,6036</b>

Sumber : Penulis, 2021

**Tabel 4. 10 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 2**

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma\lambda LP \cdot Ni$	$\Sigma U LP \cdot Ni$	SAIFI	SAIDI
LP28	84	13,272	50,7024	0,000695124	0,00265555
LP29	188	29,704	113,4768	0,001555753	0,00594337
LP30	243	38,394	146,6748	0,002010894	0,00768212
<b>Total</b>				<b>0,004261771</b>	<b>0,01628105</b>

Sumber : Penulis, 2021

Hasil perhitungan indeks keandalan pada section 2 dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 11 Indeks Keandalan Section 2**

SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
0,004261771	0,01628105	3,820253165

Sumber : Penulis, 2021

#### 4.2.3 Section 3

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

**Tabel 4. 12 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 3**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda$ LP	Ripair time (r)	U LP
L46	0,2	0,155	0,031	3	0,093
L47	0,2	0,165	0,033	3	0,099
L48	0,2	0,133	0,0266	3	0,0798
L49	0,2	0,136	0,0272	3	0,0816
L50	0,2	0,045	0,009	3	0,027
L51	0,2	0,093	0,0186	3	0,0558
L52	0,2	0,355	0,071	3	0,213

L53	0,2	0,097	0,0194	3	0,0582
L54	0,2	0,095	0,019	3	0,057
<b>Total</b>			<b>0,2548</b>		<b>0,7644</b>

Sumber : Penulis, 2021

**Tabel 4. 13 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 3**

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma \lambda LP \cdot Ni$	$\Sigma U LP \cdot Ni$	SAIFI	SAIDI
LP31	107	27,2636	81,7908	0,001427937	0,00428381
LP32	1	0,2548	0,7644	1,33452E-05	4,0036E-05
LP33	4	1,0192	3,0576	5,33808E-05	0,00016014
LP34	1	0,2548	0,7644	1,33452E-05	4,0036E-05
LP35	198	50,4504	151,3512	0,002642351	0,00792705
LP36	277	70,5796	211,7388	0,003696622	0,01108987
LP37	1	0,2548	0,7644	1,33452E-05	4,0036E-05
<b>Total</b>				<b>0,007860326</b>	<b>0,01929717</b>

Sumber : Penulis, 2021

Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section 3* dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 14 Indeks Keandalan Section 3**

SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
0,007860326	0,01929717	2,455008489

Sumber : Penulis, 2021

#### 4.2.4 Section 4

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

**Tabel 4. 15 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 4**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda$ LP	Ripair time (r)	U LP
L55	0,2	0,481	0,0962	3	0,2886
L56	0,2	0,056	0,0112	3	0,0336



L57	0,2	0,092	0,0184	3	0,0552
L58	0,2	0,119	0,0238	3	0,0714
L59	0,2	0,068	0,0136	3	0,0408
L60	0,2	0,347	0,0694	3	0,2082
L61	0,2	0,028	0,0056	3	0,0168
L62	0,2	0,034	0,0068	3	0,0204
L63	0,2	0,455	0,091	3	0,273
L64	0,2	0,405	0,081	3	0,243
L65	0,2	0,083	0,0166	3	0,0498
L66	0,2	0,047	0,0094	3	0,0282
<b>Total</b>			<b>0,443</b>		<b>1,0404</b>

Sumber : Penulis, 2021

**Tabel 4. 16 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint 4**

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma\lambda$ LP . Ni	$\Sigma U$ LP .Ni	SAIFI	SAIDI
LP38	355	157,265	369,342	0,008236788	0,01934437
LP39	126	55,818	131,0904	0,00292348	0,00686589
LP40	144	63,792	149,8176	0,00334112	0,00784673
LP41	1	0,443	1,0404	2,32022E-05	5,4491E-05
LP42	186	82,398	193,5144	0,004315613	0,01013536
LP43	1	0,443	1,0404	2,32022E-05	5,4491E-05
LP44	1	0,443	1,0404	2,32022E-05	5,4491E-05
<b>Total</b>				<b>0,018886608</b>	<b>0,04435582</b>

Sumber : Penulis, 2021

Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section* 4 dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 17 Indeks Keandalan Section 4**

SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
0,018886608	0,04435582	2,348532731

Sumber : Penulis, 2021

#### 4.2.5 Section 5

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

**Tabel 4. 18 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 5**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda$ LP	Ripair time (r)	U LP
Line67	0,2	0,125	0,025	3	0,075
Line68	0,2	0,058	0,0116	3	0,0348
Line69	0,2	0,241	0,0482	3	0,1446
Line70	0,2	0,223	0,0446	3	0,1338
Line71	0,2	0,314	0,0628	3	0,1884
Line72	0,2	0,089	0,0178	3	0,0534
Line73	0,2	0,053	0,0106	3	0,0318
Line74	0,2	0,788	0,1576	3	0,4728
Line75	0,2	0,093	0,0186	3	0,0558
Line76	0,2	0,204	0,0408	3	0,1224
Line77	0,2	0,278	0,0556	3	0,1668
<b>Total</b>			<b>0,4932</b>		<b>1,4796</b>

Sumber : Penulis, 2021

**Tabel 4. 19 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 5**

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma \lambda$ LP . Ni	$\Sigma$ U LP .Ni	SAIFI	SAIDI
LP45	314	154,8648	464,5944	0,008111077	0,02433323
LP46	94	46,3608	139,0824	0,002428157	0,00728447
LP47	282	139,0824	417,2472	0,007284471	0,02185341
LP48	153	75,4596	226,3788	0,003952213	0,01185664
LP49	144	71,0208	213,0624	0,00371973	0,01115919
LP50	265	130,698	392,094	0,006845336	0,02053601
LP51	202	99,6264	298,8792	0,005217954	0,01565386
<b>Total</b>				<b>0,037558938</b>	<b>0,11267681</b>

Sumber : Penulis, 2021

Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section 5* dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 20 Indeks Keandalan Section 5**

SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
0,037558938	0,11267681	3

*Sumber : Penulis, 2021*

#### 4.2.6 Section 6

Proses perhitungan indeks keandalan pada *section 6* dilakukan sama seperti halnya pada *section 1*. perhitungan indeks keandalan pada *section 6* adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 21 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 6**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda$ LP	Repair time (r)	ULP
L78	0,2	0,093	0,0186	3	0,0558
L79	0,2	0,085	0,017	3	0,051
L80	0,2	0,086	0,0172	3	0,0516
L81	0,2	0,066	0,0132	3	0,0396
L82	0,2	0,087	0,0174	3	0,0522
L83	0,2	0,138	0,0276	3	0,0828
L84	0,2	0,419	0,0838	3	0,2514
L85	0,2	0,197	0,0394	3	0,1182
L86	0,2	0,163	0,0326	3	0,0978
L87	0,2	0,088	0,0176	3	0,0528
L88	0,2	0,084	0,0168	3	0,0504
L89	0,2	0,078	0,0156	3	0,0468
L90	0,2	0,588	0,1176	3	0,3528
L91	0,2	0,089	0,0178	3	0,0534
L92	0,2	0,082	0,0164	3	0,0492
L93	0,2	0,105	0,021	3	0,063
L94	0,2	0,287	0,0574	3	0,1722
L95	0,2	0,378	0,0756	3	0,2268
L96	0,2	0,546	0,1092	3	0,3276
L97	0,2	0,292	0,0584	3	0,1752
L98	0,2	0,367	0,0734	3	0,2202

L99	0,2	0,651	0,1302	3	0,3906
L100	0,2	0,458	0,0916	3	0,2748
L101	0,2	0,355	0,071	3	0,213
L102	0,2	0,657	0,1314	3	0,3942
L103	0,2	0,456	0,0912	3	0,2736
L104	0,2	0,287	0,0574	3	0,1722
L105	0,2	0,887	0,1774	3	0,5322
L106	0,2	0,298	0,0596	3	0,1788
L107	0,2	0,052	0,0104	3	0,0312
L108	0,2	0,102	0,0204	3	0,0612
L109	0,2	0,111	0,0222	3	0,0666
L110	0,2	0,081	0,0162	3	0,0486
L111	0,2	0,078	0,0156	3	0,0468
L112	0,2	0,375	0,075	3	0,225
L113	0,2	0,067	0,0134	3	0,0402
L114	0,2	0,283	0,0566	3	0,1698
L115	0,2	0,502	0,1004	3	0,3012
L116	0,2	0,198	0,0396	3	0,1188
L117	0,2	0,298	0,0596	3	0,1788
L118	0,2	0,181	0,0362	3	0,1086
L119	0,2	0,366	0,0732	3	0,2196
L120	0,2	0,455	0,091	3	0,273
L121	0,2	0,237	0,0474	3	0,1422
L122	0,2	0,047	0,0094	3	0,0282
<b>Total</b>			<b>2,36</b>		<b>7,08</b>

Sumber : Penulis, 2021

**Tabel 4. 22 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 6**

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma \lambda LP \cdot Ni$	$\Sigma U LP \cdot Ni$	SAIFI	SAIDI
LP52	55	129,8	389,4	0,006798303	0,02039491
LP53	167	394,12	1182,36	0,02064212	0,06192636
LP54	254	599,44	1798,32	0,0313958	0,0941874
LP55	12	28,32	84,96	0,001483266	0,0044498
LP56	1	2,36	7,08	0,000123606	0,00037082
LP57	422	995,92	2987,76	0,052161525	0,15648458
LP58	141	332,76	998,28	0,017428377	0,05228513
LP59	98	231,28	693,84	0,01211334	0,03634002

LP60	318	750,48	2251,44	0,039306552	0,11791966
LP61	106	250,16	750,48	0,013102184	0,03930655
LP62	134	316,24	948,72	0,016563138	0,04968941
LP63	140	330,4	991,2	0,017304771	0,05191431
LP64	302	712,72	2138,16	0,037328864	0,11198659
LP65	178	420,08	1260,24	0,022001781	0,06600534
LP66	285	672,6	2017,8	0,03522757	0,10568271
LP67	120	283,2	849,6	0,014832661	0,04449798
LP68	302	712,72	2138,16	0,037328864	0,11198659
LP69	209	493,24	1479,72	0,025833552	0,07750065
LP70	154	363,44	1090,32	0,019035249	0,05710575
LP71	1	2,36	7,08	0,000123606	0,00037082
LP72	10	23,6	70,8	0,001236055	0,00370817
LP73	187	441,32	1323,96	0,02311423	0,06934269
LP74	226	533,36	1600,08	0,027934845	0,08380454
LP75	284	670,24	2010,72	0,035103965	0,10531189
LP76	154	363,44	1090,32	0,019035249	0,05710575
LP77	122	287,92	863,76	0,015079872	0,04523962
LP78	209	493,24	1479,72	0,025833552	0,07750065
LP79	57	134,52	403,56	0,007045514	0,02113654
LP80	129	304,44	913,32	0,015945111	0,04783533
LP81	285	672,6	2017,8	0,03522757	0,10568271
LP82	138	325,68	977,04	0,01705756	0,05117268
LP83	457	1078,52	3235,56	0,056487718	0,16946315
LP84	283	667,88	2003,64	0,034980359	0,10494108
LP85	316	745,76	2237,28	0,039059341	0,11717802
LP86	270	637,2	1911,6	0,033373488	0,10012046
<b>Total</b>				<b>0,806649557</b>	<b>2,41994867</b>

Sumber : Penulis, 2021

Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section* 6 dapat dilihat pada table berikut :

<b>Tabel 4. 23 Indeks Keandalan Section 6</b>		
<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>	<b>CAIDI</b>
<b>(kali/tahun)</b>	<b>(jam/tahun)</b>	<b>(jam/gangguan)</b>
0,806649557	2,41994867	3

Sumber : Penulis, 2021

#### 4.2.7 Section 7

Proses perhitungan indeks keandalan pada *section 7* dilakukan sama seperti halnya pada *section 1*. perhitungan indeks keandalan pada *section 7* adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 24 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 7**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda$ LP	Ripair time (r)	U LP
L123	0,2	0,773	0,1546	3	0,4638
L124	0,2	0,665	0,133	3	0,399
L125	0,2	0,479	0,0958	3	0,2874
L126	0,2	0,407	0,0814	3	0,2442
L127	0,2	0,312	0,0624	3	0,1872
L128	0,2	0,225	0,045	3	0,135
L129	0,2	0,343	0,0686	3	0,2058
L130	0,2	0,503	0,1006	3	0,3018
L131	0,2	0,26	0,052	3	0,156
L132	0,2	0,187	0,0374	3	0,1122
L133	0,2	0,181	0,0362	3	0,1086
L134	0,2	0,225	0,045	3	0,135
L135	0,2	0,21	0,042	3	0,126
L136	0,2	0,195	0,039	3	0,117
L137	0,2	0,097	0,0194	3	0,0582
L138	0,2	0,686	0,1372	3	0,4116
L139	0,2	0,243	0,0486	3	0,1458
L140	0,2	0,091	0,0182	3	0,0546
L141	0,2	0,097	0,0194	3	0,0582
L142	0,2	0,106	0,0212	3	0,0636
L143	0,2	0,142	0,0284	3	0,0852
L144	0,2	0,105	0,021	3	0,063
L145	0,2	0,096	0,0192	3	0,0576
L146	0,2	0,334	0,0668	3	0,2004
L147	0,2	0,263	0,0526	3	0,1578
L148	0,2	0,137	0,0274	3	0,0822

L149	0,2	0,492	0,0984	3	0,2952
L150	0,2	0,094	0,0188	3	0,0564
L151	0,2	0,027	0,0054	3	0,0162
<b>Total</b>			<b>1,595</b>		<b>4,785</b>

Sumber : Penulis, 2021

**Tabel 4. 25 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 7**

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma\lambda LP \cdot Ni$	$\Sigma U LP \cdot Ni$	SAIFI	SAIDI
LP87	265	422,675	1268,025	0,022137694	0,06641308
LP88	107	170,665	511,995	0,008938616	0,02681585
LP89	166	264,77	794,31	0,013867386	0,04160216
LP90	174	277,53	832,59	0,014535694	0,04360708
LP91	59	94,105	282,315	0,00492877	0,01478631
LP92	124	197,78	593,34	0,01035877	0,03107631
LP93	124	197,78	593,34	0,01035877	0,03107631
LP94	124	197,78	593,34	0,01035877	0,03107631
LP95	78	124,41	373,23	0,006516001	0,019548
LP96	40	63,8	191,4	0,003341539	0,01002462
LP97	78	124,41	373,23	0,006516001	0,019548
LP98	122	194,59	583,77	0,010191693	0,03057508
LP99	1	1,595	4,785	8,35385E-05	0,00025062
LP100	1	1,595	4,785	8,35385E-05	0,00025062
LP101	218	347,71	1043,13	0,018211386	0,05463416
LP102	182	290,29	870,87	0,015204001	0,045612
LP103	292	465,74	1397,22	0,024393233	0,0731797
<b>Total</b>				<b>0,180025402</b>	<b>0,54007621</b>

Sumber : Penulis, 2021

Hasil perhitungan indeks keandalan pada section 7 dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 26 Indeks Keandalan Section 7**

SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
0,180025402	0,54007621	3

Sumber : Penulis, 2021

#### 4.2.8 Section 8

Proses perhitungan indeks keandalan pada *section 8* dilakukan sama seperti halnya pada *section 1*. perhitungan indeks keandalan pada *section 8* adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 27 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 8**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda$ LP	Ripair time (r)	U LP
L152	0,2	0,055	0,011	3	0,033
L153	0,2	0,084	0,0168	3	0,0504
L154	0,2	0,238	0,0476	3	0,1428
L155	0,2	0,076	0,0152	3	0,0456
L156	0,2	0,146	0,0292	3	0,0876
L157	0,2	0,216	0,0432	3	0,1296
L158	0,2	0,301	0,0602	3	0,1806
L159	0,2	0,174	0,0348	3	0,1044
L160	0,2	0,142	0,0284	3	0,0852
L161	0,2	0,113	0,0226	3	0,0678
L162	0,2	0,065	0,013	3	0,039
L163	0,2	0,024	0,0048	3	0,0144
L164	0,2	0,116	0,0232	3	0,0696
L165	0,2	0,254	0,0508	3	0,1524
L166	0,2	0,124	0,0248	3	0,0744
L167	0,2	0,236	0,0472	3	0,1416
L168	0,2	0,126	0,0252	3	0,0756
L169	0,2	0,143	0,0286	3	0,0858
L170	0,2	0,278	0,0556	3	0,1668
L171	0,2	0,111	0,0222	3	0,0666
L172	0,2	0,074	0,0148	3	0,0444
L173	0,2	0,076	0,0152	3	0,0456
L174	0,2	0,084	0,0168	3	0,0504
L175	0,2	0,234	0,0468	3	0,1404
L176	0,2	0,257	0,0514	3	0,1542
L177	0,2	0,108	0,0216	3	0,0648
L178	0,2	0,087	0,0174	3	0,0522
L179	0,2	0,093	0,0186	3	0,0558



L180	0,2	0,214	0,0428	3	0,1284
L181	0,2	0,344	0,0688	3	0,2064
L182	0,2	0,573	0,1146	3	0,3438
L183	0,2	0,197	0,0394	3	0,1182
<b>Total</b>			<b>1,0726</b>		<b>3,2178</b>

Sumber : Penulis, 2021

**Tabel 4. 28 Perhitungan indeks keandalan tiap loadpoint Section 8**

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma\lambda$ LP . Ni	$\Sigma U$ LP . Ni	SAIFI	SAIDI
LP104	126	135,1476	405,4428	0,007078385	0,02123515
LP105	132	141,5832	424,7496	0,007415451	0,02224635
LP106	132	141,5832	424,7496	0,007415451	0,02224635
LP107	117	125,4942	376,4826	0,006572786	0,01971836
LP108	68	154,4544	218,8104	0,008089583	0,01146024
LP109	201	284,239	646,7778	0,014887079	0,03387513
LP110	127	216,6652	408,6606	0,011347887	0,02140369
LP111	10	10,726	32,178	0,000561777	0,00168533
LP112	90	96,534	289,602	0,005055989	0,01516797
LP113	124	133,0024	399,0072	0,006966029	0,02089809
LP114	94	100,8244	302,4732	0,0052807	0,0158421
LP115	95	101,897	305,691	0,005336877	0,01601063
LP116	162	173,7612	521,2836	0,00910078	0,02730234
LP117	220	235,972	707,916	0,012359084	0,03707725
LP118	4	4,2904	12,8712	0,000224711	0,00067413
LP119	6	6,4356	19,3068	0,000337066	0,0010112
LP120	39	41,8314	125,4942	0,002190929	0,00657279
LP121	148	158,7448	476,2344	0,008314293	0,02494288
LP122	124	133,0024	399,0072	0,006966029	0,02089809
LP123	84	90,0984	270,2952	0,004718923	0,01415677
LP124	84	90,0984	270,2952	0,004718923	0,01415677
LP125	56	60,0656	180,1968	0,003145949	0,00943785
<b>Total</b>				<b>0,13808468</b>	<b>0,37801945</b>

Sumber : Penulis, 2021

Hasil perhitungan indeks keandalan pada *section* 8 dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4. 29 Indeks Keandalan Section 8**

SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
0,13808468	0,37801945	2,737591538

*Sumber : Penulis, 2021*

Setelah nilai indeks keandalan setiap *section* diketahui, maka dapat diperoleh nilai indeks keandalan penyulang BG-3 dengan cara menjumlahkan-menjumlahkan nilai indeks keandalan tiap *section*, kecuali untuk nilai CAIDI. Untuk memperoleh nilai CAIDI penyulang BG-3 tetap dengan cara membagi SAIDI total dengan SAIFI total seperti pada persamaan 2.5. Berikut perhitungan nilai indeks keandalan penyulang BG-3 :

**Tabel 4. 30 Indeks keandalan penyulang BG-3 Metode *section technique***

	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
Section 1	0,615597832	1,846793495	3
Section 2	0,004261771	0,016281045	3,820253165
Section 3	0,007860326	0,019297167	2,455008489
Section 4	0,018886608	0,044355816	2,348532731
Section 5	0,037558938	0,112676813	3
Section 6	0,806649557	2,419948672	3
Section 7	0,180025402	0,540076206	3
Section 8	0,13808468	0,378019452	2,737591538
<b>Total</b>	<b>1,808925114</b>	<b>5,377448667</b>	<b>2,9727315</b>

*Sumber : Penulis, 2021*

Berdasarkan perhitungan diatas, diperolehlah nilai indeks keandalan penyulang BG-3 yaitu nilai SAIFI 1,81 kali/tahun, SAIDI 5,38 jam/tahun dan CAIDI

2,97 jam/gangguan. Kemudian Proses perhitungan yang sama dilakukan disetiap penyulang sistem distribusi Binjai Barat.

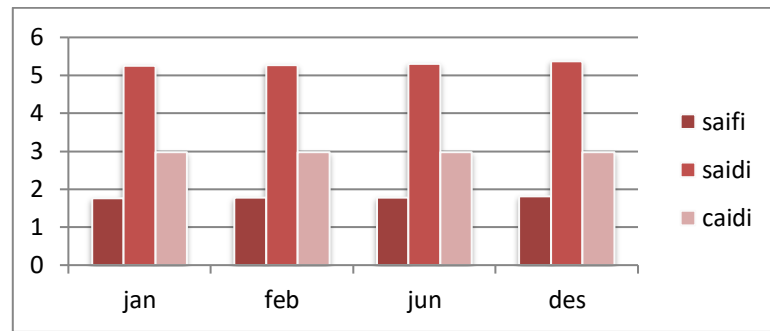
Sesuai dengan Perhitungan dengan metode Section technique diatas, maka proses yang sama juga dilakukan terhadap perhitungan indeks keandalan pada bulan januari yang memiliki jumlah pelanggan paling sedikit pada tahun 2020 yaitu 18.702 pelanggan, bulan febuari 18.737 pelanggan, bulan juni 18.873 pelanggan dan pada bulan desember memiliki jumlah pelanggan yang paling banyak yaitu 19.093 pelanggan seperti tabel berikut :

**Tabel 4. 31 Indeks keandalan perbulan penyulang BG-3 metode *section technique***

<b>Indeks Keandalan Perbulan Penyulang BG-3 Menggunakan Metode ST</b>				
	Januari	Febuari	Juni	Desember
SAIFI (kali/tahun)	1,7666	1,7711	1,7843	1,8089
SAIDI(jam/tahun)	5,2506	5,2640	5,3037	5,3775
CAIDI (jam/gangguan)	2,9721	2,9722	2,9724	2,9727

*Sumber : Penulis, 2021*

Hasil dari perhitungan beberapa bulan sampai akhir tahun indeks keandalan penyulang BG-3 menggunakan metode section technique pada tabel menunjukkan bahwa nilai SAIFI, SAIDI dan CAIDI memiliki nilai yang tidak jauh berbeda setiap bulannya namun bertambahnya jumlah pelanggan juga dapat mempengaruhi tingkat keandalan dalam sistem distribusi.



Gambar 4. 3 Grafik nilai indek keandalan perbulan penyulang BG-3 Metode *section technique*  
 Sumber : Penulis, 2021

Pada gambar menunjukkan perbandingan nilai keandalan penyulang BG-3 seperti garis lurus dikarenakan nilai indeks keandalan perbulannya memiliki nilai keandalan yang tidak jauh berbeda setiap bulannya.

Dari proses keseluruhan maka diperoleh hasil perhitungan nilai indeks keandalan sistem distribusi Binjai Barat menggunakan metode *section technique* adalah seperti tabel 4.32 berikut ini :

**Tabel 4. 32 Data perhitungan Indeks Keandalan sistem distribusi Binjai Barat Metode *section technique***

Penyulang	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
<b>BG-3</b>	1,81	5,38	2,97
<b>MG-4</b>	3,14	9,41	3
<b>BN-4</b>	4,19	12,56	3
<b>BN-5</b>	1,80	5,40	3
<b>MG-5</b>	4,40	13,21	3

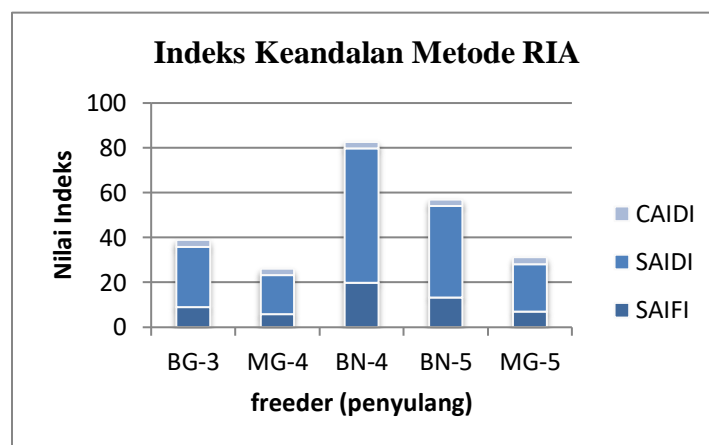
Sumber : Penulis, 2021

Setelah nilai indeks keandalan tiap penyulang pada sistem distribusi PT.PLN Rayon Binjai Barat didapat dengan metode RIA (*Reliability Index Assessment*) dan

metode *Section Technique* maka penulis dapat melakukan perbandingan nilai indeks keandalan yaitu SAIFI, SAIDI dan CAIDI terhadap dua metode yang penulis gunakan yaitu metode RIA dan metode *Section Technique*.

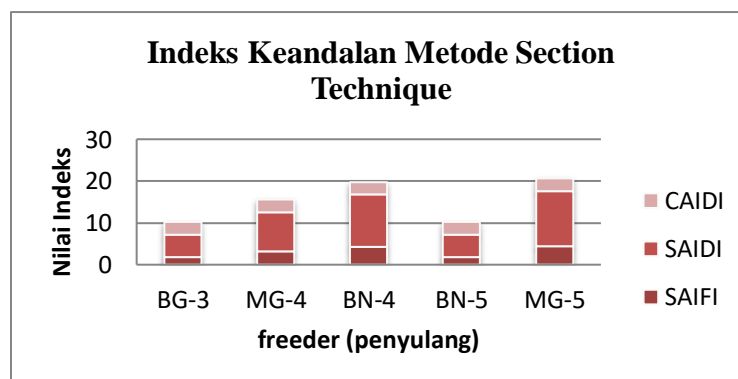
Hasil perbandingan nilai indeks keandalan yang penulis dapat dari dua metode tersebut dapat dikatakan sangat berbanding jauh nilai indeks keandalannya.

Berikut diagram perhitungan nilai indeks keandalan dengan metode RIA :



Gambar 4.4 Grafik nilai indeks keandalan tiap penyulang Rayon Binjai Barat Metode RIA  
Sumber : Penulis, 2021

Berikut diagram perhitungan nilai indeks keandalan dengan metode *Section Technique* :



Gambar 4. 5 Grafik nilai indeks keandalan tiap penyulang Rayon Binjai Barat Metode *section technique*  
Sumber : Penulis, 2021

Dari diagram diatas dapat dilihat bahwa pada saat perhitungan menggunakan metode RIA nilai indeks keandalan sangat tinggi sedangkan pada saat perhitungan dengan menggunakan metode Section Technique indeks keandalan tiap penyulang terbilang rendah.

Maka, dari perbandingan dua metode tersebut penulis membuat penggabungan dari dua metode tersebut yaitu metode RIA (*Reliability Index Assessment*) dan *Section Technique* untuk mendapatkan perbandingan nilai indeks keandalan tiap-tiap penyulang pada sistem distribusi dan membandingkan metode yang efisien digunakan untuk menghitung nilai Indeks keandalan sistem distribusi PT.PLN Rayon Binjai Barat.

### **4.3 Perhitungan Indeks Keandalan Menggunakan Metode Gabungan**

Metode gabungan adalah Menghitung keandalan penyulang dengan metode gabungan *Section Technique* dan RIA, dimana pada metode ini terdapat proses pembagian struktur jaringan sistem (seperti metode *Section Technique*) dan adanya penambahan parameter *momentary failure rate* ke dalam perhitungan (seperti metode RIA).

#### **4.3.1 Section 1**

Untuk menghitung laju kegagalan pada saluran penyulang pejangkungan menggunakan metode Gabungan Section Technique-Ria ialah dengan persamaan 2.6 sebagai berikut.

Diketahui,

$$\lambda_{L01} = 0,2 \text{ km/tahun}$$

$$\text{Momentary} = 0,003 \text{ km/tahun}$$

$$\text{Panjang Saluran} = 0,441 \text{ km}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \lambda_i \text{ (fault/tahun)} &= (\lambda L1 + \text{Momentary}) \times \text{Panjang saluran} \\ &= (0,2 + 0,003) \times 0,441 \\ &= 0,089523 \text{ kegagalan/tahun} \end{aligned}$$

Diketahui,

$$\lambda L01 = 0,089523$$

$$\text{repair time (r)} = 3 \text{ jam}$$

Sehingga durasi kegagalan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} U_i \text{ (Jam/Tahun)} &= \lambda_i \times r \\ &= 0,089523 \times 3 \\ &= 0,268569 \text{ jam/tahun} \end{aligned}$$

Dengan dilakukan perhitungan yang sama seperti diatas pada seluruh saluran pada penyulang BG-3, maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4.33.

**Tabel 4. 33 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Section 1 Metode Gabungan**

Alat	$\lambda$ Peralatan (SPLN)	$\lambda$ Momentary	Panjang Saluran (Kms)	$\lambda_i$	Ripair time (r)	$U_i$
L01	0,2	0,003	0,441	0,089523	3	0,268569
L02	0,2	0,003	0,648	0,131544	3	0,394632
L03	0,2	0,003	0,178	0,036134	3	0,108402
L04	0,2	0,003	0,474	0,096222	3	0,288666
L05	0,2	0,003	0,459	0,093177	3	0,279531
L06	0,2	0,003	0,236	0,047908	3	0,143724
L07	0,2	0,003	0,655	0,132965	3	0,398895

L08	0,2	0,003	0,418	0,084854	3	0,254562
L09	0,2	0,003	0,323	0,065569	3	0,196707
L10	0,2	0,003	0,098	0,019894	3	0,059682
L11	0,2	0,003	0,206	0,041818	3	0,125454
L12	0,2	0,003	0,463	0,093989	3	0,281967
L13	0,2	0,003	0,274	0,055622	3	0,166866
L14	0,2	0,003	0,093	0,018879	3	0,056637
L15	0,2	0,003	0,275	0,055825	3	0,167475
L16	0,2	0,003	0,271	0,055013	3	0,165039
L17	0,2	0,003	0,233	0,047299	3	0,141897
L18	0,2	0,003	0,287	0,058261	3	0,174783
L19	0,2	0,003	0,602	0,122206	3	0,366618
L20	0,2	0,003	0,297	0,060291	3	0,180873
L21	0,2	0,003	0,867	0,176001	3	0,528003
L22	0,2	0,003	0,259	0,052577	3	0,157731
L23	0,2	0,003	0,452	0,091756	3	0,275268
L24	0,2	0,003	0,158	0,032074	3	0,096222
L25	0,2	0,003	0,445	0,090335	3	0,271005
L26	0,2	0,003	0,377	0,076531	3	0,229593
L27	0,2	0,003	0,301	0,061103	3	0,183309
L28	0,2	0,003	0,255	0,051765	3	0,155295
L29	0,2	0,003	0,202	0,041006	3	0,123018
L30	0,2	0,003	0,086	0,017458	3	0,052374
L31	0,2	0,003	0,088	0,017864	3	0,053592
L32	0,2	0,003	0,092	0,018676	3	0,056028
L33	0,2	0,003	0,087	0,017661	3	0,052983
L34	0,2	0,003	0,085	0,017255	3	0,051765
L35	0,2	0,003	0,148	0,030044	3	0,090132
L36	0,2	0,003	0,168	0,034104	3	0,102312
L37	0,2	0,003	0,074	0,015022	3	0,045066
L38	0,2	0,003	0,056	0,011368	3	0,034104
L39	0,2	0,003	0,589	0,119567	3	0,358701
L40	0,2	0,003	0,082	0,016646	3	0,049938
L41	0,2	0,003	0,449	0,091147	3	0,273441
<b>Total</b>				<b>2,486953</b>		<b>7,460859</b>

*Sumber : Penulis, 2021*



Berdasarkan hasil tabel di atas, didapatkan bahwa nilai  $\lambda_i$  section 1 adalah 2,486953 kegagalan/tahun dan nilai  $U_i$  section 1 adalah 7,460859 jam/tahun. Langkah selanjutnya adalah mengalikan nilai  $\lambda_i$  dengan jumlah pelanggan serta nilai  $U_i$  dengan pelanggan dari tiap titik beban.

Nilai jumlah pelanggan di atas akan dikalikan dengan nilai  $\lambda_i$  dan  $U_i$  pada tabel. Sebagai contoh diambil pada titik beban 1, nilai  $\lambda_i \times$  pelanggan adalah sebesar  $2,486953 \times 265 = 659,042545$  dan nilai  $U_i \times$  pelanggan adalah sebesar  $7,460859 \times 265 = 1977,12764$ . Proses perhitungan yang sama juga dilakukan pada titik beban yang lain. Berikut ini merupakan hasil  $\lambda \times$  pelanggan dan  $U \times$  pelanggan dari tiap titik beban :

**Tabel 4. 34  $\lambda_i \times$  pelanggan dan  $U_i \times$  pelanggan Section 1**

Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Ni)	$\Sigma \lambda \text{ LP} \cdot \text{Ni}$	$\Sigma U \text{ LP} \cdot \text{Ni}$
LP1	265	659,042545	1977,12764
LP2	271	673,964263	2021,89279
LP3	9	22,382577	67,147731
LP4	278	691,372934	2074,1188
LP5	266	661,529498	1984,58849
LP6	159	395,425527	1186,27658
LP7	201	499,877553	1499,63266
LP8	61	151,704133	455,112399
LP9	178	442,677634	1328,0329
LP10	192	477,494976	1432,48493
LP11	73	181,547569	544,642707
LP12	260	646,60778	1939,82334
LP13	67	166,625851	499,877553
LP14	298	741,111994	2223,33598
LP15	135	335,738655	1007,21597
LP16	47	116,886791	350,660373
LP17	301	748,572853	2245,71856
LP18	24	59,686872	179,060616

LP19	288	716,242464	2148,72739
LP20	106	263,617018	790,851054
LP21	389	967,424717	2902,27415
LP22	18	44,765154	134,295462
LP23	4	9,947812	29,843436
LP24	318	790,851054	2372,55316
LP25	115	285,999595	857,998785
LP26	201	499,877553	1499,63266
LP27	273	678,938169	2036,81451
<b>Total</b>	<b>4797</b>	<b>11929,91354</b>	<b>35789,7406</b>

Sumber : Penulis, 2021

Nilai dari masing-masing titik beban kemudian dijumlahkan dan didapatkan nilai  $\sum \lambda LP \cdot Ni$  dan nilai  $\sum U LP \cdot Ni$  untuk digunakan mencari indeks keandalan penyulang dengan metode *Section Technique-RIA*. Proses yang sama juga dilakukan untuk *section* yang lain. Berikut ini merupakan hasil perhitungan indeks keandalan :

**Tabel 4. 35 Perhitungan Indeks Keandalan Metode Gabungan**

	$\sum \lambda LP \cdot Ni$	$\sum U LP \cdot Ni$	$\sum Ni$
Section1	11929,91354	35789,74062	4797
Section 2	82,59055	315,51681	515
Section 3	166,795965	500,387895	589
Section4	373,942646	1074,733968	814
Section 5	659,68707	1979,06121	1454
Section 6	15938,40412	47815,21235	6526
Section 7	3497,532675	10492,59803	2155
Section 8	2591,171982	7093,570491	2243
<b>Total</b>	<b>35240,03855</b>	<b>105060,8214</b>	<b>19093</b>

Sumber : Penulis, 2021

**a. Perhitungan SAIFI Metode Gabungan :**

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \cdot Ni}{Ni}$$

$$SAIFI = \frac{(\sum \lambda_i \cdot Ni)_{Section 1} + (\sum \lambda_i \cdot Ni)_{Section 2} + \dots + (\sum \lambda_i \cdot Ni)_{Section 8}}{Ni_{Section 1} + Ni_{Section 2} + \dots + Ni_{Section 8}}$$

$$= \frac{35240,03855 \text{ kali/tahun}}{19093 \text{ Pelanggan}}$$

$$= 1,845704632 \text{ Kali/tahun}$$

**b. Perhitungan SAIDI Metode Gabungan :**

$$SAIDI = \frac{\sum U_i \cdot Ni}{Ni}$$

$$SAIDI = \frac{(\sum U_i \cdot Ni)_{Section 1} + (\sum U_i \cdot Ni)_{Section 2} + \dots + (\sum U_i \cdot Ni)_{Section 8}}{Ni_{Section 1} + Ni_{Section 2} + \dots + Ni_{Section 8}}$$

$$SAIDI = \frac{105060,8214 \text{ Jam/tahun}}{19093 \text{ Pelanggan}}$$

$$= 5,502583218 \text{ jam / tahun}$$

**c. Perhitungan CAIDI Metode Gabungan :**

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

$$CAIDI = \frac{5,502583218}{1,845704632}$$

$$= 2,98129133 \text{ Jam/gangguan}$$

**Tabel 4. 36 Indeks Keandalan Penyulang BG-3 Metode Gabungan**

SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
1,85	5,50	2,98

Sumber : Penulis, 2021

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh nilai indeks keandalan penyulang BG-3 yaitu nilai SAIFI 1,85 kali/tahun, SAIDI 5,50 jam/tahun dan CAIDI 2,98 jam/gangguan. Kemudian Proses perhitungan yang sama dilakukan disetiap penyulang sistem distribusi Binjai Barat.

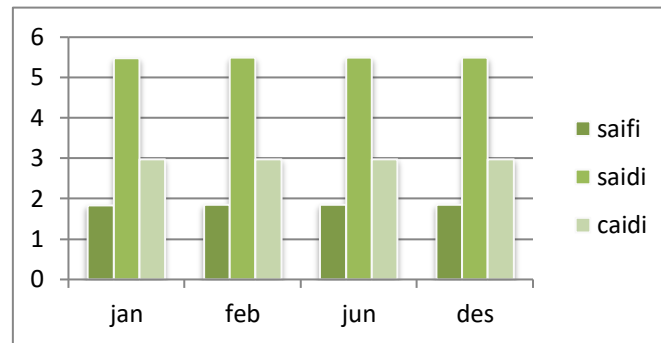
Dari perhitungan dengan metode gabungan, maka proses yang sama juga dilakukan terhadap perhitungan indeks keandalan penyulang BG-3 pada bulan januari yang memiliki jumlah pelanggan paling sedikit pada tahun 2020 yaitu 18.702 pelanggan, bulan febuari 18.737 pelanggan, bulan juni 18.873 pelanggan dan pada bulan desember memiliki jumlah pelanggan yang paling banyak yaitu 19.093 pelanggan seperti tabel 4.37 berikut :

**Tabel 4. 37 Indeks keandalan perbulan penyulang BG-3 metode gabungan**

<b>Indeks Keandalan Perbulan Penyulang BG-3 Menggunakan Metode Gabungan</b>				
	Januari	Febuari	Juni	Desember
SAIFI (kali/tahun)	1,8401	1,8413	1,8417	1,8457
SAIDI (jam/tahun)	5,4852	5,4888	5,4900	5,5026
CAIDI (jam/gangguan)	2,9808	2,9809	2,9810	2,9813

*Sumber : Penulis, 2021*

Tabel 4.37 menunjukan hasil dari perhitungan beberapa bulan indeks keandalan penyulang BG-3 sama halnya dengan perhitungan dengan metode RIA dan Section Technique, nilai keandalan dengan metode gabungan perbulannya memiliki nilai yang tidak jauh berbeda setiap bulannya.



Gambar 4. 6 Grafik nilai indeks keandalan perbulan penyulang BG-3 metode gabungan

*Sumber : Penulis, 2021*

Hasil perhitungan nilai indeks keandalan sistem distribusi Binjai Barat menggunakan metode *section technique*-RIA adalah seperti tabel 4.35 berikut ini :

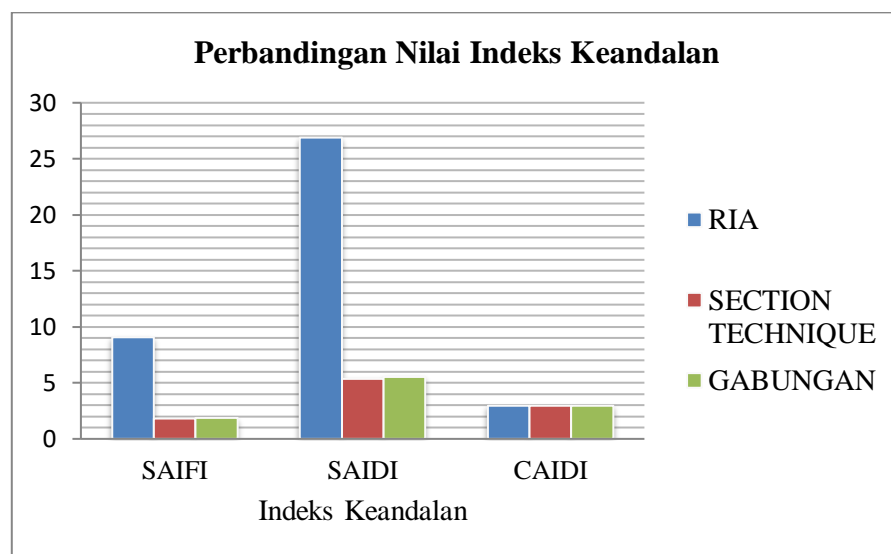
**Tabel 4. 38 Perhitungan Indeks Keandalan sistem distribusi Rayon Binjai Barat Metode Gabungan**

Penyulang	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)	CAIDI (jam/gangguan)
<b>BG-3</b>	1,85	5,50	2,98
<b>MG-4</b>	3,61	10,82	3
<b>BN-4</b>	4,25	12,75	3
<b>BN-5</b>	1,83	5,48	3
<b>MG-5</b>	4,47	13,41	3

*Sumber : Penulis, 2021*

Berdasarkan perhitungan indeks keandalan dari tiga metode yang penulis gunakan yaitu metode RIA (Reliability Indeks Assessment), metode Section technique dan metode gabungan (Section technique-RIA). Menurut hasil analisis penulis metode Gabungan ( Section technique-RIA) adalah metode yang sangat efektif digunakan dalam menghitung indeks keandalan sistem distribusi. Karena perhitungan pada metode gabungan (Section technique-RIA) menggunakan parameter

momentary failure rate dan pembagian section kedalam perhitungannya yang berdampak signifikan pada hasil akhir perhitungan indeks keandalan dimana nilai indeks pada saat perhitungan dengan metode gabungan (Section technique-RIA) yang diperoleh tidak terlalu tinggi dan tidak rendah, dapat dikatakan hasil dari metode gabungan ini merupakan nilai tengah antara perhitungan nilai indeks keandalan dengan metode RIA dan nilai indeks keandalan dengan metode Section technique.



Gambar 4. 7 Grafik nilai indeks keandalan tiap metode pada penyulang BG-3  
*Sumber : Penulis,2021*

#### 4.4 Perbandingan Indeks Keandalan dengan SPLN

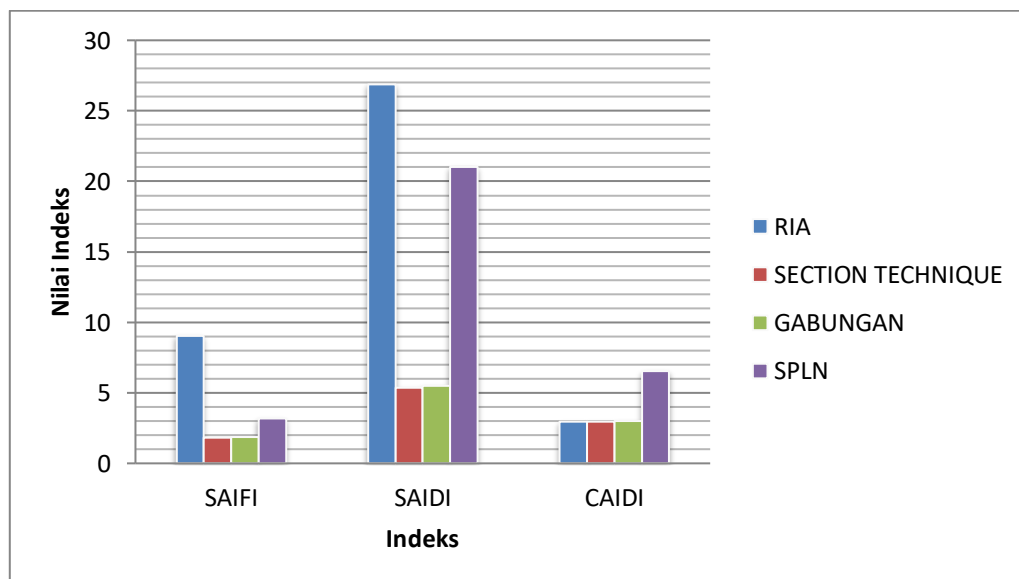
Nilai Indeks keandalan yang ditetapkan oleh Standar PLN (SPLN 68-2) tahun 1986 adalah 3,2 Kali/tahun/pelanggan untuk SAIFI, Sedangkan Nilai Indeks SAIDI adalah 21 Gangguan/tahun/pelanggan dan Indeks keandalan CAIDI yang telah ditetapkan adalah 6,56 Jam/tahun. Maka akan diperoleh perbandingan seperti pada tabel 4.39 berikut ini :

**Tabel 4. 39 Perbandingan Indeks Keandalan sistem distribusi Rayon Binjai Barat**

<b>Perbandingan Indeks Keandalan Penyulang BG-3</b>			
	<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>	<b>CAIDI</b>
<b>RIA</b>	9,05	26,87	2,97
<b>Section Technique</b>	1,81	5,37	2,97
<b>Gabungan</b>	1,85	5,5	2,98
<b>SPLN</b>	3,2	21	6,56

*Sumber : Penulis, 2021*

Berdasarkan tabel 4.39, maka dapat dilihat perbandingan nilai Indeks keandalan tahun 2020 pada PT.PLN Rayon Binjai Barat dengan metode RIA, metode section technique dan metode gabungan (Section Technique-RIA ) pada freeder/penyulang BG-3. Dimana pada gambar 4.9 juga terlihat bahwa perhitungan dengan metode RIA jauh dari Standart PLN, namun metode section technique dan metode gabungan masih dibawah dari nilai Standart PLN.

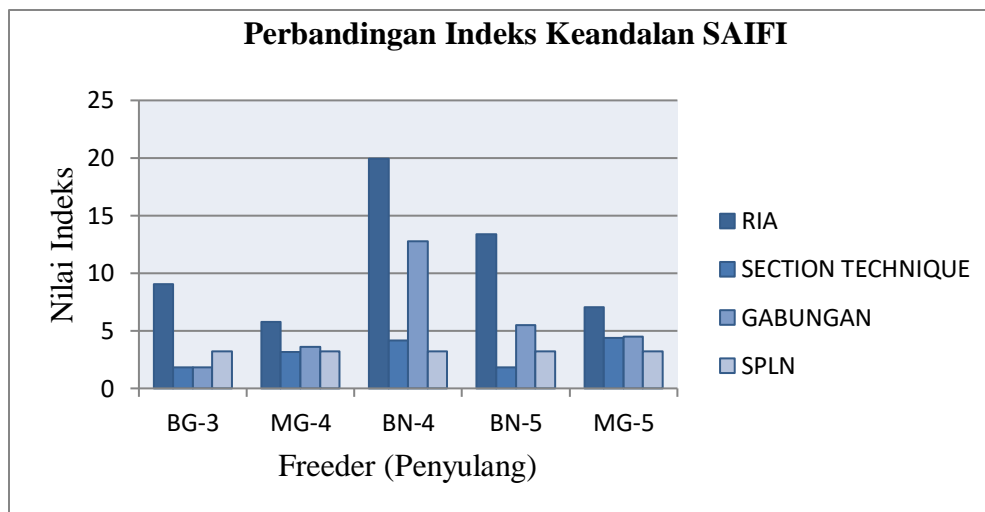


**Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan hasil indeks keandalan Penyulang BG-3 tiap metode dengan SPLN**

*Sumber : Penulis, 2021*

#### 4.4.1 Perbandingan Nilai SAIFI

Nilai SAIFI yang merupakan target/ketetapan dari SPLN adalah 3,2 Kali/tahun/pelanggan. Berdasarkan hasil perhitungan SAIFI tiap Penyulang, maka dapat dilihat perbandingan nilai SAIFI tahun 2020 dengan metode RIA, metode section technique dan metode gabungan (Section Technique-RIA ) pada masing-masing *feeder*, seperti yang terlihat pada gambar 4.10 dibawah ini:



Gambar 4. 9 Grafik Nilai SAIFI Untuk Masing-Masing *Feeder*  
*Sumber : Penulis, 2021*

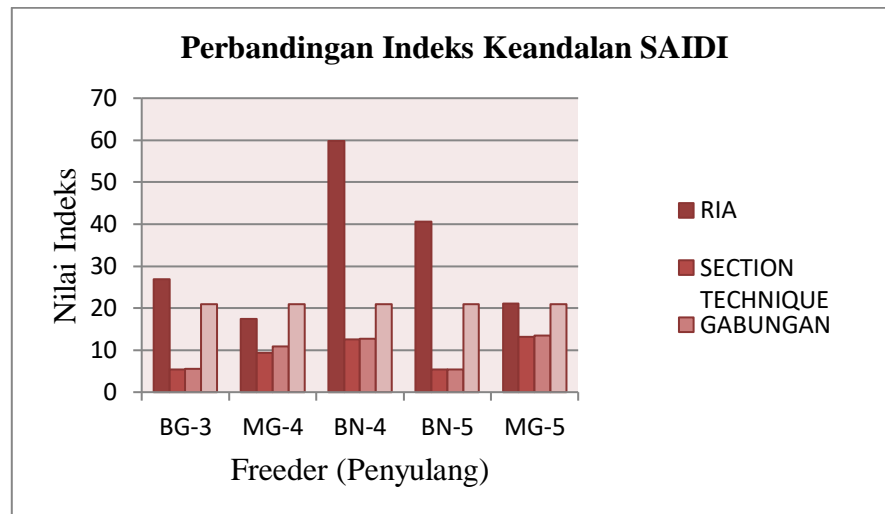
Berdasarkan gambar 4.10, maka dapat dilihat perbandingan nilai Indeks SAIFI antar penyulang pada Rayon Binjai Barat. Dimana penyulang MG-4, Penyulang BN-4 dan BN-5 nilai Indeks SAIFI nya diatas Standart PLN 62-2 tahun 1986 dengan menggunakan perhitungan ketiga metode.

#### 4.4.2 Perbandingan Nilai SAIDI

Nilai SAIDI yang merupakan target SPLN adalah 21 jam/tahun . Berdasarkan hasil perhitungan tiap penyulang, maka dapat dilihat perbandingan nilai SAIDI pada



tahun 2020 pada masing-masing *feeder*, seperti yang terlihat pada gambar 4.11 di bawah ini:

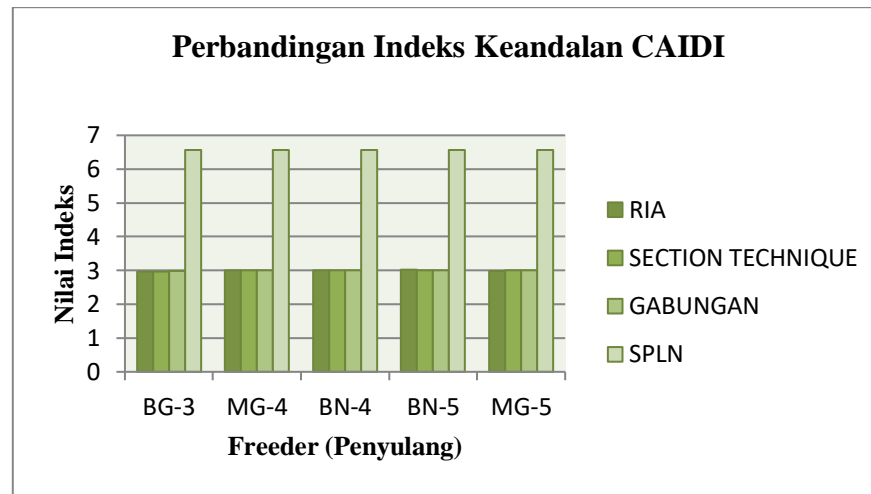


Gambar 4. 10 Grafik Nilai SAIDI Untuk Masing-Masing *Feeder*  
 Sumber : Penulis, 2021

Berdasarkan gambar 4.11, dapat dilihat perbandingan nilai Indeks SAIDI antar penyulang pada Rayon Binjai Barat. Dimana dengan menggunakan perhitungan metode RIA nilai indeks SAIDI setiap penyulang diatas Standart PLN sedangkan perhitungan dengan menggunakan metode *section technique* dan metode gabungan nilai SAIDI tiap penyulang dibawah SPLN 62-2 tahun 1986.

#### 4.4.3 Perbandingan Nilai CAIDI

Nilai CAIDI yang merupakan target SPLN adalah 6,56 jam/pelanggan). Berdasarkan hasil perhitungan CAIDI tiap penyulang, maka dapat dilihat perbandingan nilai CAIDI pada tahun 2020 pada masing-masing *feeder*, seperti yang terlihat pada gambar 4.12 di bawah ini:



Gambar 4. 12 Grafik Nilai CAIDI Untuk Masing-Masing *Feeder*  
*Sumber : Penulis, 2021*

Berdasarkan gambar 4.12, dapat dilihat perbandingan nilai Indeks CAIDI antar penyulang pada Rayon Binjai Barat. Dimana dengan menggunakan perhitungan metode RIA, *section technique* dan metode gabungan nilai indeks CAIDI setiap penyulang dibawah SPLN 62-2 tahun 1986.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan pada bagian sebelumnya pada Tugas Akhir ini dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Nilai Indeks keandalan SAIFI yang terendah yaitu Penyulang MG-4 adalah 5,796 kali/pelanggan/tahun, dan yang tertinggi yaitu Penyulang BN-4 19,92 kali/pelanggan/tahun untuk metode perhitungan RIA ( Reliability Index Assessment). Sedangkan, untuk metode *Section Technique*, didapatkan bahwa nilai SAIFI yang terendah terdapat pada penyulang BN-5 adalah 1,80 kali/pelanggan/tahun, dan nilai indeks yang tertinggi terdapat pada penyulang MG-5 sebesar 4,40 kali/pelanggan/tahun. Dan untuk Metode Gabungan (*Section Technique*-RIA) nilai SAIFI yang terendah ialah pada penyulang BN-5 1,83 kali/pelanggan/tahun dan yang tertinggi pada Penyulang MG-5 sebesar 4,47 kali/pelanggan/tahun.
2. Nilai SAIDI yang terendah pada Penyulang MG-4 adalah 17,39 jam/pelanggan/tahun, dan yang tertinggi pada Penyulang BN-4 yaitu 59,77 jam/pelanggan/tahun, untuk metode RIA ( Reliability Index Assessment). Sedangkan, untuk metode *Section Technique*, didapatkan bahwa nilai SAIDI yang terendah pada penyulang BN-5 adalah 5,40 jam/pelanggan/tahun, dan yang tertinggi pada penyulang MG-5 sebesar 13,21 jam/pelanggan/tahun. Dan untuk

Metode Gabungan ( *Section Technique*-RIA) didapat nilai SAIDI yang terendah terdapat pada Penyulang BN-5 adalah 5,48 jam/pelanggan/tahun dan Penyulang MG-5 adalah penyulang dengan nilai tertinggi sebesar 13,41 jam/pelanggan/tahun.

3. Dan untuk nilai CAIDI yang terendah dengan metode RIA terdapat pada penyulang BG-3 sebesar 2,97 jam/gangguan/tahun, untuk nilai tertinggi pada penyulang BN-5 adalah 3,03 jam/gangguan/tahun. Sedangkan Nilai CAIDI untuk metode *Section Technique* yang terendah pada penyulang BG-3 yaitu 2,97 jam/gangguan/tahun, dan pada penyulang MG-4, BN-4, BN-5 dan MG-5 adalah Sebesar 3 jam/gangguan/tahun. Nilai CAIDI pada Penyulang BG-3 adalah 2,98 jam/gangguan/tahun, dan pada penyulang MG-4, BN-4, BN-5 dan MG-5 adalah Sebesar 3 jam/gangguan/tahun untuk metode gabungan (*Section Technique*-RIA).
4. Berdasarkan hasil penelitian metode gabungan lebih handal dibandingkan dengan metode RIA dan metode section teknique. Adanya parameter *momentary failure rate* dan pembagian section ke dalam perhitungan keandalan berdampak signifikan pada hasil akhir dari indeks keandalan sistem. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan adanya peningkatan nilai hasil indeks keandalan, baik SAIFI maupun SAIDI, namun tidak berpengaruh banyak terhadap indeks keandalan CAIDI.
5. Berdasarkan hasil akhir dari tiap metode yang digunakan, Dan mengacu pada Standart PLN (SPLN) 68-2 : 1986 yang menetapkan nilai indeks keandalan SAIFI 3,2 kali/tahun dan indeks keandalan SAIDI 21 jam/tahun dan indeks

keandalan CAIDI 6,56 jam/tahun PT.PLN (*Persero*) Rayon Binjai Barat, tingkat keandalan pada rayon yang diteliti pada penelitian ini dikategorikan tidak handal, karena memiliki nilai indeks keandalan diatas target SPLN 68-2 : tahun 1986. Namun tidak semua penyulang/ *feeder* yang ada di Rayon Binjai Barat berada dalam keadaan tidak handal. Untuk nilai indeks SAIFI dari seluruh *feeder* dengan menggunakan metode *Section technique*-RIA ada dua penyulang yang dikategorikan handal, karena indeks keandalannya lebih rendah dari Standart PLN 68-2 : tahun 1986 yaitu penyulang BG-3 (1,845704632) dan penyulang BN-5 (1,83). Dan ada tiga penyulang yang dikategorikan tidak handal handal karena nilai indeks keandalannya lebih tinggi dari target SPLN 68-2 : tahun 1986 dalam metode *Section technique*-RIA yaitu penyulang MG-4 (3,61), penyulang BN-4 (4,25), dan penyulang MG-5 (4,47). Kemudian untuk nilai indeks SAIDI seluruh penyulang dikategorikan handal karena nilai indeks keandalannya dengan metode perhitungan *Section technique*-RIA lebih rendah dari Standart PLN 68-2 : tahun 1986. Dan untuk nilai indeks CAIDI seluruh penyulang juga dikategorikan handal dengan metode perhitungan *Section technique*-RIA karena nilai indeks keandalannya lebih rendah dari Standart PLN 68-2 : tahun 1986.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang disampaikan bagi penelitian selanjutnya yang akan melanjutkan penelitian ini dan juga untuk pihak PT.PLN (*Persero*) Rayon Binjai Barat adalah:

1. Untuk penyulang yang mengalami banyak gangguan/pemadaman dan waktu gangguan yang lama, maka perlu dilakukan:
  - a. Tindakan perbaikan dan perawatan pada sistem jaringan distribusi tenaga listrik 20 kV pada masing-masing feeder PT.PLN (*Persero*) Rayon Binjai Barat secara berkala, sehingga dapat menjamin kontinuitas kinerja sistem.
  - b. Tindakan penambahan peralatan seperti *lightning Arrester* dan *fuse cut out* pada *feeder* yang memiliki jumlah gangguan yang besar, sehingga dapat melokalisir daerah gangguan agar tidak menyebar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alhudari, Fikri. 2021. *Analisis Keandalan Jaringan Distribusi 20Kv Serta Nilai Ekonomi Pada Penyulang Sorek Rayon Pangkalan Kerinci*. Pekanbaru : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- Dharma, Y. R. 2016. *Analisis Keandalan berbasis sistem pada jaringan distribusi 20Kv UPJ PT.PLN Persero Area Pekanbaru Rayon Panam*. Jom FTEKNIK, Volume 3 No.2
- Fatoni, A. 2016. *Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20Kv PT.PLN Rayon Lumajang dengan metode FMEA ( Failure Modes And Effects Analysis )*. Jurnal Teknik ITS. Vol.5 No.2 ISSN : 2337-3539.
- Jufrizel, M.; Hidayatullah, R. 2017. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Section Technique dan RIA-Section Technique pada Penyulang Adi Sucipto Pekanbaru*. Semin.Nas.TeknoI.Informasi.Komun. Dan Ind, Vol. 9, Pp . 417 – 423.
- K, Ali; R,O, Wiyagi; R, Syahputra. 2017. *Reliability Analysis Of Power Distribution System. Electrical Engineering*. Vol.1 , Vol.2 , Pp.67-74.
- Maliky, A. T. 2020. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv pada Penyulang Penjangkungan di PT.PLN Pasuruan Menggunakan Metode RIA (Reability Index Assesment)*. Jurnal Teknik Elektro. Volume 9, No.1 , 835-843.

- Maulianda, A., Syahrizal, & Gapy, M. 2017. *Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi PT.PLN (Persero) Banda Aceh Menggunakan Metode Section Technique*. *KITEKTRO : Jurnal Online Teknik Elektro*, Vol.2,No.4 , 15-20.
- Pratama, R. I. 2019. *Monitoring Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20Kv Menggunakan Metode RIA ( Reliability index assesment)*. Jawa Barat: Universitas Jember.
- Putra, D. E., Nurhadiyanto, M. 2019. *Analisis Keandalan Penyulang Pajajaran 20kV Menggunakan Metode Section Technique Untuk Asian Games XVIII Di Palembang*. *Jurnal Ampere*. Vol.4 No.1.
- Siallagan, Tryend. 2018. *Studi Analisis Keandalan Dengan Pemanfaatan distributed generation pada Feeder MRA01 Gardu induk MRICA menggunakan metode Reliability Index Assesment (RIA)*. *Indonesia TRANSIENT*, Vol.7 No.2.
- Sinaga, Prikno. 2019. *Analisis Sistem Keandalan Distribusi Brdasarkan metode section technique pada PT.PLN (PERSERO) Area Pontianak*. Pontianak : Universitas Tanjung Pura.
- SPLN No.59 : 1985. 1985. *Keandalan Pada Sistem Distribusi 20kV dan 6 Kv*. Jakarta: Perusahaan Listrik Negara.
- SPLN No.62-2 : 1986. 1985. *Tingkat JaminanSistem Tenaga Listrik Bagian Dua*. Jakarta: Perusahaan Listrik Negara.



- Vebrio, Hibatullah. 2018. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi PT.PLN (Pesero) Indarung Penyulang Unand Dengan Metode Section Technique dan RIA-Section Technique*. Padang : Universitas Andalas.
- Wahyudi, R. 2016. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Di Gardu Induk Bringin Payulang BRG-2 PT.PLN (Pesero) UI Salatiga Dengan Metode Section Technique*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.