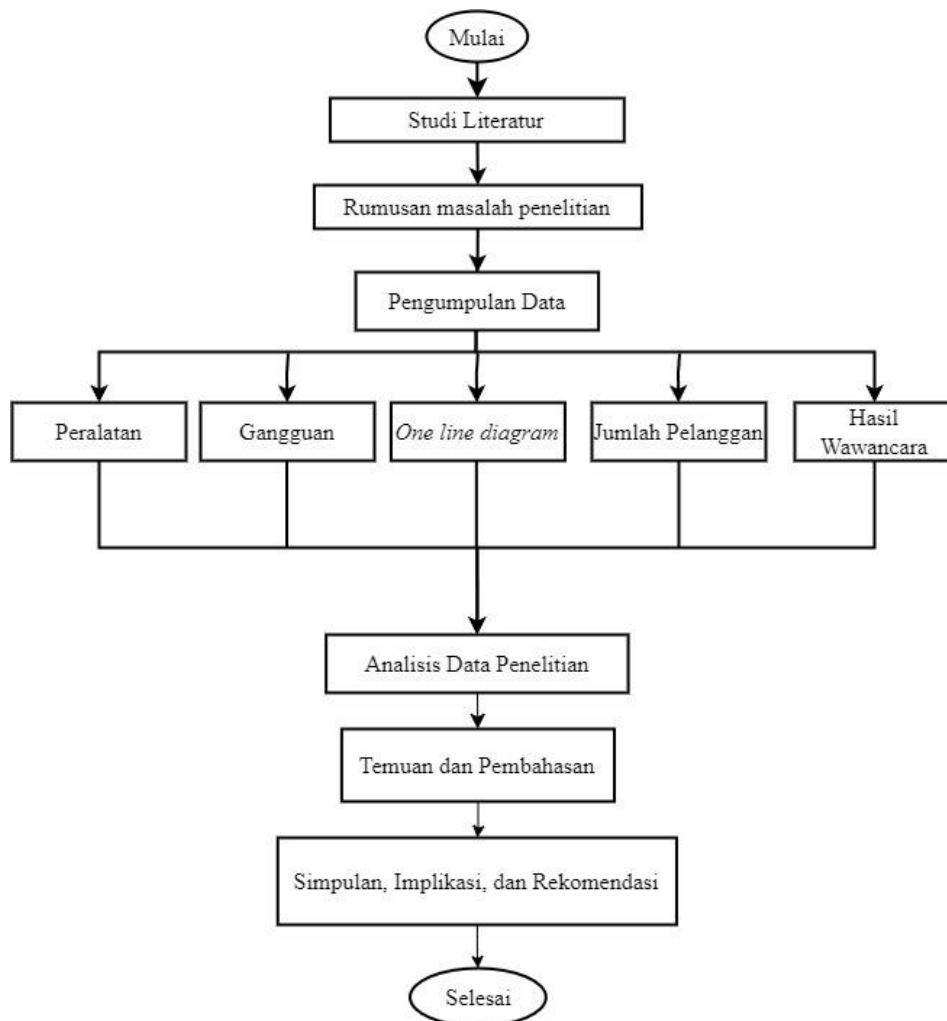


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Pada penelitian ini dengan judul “Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Pada Penyulang PANI di PT PLN (Persero) ULP Soreang” diterapkan metode penelitian kuantitatif yang dengan pendekatan deskriptif analitis. Metode ini merupakan yang dilakukan dengan mengoleksi dan mengumpulkan data secara langsung yang kemudian menganalisisnya (Sugiyono, 2011). Berikut merupakan diagram alir dari desain penelitian:



Gambar 3.2 Diagram alir desain penelitian

Penulis melakukan studi literatur dengan mencari sumber-sumber yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Selanjutnya, merumuskan masalah

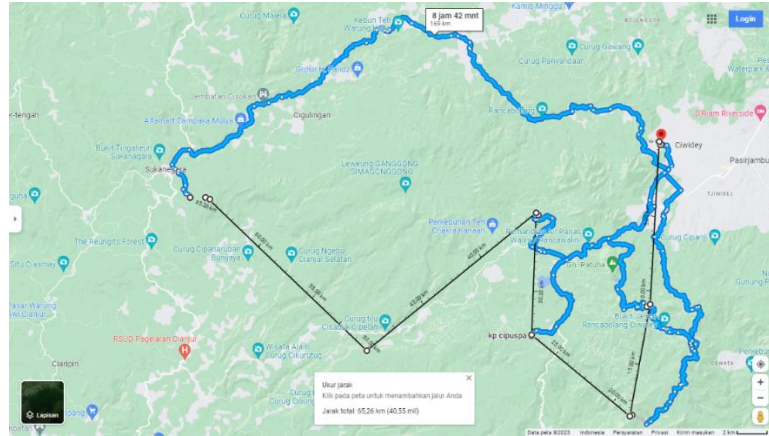
yang ada dengan melihat data lapangan dan sumber-sumber yang telah dicari pada studi literatur. Lalu, mulai melakukan pengumpulan data dan juga melakukan wawancara untuk memperoleh data primer. Data primer lainnya yang juga sebagai penunjang penelitian seperti *single line diagram* tiap penyulang, data penghantar (Kms), data gangguan, data jumlah konsumen, serta data rata-rata waktu pemadaman listrik di area penyulang PANI.

Proses pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel 2019 untuk memperoleh nilai masing-masing SAIFI, SAIDI, dan CAIDI pada setiap kejadian gangguan di penyulang. Beriringan dengan perhitungan tersebut, seluruh data gangguan peralatan yang mencakup sistem distribusi 20 kV akan dievaluasi keandalannya dengan metode FMEA dengan melakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Hasil pengolahan data nantinya akan menghasilkan hasil identifikasi indeks keandalan sistem distribusi 20 kV di wilayah distribusi penyulang PANI beserta potensi kegagalan kerja peralatannya yang diperingkat berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN).

3.2 Partisipan dan Lokasi Penelitian

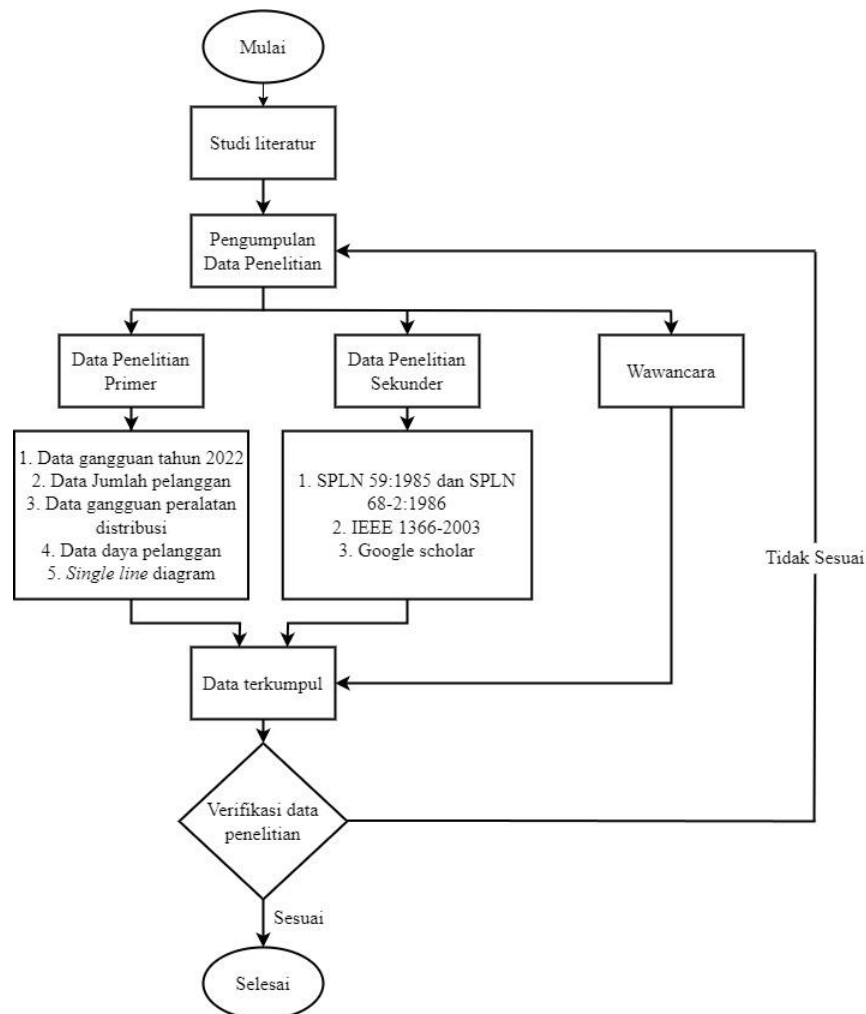
Partisipan yang penelitian ini adalah PT PLN (Persero) UP3 Majalaya, Kabupaten Bandung yang berlokasi di Jl. Jaksa Naranata No.1, Soreang, Kecamatan Soreang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, 40258 dengan titik koordinat PT PLN UP3 Majalaya merupakan singkatan dari Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan yang bergerak pada bidang pelayanan jasa dari PLN itu sendiri terhadap konsumen. PT PLN (Persero) UP3 Majalaya nantinya akan membawahi PLN Unit Layanan Pelanggan (ULP) Soreang yang nantinya akan dijadikan partisipan penelitian oleh penulis sebagai sumber utama data.

Lokasi penelitian utama yaitu penyulang PANI. Penyulang ini membentang sejauh 59 kms dari mulai GI Patuha hingga *recloser* SNB (Sinumba). Gardu induk Patuha berada di Kawasan Kecamatan Pasirjambu, Kabupaten Bandung yang menyuplai kebutuhan penyulang PANI. Dengan menarik titik setiap ujungnya sesuai dengan data yang tertera pada *single line diagram* maka penyulang PANI melewati daerah Kp. Londok, Kp. Cibadak, Cipuspa, Kp. Sperata Sukaresmi, Kp. Persil Indragiri, Cipelah, hingga ke Sukalaksana yang berada di daerah Kabupaten Cianjur.



Gambar 3.3 Estimasi cakupan wilayah yang disuplai oleh penyulang PANI

3.3 Instrumen Penelitian



Gambar 3.4 Diagram alir instrumen penelitian

Instrumen penelitian merupakan komponen penelitian untuk mengukur dan mengumpulkan variabel yang akan diteliti (Sugiyono, 2011). Untuk

mengukur suatu sistem keandalan, maka membutuhkan data pendukungnya terlebih dahulu. Instrumen pada penelitian ini yaitu catatan observasi gangguan pada tahun 2022. Data yang telah diperoleh akan dievaluasi indeks keandalan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI-nya ditambah dengan menganalisis potensi kegagalan peralatan jaringan distribusinya menggunakan metode FMEA. Berikut merupakan penjelasan diagram alir dari instrumen penelitian:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan dengan mencari artikel jurnal nasional dan internasional yang relevan dengan penelitian penulis yang bersumber dari penelusuran *Google Scholar*, *IEEE*, *Science Direct* dan penelusuran lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian. Lalu, penulis mencari sumber pada SPLN No. 62-8: 1986, IEEE 1366-2003, dan *World Class Service* mengenai indeks keandalan jaringan distribusi.

2. Pengumpulan Data Sekunder dan Primer

Pengumpulan data primer dilaksanakan dengan mengumpulkan data yang terkait dengan parameter keandalan sistem distribusi pada penyulang PANI di PT PLN (Persero) UP3 Majalaya, ULP Soreang seperti *single line diagram*, data durasi gangguan, data gangguan peralatan, data jumlah konsumen, data panjang penghantar, dan data daya konsumen. Kemudian, pengumpulan data sekunder mengacu pada buku ketenagalistrikan yang dilandaskan dengan standar PLN yaitu SPLN 62-8: 1986 serta standar IEEE 1366-2003. Selanjutnya, dilakukanlah proses perhitungan laju kegagalan dan durasi kegagalan, SAIDI, SAIFI, CAIDI, dan perhitungan indeks RPN pada penyulang PANI

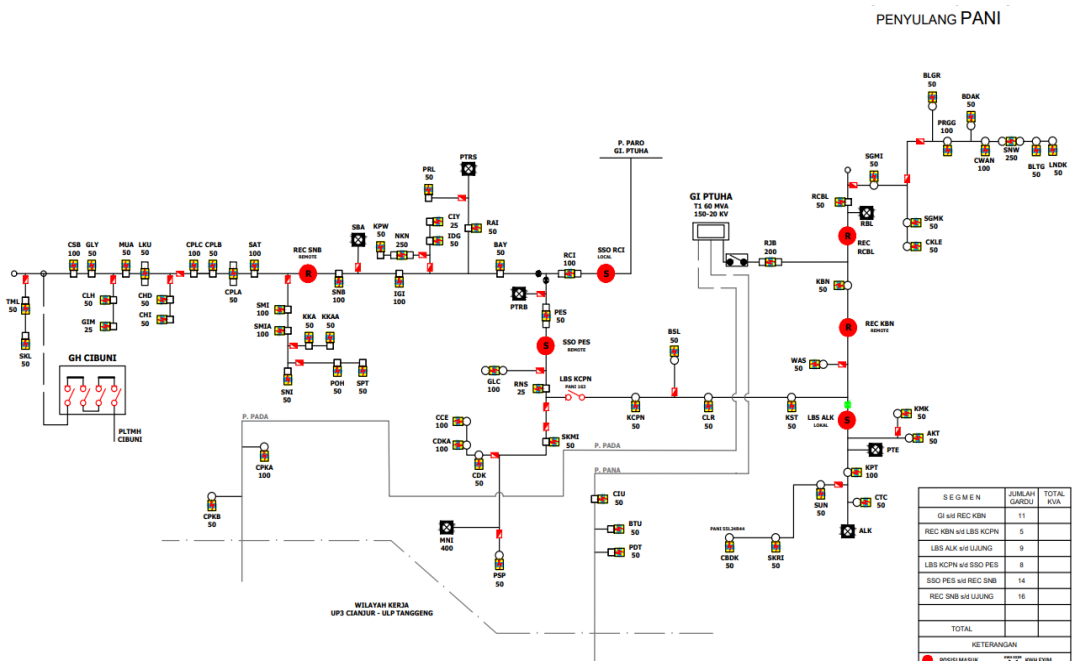
3. Wawancara

Sugiyono (2011) menyatakan bahwa teknik pengumpulan data yang perlu dilakukan apabila peneliti menginginkan studi lebih lanjut untuk menemukan permasalahan dan jawaban yang diteliti ialah dengan wawancara. Dalam mengumpulkan data penelitian, penulis mewawancarai pihak PT PLN (Persero) khususnya *team leader* operasi bagian jaringan UP3 Majalaya terkait masalah yang ada pada area penyulang PANI. Selain itu, penulis juga mewawancarai terkait penentuan nilai *severity* dan *detection* untuk mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN) nantinya.

4. Verifikasi data penelitian

Setelah data penelitian primer, sekunder, dan wawancara terkumpul, proses lanjutan yang dilakukan yaitu verifikasi data penelitian. Verifikasi data dilakukan untuk mengidentifikasi apakah data yang sudah terkumpul sudah lengkap atau belum, lalu apakah data tersebut sudah tepat dan dapat diolah atau tidak. Apabila telah lengkap dan tepat, maka dapat dilanjutkan ke proses berikutnya yakni analisis data.

3.3.1 Single Line Diagram Penyulang PANI



Gambar 3.5 Single line diagram penyulang PANI (UP3 Majalaya, 2023)

3.3.2 Data Daya Konsumen

Berikut tabel yang memuat nama gardu yang terdapat di penyulang PANI yang tersebar di beberapa daerah seperti di kampung – kampung yang disingkat sebagai (Kp.).

Tabel 3.1 Data daya konsumen penyulang PANI (UP3 Majalaya, 2023)

No.	Nama Gardu	Alamat	Total Daya (KVA)
1.	PRGG	Paranggong	100
2.	RAI	Rancasuni	50
3.	RCI	Rancabali	100

No.	Nama Gardu	Alamat	Total Daya (KVA)
4.	SAT	Sukaati	100
5.	SMI	Sukaesmi	100
6.	SNB	Sinumbra	100
7.	SPT	Kp. Sperata Sukaesmi	50
8.	BAY	Bayongbong	50
9.	CDK	Cibadak	50
10.	CHD	Cihideung	50
11.	CPLA	Cipelah	50
12.	CPLC	Cipelah	100
13.	CLH	Cipelah	50
14.	CPLB	Cipelah	50
15.	CSB	Cisabuk	100
16.	GIM	Cipelah	25
17.	CIY	Kp. Ciparay Indragiri	25
18.	RCBL	Perkebunan Teh Rancabolang	50
19.	SMIA	Sukaesmi	100
20.	SNI	Sukatani	50
21.	CCE	Cicukang Cibuni Estate	50
22.	CDKA	Cibadak	100
23.	CHI	Cihideung	50
24.	LKU	Cipelah	50
25.	NKN	Nagara Kanaan	250
26.	PES	Pamager Sarem	50
27.	PSP	Cipuspa	50
28.	RNS	Rengganis	25
29.	KCPN	Kp. Cipanganten	50
30.	CLR	Cileueur	50
31.	BSL	Barusel	50
32.	SKL	Sukalaksana	50
33.	KBN	Kp. Babakan	50

No.	Nama Gardu	Alamat	Total Daya (KVA)
34.	KPT	Kp. Patuha	100
35.	KKAA	Kp. Karang Anyar A	50
36.	PRL	Kp. Persil Indragiri	50
37.	RJB	Region Jawa Bali	200
38.	KMK	Kp. Kasimukan	50
39.	CTC	Cetece	50
40.	KST	Kp. Sintok	50
41.	GLY	Giriluyu	50
42.	IDG	Indragiri	50
43.	IGI	Indragiri	100
44.	KKA	Kp. Karang Anyar	50
45.	KPW	Kp. Palawija	50
46.	MUA	Muara	50
47.	WAS	Kp. Waas	50
48.	SUN	Suren	50
49.	POH	Cipopohan	50
50.	SKMI	Sukaesmi	50
51.	SGMI	Sugih Mukti	50
52.	GLC	Glamour Camping	100
53.	CKLE	Sugih Mukti	50
54.	AKT	Alkateri	50
55.	SGMK	Sugih Mukti	50
56.	CBDK	Kp. Cibadak	50
57.	SKRI	Sukresmi	50
58.	MNI	Melania Indonesia	400
59.	BLGR	Kp. Baleger	50
60.	TML	Tirta Mukti Lestari	50
61.	LNDK	Kp. Londok	50
62.	BDAK	Cibadak	50
63.	CWAN	Kp. Cawan	100

No.	Nama Gardu	Alamat	Total Daya (KVA)
64.	BTLG	Batu Lawang	50
65.	SNW	Pabrik Teh Sangkan Wangi	250

Berdasarkan data tabel 3.1, penyulang PANI memiliki jumlah total daya (KVA) sebesar 4.725 Kilo Volt Ampere (KVA). Dengan kapasitas daya terbanyak dimiliki oleh Melania Indonesia sebesar 400 KVA.

3.3.3 Data Gangguan Peralatan

Tabel 3.2 Data gangguan peralatan distribusi penyulang PANI (UP3 Majalaya, 2023)

No.	Kejadian	Jumlah Gangguan
1.	Tiang (roboh)	1
2.	SUTM putus	10
3.	Gangguan sambung masuk kabel tanah	1
4.	Jumper SUTM rusak	2
5.	PMT TM terbuka, pelebur tegangan mencegah putus karena pohon/dahan	1
6.	Relai bekerja tanpa penyebab jelas, PMT dapat masuk kembali	1
7.	Kerusakan konektor	3
8.	Isolator rusak	2
9.	<i>Fuse cut out</i> rusak	2
10.	Gangguan pohon	1
11.	Tidak teridentifikasi berbarengan dengan petir	6
12.	Binatang	1
Total		31

Data yang diperoleh dari PT PLN (Persero) UP3 Majalaya menunjukkan bahwa terdapat 31 gangguan selama periode tahun 2022. Dengan gangguan pada peralatan sebanyak 23 gangguan atau sekitar 74%. Lalu, untuk gangguan yang disebabkan oleh faktor alam adalah sebanyak 8 gangguan atau sekitar 26%.

3.3.4 Data Jumlah Konsumen

Tabel 3.3 Data jumlah konsumen penyulang PANI per akhir tahun 2022 (UP3 Majalaya, 2023)

No.	Nama Gardu	Jumlah Konsumen
1.	PRGG	73
2.	RAI	190
3.	RCI	516
4.	SAT	294
5.	SMI	350
6.	SNB	297
7.	SPT	81
8.	BAY	132
9.	CDK	120
10.	CHD	151
11.	CPLA	222
12.	CPLC	536
13.	CLH	190
14.	CPLB	268
15.	CSB	270
16.	GIM	131
17.	CIY	19
18.	RCBL	147
19.	SMIA	258
20.	SNI	256
21.	CCE	91
22.	CDKA	80
23.	CHI	256
24.	LKU	243
25.	NKN	1
26.	PES	255
27.	PSP	56

No.	Nama Gardu	Jumlah Konsumen
28.	RNS	119
29.	KCPN	71
30.	CLR	24
31.	BSL	29
32.	SKL	214
33.	KBN	67
34.	KPT	220
35.	KKAA	151
36.	PRL	40
37.	RJB	3
38.	KMK	46
39.	CTC	51
40.	KST	33
41.	GLY	119
42.	IDG	88
43.	IGI	287
44.	KKA	294
45.	KPW	210
46.	MUA	139
47.	WAS	26
48.	SUN	29
49.	POH	249
50.	SKMI	1
51.	SGMI	25
52.	GLC	52
53.	CKLE	17
54.	AKT	41
55.	SGMK	45
56.	CBDK	32
57.	SKRI	37

No.	Nama Gardu	Jumlah Konsumen
58.	MNI	250
59.	BLGR	1
60.	TML	1
61.	LNDK	39
62.	BDAK	29
63.	CWAN	52
64.	BTLG	10
65.	SNW	1
Total Konsumen		8625

3.3.5 Data Gangguan Listrik

Data yang diperoleh dari PT PLN (Persero) UP3 Majalaya ULP Soreang penyulang PANI, diperoleh bahwa selama kurun waktu tahun 2022 terdapat 31 gangguan.

Tabel 3.4 Data gangguan listrik penyulang PANI (UP3 Majalaya, 2023)

No.	Tanggal	<i>Fail Code</i>	Jam Keluar	Jam Masuk	Durasi	Jumlah konsumen padam
1.	30 Januari 2022	SSO	14:14	17:13	02:59	2.034
2.	2 Februari 2022	SSO	12:01	13:19	01:18	2.036
3.	9 Februari 2022	SSO	16:02	17:32	01:30	2.036
4.	11 Februari 2022	REC	05:45	10:50	05:05	1.657
5.	20 Februari 2022	SSO	16:53	18:22	01:29	2.037
6.	27	SSO	09:45	10:50	01:05	2.037

	Februari 2022					
No.	Tanggal	Fail Code	Jam Keluar	Jam Masuk	Durasi	Jumlah konsumen padam
7.	27 Februari 2022	SSO	13:10	14:50	01:40	2.037
8.	27 Februari 2022	SSO	18:21	20:46	02:25	2.037
9.	6 Maret 2022	REC	21:06	23:03	01:57	1.657
10.	19 Maret 2022	REC	21:37	22:37	01:14	1.657
11.	20 Maret 2022	REC	01:45	04:47	03:02	1.658
12.	20 Maret 2022	REC	16:10	17:34	01:24	1.658
13.	25 Maret 2022	REC	10:23	11:16	00:53	1.608
14.	28 Maret 2022	REC	10:33	11:17	00:44	4.426
15.	30 Maret 2022	REC	15:20	16:48	01:28	1.658
16.	30 Maret 2022	REC	19:42	20:23	00:41	4.426
17.	2 April 2022	REC	13:12	14:18	01:06	1.659
18.	2 April	REC	16:03	16:04	00:01	1.659

No.	Tanggal	<i>Fail Code</i>	Jam Keluar	Jam Masuk	Durasi	Jumlah konsumen padam
19.	30 April 2022	SSO	18:46	19:16	00:30	2.041
20.	19 Mei 2022	PMT	15:21	17:23	02:02	191
21.	25 Mei 2022	REC	07:38	09:28	01:50	1.661
22.	18 Juni 2022	REC	16:21	22:29	06:08	4.435
23.	16 Juli 2022	REC	05:30	11:32	06:02	1.663
24.	21 Agustus 2022	REC	01:52	10:07	08:15	1.665
25.	23 September 2022	REC	22:11	00:40	02:29	1.667
26.	29 September 2022	REC	11:54	13:09	01:15	4.437
27.	21 Oktober 2022	REC	14:40	15:46	01:06	1.669
28.	18 November 2022	REC	16:30	21:58	05:28	6.474
29.	19 November 2022	PMT	00:52	13:49	12:57	198
30.	22	REC	19:10	21:44	02:34	1.677

	Desember 2022					
No.	Tanggal	<i>Fail Code</i>	Jam Keluar	Jam Masuk	Durasi	Jumlah konsumen padam
31.	26 Desember 2022	REC	05:03	07:51	02:48	1.677

Penyulang PANI mengalami 31 gangguan pada tahun 2022. Sebagai keterangan, *fail code* merupakan proteksi yang bekerja pada saat terjadinya gangguan. REC merupakan singkatan dari *recloser*, SSO singkatan dari *sectionalizer*, dan PMT singkatan dari pemutus tenaga.

3.3.6 Data Panjang Penghantar

Penghantar pada penyulang PANI memiliki panjang sekitar 59 kms. Panjang penghantar terbagi ke dalam 6 ruas yang masing-masing jaraknya terlampir pada tabel berikut:

Tabel 3.5 Data panjang penghantar (UP3 Majalaya, 2023)

No.	Ruas	Jarak (Kms)	Gardu	Total Daya (KVA)
1	GI.PTUHA-REC.KBN	17	13	1.100
2	REC.KBN-LBS.KCPN	11	5	250
3	LBS.KCPN-SSO.PES	8	8	825
4	SSO.PES-REC.SNB	6	11	875
5	LBS.ALK-UJUNG	8	7	450
6	REC.SNB-UJUNG	9	21	1225
Total		59	65	4725

Berdasarkan tabel 3.5, diketahui bahwa penyulang PANI memiliki 6 segmen pembagian daya. Masing-masing segmen terdiri dari beberapa gardu. Semakin banyak gardu maka akan semakin banyak total kapasitas daya.

3.3.7 Rekapitulasi Gangguan Penyulang PANI

Tabel 3.6 Rekapitulasi gangguan penyulang PANI (UP3 Majalaya, 2023)

Bulan	Ni	Nt (plg)	f (kali)	t (jam)	t (menit)
Januari	2.034	8.597	1	2.59	179
Februari	13.877	8.600	7	14.32	872
Maret	18.748	8.602	8	11.23	683
April	5.359	8.604	3	1.37	97
Mei	1.852	8.607	2	3.52	232
Juni	4.435	8.609	1	6.08	368
Juli	1.663	8.611	1	12.10	362
Agustus	1.665	8.614	1	8.15	495
September	6.104	8.616	2	3.44	224
Oktober	1.669	8.618	1	1.06	66
November	6.672	8.621	2	18.25	1.105
Desember	3.354	8.625	2	5.22	322
Total	67.432	8.625	31	83,25	5.005

Keterangan: Nt = Jumlah konsumen keseluruhan per bulan

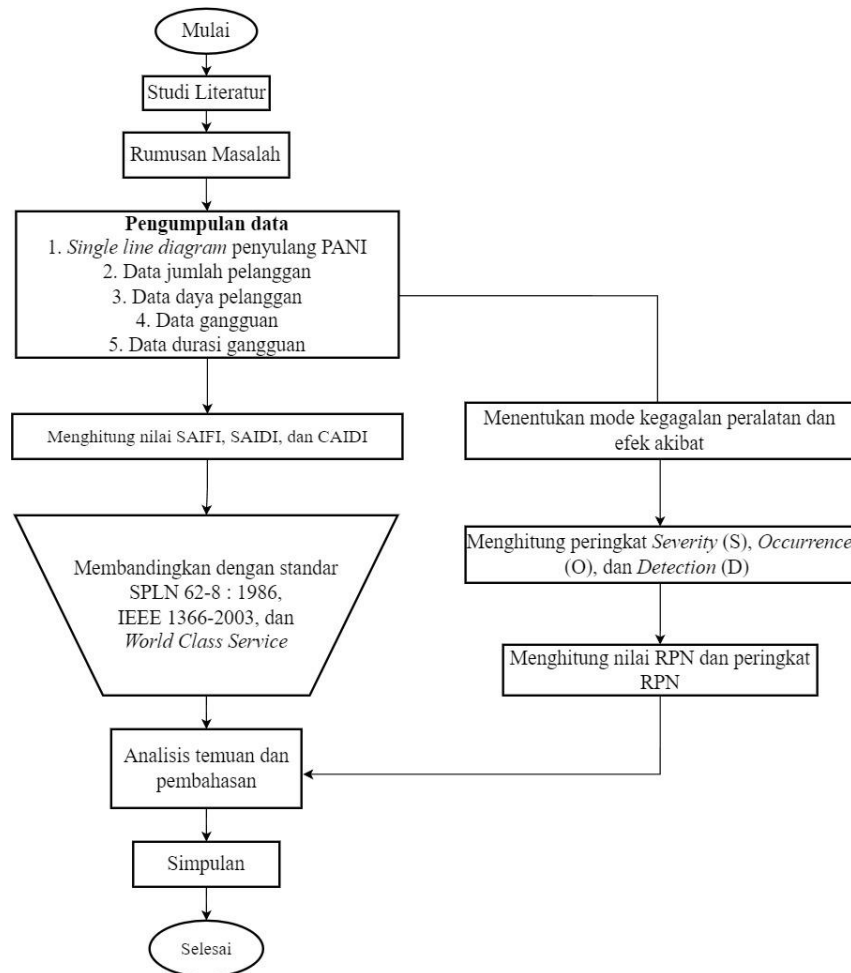
Ni = Jumlah konsumen padam

f = Jumlah gangguan (kali)

t = Lama gangguan (jam)

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang digunakan untuk menyusun indeks keandalan sistem distribusi khususnya pada penyulang PANI di PT PLN (Persero) UP3 Majalaya, ULP Soreang, lalu setelahnya dilakukan analisis untuk memperoleh hasil penelitian. Hasil Penelitian adalah nilai keandalan dari SAIFI, CAIDI serta indeks keandalan kerja peralatan sistem distribusi menggunakan metode FMEA. Prosedur penelitian ditunjukkan melalui diagram alir secara sistematis. Berikut adalah diagram alir dari prosedur penelitian:



Gambar 3.6 Diagram alir prosedur penelitian

Berdasarkan diagram alir prosedur penelitian di atas dapat dijelaskan untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur penting dilakukan agar tahu isu atau masalah terjadi yang sedang diteliti dan nantinya penerapannya akan bersambung ke rumusan masalah. Selain itu, studi literatur dilakukan dengan mencari referensi dari sumber-sumber penelitian seperti jurnal untuk memperkuat dan menambah teori dasar untuk kajian pustaka dalam penelitian ini.

2. Rumusan masalah dan tujuan penelitian

Penetapan rumusan masalah dan tujuan dilakukan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Hal ini juga dilakukan agar memperjelas masalah yang akan diteliti serta indikator yang ingin dicapai dalam permasalahan yang akan

diteliti. Pada akhirnya, penelitian tersebut menghasilkan apakah yang diteliti sudah sesuai dengan target yang dari tujuan yang dituliskan atau tidak.

3. Menentukan instrumen penelitian dan pengumpulan data

Instrumen penelitian berisi mengenai parameter yang diperlukan untuk mengetahui indeks keandalan sistem tenaga listrik dan indeks kegagalan kerja peralatannya menggunakan FMEA. Parameter tersebut antara lain: Mengumpulkan data-data pendukung hasil kejadian selama 1 tahun, yakni pada periode gangguan tahun 2022. Data yang diambil yaitu data *single line diagram*, nama penyulang, panjang SUTM, jumlah konsumen tiap penyulang, jumlah gangguan di penyulang, lama gangguan penyulang, jumlah gangguan keseluruhan dan lama waktu gangguan keseluruhan (jam), jenis gangguan peralatan/tahun, serta penyebab gangguan. Setelah itu, maka dapat dimulai Perhitungan SAIDI SAIFI seluruh penyulang, perhitungan laju kegagalan kerja, dan perhitungan indeks RPN.

4. Verifikasi Data Penelitian

Dalam melaksanakan proses ini, peneliti mengunjungi PT PLN (Persero) ULP Soreang sebagai lokasi tujuan penelitian serta mengambil data. Penelitian memverifikasi data yang dibutuhkan apakah semuanya tersedia atau tidak, serta melakukan diskusi juga dengan staf terkait data penelitian.

5. Analisis data penelitian dan proses penghitungan

Perhitungan dan analisis data dilakukan dengan cara menghitung perhitungan SAIDI SAIFI seluruh penyulang, perhitungan laju kegagalan kerja, dan perhitungan indeks RPN dari hasil observasi dan kunjungan yang telah dilaksanakan ke ULP Soreang. Kemudian dilakukan juga pengambilan capaian hasil perhitungan bahwa apakah penyulang atau sistem distribusi yang ada sudah andal atau tidak. Dari proses ini, baik penyulang yang andal ataupun tidak andal berdasarkan indeks SAIFI SAIDI, keduanya akan dianalisis kembali dari awal dengan data gangguan pada peralatan yang ada, Data gangguan didapatkan berdasarkan jumlah gangguan pada peralatan selama periode tahun 2022. Setelahnya, akan dilakukan pemeringkatan peralatan dari yang memiliki indeks RPN paling tinggi hingga yang paling rendah. Semakin tinggi indeks RPN maka akan semakin berisiko dan berbahaya juga terhadap sistem.

6. Kesimpulan

Kesimpulan dilakukan dengan mengambil intisari dari pembahasan yang nantinya dilandaskan pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

3.5 Analisis Data Penelitian

Menurut (Sugiyono, 2011). Analisis data diinterpretasikan sebagai proses analisis data yang melibatkan pengelompokan data berdasarkan variabel dan jenis data yang ada, sehingga dapat lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan. Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan dengan dengan melakukan perhitungan pada data gangguan yang tercatat oleh PT PLN (Persero) UP3 Majalaya. Setelah data yang diperlukan terkumpul, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis data. Selain itu, analisis data juga melibatkan perhitungan atau kalkulasi untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya (Sugiyono, 2011).

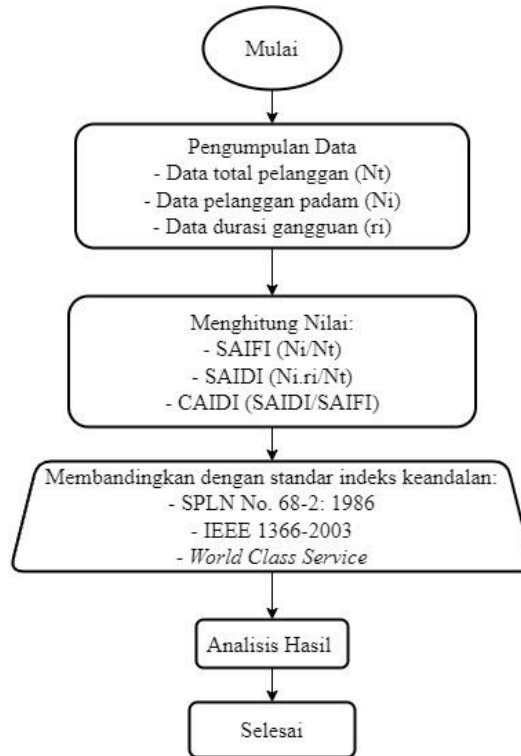
Dalam konteks penelitian ini, analisis data dilakukan dengan fokus pada data gangguan yang tercatat oleh PT PLN (Persero) UP3 Majalaya. Data gangguan tersebut kemungkinan akan diurutkan berdasarkan waktu, jenis gangguan, durasi pemadaman, dan lainnya untuk mempermudah analisis. Selanjutnya, perhitungan akan dilakukan terhadap nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI guna menilai keandalan sistem distribusi pada penyulang PANI. Data juga akan dianalisis untuk mengidentifikasi faktor penyebab gangguan, baik itu faktor internal seperti peralatan dan sistem, maupun faktor eksternal seperti petir, binatang, dan pohon. Lalu, menganalisis kegagalan peralatan dengan metode FMEA khususnya dengan melakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN).

Analisis data ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai kinerja sistem distribusi 20 kV pada penyulang PANI di PT PLN (Persero) ULP Soreang. Hasil analisis ini akan menjadi dasar untuk memberikan rekomendasi perbaikan atau tindakan yang tepat guna meningkatkan keandalan sistem distribusi dan mengurangi frekuensi serta durasi gangguan pemadaman di wilayah tersebut.

3.5.1 Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang PANI

Perhitungan indeks keandalan dilakukan dengan memperhatikan persamaan yang telah dituliskan pada sub bab komponen penghitung keandalan.

Berikut merupakan perhitungan komponen indeks keandalan pada penyulang PANI. Adapun diagram alir untuk perhitungan indeks keandalan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI adalah sebagai berikut:



Gambar 3.7 Diagram alir perhitungan nilai keandalan

3.5.1.1 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Pada Penyulang PANI

Perhitungan laju kegagalan memperhitungkan rumus berikut yang telah dituliskan pada persamaan 2.1 di atas. Hal ini dapat dimisalkan untuk data pada bulan Januari.

$$\lambda_i = \frac{F}{T}$$

$$\lambda_i = \frac{1}{31}$$

$$\lambda_i = 0.032 \text{ kali/bulan}$$

Maka, laju kegagalan pada bulan Januari adalah sebesar 0.0322 kali/bulan. Untuk menghitung bulan berikutnya, dapat menggunakan persamaan yang sama seperti bulan Januari.

Selanjutnya, yakni menghitung durasi kegagalan. Persamaan 2.2 di atas telah merumuskan bagaimana cara menghitung durasi kegagalan. Perhitungan ini dapat dicontohkan kembali dengan mengambil sampel bulan Januari.

$$U_i = \frac{t}{T}$$

$$U_i = \frac{179}{31} \div 60$$

$$U_i = 0.096 \text{ jam/bulan}$$

Perhitungan Durasi kegagalan dilakukan dengan menggunakan data gangguan dalam besaran menit, lalu nantinya akan dikonversikan ke dalam satuan jam. Angka 60 merupakan angka konversi dari satuan menit ke jam. Hal ini dilakukan agar perhitungan durasi kegagalan yang diperoleh lebih akurat. Model persamaan yang sama dapat digunakan kembali untuk menghitung durasi kegagalan di bulan-bulan berikutnya.

3.5.1.2 Perhitungan SAIDI

Perhitungan nilai SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dapat dilakukan setelah memperoleh data-data lapangan seperti jumlah konsumen padam pada saat kejadian, durasi gangguan, dan jumlah total konsumen yang terlayani pada suatu saluran. Dengan mengaplikasikan persamaan 2.3 dan meingput data gangguan listrik yang sudah tertera pada tabel 3.4, maka perhitungan SAIDI untuk kejadian pertama di bulan Januari dan hanya sebanyak 1 kejadian, adalah sebagai berikut:

$$SAIDI = \frac{\sum Ni ri}{Nt}$$

$$SAIDI = \frac{2.034 \times 179}{8.597} \div 60$$

$$SAIDI = 0,706 \text{ jam/konsumen}$$

Perhitungan SAIDI dilakukan dengan menggunakan data gangguan dalam besaran menit, lalu nantinya akan dikonversikan ke dalam satuan jam. Angka 60 merupakan angka konversi dari satuan menit ke jam. Hal ini dilakukan agar perhitungan SAIDI yang diperoleh lebih akurat. Nilai SAIDI yang diperoleh untuk kejadian pertama dan bulan Januari adalah sebesar 0.706 jam/kali.

Perhitungan untuk bulan berikutnya dilakukan dengan menghitung angka SAIDI tiap kejadian, lalu menjumlahkan angka SAIDI per bulan, sehingga nantinya akan ditotalkan dan memperoleh angka SAIDI per tahunnya.

3.5.1.3 Perhitungan SAIFI

Perhitungan nilai SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dapat dilakukan setelah memperoleh data-data lapangan seperti jumlah konsumen padam pada saat kejadian dan jumlah total konsumen yang terlayani pada suatu saluran. Dengan mengaplikasikan persamaan (2.4), maka perhitungan SAIFI untuk kejadian pertama di bulan Januari adalah sebagai berikut:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum Ni}{Nt}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{2.034}{8.597}$$

$$\text{SAIFI} = 0,237 \text{ kali/konsumen}$$

Nilai SAIFI yang diperoleh untuk kejadian di bulan Januari adalah sebesar 0.237 kali/konsumen. Perhitungan untuk bulan berikutnya dilakukan dengan menghitung angka SAIFI tiap kejadian, lalu menjumlahkan angka SAIDI per bulan, hingga nantinya akan ditotalkan hingga memperoleh angka SAIFI per tahunnya

3.5.1.4 Perhitungan CAIDI

Perhitungan nilai CAIDI (*Customer Average Duration Index*) dilaksanakan setelah memperoleh data nilai SAIDI dan SAIFI pada suatu kejadian atau gangguan. Dengan menggunakan persamaan (2.5), maka perhitungan CAIDI untuk kejadian pertama di bulan Januari dan total bulan Januari adalah sebagai berikut:

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

$$\text{CAIDI} = \frac{0,706}{0,237}$$

$$\text{CAIDI} = 2,983 \frac{\text{jam}}{\text{kali}}/\text{konsumen}$$

Nilai CAIDI yang diperoleh untuk kejadian di bulan Januari adalah sebesar 2.983 jam/kali/konsumen. Perhitungan untuk bulan berikutnya dilakukan dengan menghitung angka CAIDI tiap kejadian, lalu menjumlahkan angka CAIDI per bulan, hingga nantinya akan ditotalkan hingga memperoleh angka CAIDI per tahunnya.

3.5.2 Perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Untuk memperoleh peringkat nilai prioritas risiko dengan metode FMEA, harus dilakukan penetapan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang sesuai dengan data gangguan yang telah terjadi di lapangan. Perhitungan nilai RPN akan dilakukan per komponen yang mengalami gangguan berdasarkan data tabel 3.2. Berikut merupakan perhitungan nilai RPN pada setiap komponen:

1. Tiang (roboh)

Tiang roboh merupakan salah satu gangguan yang serius. Penyulang PANI mengalami 1 kali kejadian tiang roboh. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 10 karena kerusakan yang dialami akan fatal terhadap penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat 10. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat 2 karena mengalami 1 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$RPN = S \times O \times D$$

$$RPN = 10 \times 2 \times 10$$

$$RPN = 200$$

Maka, nilai RPN untuk komponen tiang yang mengalami kerobohan adalah 200.

2. SUTM

SUTM merupakan salah satu gangguan yang serius selain gangguan tiang roboh. Kejadian tiang roboh biasanya akan membuat SUTM putus. Penyulang PANI mengalami 10 kali kejadian SUTM putus. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 8 karena kabel SUTM yang putus dapat berakibat

serius terhadap penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat juga mendapat peringkat 6. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat 7 karena mengalami 10 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$\text{RPN} = S \times O \times D$$

$$\text{RPN} = 8 \times 7 \times 6$$

$$\text{RPN} = 336$$

Maka, nilai RPN untuk komponen SUTM putus adalah 336.

3. Gangguan Kabel Tanah

Gangguan sambung masuk kabel tanah adalah salah satu jenis gangguan peralatan yang terjadi pada kabel tanah. Penyulang PANI mengalami 2 kali kejadian gangguan sambung masuk kabel tanah. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 8. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat juga mendapat peringkat 9. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat 3 karena mengalami 2 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$\text{RPN} = S \times O \times D$$

$$\text{RPN} = 8 \times 2 \times 9$$

$$\text{RPN} = 144$$

Maka, nilai RPN untuk komponen gangguan kabel tanah adalah 216

4. Jumper SUTM

Jumper SUTM yang rusak adalah salah satu jenis gangguan peralatan yang terjadi pada *jumper*. Penyulang PANI mengalami 2 kali kejadian gangguan *jumper*. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 6. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat juga mendapat peringkat 2. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat 3 karena mengalami 2 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$\text{RPN} = S \times O \times D$$

$$\text{RPN} = 6 \times 3 \times 2$$

$$\text{RPN} = 36$$

Maka, nilai RPN untuk komponen gangguan kabel tanah adalah 216

5. PMT TM

Gangguan yang terjadi ialah PMT TM terbuka, pelebur tegangan mencegah putus karena pohon. Penyulang PANI mengalami 1 kali kejadian gangguan PMT TM. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 3. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat juga mendapat peringkat 2. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat 2 karena mengalami 1 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$\text{RPN} = S \times O \times D$$

$$\text{RPN} = 3 \times 2 \times 2$$

$$\text{RPN} = 12$$

Maka, nilai RPN untuk komponen PMT TM terbuka dan pelebur tegangan mencegah putus karena pohon adalah 216

6. Relai

Relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT akan masuk kembali adalah salah satu jenis gangguan peralatan yang terjadi pada relai. Penyulang PANI mengalami 2 kali kejadian gangguan relai. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 3. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat juga mendapat peringkat 10. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat 2 karena mengalami 1 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$\text{RPN} = S \times O \times D$$

$$\text{RPN} = 3 \times 2 \times 10$$

$$\text{RPN} = 60$$

Maka, nilai RPN untuk komponen relai adalah 216

7. Konektor

Kerusakan konektor adalah salah satu jenis gangguan peralatan yang terjadi pada konektor. Penyulang PANI mengalami 3 kali kejadian kerusakan konektor. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 6. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat juga mendapat peringkat 5. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat 4 karena mengalami 3 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$RPN = S \times O \times D$$

$$RPN = 6 \times 4 \times 5$$

$$RPN = 120$$

Maka, nilai RPN untuk komponen konektor adalah 216

8. Isolator

Isolator rusak adalah salah satu jenis gangguan peralatan yang terjadi pada kabel tanah. Penyulang PANI mengalami 2 kali kejadian isolator rusak. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 6. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat juga mendapat peringkat 2. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat 3 karena mengalami 2 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$RPN = S \times O \times D$$

$$RPN = 6 \times 3 \times 2$$

$$RPN = 36$$

Maka, nilai RPN untuk komponen gangguan kabel tanah adalah 36

9. Fuse Cut Out

Fuse cut out adalah salah satu jenis gangguan peralatan yang terjadi pada sebuah penyulang. Penyulang PANI mengalami 2 kali kejadian *fuse cut out* rusak. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan PT PLN (Persero) didapat bahwa tingkat keparahan (*severity*) untuk komponen ini adalah 6. Lalu, untuk *detection* (kemampuan mendeteksi) juga mendapat peringkat juga mendapat peringkat 4. Terakhir, *occurrence* atau frekuensi kejadian mendapatkan peringkat

3 karena mengalami 2 kejadian. Nilai RPN dapat dihitung dengan persamaan 2.6, berikut perhitungan nilai RPN:

$$RPN = S \times O \times D$$

$$RPN = 6 \times 3 \times 4$$

$$RPN = 72$$

Maka, nilai RPN untuk komponen *fuse cut out* rusak adalah 72.