

# Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik berdasarkan Koordinasi *Recloser* dan *Sectionalizer*

Nisrina Nurul Fadlilah<sup>1</sup>, Yudi Prana Hikmat<sup>2</sup>, Toto Tohir<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Program Studi D-III Teknik Listrik, POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559

nisrinanfadlilah@gmail.com

---

---

## Abstrak

Jaringan system pendistribusian tenaga listrik di ULP Malingping memiliki total jaringan tegangan menengah dengan Panjang 47,55 km dengan saluran udara kabel berinti aluminium. Panjangnya saluran tersebut membuat pendistribusian tenaga listrik di ULP Malingping menjadi rentan terkena gangguan, baik itu gangguan temporer atau gangguan permanen. Untuk menjamin kontinuitasnya, dipasanglah peralatan proteksi yang saling berkoordinasi untuk mendeteksi dan memperbaiki gangguan agar system kelistrikan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan syarat system proteksi. Salah satu contoh peralatan proteksi yang saling berkoordinasi adalah *Recloser* dan *Sectionalizer*. *Sectionalizer* berkoordinasi dengan *Recloser* agar dapat menjalankan tugasnya secara otomatis saat jaringan tidak bertegangan. Maksud digunakannya *Sectionalizer* adalah untuk memisahkan saluran utama ke dalam beberapa *section* agar Ketika terjadi gangguan, daerah pemadaman tidak terlalu luas. Setiap koordinasi proteksi mempunyai indeks keandalannya masing – masing ketika di realisasikan di lapangan. Untuk menjamin bahwa koordinasi berjalan secara lancar maka dihitunglah indeks keandalan pada penyulang. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui cara koordinasi diantara *recloser* dan *sectionalizer* serta menghitung nilai SAIFI, SAIDI dan CAIDI terkait dengan koordinasi *recloser* dan *Sectionalizer* dan mengetahui parameter keandalan pada Penyulang Bayahkota. Berdasarkan koordinasi *Recloser* dan *Sectionalizer*, Penyulang Bayahkota sebelum relokasi mendapatkan nilai SAIFI sebesar 0,385625827 kali/pelanggan/tahun, nilai SAIDI sebesar 0,008058322 jam/tahun dan nilai CAIDI sebesar 0,020896738 jam/tahun. Sementara setelah dilakukan penambahan dua buah *Sectionalizer* pada saluran 53 dan 69 nilai SAIFI yang didapatkan adalah sebesar 0,229888939 kali/pelanggan/tahun, nilai SAIDI sebesar 0,004476282 jam/tahun dan nilai CAIDI sebesar 0,019471498 jam/tahun. Nilai SAIFI pada kondisi setelah relokasi turun sebanyak 40,4%, nilai SAIDI turun sebanyak 44,5% sementara nilai CAIDI turun sebanyak 6,8%.

**Kata kunci:** *sectionalizer*, *recloser*, proteksi, gangguan, relokasi

---

---

## I. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai wilayah geografis yang luas dalam penyaluran energi listrik. Hal ini membuat PT. PLN (Persero) mempunyai tantangan besar dalam mengoptimalkan penyaluran energi listrik agar penyaluran energi listrik tersebut menjadi lebih optimal. Pengoptimalan ini dinilai beresiko tinggi terhadap gangguan di berbagai daerah di Indonesia. Pada Penyulang Bayahkota sendiri telah terjadi Sembilan kali gangguan terhitung sampai Bulan Juni Tahun 2021 yang tentu mempengaruhi nilai indeks keandalan pada Penyulang Bayahkota. Maka dengan dihitungnya nilai indeks keandalan pada Penyulang Bayahkota

ini diharapkan dapat menghasilkan nilai indeks keandalan lebih baik dan dapat meminimalisir jumlah pelanggan padam ketika dilakukannya relokasi.

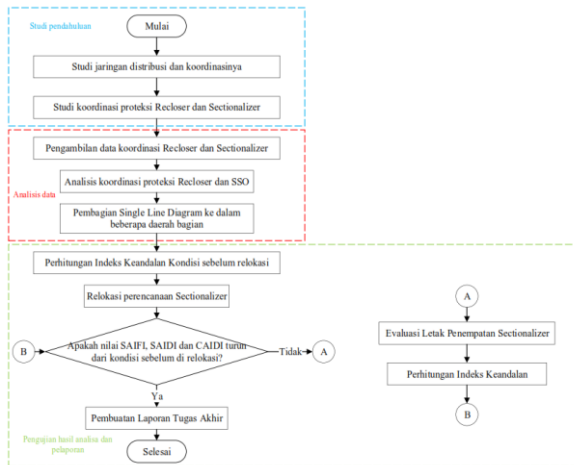
*State of the art* penelitian yang diusulkan menjadi pembeda terhadap penelitian sebelumnya adalah cara studi, Gardu Induk tempat dilaksanakannya penelitian dan metode ilmiahnya. Pada penelitian sebelumnya dilakukan proses perhitungan berdasarkan jumlah gangguan yang terjadi pada Penyulang juga berisi perihal penjelasan mengenai system distribusi, gangguan pada system distribusi serta alat koordinasi di setiap alat yang menjadi proteksi di dalam jaringan tersebut. Sedangkan dalam penelitian ini, penulis

melakukan relokasi *sectionalizer* pada pihak PT. PLN (Persero) ULP Malingping.

Tujuan dari penelitian ini yaitu pembaca dapat memahami koordinasi diantara *recloser* dan *sectionalizer* dalam memproteksi jaringan, mengetahui indeks keandalan keseluruhan pada Penyulang Bayahkota, melakukan relokasi *sectionalizer* untuk meningkatkan indeks keandalan penyulang dan menghitung indeks keandalan penyulang setelah dilakukannya relokasi.

## II. METODE PENELITIAN

Terdapat tiga tahapan dalam melaksanakan penelitian ini yang bisa memudahkan dalam pengerjaannya. Pelaksanaan penelitian ini ditampilkan dalam diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Penyulang Bayahkota ULP Malingping

Penyulang Bayahkota mempunyai total Panjang saluran 142,65 kms. Penyulang Bayahkota mendapatkan suplai tenaga listrik dari Gardu Induk Saketi Trafo dua yang berada di wilayah Kabupaten Pandeglang. Berikut ini adalah spesifikasi dari trafo yang terdapat di Gardu Induk Bayah:

Tabel 1. Spesifikasi Trafo

Merk	PAUWELS TRAFU POWER TRANSFORMER
Standard	IEC 60076
Rated Power	36 / 60 MVA
Frekuensi	50 Hz
High Voltage Terminal	165 kV
Low Voltage Terminal	22 kV

#### 1. Recloser



Gambar 2. Recloser

*Recloser* adalah dikenal dengan PBO atau Pemutus Balik Otomatis adalah PMT yang dilengkapi dengan peralatan kontrol dan juga relai penutup balik. Peralatan kontrol *recloser* yang disebut *Electronic Control Box Recloser* yang dapat mengendalikan cara pemutusan tenaga suatu jaringan yang didalamnya terdapat *setting* yang dapat ditentukan.

*Recloser* mempunyai beberapa sifat pemutusan, diantaranya: operasi cepat (*fast tripping*) untuk antisipasi gangguan temporer, operasi lambat (*delayed tripping*) untuk koordinasi dengan pengaman di hilir, *repetitive* atau *reset* otomatis setelah *Recloser* sukses, *non repetitive* atau *reset* manual jika terjadi gangguan permanen dan gangguan sudah dibebaskan.

Urutan operasi *Recloser* ini adalah pada saat terjadi gangguan, arus yang mengalir melalui *Recloser* sangat besar sehingga membuat kontak *Recloser* terbuka (*trip*) dalam operasi cepat (*fast trip*). Kemudian kontak *Recloser* akan menutup kembali setelah melwati waktu *reclose* sesuai dengan *setting*. Berikut ini adalah spesifikasi *Recloser* yang terdapat pada Penyulang Bayahkota:

Tabel 2. Spesifikasi Recloser

Merk	JOONWON Co., Ltd.
Standard	IEC 62271 – 11
Rated Power	36 / 60 MVA
Frekuensi	50 Hz
Arus Pengenal	630 A
Tegangan Pengenal	24 kV
Arus pemutusan Hubung Singkat	16 kA

#### 2. Sectionalizer



Gambar 3. Sectionalizer

*Sectionalizer* adalah peralatan proteksi listrik level menengah yang dilengkapi dengan control elektronik / mekanik sebagai pengaman seksi. *Sectionalizer* bekerja sebagai saklar pemutus rangkaian atau beban untuk nantinya memisahkan saluran utama dengan dikoordinasikan dengan pengaman perangkat lainnya atau contohnya *Recloser*. *Sectionalizer* di desain agar dapat membuka saat jaringan tidak bertegangan dan harus menutup jaringan yang bertegangan secara hubung singkat.

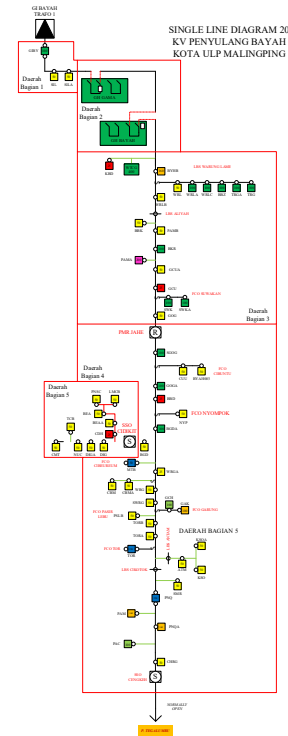
Prinsip kerja *sectionalizer* ini adalah menghitung *counter open recloser* yang bisa dikerjakan apabila *sectionalizer* berkoordinasi dengan pengaman yang berada di sisi sumber, contohnya *recloser*. Berikut adalah spesifikasi *sectionalizer* pada Penyulang Bayahkota:

Tabel 3. Spesifikasi *Sectionalizer*

Merk	JOONWON Co., Ltd.
Standard	IEC 62271 – 11
Rated Power	36 / 60 MVA
Frekuensi	50 Hz
High Voltage Terminal	165 kV
Low Voltage Terminal	22 kV

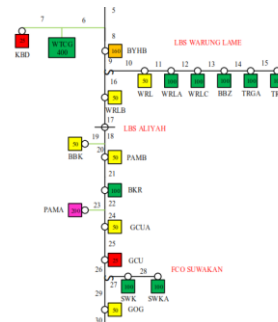
### B. Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Bayahkota sebelum di Relokasi

Metode yang dilakukan penulis dalam melakukan perhitungan yaitu menekankan analisis kegagalan di sub – sub bagian. Oleh karena itu penulis membagi Penyulang Bayahkota ke dalam lima daerah bagian seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. Single Line Diagram Penyulang Bayahkota

Setelah dilakukan pembagian daerah perhitungan, penulis akan menghitung indeks keandalan dari setiap titik beban dan peralatan yang terdapat pada penyulang yang kemudian hasil perhitungan tersebut akan ditambahkan dengan titik beban dan peralatan lainnya di daerah perhitungan yang berbeda.



Gambar 5. Single line diagram daerah bagian 3 Penyulang Bayahkota

Gambar 5 menunjukkan *single line diagram* Penyulang Bayahkota beserta titik beban atau trafo distribusi dan salurannya. Tabel 4 di bawah menunjukkan daftar beban setiap trafo distribusi pada daerah bagian tiga Penyulang Bayahkota.

Tabel 4. Daftar beban daerah bagian tiga

No.	Trafo Distribusi	Jumlah Pelanggan	Beban (kVA)
1	Trafo KBD	886	634
2	Trafo BYHB	153	115

3	Trafo WRL	306	173
4	Trafo WRLA	93	48
5	Trafo WRLC	226	154
6	Trafo BBZ	321	200
7	Trafo TRGA	11	8,1
8	Trafo TRG	518	300
9	Trafo WRLB	1	0,9
10	Trafo BBK	296	161
11	Trafo PAMB	349	205
12	Trafo BKR	121	294
13	Trafo PAMA	279	150
14	Trafo GCUA	1	1,3
15	Trafo GCU	63	36
16	Trafo SWK	357	222
17	Trafo SWKA	1	0,45
18	Trafo GOG	125	121
Total		4107	2823,75

Setelah diketahui jumlah tarfo distribusi dan jumlah pelanggan pada daerah bagian tiga, terdapat juga daftar Panjang setiap saluran yang termasuk ke dalam daerah bagian tiga Penyulang Bayahkota. Tabel 5 di bawah menunjukkan daftar panjang saluran pada daerah bagian tiga Penyulang Bayahkota.

**Tabel 5. Daftar panjang saluran daerah bagian 3**

No.	Nomor Saluran	Panjang (km)
1	Saluran 5	0,0467
2	Saluran 6	0,062
3	Saluran 7	0,705
4	Saluran 8	0,039
5	Saluran 9	0,882
6	Saluran 10	0,257
7	Saluran 11	0,485
8	Saluran 12	0,346
9	Saluran 13	0,913
10	Saluran 14	0,718
11	Saluran 15	0,393
12	Saluran 16	0,037
13	Saluran 17	0,632
14	Saluran 18	0,369
15	Saluran 19	0,194
16	Saluran 20	0,035
17	Saluran 21	0,145

No.	Nomor Saluran	Panjang (km)
18	Saluran 22	0,055
19	Saluran 23	0,41
20	Saluran 24	1,67
21	Saluran 25	0,175
22	Saluran 26	0,659
23	Saluran 27	1,87
24	Saluran 28	0,627
25	Saluran 29	0,253
26	Saluran 30	0,029

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap pelanggan terdampak kegagalan ketika terjadi gangguan pada setiap peralatan. Perhitungan tersebut didapatkan dari persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 f(\text{saluran 5}) &= \sum_{GOG}^{KDB} (\text{pelanggan}) \\
 &= \sum_{GOG}^{KDB} (n \text{ Trafo KBD} + n \text{ Trafo BYHB} \dots \\
 &\quad + n \text{ Trafo GOG}) \\
 &= 4107
 \end{aligned}$$

Tabel 6 di bawah ini menunjukkan hasil dari analisis dampak kegagalan pada setiap peralatan di daerah bagian tiga.

**Tabel 6. Contoh Analisa dampak kegagalan**

No.	Peralatan	Akibat Kegagalan Peralatan		
		Daerah Pemadaman	Daerah Pemindahan	Jumlah Pelanggan Padam
1	Trafo KBD	Trafo KBD	-	886
2	Saluran 5 - 30	Daerah bagian 3	Penyulang Tegalumbu	4107

Setelah mendapat jumlah pelanggan padam pada setiap titik peralatan, selanjutnya dilakukan perhitungan frekuensi kegagalan pada masing – masing peralatan pada daerah bagian tiga dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{sal. 5}} &= \sum_i = n \times \lambda_i \\
 &= 0,0467 \times 0,02 = 0,000934 \text{ kali/tahun} \\
 \lambda_{\text{Trafo KBD}} &= \sum_i = n \times \lambda_i \\
 &= 1 \times 0,005 = 0,005 \text{ kali/tahun}
 \end{aligned}$$

Saluran yang diambil sebagai contoh pada perhitungan frekuensi di atas adalah saluran lima. Sementara untuk perhitungan frekuensi pada trafo diambil contoh pada trafo KBD.

Nilai frekuensi laju kegagalan atau  $\lambda_i$  mengacu pada SPLN No. 59 Tahun 1985 seperti yang tertera di bawah ini.

**Tabel 7. Frekuensi laju kegagalan peralatan, waktu pemadaman dan waktu pemindahan peralatan**

No.	Komponen	Laju Kegagalan	Waktu Pemadaman (r)	Waktu Pemindahan (rs)
1	Saluran udara	0.02 / km/ tahun	3	0.15
2	Transformator Distribusi	0.005 / unit / tahun	10	0.15
3	Pemutus tenaga	0.004 / unit / tahun	10	0.15
4	Kabel saluran bawah tanah	0.07 / unit / tahun	15	5
5	<i>Sectio nalizer</i>	0.003 / unit / tahun	10	0.15
6	Sakelar beban	0.003 / unit / tahun	10	0.15
7	<i>Recloser</i>	0.005 / unit / tahun	10	0.15
8	Penyambung kabel	0.001 / unit / tahun	15	0.15
9	Pelindung jaringan	0.005 / unit / tahun	10	0.15
10	Rel tegangan rendah	0.001 / unit / tahun	10	0.15

Tabel 8 di bawah menunjukan frekuensi kegagalan pada masing – masing peralatan yang terdapat pada daerah bagian tiga.

**Tabel 7. Contoh Frekuensi Kegagalan pada Peralatan**

No.	Peralatan	Laju Kegagalan	Panjang Saluran	Frekuensi Kegagalan
1	Trafo KBD	0,005	-	0,005
2	Saluran 5	0,02	0,0467	0,000934
3	Saluran 6	0,02	0,062	0,00124

Setelah diketahui frekuensi kegagalan pada peralatan, selanjutnya penulis akan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk peralatan dalam menyelesaikan gangguanya. Waktu tersebut terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung waktu tersebut.

$$U_{Saluran 5}(pemadaman) = \sum i = n U_i$$

$$= \sum Daerah\ bagian\ 3 \lambda_i \times r_j$$

$$= 18 \times 3 = 54\ jam$$

$$U_{Saluran 5}(pemindahan) = \sum i = n U_i$$

$$= 2 \times 0,15 = 0,3\ jam$$

$$U_{Saluran 5}(total) = pemadaman + pemindahan$$

$$= 54 + 0,3 = 54,3\ jam$$

Perhitungan di atas adalah contoh perhitungan waktu pemadaman dan pemindahan jika terjadi kegagalan di saluran lima. Nilai waktu pemadaman dan pemindahan pada peralatan mengacu pada SPLN No. 59 Tahun 1985.

Tabel 8 di bawah ini adalah hasil perhitungan waktu pemadaman dan pemindahan beberapa peralatan yang terdapat pada daerah bagian tiga.

**Tabel 8. Total Waktu Pemadaman dan Pemindahan**

No.	Peralatan	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Total Waktu (jam)
1	Trafo KBD	10	0	10
2	Saluran 5	54	0,3	54,3

Setelah didapatkan total waktu pemadaman dan pemindahan dari masing – masing peralatan, selanjutnya penulis akan menghitung SAIFI dan SAIDI pada daerah bagian tiga Penyulang Bayahkota. Sebagai contoh penulis menghitung nilai SAIFI dan SAIDI dari trafo KBD.

$$SAIFI = \frac{\sum NTB \times \lambda_{TB}}{\sum N}$$

$$SAIDI = \frac{\sum \lambda_i \times r_j}{\sum N}$$

$$SAIFI = \frac{886 \times 0,005}{9344} = 0,00047410\ \text{kali/pelanggan/tahun}$$

$$SAIDI = \frac{0,005 \times 10}{9344} = 0,0000535\ \text{jam/tahun}$$

Perhitungan ini mencakup keseluruhan trafo distribusi dan saluran pada daerah bagian tiga Penyulang Bayah Kota. Tabel 9 di bawah ini menunjukan hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI dari keseluruhan daerah bagian tiga.

**Tabel 9. Nilai SAIFI dan SAIDI Daerah Bagian Tiga**

No.	Peralatan	SAIFI	SAIDI
1	Trafo KBD	0,00047410	0,0000535
2	Trafo BYHB	0,00008187	0,0000535
3	Trafo WRL	0,00016374	0,0000535
4	Trafo WRLA	0,00004976	0,0000535
5	Trafo WRLC	0,00012093	0,0000535
6	Trafo BBZ	0,00017177	0,0000535
7	Trafo TRGA	0,00005589	0,0000535

No.	Peralatan	SAIFI	SAIDI
8	Trafo TRG	0,00027718	0,00000535
9	Trafo WRLB	0,00000054	0,00000535
10	Trafo BBK	0,00015839	0,00000535
11	Trafo PAMB	0,00018675	0,00000535
12	Trafo BKR	0,00006475	0,00000535
13	Trafo PAMA	0,00014929	0,00000535
14	Trafo GCUA	0,00000054	0,00000535
15	Trafo GCU	0,00003371	0,00000535
16	Trafo SWK	0,00019103	0,00000535
17	Trafo SWKA	0,00000054	0,00000535
18	Trafo GOG	0,00006689	0,00000535
19	Saluran 5	0,00041	0,00000543
20	Saluran 6	0,00055	0,00000721
21	Saluran 7	0,00620	0,00008194
22	Saluran 8	0,00034	0,00000453
23	Saluran 9	0,00775	0,00010251
24	Saluran 10	0,00226	0,00002987
25	Saluran 11	0,00426	0,00005637
26	Saluran 12	0,00304	0,00004021
27	Saluran 13	0,00803	0,00010611
28	Saluran 14	0,00631	0,00008345
29	Saluran 15	0,00345	0,00004568
30	Saluran 16	0,00033	0,00000430
31	Saluran 17	0,00556	0,00007345
32	Saluran 18	0,00324	0,00004289
33	Saluran 19	0,00171	0,00002255
34	Saluran 20	0,00031	0,00000407
35	Saluran 21	0,00127	0,00001685
36	Saluran 22	0,00048	0,00000639
37	Saluran 23	0,00360	0,00004765
38	Saluran 24	0,01468	0,00019409
39	Saluran 25	0,00154	0,00002034
40	Saluran 26	0,00579	0,00007659
41	Saluran 27	0,01644	0,00021734
42	Saluran 28	0,00551	0,00007287
43	Saluran 29	0,00222	0,00002940
44	Saluran 30	0,00025	0,00000337
<b>TOTAL</b>		<b>0,10774458</b>	<b>0,00149179</b>

Setelah didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI dari daerah bagian tiga, selanjutnya penulis akan menjumlahkan nilai SAIFI dan SAIDI dari keseluruhan Penyulang Bayahkota. Tabel 10 di

bawah ini adalah hasil penjumlahan nilai SAIFI dan SAIDI pada keseluruhan Penyulang Bayahkota.

**Tabel 10. Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI Penyulang Bayahkota**

No.	Daerah Bagian	Indeks Keandalan		Jumlah Pelanggan
		SAIFI	SAIDI	
1	Daerah Bagian 1	0,000212324	0,00001138	334
2	Daerah Bagian 2	0	0,00000452	-
3	Daerah Bagian 3	0,10774458	0,00149179	4107
4	Daerah Bagian 4	0,23368421	0,005841	2872
5	Daerah Bagian 5	0,043984713	0,000709632	2031
<b>Total</b>		<b>0,385625827</b>	<b>0,008058322</b>	<b>9344</b>

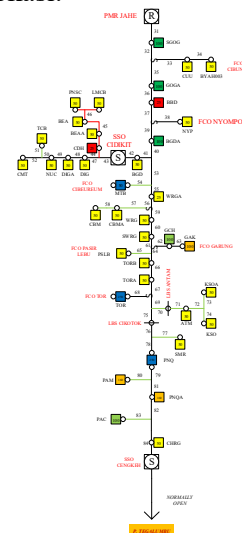
Sementara untuk nilai CAIDI yang didapatkan adalah dengan menggunakan persamaan berikut.

$$CAIDI = \frac{\text{total gangguan pelanggan}}{\text{total pelanggan terlayani}} = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{0,008058322}{0,385625827} = 0,020896738 \text{ jam / tahun}$$

### C. Perencanaan Relokasi Sectionalizer pada Penyulang Bayahkota

Untuk melakukan relokasi sectionalizer dibutuhkan langkah yang sesuai dengan metode penulis yaitu analisa dampak kegagalan. Hasil analisa perencanaan relokasi sectionalizer ini berupa pertimbangan terkait lokasi sectionalizer yang dibuat dalam bentuk *single line diagram*.

Gambar 6 di bawah ini menunjukkan *single line diagram* daerah bagian empat Penyulang Bayahkota sebelum di relokasi. Penulis akan menghitung jumlah pelanggan padam pada daerah bagian empat sebelum di relokasi.



**Gambar 6. Single line diagram daerah bagian 4 sebelum relokasi**



Untuk mengetahui jumlah pelanggan terdampak gangguan, penulis memberikan contoh jika terjadi gangguan pada Saluran 55 dengan digunakannya persamaan di bawah ini.

$$f(\text{Sal. 55}) = \sum_{\text{Saluran 84}} n\text{Trafo SGOG} + n\text{Trafo CUU} + \dots + n\text{Trafo CHRG}$$

$$= \sum_{\text{Saluran 31}} 104 + 70 + \dots + 88$$

$$= 4903 \text{ pelanggan}$$

Berdasarkan pertimbangan jumlah pelanggan di atas, maka penulis menyarankan penambahan *Sectionalizer* pada Saluran 53 dan Saluran 69 yang bertujuan untuk meminimalisir daerah gangguan. Untuk mengetahui jumlah pelanggan terdampak kegagalan dari penambahan *Sectionalizer* digunakan persamaan di bawah ini.

$$f(S_{\text{Baru 1}}) = \sum_{\text{Saluran 53}} n\text{Trafo MTB} + n\text{Trafo WRGA} + \dots + n\text{Trafo TOR}$$

$$= \sum_{\text{Saluran 68}} 156 + 51 + \dots + 290$$

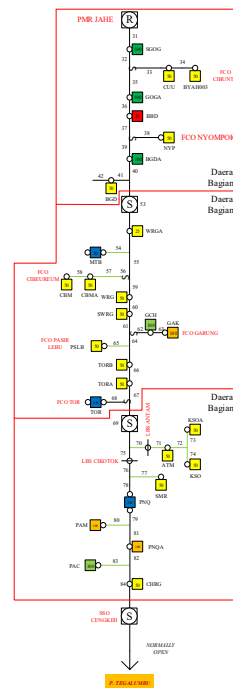
$$= 1279 \text{ pelanggan}$$

$$f(S_{\text{Baru 2}}) = \sum_{\text{Saluran 84}} n\text{Trafo ATM} + n\text{Trafo KSOA} + \dots + n\text{Trafo CHRG}$$

$$= \sum_{\text{Saluran 69}} 1 + 84 + \dots + 88$$

$$= 842 \text{ pelanggan}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa jumlah pelanggan terdampak kegagalan semakin berkurang. Untuk lebih jelasnya, pada Gambar 7 dapat ditampilkan *single line diagram* daerah bagian empat Penyulang Bayah Kota pada saat kondisi perencanaan relokasi.



Gambar 7. Single line diagram daerah bagian 4 kondisi perencanaan relokasi

#### D. Perhitungan Indeks Keandalan Penyulang Bayahkota Setelah Relokasi

Pada bagian ini, penulis melakukan perhitungan nilai indeks keandalan pada Penyulang Bayahkota pada kondisi perencanaan relokasi. Hal ini dilakukan untuk implementasi dari perencanaan penambahan *Sectionalizer*. Perhitungan ini dilakukan dengan metode dan langkah perhitungan yang sama seperti pada saat sebelum di relokasi.

Didapatkanlah nilai SAIFI dan SAIDI keseluruhan dari Penyulang Bayahkota seperti pada tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI Penyulang Bayahkota Kondisi Perencanaan Relokasi

No.	Daerah Bagian	Indeks Keandalan		Jumlah Pelanggan
		SAIFI	SAIDI	
1	Daerah Bagian 1	0,000212324	0,00001138	334
2	Daerah Bagian 2	0	0,00000452	-
3	Daerah Bagian 3	0,10774458	0,00149179	4107
4	Daerah Bagian 4	0,040557461	0,00098406	751
5	Daerah Bagian 5	0,022040302	0,00071527	1279
6	Daerah Bagian 6	0,015349559	0,00055963	842
7	Daerah Bagian 7	0,043984713	0,000709632	2031
<b>Total</b>		<b>0,229888939</b>	<b>0,004476282</b>	<b>9344</b>

Berdasarkan perhitungan nilai SAIFI dan SAIDI di tabel sebelumnya, didapatkan nilai indeks keandalan berdasarkan persamaan di bawah ini.

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{0,004476282}{0,229888939} = 0,019471498 \text{ jam/tahun}$$

#### E. Evaluasi Hasil Perhitungan Indeks Keandalan

Pada tahap ini penulis melakukan evaluasi dari kedua nilai indeks keandalan tersebut. Relokasi yang dilakukan penulis adalah berupa penambahan *Sectionalizer* pada dua titik di Penyulang Bayahkota. Tabel 12 di bawah merupakan perbandingan kondisi Penyulang Bayahkota sebelum dan sesudah relokasi.

**Tabel 12. Hasil Perbandingan Indeks Keandalan**

No.	Indeks Keandalan	Indeks Keandalan	
		Sebelum	Sesudah
1	SAIFI	0,385625827	0,229888939
2	SAIDI	0,008058322	0,004476282
3	CAIDI	0,020896738	0,019471498

### IV. KESIMPULAN

Setelah penulis melakukan analisa, hasil yang penulis dapatkan adalah indeks keandalan SAIFI, SAIDI dan CAIDI pada Penyulang Bayahkota berdasarkan koordinasi *Recloser* dan *Sectionalizer* sebelum relokasi mendapatkan nilai SAIFI sebesar 0,385625827 kali/pelanggan/tahun, nilai SAIDI sebesar 0,008058322 jam/tahun dan nilai CAIDI sebesar 0,020896738 jam/tahun. Sementara setelah dilakukan penambahan dua buah *Sectionalizer* pada saluran 53 dan 69 nilai SAIFI yang didapatkan adalah sebesar 0,229888939 kali/pelanggan/tahun, nilai SAIDI sebesar 0,004476282 jam/tahun dan nilai CAIDI sebesar 0,019471498 jam/tahun. Nilai SAIFI pada kondisi setelah relokasi turun sebanyak 40,4%, nilai SAIDI turun sebanyak 44,5% sementara nilai CAIDI turun sebanyak 6,8%. Kesimpulan di atas membuat penulis menyarankan diadakannya relokasi *Sectionalizer* pada Saluran 53 dan Saluran 69 Penyulang Bayahkota.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penelitian ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari seluruh pihak yang berperan secara langsung maupun tidak langsung.

### REFERENSI

- [1] Triajmaja, Wisnu Prawira. “Koordinasi *Recloser* dan SSO Fungsi VIT untuk Optimalisasi Jaringan Distribusi berbasis ARDUINO MEGA 2560 menggunakan SCADA”. Semarang: Universitas Diponegoro. 2018.
- [2] Zuraida, Hanif dan Heru Winarno. “Simulasi dan Monitoring Koordinasi *Recloser* dan SSO pada Jaringan Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Area Semarang Penyulang Kalisari 07 berbasis ARDUINO MEGA 2560 dan VT SCADA 11. 2”. *GEMA TEKNOLOGI*. 20. 3 (2019): 91 – 96.
- [3] Suny, Muazam Fakhri. Laporan Tugas Akhir. “Simulasi Saklar Seksi Otomatis / SSO (*Sectionalizer*) sebagai Proteksi Cadangan guna Mengisolasi Gangguan Hubung Singkat pada Saluran Distribusi 20 kV berbasis ARDUINO MEGA 2560 dengan Tampilan Human Machine Interface (HMI)”. Semarang : Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. 2018.
- [4] Dhuha, Syamsu. Skripsi. “Kajian Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi dengan Relokasi *Sectionalizer* pada Penyulang Pujon dengan Pembangkit Terdistribusi”. Malang: Universitas Brawijaya. 2017.
- [5] Anggara, Hari. Tugas Akhir. “Simulasi dan Monitoring Koordinasi *Recloser* dan *Sectionalizer* pada Sistem Proteksi Tenaga Listrik Jaringan Tegangan Menengah 20 kV berbasis ARDUINO MEGA 2560 dan VT SCADA”. Semarang: Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. 2018.
- [6] Wibowo, Atin Yudi. Laporan Proyek Akhir. “Simulasi Koordinasi *Recloser* BY2-148N/51 dan *Sectionalizer* BY2-148N/200 pada Penyulang BDN13 PT. PLN (Persero) Area Klaten”. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada. 2018.