

PENGARUH MANUVER JARINGAN DISTRIBUSI PADA PENYULANG LS-05 DAN LL-4 DENGAN PENAMBAHAN LOAD BREAK SWITCH DI PT. PLN (Persero) ULP LANGSA KOTA DENGAN METODE GABUNGAN RIA-SECTION TECHNIQUE SIMULASI ETAP 14.1

Rizka Dwi Meutia^{1*}, Arnawan Hasibuan¹, Andik Bintoro¹, Salahuddin¹, dan Sapto Nisworo²⁾

¹ Teknik Elektro, Universitas Mlikussaleh, Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

² Teknik Elektro, Universitas Tidar, Magelang, Indonesia

Email: rizka.180150023@mhs.unimal.ac.id⁴

Abstrak

PT. PLN (Persero) ULP (Unit Layanan Pelanggan) Langsa merupakan salah satu sub unit dari UP3 Langsa, jalur Penyulang LS-5 *section* 2 merupakan salah satu lokasi penempatan beberapa gedung perkantoran dan rumah sakit swasta yang penyaluran energi listrik harus selalu kontinu, maka manuver beban penyulang LS-05 pada penyulang LL-4 dengan LBS manuver. Berdasarkan masalah tersebut, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Studi Keandalan Sistem Distribusi Terhadap Penambahan *Load Break Switch* Di PT. PLN (Persero) ULP Langsa Kota Menggunakan Metode Gabungan *Ria-Section Technique* Simulasi Etap 14.1” untuk menguji keandalan penyulang LS-5 dan LL-4 LBS manuver di pasang pada kedua ujung penyulang. Berdasarkan perhitungan dengan metode *section* penyulang LS-5 nilai SAIFI 2.2739 kali/ pelanggan/ tahun dan nilai SAIDI adalah 8.41995 jam/ pelanggan/ tahun. Untuk penyulang LL-4 nilai SAIFI sebesar 2,28905 kali/ pelanggan/ tahun dan nilai SAIDI adalah 8,48047 jam/ pelanggan/ tahun. Untuk metode gabungan penyulang LS-5 nilai SAIFI 2,0219 kali/ pelanggan/ tahun dan nilai SAIDI adalah 8,3082 jam/ pelanggan/ tahun. penyulang LL-4 nilai SAIFI sebesar 2,6574 kali/pelanggan/tahun dan nilai SAIDI adalah 9.3008 jam/pelanggan/tahun. kedua metode ini berhasil memperlihatkan pencapaian indeks keandalan sistem distribusi pada kedua penyulang. Kemudian dengan adanya penambahan LBS yang dipasang secara manuver untuk penyulang LS-5 dan LL-4 dapat menjaga kestabilan penyaluran distribusi dan mengurangi wilayah pemadaman serta waktu pemadaman pada kedua penyulang.

Kata kunci: SAIFI, SAIDI, RIA-Section, ETAP, LBS

Pendahuluan

Keandalan Sistem penyaluran tenaga listrik yang baik tidak hanya harus ada dalam sistem pembangkitan dan sistem distribusinya saja, namun sistem jaringannya juga harus diperhatikan. Kontinuitas penyaluran energi listrik merupakan salah satu aspek yang paling penting dalam peningkatan keandalan suatu sistem kelistrikan. Keandalan sistem merupakan suatu hal yang sangat utama yang diperhitungkan oleh penyalur listrik Indonesia, PT. PLN (PERSERO) mendistribusikan listrik perlu menggunakan perangkat switching dalam jaringannya, ada beberapa perangkat

switching yang di gunakan seperti Air Break Switch, Recloser, Fuse cut out, dan Load Break Switch.[1]

Ada 2 cara untuk memperbaiki keandalan sistem distribusi tenaga listrik. Cara pertama adalah dengan mengurangi frekuensi terjadinya gangguan dan cara kedua adalah dengan mengurangi durasi gangguan. Untuk mengurangi frekuensi terjadinya gangguan. Dilakukan tindakan preventif yakni dengan adanya pemeliharaan jaringan secara berkala. Hal ini guna menjamin performa sistem secara menyeluruh. Sedangkan untuk mengurangi durasi gangguan disadari pentingnya otomatisasi sistem distribusi untuk memastikan pemulihan pasokan tenaga listrik secara cepat bagi konsumen. Dan sekaligus memperbaiki tingkat keandalan sistem. [2]

Tujuan dan manfaat dari manuver pasokan daya listrik adalah untuk:

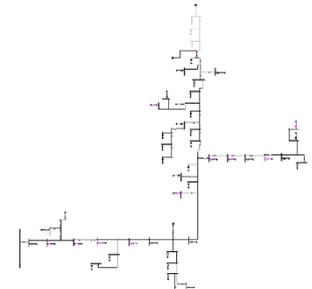
1. Mengurangi daerah pemadaman listrik pada saat terjadi gangguan atau pekerjaan jaringan.
2. Menghindari pemadaman listrik untuk pelanggan dengan kategori beban kritis.

Metode keandalan metode section technique dimana metode ini dinilai sederhana dan dapat mempermudah perhitungan indeks keandalan. metode Section Technique yaitu melakukan evaluasi keandalan dengan cara memecah sistem dalam bagian-bagian yang kecil atau section terlebih dahulu, sehingga kemungkinan terjadi kesalahan dapat diminimalkan, serta waktu yang dibutuhkan lebih singkat. penulis akan megkombinasikan metode *section technique* dengan metode keandalan RIA, yang selanjutnya disebut metode gabungan (*RIA-section technique*). Perhitungan pada metode gabungan yaitu dengan caramenggabungkan parameter *momentary failure rate* didalam perhitungannya.[3] Dimana perhitungan *momentary failure rate* ini didapat dengan menggunakan metode RIA. Metode RIA dimanfaatkan untuk menangkap laju kegagalan yang diakibatkan oleh gangguan sementara (*momentary failure rate*), Sehingga hasil akhir dari metode ini lebih mendekati hasil sebenarnya di lapangan.[4]

Metodologi Penelitian

Skenario Pemodelan Single Line Diagram LS-05 dan LL-4

- Skenario 1 : Open Circuit breaker pada penyulang LS-05, section pertama padam



Gambar 1. skenario 1

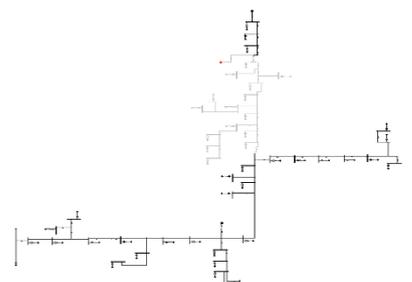
SUMMARY

System Indexes

SAIFI	1.6887 f / customer.yr
SAIDI	89.8882 hr / customer.yr
CAIDI	53.228 hr / customer interruption
ASAI	0.9897 pu
ASUI	0.01026 pu
EENS	316.489 MW hr / yr

Gambar 2. hasil indeks keandalan senario 1\

- Skenario 2 : Open LBS Manuver LS-05 – LS9 memperlihatkan section 2 padam



Gambar 3. skenario 2

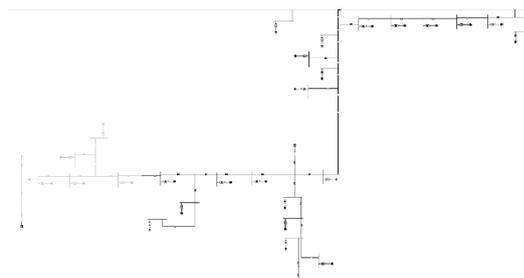
SUMMARY

System Indexes

SAIFI	1.8903 f / customer.yr
SAIDI	102.2246 hr / customer.yr
CAIDI	54.078 hr / customer interruption
ASAI	0.9883 pu
ASUI	0.01167 pu
EENS	349.833 MW hr / yr

Gambar 4. hasil indeks keandalan skenario 2

- Skenario 3: Circuit breaker LL-4 di padamkan dan section 1 padam



Gambar 5. skenario 4

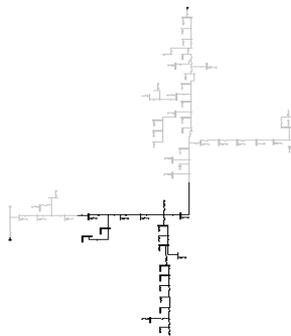
SUMMARY

System Indexes

SAIFI	2.5569 f / customer.yr
SAIDI	159.5824 hr / customer.yr
CAIDI	62.411 hr / customer interruption
ASAI	0.9818 pu
ASUI	0.01822 pu
EENS	464.352 MW hr / yr

Gambar 6. hasil indeks keandalan skenario 4

- Skenario 4: Circuit breaker LS-05 dipadamkan, Circuit breaker LL-4 padam hanya section 2 dan 3 pada LL-4 menyala



Gambar 7. skenario 5

SUMMARY

System Indexes

SAIFI	1.3148 f / customer.yr
SAIDI	58.6818 hr / customer.yr
CAIDI	44.631 hr / customer interruption
ASAI	0.9933 pu
ASUI	0.00670 pu
EENS	107.475 MW hr / yr

Gambar 8. hasil indeks keandalan skenario 4

Hasil Dan Analisa

Perhitungan keandalan sistem distribusi dengan metode section penyulang LS-05

Didalam mode kegagalan dapat diketahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan terhadap suatu sistem, kemudian dilakukan perhitungan-perhitungan nilai laju kegagalan (λ) dan durasi kegagalan (U) setiap load point yang terdapat pada section 1, untuk nilai laju kegagalan (λ) diperoleh dengan melakukan perkalian failure rate dengan panjang saluran, kemudian untuk durasi kegagalan (U) dilakukan perkalian laju kegagalan dengan repair time peralatan, secara sistematis adalah sebagai berikut.[5]

$$\lambda_{sustained} = \text{Failure rate} \times \text{panjang saluran (km)} \quad (1)$$

Setelah melakukan perhitungan frekuensi kegagalan dan lama kegagalan pada LP1, kemudian diperoleh total laju kegagalan (λ) untuk *section 1* sebanyak 0.7935 gangguan/tahun, nilai durasi gangguan (U) *section 1* penyulang LS-5 ini adalah sebesar 2.608 jam/tahun.[6] Setelah mendapat data tersebut selanjutnya akan dilakukan perhitungan indeks keandalan sistem distribusi untuk *section 1* penyulang LS-5. Berikut ini akan ditampilkan contoh perhitungan indeks keandalan sistem distribusi menggunakan metode *section technique* untuk *Load point 1* pada *section 1* penyulang LS-05.[7]

$$SAIFI_{LP1} = \frac{N_{LP1} \times \lambda_{LP1}}{N_{section 1}} = \frac{149 \times 0.7935}{373} = 0,31697453 \text{ (gangguan/tahun)} \quad (2)$$

$$SAIDI_{LP1} = \frac{N_{LP1} \times U_{LP1}}{N_{section 1}} = \frac{149 \times 2.608}{373} = 1,041801609 \text{ (jam/tahun)} \quad (3)$$

$$ENS = [\text{Daya tidak tersuplai kW} \times \text{Durasi (h)}] = 2,069448 \quad (4)$$

Tabel 1. Perhitungan Indeks Keandalan Sistem *section 1* penyulang LS-05

Kode Gardu	Pelanggan	Laju Kegagalan	Durasi kegagalan	SAIFI	SAIDI	ENS
N LP01	149	0.7935	2.608	0.31697453	1.041801609	2,069448
N LP02	75	0.7935	2.608	0.159550938	0.524497319	2,069448
N LP03	149	0.7935	2.608	0.31697453	1.041801609	2,069448

Kemudian cara yang sama dilakukan untuk *section dua*, dan *ketiga*. Setelah mendapatkan nilai indeks keandalan SAIFI, SAIDI, ENS, dan AENS pada setiap *section* pada penyulang LS-05, maka untuk mendapatkan nilai indeks keandalan penyulang dengan menjumlahkan indeks dari *section 1* sampai *section 3* adalah sebagai berikut.

Tabel 2. nilai total indeks keandalan penyulang LS-5 metode *section*

Section	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI(jam/tahun)	ENS
1	0.7935	3	2.069448
2	0.8948	3.2304	2.890562
3	0.5856	2.18955	1.2822
Total	2.2739	8.41995	6

Perhitungan keandalan sistem distribusi dengan metode *section* penyulang LL-4

Dengan Perhitungan yang sama seperti penyulang LS-05 pada metode *section* diatas, berikut hasil perhitungan penyulang LL-4 dengan metode *section* pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. perhitungan indeks keandalan sistem *section 1* penyulang LL-4

Kode gardu	pelanggan	Laju Kegagalan	Durasi kegagalan	SAIFI	SAIDI	ENS
N LP01	149	0,65945	2,21109	0,11968	0,40128	1,4581
N LP02	299	0,65945	2,21109	0,24016	0,80526	1,4581
N LP03	149	0,65945	2,21109	0,11968	0,40128	1,4581
N LP04	75	0,65945	2,21109	0,06024	0,20199	1,4581
N LP05	149	0,65945	2,21109	0,11968	0,40128	1,4581

Kemudian cara yang sama dilakukan untuk *section dua* , dan *ketiga*. Setelah mendapatkan nilai indeks keandalan SAIFI, SAIDI, ENS, dan AENS pada setiap *section* pada penyulang LL-4, maka untuk mendapatkan nilai indeks keandalan penyulang dengan menjumlahkan indeks dari *section 1* sampai *section 3* adalah sebagai berikut.

Tabel 4. nilai total indeks keandalan penyulang LL-4 metode *section*

Section	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI(jam/tahun)	ENS
1	0,65945	2,21109	1,4581
2	0,25662	0,98283	0,25222
3	1,6296	5,28655	8,61496
Total	2,28905	8,48047	10,3253

Perhitungan keandalan sistem distribusi dengan metode gabungan penyulang LS-05

Berdasarkan perhitungan dengan metode *section* di atas, maka dilakukan perhitungan lagi dengan metode gabungan *RIA-section* berdasarkan data-data sebelumnya. Berdasarkan data angka kegagalan pada SPLN No.59 tahun 1985, diasumsikan nilai angka kegagalan untuk saluran udara tegangan menengah (SUTM) adalah 0,003. Maka pada perhitungan pada metode gabungan seperti yang di bawah ini.

$$\lambda_{Sustained} = Sustained\ failure \times Panjang\ saluran \quad (8)$$

$$= 0,004 \times 0,606$$

$$= 0,0024$$

$$\lambda_{Momentary} = Momentary\ failure\ (0,003) \times Panjang\ saluran \quad (9)$$

$$= 0,003 \times 0,606$$

$$= 0,0018$$

$$SAIFI_{LP1} = \frac{N_{LP1} \times \lambda_{s+m}}{N_{section\ 1}} = \frac{149 \times 0,4326}{373} = 0,1728 \text{ (gangguan/tahun)} \quad (10)$$

$$SAIDI_{LP1} = \frac{N_{LP1} \times \lambda_{s+m}}{N_{section\ 1}} = \frac{149 \times 1,9608}{373} = 0,7832 \text{ (jam/tahun)} \quad (11)$$

$$ENS = [Daya\ tidak\ tersuplai\ kW \times Durasi\ (h)] = 0,8424 \quad (12)$$

Hasil total keseluruhan Perhitungan pada section 1 penyulang LS-05 metode gabungan *RIA-Section Technique* akan di tampilkan pada tabel di bawah ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 nilai indeks keandalan section 1 metode gabungan penyulang LS-5

Kode Gardu	Jumlah Pelanggan	$\lambda_{sustained} + \lambda_{Momentary}$	Durasi Kegagalan	Total SAIFI	Total SAIDI	Total ENS
N LP01	149					
N LP02	75	0,4326	1,9608	0,4352	1,9606	0,8482
N LP03	149					

Kemudian cara yang sama dilakukan untuk section dua , dan ketiga. Berdasarkan jumlah perhitungan di atas dengan menggunakan metode gabungan *RIA-Section Technique* pada setiap section di penyulang LS-05 dapat di totalkan indeks keandalan sistem distribusi pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.6 total nilai indeks keandalan metode gabungan penyulang LS-5

Section	Indeks Keandalan Sistem		ENS
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI(jam/tahun)	
1	0,4352	1,9606	0,8482
2	0,9506	3,75	3,59
3	0,6361	2,5976	1,6552
Total	2,0219	8,3082	6,0934

Perhitungan keandalan sistem distribusi dengan metode gabungan penyulang LL-4

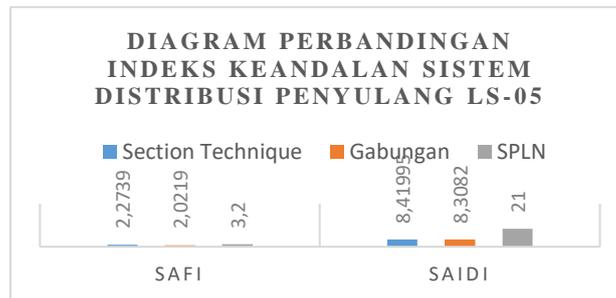
Dengan perhitungan yang sama seperti penyulang LS-05, nilai indeks keandalan penyulang LL-4 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 total nilai indeks keandalan metode gabungan penyulang LL-4

Section	Indeks Keandalan Sistem		ENS
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI(jam/tahun)	
1	0,6877	2,4097	1,6579
2	0,2783	1,1771	0,3277
3	1,6914	5,714	9,675
Total	2,6574	9,3008	11,6606

Hasil perhitungan penyulang LL-4 Metode Gabungan *RIA-Section*

Perbandingan indeks keandalan sistem distribusi sesuai standart PLN (SPLN 68-2) tahun 1986 diatas dapat kita lihat seperti diagram batang di bawah ini.

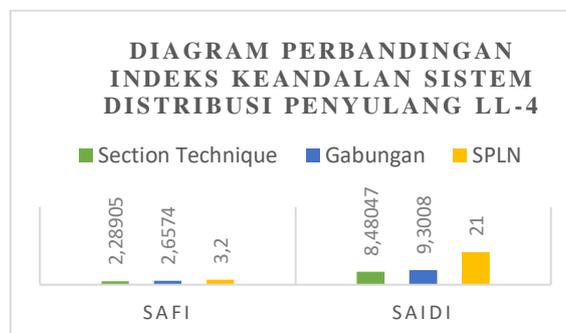


Gambar 9. Diagram Penyulang LS-5

Seperti blog digram diatas nilai indeks keandalan sistem distribusi pada metode section dengan nilai ketentuan *sustained failures* di atas menunjukkan nilai saifi sebesar 2,2739 kali/pelanggan/tahun, kemudian pada metode gabungan RIA-Section dengan penambahan nilai *momentary failures rate* sebesar 0,003 sesuai standart PLN mendapatkan hasil sebesar 2,019 kali/pelanggan/tahun (dalam tahun 2020 dengan 6 kali gangguan penyulang) terdapat penurunan sebesar 0,2549 dan masih sesuai kedalam standart PLN. Begitu juga dengan nilai SAIDI pada metode section sebesar 8,41995 jam/pelanggan/tahun, metode gabungan 8,3082 terjadi penurunan sebesar 0,1117 jam/pelanggan/tahun masih sangat jauh dari batas SAIDI standar PLN yang menyatakan bahwa kedua metode ini berhasil memperlihatkan pencapaian indeks keandalan sistem distribusi.[8]

Hasil perhitungan penyulang LL-4 Metode Gabungan *RIA-Section*

Perbandingan indeks keandalan sistem distribusi sesuai standart PLN (SPLN 68-2) tahun 1986 diatas dapat kita lihat seperti diagram batang di bawah ini.



Gambar 10. Diagram penyulang LL-4

Seperti blog digram diatas nilai indeks keandalan sistem distribusi pada metode *section* dengan nilai ketentuan *sustained failures* di atas, nilai saifi sebesar 2,28905 kali/pelanggan/tahun, kemudian pada metode gabungan *RIA-Section* dengan penambahan nilai *momentary failures rate* sebesar 0,003 sesuai standart PLN mendapatkan hasil sebesar 2,6574 kali/ pelanggan/tahun (dalam tahun 2020 dengan 12 kali gangguan penyulang) terdapat kenaikan sebesar 0,36835 tetapi masih sesuai kedalam standart PLN. Begitu juga dengan nilai SAIDI pada metode *section* sebesar 8,48087 jam/pelanggan/tahun, metode gabungan 9,308 terjadi kenaikan sebesar 0,8272 jam/pelanggan/tahun masih sangat jauh dari batas SAIDI standar PLN.[9]

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan keandalan penyulang LS-5 dan LL-4 yang di pasang LBS manuver pada kedua ujung penyulang dengan menggunakan metode gabungan *RIA-Section* dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai SAIFI untuk penyulang LS-5 menggunakan metode *section* adalah sebesar 2.2739 kali/pelanggan/tahun dan nilai SAIDI adalah 8.41995 jam/pelanggan/tahun. Untuk penyulang LL-4 nilai SAIFI sebesar 2,28905 kali/pelanggan/tahun dan nilai SAIDI adalah 8,48047 jam/pelanggan/tahun. Metode Gabungan *RIA-Section* dengan adanya penambahan parameter *momentary failure rate* sebesar 0,003 mengalami penurunan nilai SAIFI pada penyulang LS-5 sebesar 0,2549 menjadi 2,0219 kali/pelanggan/tahun, dan SAIDI turun sebesar 0,1117 menjadi 8,3082 jam/pelanggan/tahun. Berbeda dengan penyulang LS-5 yang mengalami penurunan nilai SAIDI dan SAIFI pada penyulang LL-4 justru indeks keandalan menggunakan metode gabungan ini mengalami kenaikan yaitu nilai SAIFI naik sebesar 0,36835 menjadi 2,6574 kali/pelanggan/tahun, nilai SAIDI naik sebesar 0,8272 menjadi 9,308. Adanya perbedaan tersebut bisa terjadi karena pada penyulang LL-4 memiliki jalur distribusi yang lebih panjang dan memiliki total pelanggan yang lebih banyak dari pada penyulang LS-5.
2. Berdasarkan hasil akhir dari setiap metode yang digunakan, dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan LBS yang dipasang secara manuver untuk penyulang LS-5 dan LL-4 yang menjaga kestabilan penyaluran distribusi listrik, juga mengurangi wilayah pemadaman serta waktu pemadaman pada kedua penyulang.[10]

Daftar Pustaka

- [1] A. Hasibuan, M. Isa, M. I. Yusoff, and S. R. A. Rahim, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 37–45, 2020, doi: 10.30596/rele.v3i1.5236.
- [2] A. Hasibuan, "Analisis Stabilitas Sistem Tenaga Listrik Single Mesin Menggunakan Metode Runge Kutta Orde 4," *J. Elektro dan Telekomunikasi*, vol. Vol 4, no. No. 2, p. 24, 2017.
- [3] A. Hasibuan, Badriana, and A. Z. Hasibuan, "Simulation Analysis of Power Flow Sub Aceh 150 Kv," vol. 3, no. 1, pp. 42–52, 2019.
- [4] R. Kurniawan, A. Nasution, A. Hasibuan, M. Isa, M. Gard, and S. V. Bhunte, "The Effect of Distributed Generator Injection with Different Numbers of Units on Power Quality in the Electric Power System," *J. Renew. Energy, Electr. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 2, p. 71, 2021, doi: 10.29103/jreece.v1i2.5236.
- [5] G. P. B. Arigandi, R. S. Hartati, and A. I. Weking, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Kampus Dengan Menggunakan Penggabungan Metode Section Tecknique Dan Ria," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 14, no. 2, p. 1, 2015, doi: 10.24843/mite.2015.v14i02p01.
- [6] H. Prabowo, Hernanda, I. G. N. Satriyadi, and O. Penangsang, "Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi Pabrik Semen Tuban Menggunakan Metode Reliability Index Assessment (RIA) dan Program Analisis Kelistrikan," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 87–90, 2012.
- [7] P. I. Dharmawati, S. Anam, and A. Soeprijanto, "Peningkatan keandalan sistem distribusi tenaga listrik 20 kV PT . PLN (Persero) APJ Magelang menggunakan static series voltage regulator (SSVR)," pp. 1–6, [Online]. Available:

- <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/49033122/ITS-paper-22192-2208100020-Paper-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1651589707&Signature=CdmOa4~zaNIXNXjpvBw3ZENlbzhai-9YQYBcZVuNkYAEcQpTOWFBFz~Wsg30U000BKiRY89OA3gbw6fAYNTaTNVzW-l6EOtw8BKpjmUGzGeKI5h5DLBjp5CQvbs>.
- [8] PT. PLN (Persero), "Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik," *PT. PLN*, p. 213, 2010.
- [9] PT. PLN (Persero), "Buku 2 Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik," *PT PLN*, vol. 2, pp. 1–83, 2010, [Online]. Available: <http://hendrapola.my.id/fileku/pln-buku-2.pdf>.
- [10] A. F. Setiawan and T. Suheta, "Analisa Studi Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di PT. PLN (PERSERO) UPJ Mojokerto Menggunakan Metode FMEA (FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS)," *Cyclotron*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.30651/cl.v3i1.4304.