

Analisis Risiko Gangguan Penyulang pada Sistem Distribusi dengan Metode Kuantitatif

Rahmiza Fitri*, Sumardi, Abdul Syakur

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*Corresponding author: iza.xoe@gmail.com

(Received: November 4, 2024; Accepted: December 13, 2024)

Abstract

Analysis of Feeder Disturbance Risk in Distribution System Using Quantitative Method. The reliability of feeders in the distribution system plays a major role in the continuity of electricity supply to consumers. However, feeder disruptions are a common risk and can cause power outages for the community and have the potential to cause unsold energy, resulting in loss of income for the company. Therefore, analysis and evaluation of possible risks are essential before implementing a mitigation strategy. PT PLN (Persero) Java, Madura, and Bali Distribution Operations Division manages 6 Main Distribution Units with 9,137 feeders with a length of 81,192 kms. With a fairly large and widespread number of assets, the risk of disruption is very susceptible to occurrence. Based on monitoring data from the Integrated Complaints and Grievances Application (APKT) SE.004 report in 2023 at PT PLN (Persero), the number of feeder disruptions was recorded at 54,785 times with the potential for Unsold Energy (ENS) of 79.22%. Using the quantitative statistical analysis method, the results of the study showed that disturbances in the conductor were the component that had the most impact on ENS. The data normality test shows that the probability distribution of conductor and ENS affected faults is normal, with a fault probability of 48% and a risk impact value of 1,722 MWh. By using the risk map, the results of the risk assessment of feeder faults caused by conductors are at a moderate risk level and below the tolerance limit, but effective control is still needed to maintain the risk level and ensure reliable electricity supply.

Keywords: conductor, ENS, quantitative risk analysis, risk level

Abstrak

Keandalan penyulang dalam sistem distribusi sangat berperan dalam kontinuitas pasokan listrik kepada konsumen. Namun, gangguan penyulang merupakan risiko yang sering dihadapi dan dapat menyebabkan pemadaman listrik bagi masyarakat serta berpotensi menimbulkan energi yang tidak tersalur, sehingga mengakibatkan hilangnya pendapatan bagi perusahaan. Oleh karena itu, analisis dan evaluasi terhadap risiko-risiko yang mungkin terjadi sangat diperlukan sebelum dilakukan strategi mitigasi. PT PLN (Persero) Divisi Operasi Distribusi Jawa, Madura dan Bali mengelola 6 Unit Induk Distribusi dengan 9.137 penyulang dengan panjang 81.192 kms. Dengan jumlah aset yang cukup besar dan tersebar luas, risiko gangguan sangat rentan terjadi. Berdasarkan data monitoring laporan Aplikasi Pengaduan dan Keluhan terpadu (APKT) SE.004 tahun 2023 di PT PLN (Persero), jumlah kejadian gangguan penyulang tercatat sebanyak 54.785 kali dengan potensi Energi Tak Tersalur (*Energy Not Sales/ENS*) sebesar 79,22%. Dengan menggunakan metode analisis kuantitatif statistik hasil penelitian menunjukkan bahwa gangguan pada konduktor merupakan komponen yang paling berdampak terhadap ENS. Uji normalitas data menunjukkan bahwa distribusi probabilitas gangguan konduktor dan ENS yang terdampak adalah normal, dengan probabilitas gangguan sebesar 48% dan nilai dampak risiko sebesar 1.722 MWh. Dengan menggunakan peta risiko maka hasil penilaian risiko gangguan penyulang yang disebabkan oleh konduktor berada pada tingkat risiko

moderat dan berada di bawah batas toleransi, namun tetap diperlukan pengendalian yang efektif untuk mempertahankan level risiko tersebut dan memastikan pasokan listrik tetap andal.

Kata kunci: konduktor, ENS, analisis risiko kuantitatif, level risiko

How to Cite This Article: Fitri, R., Sumardi, S. & Syakur, A. (2024). Analisis Risiko Gangguan Penyulang pada Sistem Distribusi dengan Metode Kuantitatif. *JPII*, 2(5), 287-292. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24588>

PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang berperan penting dalam kontinuitas pasokan listrik kepada konsumen adalah keandalan penyulang pada sistem distribusi. Namun, gangguan penyulang merupakan risiko yang sering dihadapi dan akan mengakibatkan pemadaman pada masyarakat, sedangkan bagi perusahaan berdampak pada jumlah energi listrik yang tidak tersalur sehingga berpotensi menghilangkan pendapatan.

Risiko gangguan penyulang berasal dari gangguan internal maupun eksternal. Gangguan internal terjadi karena kondisi peralatan dan kesalahan dalam menjalankan prosedur operasional, sementara itu gangguan eksternal dapat disebabkan oleh faktor gangguan bencana alam, hewan, kesalahan manusia atau gangguan benda asing (PT PLN (Persero), 2014). Oleh karena itu, risiko-risiko yang mungkin terjadi perlu dianalisa dan dievaluasi sebelum dilakukan strategi mitigasi.

Menurut standar ISO 31000, analisis risiko melibatkan pengukuran dampak dan kemungkinan risiko dengan pendekatan kualitatif, semi-kuantitatif, atau kuantitatif. Analisa kualitatif memiliki keakuratan yang paling rendah karena berbasis pada preferensi pemilik risiko, namun sangat mudah diaplikasikan. Adapun analisa kuantitatif dinilai mampu memberikan analisis yang lebih kredibel karena berbasis pada data yang lengkap dan analisis statistik yang teruji secara akademis (Vorst et al., 2018).

PT PLN (Persero) Divisi Operasi Distribusi Jawa, Madura dan Bali membina 6 (Unit) Induk Distribusi. Jumlah aset penyulang yang dikelola saat ini sebanyak 9.137 penyulang dengan panjang 81.192 kms (data SILM, Maret 2024) yang tersebar di pulau Jawa dan Bali. Pengamatan secara umum jumlah aset yang cukup besar dan tersebar akan rentan terhadap risiko gangguan. Berdasarkan monitoring data laporan APKT SE.004 kumulatif tahun 2023 di PT PLN (Persero), kejadian gangguan penyulang sebanyak 54.785 kali gangguan dan memberikan kontribusi sebesar 79,22% pada ENS.

Karya ilmiah ini bertujuan untuk menganalisis risiko gangguan penyulang pada sistem operasi distribusi Jawa, Madura dan Bali menggunakan metode analisis kuantitatif statistik. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat membantu perusahaan dalam merancang strategi mitigasi yang efektif dan efisien untuk

meningkatkan keandalan pasokan listrik yang dapat mengurangi potensi hilangnya pendapatan.

METODE PENELITIAN

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian ini dilaksanakan di PT PLN (Persero) Divisi Operasi Sistem Jawa, Madura dan Bali, sedangkan objek penelitian berfokus pada analisis penilaian risiko yang teridentifikasi.

Metode Penelitian

a. Data Penelitian

Sumber yang digunakan dalam penelitian ini dengan cara pengumpulan data melalui observasi partisipasi, historikal data perusahaan di PT PLN (Persero) Divisi Operasi Jawa, Madura dan Bali. Data-data yang dikumpulkan tersebut adalah data gangguan penyulang yang dilaporkan secara digital pada sistem APKT SE.004 tahun 2022-2023.

b. Tahapan Analisis

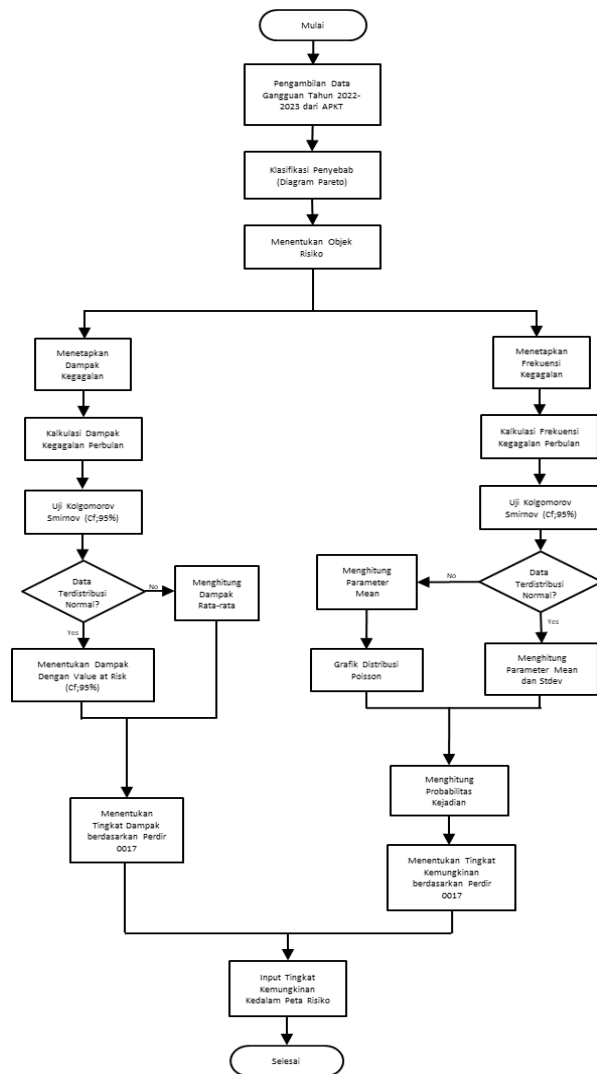
Pada penelitian ini, tahapan analisis data yang dilakukan adalah:

1. Mengklasifikasikan laporan gangguan yang sejenis dan melakukan analisa gangguan yang berdampak pada energi salur dengan menggunakan Diagram Pareto. Hanya 1 (satu) permasalahan utama yang akan diambil sebagai objek risiko pada analisa selanjutnya.
2. Melakukan uji normalitas data untuk memastikan bahwa data yang akan digunakan terdistribusi normal secara statistik dengan menggunakan metode Uji Kolmogorov Smirnov.
3. Menghitung nilai kemungkinan/probabilitas dengan metode statistik melalui pendekatan probabilitas distribusi normal atau distribusi Poisson.
4. Menghitung nilai dampak dengan metode statistik melalui pendekatan *value at risk* atau *mean arithmetic*.
5. Menyusun peta risiko tingkat dampak dan tingkat kemungkinan berdasarkan Perdir 0017.P/DIR/2021.

Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian ini disusun untuk mengetahui proses penelitian yang dilakukan. Diagram

alur yang digunakan sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN
Identifikasi Objek Risiko

Pengamatan dilakukan pada data gangguan penyulang distribusi pada sistem APKT SE.004 yang dikumpulkan dalam periode tahun 2022-2023. Data yang ditampilkan adalah data yang diamati secara bulanan berdasarkan penyebab terjadinya, jumlah gangguan yang terjadi dan kWh Tak Tersalur. Adapun data gangguan berdasarkan penyebabnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data gangguan penyulang tahun 2022-2023

No	Bulan	Penyebab Gangguan	Jumlah Gangguan (Kali)	Lama Padam (Jam)	kWh Tak Tersalur (MWh)
1	2022-01	Konduktor	2.148	2.822,78	2.538
2	2022-01	Tiang	20	96,65	33
3	2022-01	DS/LBS	91	122,26	64
4	2022-01	Recloser/PMCB	451	480,58	493
5	2022-01	AVR/Kapasitor	1	1,6	1

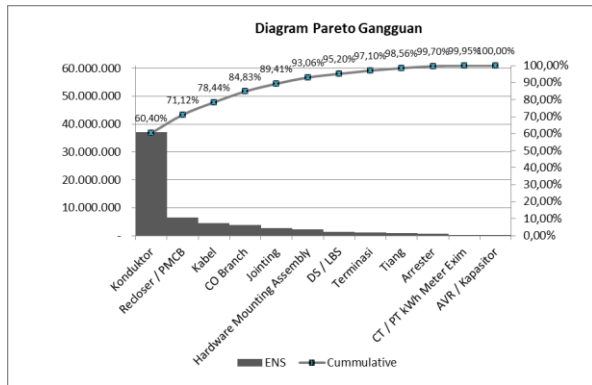
6	2022-01	CT/PT kWh Meter Exim	4	5,59	13
7	2022-01	CO Branch	1.115	2.041,66	194
...					
No	Bulan	Penyebab Gangguan	Jumlah Gangguan (Kali)	Lama Padam (Jam)	kWh Tak Tersalur (MWh)
410	2023-11	Kabel	87	124,99	235
411	2023-11	Jointing	86	76,53	116
412	2023-11	Terminasi	0	0	0
413	2023-11	Kabel	0	0	0
414	2023-11	Jointing	0	0	0
415	2023-12	Konduktor	1.227	1.647,60	1.175
416	2023-12	Tiang	29	58,61	39
417	2023-12	DS/LBS	74	113,22	83
418	2023-12	Recloser/PMCB	309	302,20	306
419	2023-12	AVR / Kapasitor	1	1,82	0
420	2023-12	CT / PT kWh Meter Exim	1	1,87	2
421	2023-12	CO Branch	923	1.581,31	175
422	2023-12	Hardware Mounting Assembly	42	54,46	66
423	2023-12	Arrester	15	21,31	26
424	2023-12	Terminasi	3	7,98	7
425	2023-12	Kabel	14	26,29	12
426	2023-12	Jointing	1	2,17	3
427	2023-12	Terminasi	14	25,46	57
428	2023-12	Kabel	86	116,72	185
429	2023-12	Jointing	77	80,95	123
430	2023-12	Terminasi	0	0	0
431	2023-12	Kabel	0	0	0
432	2023-12	Jointing	0	0	0

Hasil klasifikasi gangguan berdasarkan penyebab gangguan yang berdampak pada ENS dijelaskan pada Tabel 2. Terdapat 12 jenis gangguan di mana konduktor merupakan salah satu komponen penyulang yang berdampak paling tinggi terhadap nilai ENS dengan potensi energi tak tersalur sebesar 37.236 MWh

Tabel 2. Dampak gangguan penyulang terhadap ENS

Penyebab Gangguan	Jumlah Gangguan (Kali)	Sum of Lama Padam (Jam)	Sum of kWh Tak Tersalur (MWh)
Arrester	464	708	702
AVR/Kapasitor	20	45	31
CO Branch	23.659	40.863	3.940
CT/PT kWh Meter Exim	98	124	152
DS/LBS	1.740	2.135	1.316
Hardware Mounting Assembly	1.409	2.129	2.254
Jointing	2.207	2.173	2.823
Kabel	2.043	2.796	4.509
Konduktor	43.241	65.845	37.236
Recloser/PMCB	7.134	9.197	6.606
Terminasi	504	802	1.176
Tiang	523	1.584	900
Grand Total	83.042	128.399	61.645

Berdasarkan prinsip diagram pareto, terdapat 3 jenis gangguan utama yang sering muncul dan memberikan dampak kumulatif lebih dari 80% dari total dampak yang menyebabkan ENS. Jenis gangguan tersebut adalah gangguan yang disebabkan oleh konduktor, recloser/PMCB dan kabel.



Gambar 2. Diagram pareto gangguan penyulang

Nilai Kemungkinan/Probabilitas

Konduktor diambil sebagai objek risiko karena memberikan nilai dampak terbesar dibandingkan dengan gangguan lainnya. Data risiko yang diperlukan adalah seperti yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Jumlah gangguan penyulang oleh konduktor

Bulan	Jumlah Gangguan (Kali)	Sum of Lama Padam (Jam)	Sum of kWh Tak Tersalur (MWh)
2022-01	2.148	2.823	2.538
2022-02	1.638	2.205	2.065
2022-03	1.964	2.654	2.608
2022-04	1.945	2.597	2.079
2022-05	2.065	3.089	1.832
2022-06	1.985	3.318	1.572
2022-07	1.628	2.493	1.222
2022-08	2.084	3.120	1.696
2022-09	2.026	3.003	1.461
2022-10	2.637	4.269	2.320
2022-11	2.236	4.020	1.959
2022-12	1.975	3.231	1.772
2023-01	1.522	2.726	1.409
2023-02	1.728	2.810	1.488
2023-03	1.939	3.137	1.384
2023-04	1.837	3.092	1.198
2023-05	1.451	2.201	913
2023-06	1.410	2.075	984
2023-07	1.437	2.084	952
2023-08	1.407	1.965	986
2023-09	1.420	1.723	972
2023-10	1.714	2.474	1.095
2023-11	1.818	3.090	1.556
2023-12	1.227	1.648	1.175
Grand Total	43.241	65.845	37.236

Hasil uji normalitas data gangguan penyulang yang disebabkan oleh konduktor, dengan menggunakan pendekatan Kolmogorov Smirnov ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji normalitas konduktor

MEAN	1801,708						
STDEV	331,399						
n-tunggal	fr	frkum	fs=fr/n	Z	ft	Ft-Fs	
1227	1	1	0,041667	-1,73419	0,041442	0,000224	
1407	1	2	0,083333	-1,19104	0,11682	0,033486	
1410	1	3	0,125	-1,18198	0,118606	0,006394	
1420	1	4	0,166667	-1,15181	0,1247	0,041967	
1437	1	5	0,208333	-1,10051	0,135555	0,072779	
1451	1	6	0,25	-1,05827	0,144967	0,105033	
1522	1	7	0,291667	-0,84402	0,199328	0,092338	
1628	1	8	0,333333	-0,52417	0,300081	0,033252	
1638	1	9	0,375	-0,49399	0,310656	0,064344	
1714	1	10	0,416667	-0,26466	0,395635	0,021031	
1728	1	11	0,458333	-0,22242	0,411995	0,046338	
1818	1	12	0,5	0,04916	0,519604	0,019604	
1837	1	13	0,541667	0,106493	0,542404	0,000738	
1939	1	14	0,583333	0,414279	0,660665	0,077332	
1945	1	15	0,625	0,432384	0,667269	0,042269	
1964	1	16	0,666667	0,489717	0,687833	0,021166	
1975	1	17	0,708333	0,52291	0,699481	0,008852	
1985	1	18	0,75	0,553085	0,709897	0,040103	
2026	1	19	0,791667	0,676803	0,750734	0,040932	
2065	1	20	0,833333	0,794486	0,786544	0,04679	
2084	1	21	0,875	0,851818	0,802843	0,072157	
2148	1	22	0,916667	1,044939	0,851974	0,064692	
2236	1	23	0,958333	1,31048	0,904983	0,05335	
2637	1	24	1	2,520502	0,994141	0,005859	
max						0,105033	
Tabel kolmogorov Smirnov n=24, α= 0,05							
terdistribusi normal							
TRUE							

Dari Tabel 4 di atas dihasilkan nilai signifikan Kolmogorov Smirnov lebih kecil dari nilai tabel maksimal sehingga data dapat diasumsikan terdistribusi normal. Dengan demikian, perhitungan nilai probabilitas dihitung dengan pendekatan distribusi normal. Perhitungan distribusi normal dihitung dengan menggunakan parameter mean 1801,71 dan standar deviasi 331,40 dan target 1784.

$$Z = \frac{(x - \mu)}{s} \tag{1}$$

Nilai Z yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah sebesar -0,05. Pada kurva distribusi normal tanda negatif menunjukkan bahwa nilai tersebut berada disebelah kiri nilai rata-rata distribusi normal. Dengan mencari nilai Z pada tabel Z-score didapatkan nilai probabilitas sebesar 48%.

Nilai Dampak

Tingkat dampak dihitung dengan menggunakan pendekatan value at risk atau mean arithmethic. Perhitungan dengan value at risk dilakukan apabila data terdistribusi normal, sedangkan apabila data tidak terdistribusi normal maka perhitungan dampak dapat dihitung dengan pendekatan mean arithmethic. Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov juga dilakukan untuk menentukan normalitas data ENS, yaitu sebagai berikut.

Tabel 5. Uji normalitas dampak ENS

MEAN	1551,533						
STDEV	507,529						
n-tunggal	fr	frkum	fs=fr/n	Z	ft	Ft-Fs	
913	1	1	0,041667	-1,25815	0,04169	0,062503	
952	1	2	0,083333	-1,18151	0,118699	0,035366	
972	1	3	0,125	-1,14089	0,126957	0,001957	
984	1	4	0,166667	-1,11793	0,131798	0,034869	
986	1	5	0,208333	-1,11512	0,132399	0,075934	
1095	1	6	0,25	-0,89877	0,184388	0,065612	
1175	1	7	0,291667	-0,74125	0,229272	0,062394	
1198	1	8	0,333333	-0,69716	0,242851	0,090482	
1222	1	9	0,375	-0,64854	0,258319	0,116681	
1384	1	10	0,416667	-0,32933	0,370952	0,045715	
1409	1	11	0,458333	-0,28131	0,389237	0,069096	
1461	1	12	0,5	-0,17773	0,429467	0,070533	
1488	1	13	0,541667	-0,12437	0,450511	0,091156	
1556	1	14	0,583333	0,007956	0,503174	0,08016	
1572	1	15	0,625	0,040511	0,516157	0,108843	
1696	1	16	0,666667	0,284131	0,611845	0,054822	
1772	1	17	0,708333	0,434625	0,668083	0,040251	
1832	1	18	0,75	0,552197	0,709593	0,040407	
1959	1	19	0,791667	0,802598	0,788897	0,00277	
2065	1	20	0,833333	1,010804	0,843945	0,010611	

2079	1	21	0,875	1,039584	0,850733	0,024267
2320	1	22	0,916667	1,51378	0,934959	0,018293
2538	1	23	0,958333	1,944314	0,974071	0,015738
2608	1	24	1	2,081563	0,981309	0,018691
max						0,116681
Tabel kolmogorov Smirnov n=24, α= 0,05						0,269
terdistribusi normal						TRUE

Dari Tabel 5 di atas dihasilkan nilai signifikan Kolmogorov Smirnov lebih kecil dari nilai tabel maksimal sehingga data dapat diasumsikan terdistribusi normal. Dengan demikian perhitungan nilai dampak dihitung dengan pendekatan *value at risk*. Perhitungan *value at risk* dihitung dengan menggunakan parameter mean 1522 dan standar deviasi 508. Maka didapatkan nilai dampak sebagai berikut.

$$VaR = \bar{x} + z \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right) \quad (2)$$

Hasil perhitungan nilai dampak dari perhitungan *value at risk* adalah sebesar 1.772 MWh.

Peta Risiko

Mengacu pada Perdir 0017.P/DIR/2021 (PT PLN (Persero), 2021), penentuan tingkat kemungkinan ditetapkan berdasarkan pada kriteria kemungkinan kejadian risiko, sedangkan penentuan tingkat dampak berdasarkan pada kriteria dampak risiko. Hasil perhitungan didapatkan nilai probabilitas terjadinya risiko adalah sebesar 48%, maka berdasarkan Tabel 6 tingkat kemungkinan berada pada level sedang.

Tabel 6. Kriteria kemungkinan kejadian risiko

Parameter		Probabilitas	Deskripsi Kualitatif
Tingkat Kemungkinan			
E	Sangat Besar	>80% - 100%	Hampir dapat dipastikan akan terjadi
D	Besar	>60% - 80%	Kemungkinan besar akan terjadi
C	Sedang	>40% - 60%	Kemungkinan sama antara akan terjadi dan tidak terjadi.
B	Kecil	>20% - 40%	Kemungkinan kecil akan terjadi
A	Sangat Kecil	0% - 20%	Hampir dapat dipastikan tidak akan terjadi

Demikian juga halnya dengan penentuan tingkat dampak, namun karena parameter pencapaian nilai dampak adalah potensi *loss event* dari ENS, dengan dihitung secara kuantitatif didapatkan potensi *loss event* dengan deviasi terhadap target sebesar 2,42% sehingga didapatkan tingkat dampak berada pada level minor.

Jika nilai perhitungan tingkat kemungkinan dan dampak dimasukkan ke dalam peta risiko, maka hasil penilaian risiko gangguan penyulang yang disebabkan oleh konduktor dan berdampak pada ENS berada pada tingkat risiko moderat dan berada di bawah batas toleransi. Artinya risiko tersebut sudah sesuai dengan selera risiko perusahaan, namun tetap perlu dilakukan pengendalian terhadap mitigasi yang dijalankan agar level risikonya dapat dipertahankan dan tidak melebihi batas toleransi. Peta risiko diilustrasikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Peta risiko

Tingkat Kemungkinan	Sangat Besar	E	Moderat	Moderat	Tinggi	Sangat Tinggi	Ekstrem
	Besar	D	Rendah	Moderat	Tinggi	Sangat Tinggi	Ekstrem
	Sedang	C	Rendah	Moderat	Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi
	Kecil	B	Rendah	Rendah	Moderat	Tinggi	Sangat Tinggi
	Sangat Kecil	A	Rendah	Rendah	Moderat	Tinggi	Tinggi
			1	2	3	4	5
			Tidak Signifikan	Minor	Medium	Signifikan	Sangat Signifikan
			Tingkat Dampak				

KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses penilaian risiko pada gangguan penyulang jaringan tegangan menengah dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan diagram pareto, gangguan pada konduktor merupakan salah satu komponen penyulang yang berdampak paling tinggi terhadap nilai ENS dengan asumsi awal terdapat potensi energi tak tersalur sebesar 37.236 MWh
- Uji normalitas terhadap data gangguan konduktor dan data ENS terdampak menunjukkan nilai signifikan Kolmogorov Smirnov lebih kecil dari nilai tabel sehingga data-data tersebut dapat diasumsikan terdistribusi normal.
- Hasil perhitungan nilai probabilitas dengan menggunakan pendekatan distribusi normal didapatkan tingkat probabilitas sebesar 48%.
- Hasil perhitungan nilai dampak dari perhitungan *value at risk* adalah sebesar 1.772 MWh.
- Peta risiko menunjukkan bahwa gangguan penyulang yang disebabkan oleh konduktor berdampak pada ENS berada pada tingkat risiko moderat, berada di bawah batas toleransi namun tetap perlu dilakukan pengendalian terhadap mitigasi yang dijalankan agar level risikonya dapat dipertahankan dan tidak melebihi batas toleransi.

DAFTAR PUSTAKA

Ahadi, G. D., & Zain, N. N. L. E. (2023). Pemeriksaan Uji Kenormalan dengan Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling dan Shapiro-Wilk. *Eigen Mathematics Journal*, 11-19.

Kusnadi, E. (2012, September 29). *Tentang 7 New Quality Tool*. [Halaman Web]. Diakses dari <https://erikusunadi.com/2012/09/29/about-7-basic-quality-tools/>

PT PLN (Persero) Direktorat Manajemen Risiko dan Teknologi. (2023). *Buku 3 Profil Risiko Korporat 2024-2025*. PT PLN (Persero).

- PT PLN (Persero) UID Jakarta Raya. (2020). *Laporan ERM Kuamtitatif Loss Event UIDJAYA Gangguan (Dis)*. 2020. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2014). *EDIR No.0004.E/DIR/2014 tentang Ketentuan Analisis dan Evaluasi Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Serta Perhitungan SAIDI-SAIFI*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2021). *Perdir 0071.P-DIR-2021 tentang Pedoman Umum Manajemen Risiko Terintegrasi PLN*. PT PLN (Persero)
- Sintia, I., Pasarella, M. D., & Nohe, D. A. (2022, May). *Perbandingan Tingkat konsistensi uji distribusi normalitas pada kasus tingkat pengangguran di Jawa*. In *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika* (Vol. 2).
- Vorst, C. R., Priyarsono, D. S., & Budiman, A. (2018). *Manajemen risiko berbasis SNI ISO 31000*. Jakarta Pusat: *Badan Standardisasi Nasional*.