

PENGARUH METODE MINIM PADAM TERHADAP ENERGI TAK TERJUAL PADA PEMELIHARAAN GARDU DISTRIBUSI PLN UP3 CIKUPA

Alviandra Saputra¹, Seflahir Dinata²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

^{1,2}Jalan Raya Puspiptek No. 46 Buaran, Setu, Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

¹alviandras82@gmail.com

²dosen01138@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 25-07-2023
revisi : 14-08-2023
diterima : 30-08-2023
dipublish : 30-12-2023

ABSTRAK

Keandalan sistem distribusi memegang peran yang sangat penting untuk memenuhi keperluan energi listrik pada setiap konsumen. Setiap sistem distribusi 20 kV harus dilakukan pemeliharaan dan pengecekan secara rutin. Namun dalam pemeliharaan dan pengecekan ini, biasanya akan dilakukan pemadaman. ini akan berdampak pada SAIDI dan SAIFI serta hilangnya energi yang seharusnya disalurkan ke konsumen. dibutuhkan suatu metode untuk mengurangi pemadaman ini. Adapun metode yang digunakan PT. PLN untuk meminimalisir lamanya waktu padam yaitu menggunakan metode minim padam, penelitian ini dilakukan di PT.PLN (Persero) UP3 Cikupa pada gardu BNR1, PNK dan KPR4, dengan tujuan mengetahui pengaruh metode minim padam terhadap energi tak terjual. total waktu padam menggunakan minim padam pada gardu BNR1 26 menit, gardu PNK 23 menit, gardu KPR4 27 menit. Sedangkan jika menggunakan metode padam total waktu pemeliharaan pada setiap gardu memakan waktu 180 menit. Lama waktu pemadaman memengaruhi nilai kerugian yang dialami. Dengan menggunakan metode minim padam ini dapat mengurangi lama pemadaman, dengan metode minim padam kerugian energi dan kerugian materi dari ketiga gardu sebesar 210,177 kWh dan Rp. 303.644,72 sedangkan dengan menggunakan metode padam total kerugian energi dan kerugian materi sebesar 1465,4507 kWh dan Rp. 2.165.477,63, dan juga menurunkan angka SAIDI namun menaikkan angka SAIFI karena dengan menggunakan metode minim padam ini pemadaman dilakukan dua kali yaitu saat pemasangan dan pelepasan unit gardu bergerak.

Kata kunci: Metode minim padam; pemeliharaan gardu distribusi; energi tak terjual

ABSTRACT

Distribution system reliability plays a very important role in meeting the needs of electrical energy for each consumer. Every 20 kV distribution system must be maintained and checked regularly. However, in this maintenance and checking, blackouts will usually be carried out. this will have an impact on SAIDI and SAIFI and the loss of energy that should be distributed to consumers. a method is needed to reduce this blackout The method used by PT. PLN to minimize the length of outage time is to use the minimum outage method, this research was conducted at PT.PLN (Persero) UP3 Cikupa at BNR1, PNK and KPR4 substations, with the aim of knowing the effect of the minimum outage method on un-sold energy. total outage time using minimum outage at BNR1 substation 26 minutes, PNK substation 23 minutes, KPR4 substation 27 minutes. Meanwhile, if using the outage method the total maintenance time at each substation takes 180 minutes. By using this minimum outage method can reduce the length of the outage, with the minimum outage method the energy loss and material loss of the three substations amounted to 210,177 kWh and Rp. 303,644.72 while using the outage method the total energy loss and material loss amounted to 1465,4507 kWh and Rp. 2,165,477.63, and also reduce the SAIDI number but increase the SAIFI number because by using this minimum outage method the outage is done twice, when installing and removing the mobile substation unit.

Keywords: Minimum outage method; distribution substation maintenance; un-sold energy

PENDAHULUAN

Keandalan sistem distribusi memegang peran yang sangat penting untuk memenuhi keperluan energi listrik pada setiap konsumen. Setiap sistem distribusi 20 kV pasti mengalami berbagai permasalahan. Guna mencapai kualitas yang lebih baik maka sistem distribusi harus dilakukan pemeliharaan dan pengecekan secara rutin. Namun dalam pemeliharaan dan pengecekan ini, biasanya akan dilakukan pemadaman. Hal ini dapat mengganggu kontinuitas pendistribusian energi listrik ke konsumen. (Fajri, A. F., & Kusumaningrum, N. 2022).

Konsumen akan dirugikan karena dapat mengganggu aktivitas sehari-hari para konsumen dan berdampak pada SAIDI SAIFI. Selain itu, Imbas dari pemadaman ini

PT. PLN (Persero) akan mengalami kerugian besar karena dapat menurunnya kontinuitas pelayanan dan juga hilangnya energi yang seharusnya disalurkan ke konsumen. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode untuk meminimalisir pemadaman. Dengan menggunakan metode ini lama waktu padam turun menjadi 8,1 menit yang awalnya 122 menit. (Budi Yanto Husodo & Arditya Perdana Akbar, 2018).

Adapun metode yang digunakan PT. PLN untuk meminimalisir lamanya waktu padam pada kegiatan seperti pemeliharaan gardu distribusi disebut revisi gardu, pemeliharaan kubikel, penggantian kubikel, penggantian trafo menggunakan metode minim padam, Metode minim padam dengan

menggunakan UGB (Unit Gardu Bergerak). UGB adalah gardu distribusi yang berada pada sebuah mobil, UGB ini mempunyai mobilitas yang tinggi sehingga dapat dibawa kemana. Biasanya UGB digunakan untuk menggantikan sementara gardu distribusi yang mengalami pemadaman.

Dengan metode ini akan menekan lamanya waktu padam, sehingga kontinuitas pendistribusian energi listrik akan lebih baik dan dapat meminimalisir lama waktu padam. Oleh karena itu, kerugian yang dialami oleh konsumen akan lebih sedikit dan dapat mengurangi kerugian ekonomi PT. PLN (Persero) karena energi listrik yang hilang pada saat pemadaman dapat terselamatkan.

TEORI

Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan beberapa pusat-pusat listrik yang saling berhubungan. Sistem tenaga listrik di bagi menjadi 4 unsur yaitu pembangkit, transmisi, distribusi dan beban. Penyaluran tenaga listrik melalui beberapa tahapan, diantaranya dari pembangkit menghasilkan energi listrik, yang kemudian disalurkan ke gardu induk melalui jaringan transmisi (SUTET). Dari gardu induk. Daya didistribusikan ke jaringan distribusi primer (SUTM), dan melalui gardu distribusi langsung ke jaringan distribusi sekunder (SUTR), daya dialirkan ke konsumen atau beban. (Teguh, 2019)

Gardu Distribusi

Gardu distribusi adalah bangunan gardu listrik yang berisikan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)

untuk memenuhi kebutuhan daya pelanggan tegangan menengah 20 kV dan tegangan rendah 380/220 V. (PT. PLN (Persero), 2010)

Komponen Gardu Distribusi

Untuk menunjang kinerja gardu distribusi, umumnya gardu distribusi memiliki beberapa peralatan listrik, seperti panel hubung bagi (PHB) TM, panel hubung bagi (PHB) TR, dan trafo distribusi (20 kV/380 volt).

1. PHB-TM / Kubikel 20 kV
2. Transformator Distribusi
3. PHB-TR

Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan upaya untuk mempertahankan kemampuan peralatan. Pemeliharaan meliputi perawatan / pemeriksaan, perbaikan, pergantian dan pengujian. Pemeliharaan gardu distribusi memiliki tujuan untuk menjaga kinerja peralatan yang optimal sesuai dengan umur teknisnya (Preventive Maintenance) dan untuk mencegah kegagalan peralatan secara tiba-tiba, sehingga dapat berfungsi sebagaimana fungsinya, aman bagi manusia dan lingkungan, serta memastikan sistem distribusi tenaga listrik dapat diandal dan efisien.

1. Pemeliharaan Preventif.
2. Pemeliharaan Korektif.
3. Pemeliharaan Darurat.

Metode Minim Padam

Minim padam adalah suatu metode yang dilakukan untuk meminimalisir pemadaman pada saat melakukan pemeliharaan gardu distribusi.. Penggunaan metode minim padam memiliki tujuan untuk mengurangi waktu padam pada suatu kegiatan di gardu distribusi sehingga

didapatkan perbandingan durasi padam dan mengurangi energi tak terjual kepada pelanggan.

1. Metode minim padam dengan menggunakan Unit Gardu Bergerak (UGB)

UGB adalah sebuah mobil yang didalamnya terdapat gardu distribusi, sehingga dapat dibawa kemana-mana sesuai dengan kebutuhan, oleh karena itu gardu mobil pada sistem distribusi tenaga listrik ini pada umumnya bersifat sementara yaitu untuk memenuhi kebutuhan energi sementara. Biasanya digunakan untuk pemeliharaan atau revisi kubikel. (Antoro & Syakur, 2020)

2. Metode minim padam dengan menggunakan Unit Trafo Bergerak (UTB)

Unit Trafo Bergerak (UTB) adalah sebuah bangunan yang berisikan sebuah trafo yang diletakan didalam mobil sehingga dapat berpindah-pindah tempat. UTB digunakan sebagai pengganti sumber cadangan sementara gardu distribusi pada saat mengalami kerusakan/gangguan yang sifatnya sementara dengan batas waktu tertentu. Biasanya digunakan untuk pemeliharaan atau revisi transformator

Metode Padam Total

Padam total adalah suatu metode pemadaman yang dilakukan pada pada saat melakukan pemeliharaan gardu distribusi. Metode padam total ini dilakukan dengan cara mematikan atau memadamkan seluruh peralatan listrik sampai pemeliharaan tersebut selesai dilaksanakan.

Keandalan Sistem Tenaga Listrik

Keandalan tenaga listrik adalah untuk menjaga kelangsungan pendistribusian daya ke konsumen, terutama konsumen dengan daya yang besar yang sangat membutuhkan distribusi daya yang tidak terputus. Jika pasokan listrik gagal atau tidak disalurkan, maka akan mengganggu atau menghentikan proses produksi pelanggan utama. (Mumu et al., 2021)

1. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

SAIDI ialah indeks durasi atau rata-rata waktu padam listrik per tahun, yaitu perkalian antara jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman dan durasi lama waktu padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. (Ibnu Hajar, & Muhammad Hasbi Pratama, 2019)

$$SAIDI = \frac{(lama\ padam) \times (pelanggan\ padam)}{jumlah\ total\ pelanggan\ yang\ terlayani} \quad (1)$$

2. SAIFI (System Average Interruption frequency Index)

SAIFI ialah indeks frekuensi pemadaman listrik rata-rata per tahun, yaitu perkalian antara jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman dan frekuensi pemadaman dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani..(Ibnu Hajar, & Muhammad Hasbi Pratama, 2019)

$$SAIFI = \frac{jumlah\ dari\ pelanggan\ padam}{jumlah\ total\ pelanggan\ yang\ terlayani} \quad (2)$$

3. Energi tak terjual

Energi tak terjual adalah energi yang hilang karena gangguan dalam pemeliharaan, perbaikan, dan perluasan jaringan. Semakin sering terjadinya pemadaman maka jumlah energi tak terjual semakin tinggi dan akan berdampak pihak

perusahaan (Leo Sugiarto, Dr. Ir. Rudi Gianto, MT, Ir. Bonar Sirait, 2018)

$$Kerugian\ energi = \sqrt{3} \times v \times I \times \cos \varphi \times t \quad (3)$$

$$Kerugian\ materi = \frac{kerugian\ energi}{nilai\ jual\ per\ kWh} \quad (4)$$

Dimana :

- v : Tegangan 3 phase (Volt)
- I : Arus (Ampere)
- $\cos \varphi$: Faktor daya (0.85)
- t : Lama pemadaman (Jam)

Dimana I adalah arus nominal. Arus nominal adalah jumlah maksimum arus normal yang dapat diterima oleh sebuah alat (trafo).

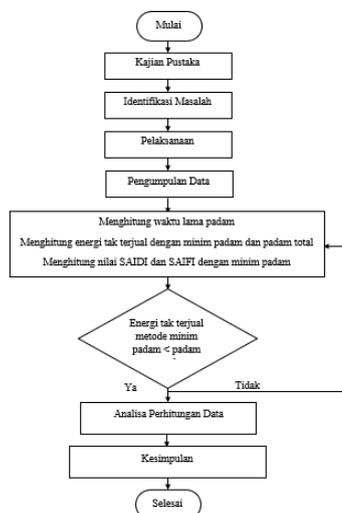
$$I = \frac{s}{V \times \sqrt{3}} \quad (5)$$

Dimana :

- s : Persentase daya trafo (kVA)
- v : Tegangan 3 phase (Volt)

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di PLN UP3 Cikupa pada gardu distribusi 20 kV dengan nomer gardu BNR1, PNK dan KPR4. Pelaksanaan penelitian ini mengikuti diagram alir yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

Pada penelitian kali ini pelaksanaan menggunakan metode minim padam dengan unit gardu bergerak (UGB) dan unit trafo bergerak (UTB). UGB adalah Gardu distribusi yang berbentuk sebuah mobil yang didalamnya terdapat gardu distribusi (Gambar 2), sehingga dapat dibawa kemana mana sesuai dengan tempat yang membutuhkan, UGB ini digunakan untuk pemakaian sementara sampai gardu yang sedang dilakukan perbaikan atau pemeliharaan dapat berfungsi sebagai mana mestinya. Cara pemasangan UGB, kabel jumper sisi incoming UGB dipasangkan ke SUTM lalu masuk tegangan menengah ke trafo yang ada didalam UGB, setelah itu trafo merubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah lalu kabel jumper sisi outcoming dari UGB disambungkan ke panel atau rak TR yang berada pada gardu yang akan dilakukan perbaikan atau pemeliharaan.



Gambar 2. Penggunaan unit gardu bergerak

Dalam pemeliharaan menggunakan unit gardu bergerak ini dilakukan pada saat dalam kondisi bertegangan, maka dari itu pelaksanaan dilakukan dengan memperhatikan K3 dan melakukan intruksi pekerjaan sesuai dengan SOP yang berlaku NO:04.01/TMMB/KOMISIPDKBPUSAT/2017.

Tabel 1 ditunjukkan data-data gardu distribusi yang dilakukan pemeliharaan menggunakan metode minim padam.

Tabel 1. Data Gardu Distribusi

No Gardu	Daya	Persentase Daya Trafo	Konsumen
BNR1	400 kVA	65,27 %	635 Pelanggan padam
PNK	400 kVA	33%	1440 Pelanggan Padam
KPR4	400 KVA	46,48 %	478 Pelanggan Padam

Persentase daya trafo adalah persentase dari daya trafo yang digunakan pada saat pengukuran berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan perhitungan energi tak terjual pada pemeliharaan gardu distribusi maka perlu dilakukan perhitungan arus nominal trafo. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung arus nominal trafo menggunakan persamaan persamaan berikut:

Gardu BNR1

$$I = \frac{S}{V \times \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{261,08 \text{ kVA}}{380V \times \sqrt{3}}$$

$$I = 0,39667 \text{ kA}$$

$$I = 396,67 \text{ A}$$

Dengan perhitungan yang sama didapatkan arus nominal pada masing-masing gardu yang dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Arus masing-masing gardu

Gardu Distribusi	Arus Nominal
BNR1	396,67 A
PNK	200,55 A
KPR4	282,48 A

Untuk mengetahui pengaruh metode minim padam terhadap energi tak terjual pada pemeliharaan gardu distribusi maka harus dicari terlebih dahulu nilai dari energi tak terjual pada setiap gardu, gardu yang digunakan adalah Gardu BNR1, Gardu PNK dan Gardu KPR4. Untuk mendapatkan nilai dari energi tak terjual akibat pemeliharaan gardu distribusi menggunakan metode minim padam yaitu menggunakan persamaan rumus berikut dengan data gardu distribusinya diberikan dalam Tabel 3

Tabel 3. Data Gardu Distribusi

Gardu	Tegangan	Cos φ	t ₁	t ₂	Nilai Kwh
BNR1	380	0,85	0,433	3	1447,70
PNK	380	0,85	0,383	3	1447,70
KPR4	380	0,85	0,45	3	1447,70

Dimana:

t₁ : lama waktu minim padam (jam)

t₂ : lama waktu padam total (jam)

Gardu BNR1

A. Perhitungan kerugian menggunakan metode minim padam

$$\text{Kerugian energi} = \sqrt{3} \times v \times I \times \cos \varphi \times t$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \times 200,55 \times 0,85 \times 0,383$$

$$= 42971,903 \text{ Wh}$$

$$= 42,9719 \text{ kWh}$$

$$\text{Kerugian materi} = \text{kerugian energi} \times \text{nilai jual per kWh}$$

$$= 42,9719 \times 1444,70$$

$$= \text{Rp } 62.081.50$$

B. Perhitungan kerugian menggunakan metode padam total

$$\text{Kerugian energi} = \sqrt{3} \times v \times I \times \cos \varphi \times t$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \times 200,55 \times 0,85 \times 3$$

$$= 336594,543 \text{ Wh}$$

$$= 335,5945 \text{ kWh}$$

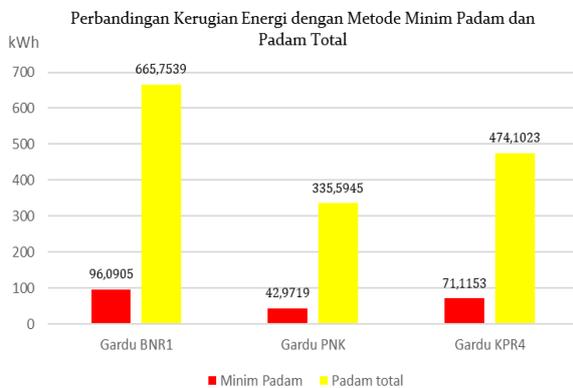
$$\begin{aligned} \text{Kerugian materi} &= \text{kerugian energi} \times \text{nilai jual per kWh} \\ &= 335,5945 \times 1444,70 \\ &= \text{Rp } 513.727,37 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama didapatkan kerugian pada setiap gardu yang ditabulasikan dalam Tabel 4

Tabel 4. Kerugian Setiap Gardu Distribusi

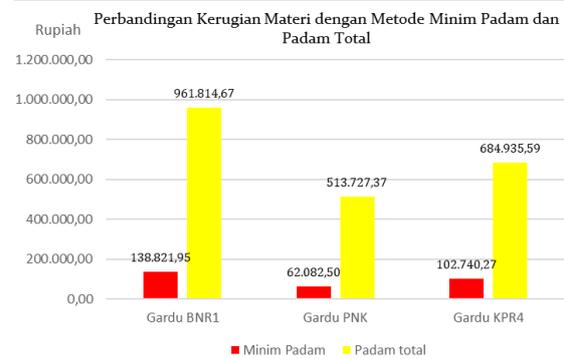
Nama Gardu	Metode Padam	Kerugian	
		Energi (kWh)	Materi (Rupiah)
BNR1	Minim Padam	96,0905	138.821,95
	Padam Total	665,7539	961.814,67
PNK	Minim Padam	42,9719	62.082,50
	Padam Total	335,5945	513.727,37
KPR4	Minim Padam	71,1153	102.740,27
	Padam Total	474,1023	684.935,59

Dari data-data yang telah diperoleh, metode minim padam mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap energi tak terjual pada pemeliharaan gardu distribusi 20 kV dibandingkan dengan metode padam total diberikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Perbandingan Kerugian Energi

Dari Gambar 3 dapat terlihat perbedaan nilai kerugian energi yang cukup besar antara metode minim padam dengan padam total. Dimana jika menggunakan metode minim padam pada gardu BNR1 energi yang hilang sebesar 960905 kWh, pada gardu PNK energi yang hilang sebesar 42,9719 kWh dan pada gardu KPR4 energi yang hilang sebesar 71,1153 kWh.



Gambar 4. Perbandingan Kerugian Materi

Pada Gambar 4 terlihat perbandingan kerugian materi dengan metode minim padam dan padam total. Dimana dengan menggunakan metode minim padam pada gardu BNR1 kerugian materi yang dialami sebesar Rp. 138.821,95, pada gardu PNK kerugian materi yang dialami sebesar Rp. 62.082,50 dan pada gardu KPR4 kerugian materi yang dialami sebesar Rp. 102.740,27.

Untuk mengetahui pengaruh pemeliharaan gardu distribusi dengan menggunakan metode minim padam terhadap nilai SAIDI dan SAIFI, Untuk mendapatkan nilai dari SAIDI dan SAIFI akibat pemeliharaan gardu distribusi menggunakan metode minim padam yaitu menggunakan persamaan rumus berikut dengan data pelanggan setiap gardu yang diberikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Pelanggan Setiap Gardu

Nama Gardu	Total pelanggan	Pelanggan padam	t ₁	t ₂
BNR1	527.651	653	0,4333	3
PNK	530.689	1440	0,383	3
KPR4	538.876	478	0,45	3

Dimana:

t₁ : lama waktu minim padam (jam)

t₂ : lama waktu padam total (jam)

Gardu BNR1

A. Perhitungan SAIDI menggunakan metode minim padam

$$SAIDI = \frac{(lama\ padam) \times (pelanggan\ padam)}{jumlah\ total\ pelanggan\ yang\ terlayani}$$

$$= \frac{0,433\ jam \times 653\ pelanggan\ padam}{527.651\ Pelanggan}$$

$$= 0,00054\ Jam/pelanggan$$

B. Perhitungan SAIDI menggunakan metode padam total

$$SAIDI = \frac{(lama\ padam) \times (pelanggan\ padam)}{jumlah\ total\ pelanggan\ yang\ terlayani}$$

$$= \frac{3\ jam \times 653\ pelanggan\ padam}{527.651\ pelanggan}$$

$$= 0,00371\ jam/pelanggan$$

C. Perhitungan SAIFI menggunakan metode minim padam

$$SAIFI = \frac{jumlah\ dari\ pelanggan\ padam}{jumlah\ total\ pelanggan\ yang\ terlayani}$$

$$= \frac{653\ pelanggan\ padam \times 2\ kali\ padam}{527.651\ pelanggan}$$

$$= 0,00248\ kali\ padam/pelanggan$$

D. Perhitungan SAIFI menggunakan metode padam total

$$SAIFI = \frac{jumlah\ dari\ pelanggan\ padam}{jumlah\ total\ pelanggan\ yang\ terlayani}$$

$$= \frac{653\ pelanggan\ padam}{527.651\ pelanggan}$$

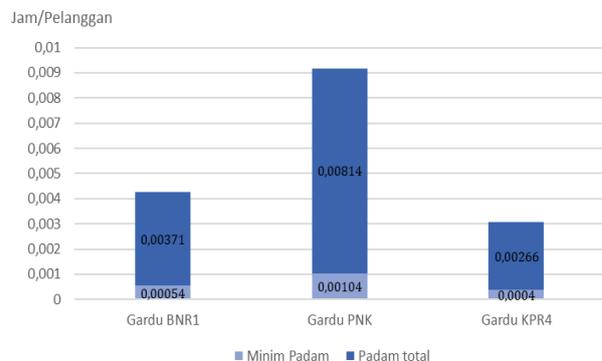
$$= 0,00124\ kali\ padam/pelanggan$$

Dengan perhitungan yang sama didapatkan kerugian pada setiap gardu. Hasilnya ditabulasikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data SAIDI dan SAIFI Setiap Gardu

Nama Gardu	Metode Padam	Nilai	
		SAIDI (Jam/Pelanggan)	SAIFI (Kali padam/Pelanggan)
BNR1	Minim Padam	0,00054	0,00248
	Padam Total	0,00371	0,00124
PNR	Minim Padam	0,00104	0,00543
	Padam Total	0,00814	0,00271
KPR4	Minim Padam	0,00040	0,00177
	Padam Total	0,00266	0,00089

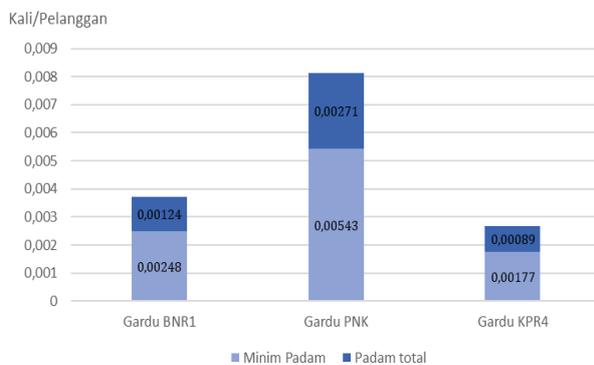
Dari data-data yang telah diperoleh, pemeliharaan gardu distribusi dengan menggunakan metode minim padam mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap nilai SAIDI dibandingkan dengan metode padam total namun nilai SAIFI dengan metode minim padam meningkat 2 kali dibandingkan dengan metode padam total.



Gambar 6. Perbandingan Nilai SAIDI

Dari Gambar 6 di mana nilai SAIDI dipengaruhi oleh lamanya waktu pemadaman dan banyaknya pelanggan

yang padam, dengan menggunakan metode minim padam pada gardu BNR1 dimana lamanya waktu padamnya lebih kecil 4,62 kali dibandingkan dengan metode padam total, dengan menggunakan metode minim padam pada gardu PNK dimana lamanya waktu padamnya lebih kecil 5,22 kali dibandingkan dengan metode padam total dan dengan menggunakan metode minim padam pada gardu KPR4 dimana lamanya waktu padamnya lebih kecil 4,44 kali dibandingkan dengan metode padam total.



Gambar 7. Perbandingan Nilai SAIFI

Dari Gambar 7 di mana nilai SAIFI dipengaruhi oleh banyaknya pelanggan yang padam, dengan menggunakan metode minim padam pada setiap gardu dimana lamanya waktu padamnya lebih besar 2 kali dibandingkan dengan metode padam total ini diakibatkan oleh pemadaman yang terjadi pada saat pemasangan dan pelepasan unit gardu bergerak sehingga mengakibatkan 2 kali pemadaman. Oleh karena itu menggunakan metode minim padam akan meningkatkan nilai indeks frekuensi pemadaman listrik rata-rata.

KESIMPULAN

Penggunaan metode minim padam mempersingkat waktu pemadaman pada saat melakukan pemeliharaan gardu distribusi yang semula 180 menit menjadi

kurang dari 30 menit. sehingga dengan metode ini dapat mengurangi kerugian-kerugian yang timbul akibat pemeliharaan gardu distribusi. Semakin lama waktu yang digunakan untuk pemadaman semakin banyak pula energi yang hilang, sehingga kejadian ini dapat meningkatkan nilai kerugian energi tak terjual. Dengan metode ini kerugian akibat pemeliharaan dari ketiga gardu yang semula sebesar 1465,4507 kWh dan Rp. 2.165.477,63 menjadi 210,177 kWh Rp. 303.644,72. Nilai keandalan SAIDI dari ketiga gardu pun ikut turun dari semula 0,01451 kali padam/pelanggan menjadi 0,00198 kali padam/pelanggan. Namun nilai SAIFI ketiga gardu menggunakan metode ini naik dua kali lipat yang semula 0,00484 jam/pelanggan menjadi 0,00968 jam/pelanggan. Hal ini disebabkan karena pemadaman dilakukan dua kali yaitu pada saat pemasangan dan pelepasan unit gardu bergerak.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoro, G. D., & Syakur, A. (2020). Sinkronisasi Trafo Unit Gardu Bergerak (UGB) dengan Trafo Distribusi di Lingkungan PLN. *JTET(Jurnal Teknik Elektro Terapan)*, 9(3), 11–16.
- Bayu Setiawan, C. (2017). Analisis Kwh Terselamatkan Pada Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (Pdkb) Di Pt. Pln (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Selatan. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 81–88.
- Budi Yanto Husodo, & Arditya Perdana Akbar. (2018). Penerapan Metode Minim Padam Untuk Pemeliharaan Gardu Distribusi 20 kV Di PT PLN Area Bulungan (KL224). *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 9(3), 159–162.
- Fajri, A. F., & Kusumaningrum, N. (2022).

- Pengaruh Penerapan Pemeliharaan Gardu Distribusi 20kV Menggunakan Metode Minim Padam Pada Nilai SAIDI dan ENS di PT. PLN (PERSERO) Area Bulungan (KB 11B). *Jurnal Teknologi Industri*, 11(1).
- Ibnu Hajar, & Muhammad Hasbi Pratama. (2019). Analisa Nilai Saidi Saifi Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Pada Penyulang Cahaya Pt. Pln (Persero) Area Ciputat. *Energi & Kelistrikan*, 10(1), 70–77. <https://doi.org/10.33322/energi.v10i1.330>
- Leo Sugiarto, Dr. Ir. Rudi Gianto, MT, Ir. Bonar Sirait, M. S. (2018). Analisis Perhitungan KWH Terselamatkan pada Pekerjaan dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV Cabang Singkawang. 1–6, 2.
- Mumu, A. J., Ch, G., Mangindaan, S. T., & Tumaliang, I. H. (2021). *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Di Kotamobagu Menggunakan Indeks Saifi Dan Saidi*. 5, 5. <http://repo.unsrat.ac.id/3303/>
- Negara, U. L. (1985). *SPLN 59: 1985 Keandalan Sistem Distribusi*. PT. PLN (Persero). (2010). Buku 4 Standar konstruksi gardu distribusi dan gardu hubung tenaga listrik. *PT PLN (Persero)*, 4.
- Syufrijal, & Monantun, R. (2014). Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. *Kementrian Pendidikan Dasar Menengah Dan Kebudayaan RI*, 203. <https://pdfs.semanticscholar.org/0a1c/0f36298394581d93136e7414f92c2ca6366d.pdf>
- Teguh, M. A. T. R. (2019). Penentuan Kerugian Ekonomis Berdasarkan Nilai Saidi, Saifi Dan Caidi Menggunakan Metode Section Technique Di Pt. Pln Distribusi Area Gresik. *Jurnal Teknik ELEKTRO*, 08(2), 445–452.