

# Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology (JAMETECH)

Journal homepage: <https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>  
p-ISSN: 2655-9145; e-ISSN: 2684-8201

## Menekan Nilai SAIDI SAIFI pada Penyulang *Monkey Forest* dengan Pemasangan D-Star (Doble Isolator Tarik) dan Perisai Bintang

I Gst. Ketut Abasana<sup>1</sup>, I Made Anom Adiaksa<sup>2\*</sup>, I Gde Nyoman Sangka<sup>1</sup> dan Ida Bagus Gde Widiantera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung, 80364, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung, 80364, Indonesia

\*Email: [madeanomadiaksa@pnb.ac.id](mailto:madeanomadiaksa@pnb.ac.id)

### Abstrak

PT PLN (persero) ULP Gianyar mengelola 29 penyulang, salah satunya penyulang *Monkey Forest* menyalurkan tenaga listrik pada daerah *Monkey Forest* mendistribusikan tenaga listrik seluas 716810.232 m<sup>2</sup> dan panjang bentangan kabel total sepanjang 3,65 km yang disuplai oleh gardu induk Payangan mendistribusikan tenaga listrik ke 41 gardu distribusi pada daerah *monkey forest* dengan jumlah pelanggan sebanyak 3062 pelanggan. Gangguan pada penyulang *Monkey Forest* didominasi oleh binatang karena berada pada lokasi wisata yang merupakan habitat kera. Alat inovasi D-STAR mengamankan dari gangguan akibat binatang khususnya monyet pada konstruksi tiang peregang di titik pertemuan/sambungan kabel udara berisolasi (SKUTM) dengan konduktor SUTM. perisai binatang atau yang biasanya disebut dengan *Cover Bushing* adalah untuk mengamankan komponen jaringan distribusi dari gangguan yang disebabkan oleh hewan seperti tokek yang dengan mudah menjangkau komponen listrik. Pengaruh dari pemasangan alat inovasi D-STAR (double isolator tarik) dan perisai binatang pada nilai SAIDI dan SAIFI di penyulang *Monkey Forest* sangat baik, pada tahun 2023 nilai SAIDI sebesar 1,38 jam/pelanggan/tahun dan nilai SAIFI sebesar 1,31 kali/pelanggan/tahun dimana nilai tersebut melewati target dari PLN ULP Gianyar tahun 2024 setelah pemasangan D-STAR dan perisai binatang nilai SAIDI sebesar 0,01 jam/pelanggan/tahun dan nilai SAIFI sebesar 0,03 kali/pelanggan/tahun, nilai tersebut sudah memenuhi target PLN ULP Gianyar serta SPLN NO 68-2 : 1986.

Kata kunci: penyulang, SAIDI, SAIFI, perisai, binatang

**Abstract:** PT PLN (Persero) ULP Gianyar manages 29 feeders, one of which is the *Monkey Forest* feeder, distributing electricity to the *Monkey Forest* area, distributing electricity over an area of 7,168,10,232 m<sup>2</sup> and a total cable length of 3.65 km supplied by the Payangan substation distributing electricity to 41 distribution substations in the *Monkey Forest* area with a total of 3,062 customers. Disturbances to the *Monkey Forest* feeder are dominated by animals because they are located in a tourist location which is a monkey habitat. The D-STAR innovation tool protects against interference caused by animals especially monkeys, in the construction of the stretcher pole at the meeting point/connection of the insulated aerial cable (SKUTM) with the SUTM conductor. Animal shields or what are usually called *Cover Bushings* are to protect distribution network components from interference caused by animals such as geckos that can easily reach electrical components. The effect of installing the D-STAR innovation tool (double tensile isolator) and animal shield on the SAIDI and SAIFI values in the *Monkey Forest* feeder is very good, in 2023 the SAIDI value is 1.38 hours/customer/year and the SAIFI value is 1.31 times/customer/year where the value exceeds the target of PLN ULP Gianyar in 2024 after the installation of D-STAR and animal shield the SAIDI value is 0.01 hours/customer/year and the SAIFI value is 0.03 times/customer/year, the value has met the target of PLN ULP Gianyar and SPLN NO 68-2: 1986.

Keywords: feeder, SAIDI, SAIFI, shield, animal

Penerbit @ P3M Politeknik Negeri Bali

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

PT.PLN (Persero) ULP Gianyar mengelola, salah satunya diberi nama penyulang *Monkey Forest* dikarenakan menyalurkan tenaga listrik pada daerah *Monkey Forest*, penyulang ini mendistribusikan tenaga listrik seluas 716810.232 m<sup>2</sup> dan panjang bentangan kabel total di penyulang *Monkey Forest* sepanjang 3,65 km yang disuplai

oleh gardu induk Payangan, yang mendistribusikan tenaga listrik ke 41 gardu distribusi pada daerah *Monkey Forest*, dengan jumlah pelanggan sebanyak 3062 pelanggan [1]. Pada daerah yang disuplai oleh penyulang *Monkey Forest* banyak terdapat pohon yang rindang serta binatang seperti monyet, tupai, burung, dan ular yang masih bebas pada alam liar, selain itu pada daerah tersebut banyak terdapat pemukiman warga yang bangunannya tinggi. karena itu membuat pada

daerah tersebut sering terjadi gangguan dan mempengaruhi nilai SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) [2].

Masalah utama dikarenakan binatang monyet naik pada jaringan SKUTM, dan binatang yang menyentuh komponen jaringan sehingga mengakibatkan suplai tenaga listrik ke konsumen menjadi terhambat dimana pada periode bulan Januari tahun 2021 sampai Desember tahun 2023 sebelum pemasangan alat inovasi D-STAR dan perisai binatang terdapat total 18 kali gangguan, penyebab gangguan diakibatkan oleh peralatan distribusi serta gangguan disebabkan dari luar peralatan distribusi. *Double* isolator Tarik atau sering disebut konstruksi *D-STAR* adalah rangkaian dua isolator tarik terbuat dari bahan polimer atau porselin yang dipasang secara sejajar atau berlawanan pada satu tiang listrik untuk menahan beban mekanis kabel penghantar yang sangat besar. Fungsi utama selain untuk menahan beban mekanis kabel yang tinggi. *D-STAR* juga berfungsi sebagai pemisah antara bagian yang bertegangan (kabel fasa) dengan tiang penyangga yang terhubung ke tanah demi keamanan sistem.

*D-STAR* dirancang khusus untuk melindungi jaringan dari gangguan binatang (seperti tupai, ular, atau burung). Penggunaan dua isolator yang dipasang sejajar akan memperpanjang jalur isolasi, tubuh binatang tidak akan menjembatani antara kabel bertegangan dengan tiang (ground) yang dapat memicu *short circuit*. Dari 18 gangguan terdapat 4 kali disebabkan oleh komponen rusak dan 1 kali dikarenakan bencana alam, 13 gangguan karena binatang, untuk gangguan disebabkan oleh binatang dimana tahun 2021 terdapat 3 kali, tahun 2022 terdapat 7 gangguan dan tahun 2023 terdapat 3 gangguan, titik gangguan tersebut terletak pada tiang peregang pertemuan antara jaringan SUTM dan jaringan SKUTM, serta pada *recloser* dan *fuse cut out* (FCO). Gangguan yang disebabkan oleh peralatan distribusi dan bencana alam pada tahun 2021 terdapat 0 gangguan, tahun 2022 terdapat 4 gangguan, tahun 2023 terdapat 1 gangguan. Gangguan tersebut diakibatkan karena *fuse link* pada FCO putus, bencana alam tanah longsor. Gangguan pada 3 tahun tersebut sebelum pemasangan perisai binatang dan D-star (*double isolator* tarik). Gangguan binatang mendominasi dengan total 72%, yang mengakibatkan nilai SAIDI pada tahun 2021 untuk penyulang *Monkey Forest* menjadi 1,57 jam/pelanggan/tahun, serta nilai SAIFI menjadi 1,00 kali/pelanggan/tahun. Tahun 2022 membuat nilai SAIDI menjadi 4,37 jam/pelanggan/tahun serta nilai SAIFI menjadi 2,76 kali/pelanggan/tahun dan pada tahun 2023 membuat nilai SAIDI menjadi 1,74 jam/pelanggan/tahun serta nilai SAIFI menjadi 1,62 kali/pelanggan/tahun, dengan nilai SAIDI dan SAIFI pada tahun 2021 sampai 2023 nilai tersebut sudah melewati target dari target PLN ULP Gianyar.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa nilai SAIDI dan SAIFI akibat gangguan binatang.
2. Bagaimana pengaruh pemasangan perisai binatang dan D-STAR (*double isolator* tarik) terhadap nilai SAIDI SAIFI.

### 1.3. Tujuan

Pemasangan perisai binatang yang bertujuan untuk mengamankan komponen distribusi yang tidak berisi isolasi, serta memasang alat inovasi yang diberi nama D-Star (*double isolator* tarik) dari pemasangan alat tersebut pada tahun 2024 pada penyulang *Monkey Forest*.

## 2. Metode dan Bahan

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dalam pengumpulan data-data yang diperlukan serta pengolahan menggunakan metode deskriptif [3]. Metode deskriptif merupakan hasil pengolahan data yang ditunjukkan dalam bentuk grafik dan dianalisis untuk diambil kesimpulannya [4]. Data yang diolah ditunjukkan dalam bentuk grafik dan dianalisis untuk diambil kesimpulannya. Pendekatan dengan metode deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran yang sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta serta sifat-sifat populasi.

Data dalam bentuk grafik, tren dan pola persebaran data dapat divisualisasikan serta diidentifikasi dengan lebih mudah. Interpretasi yang objektif terhadap fenomena yang sedang diteliti dapat dilakukan dengan analisis terhadap representasi visual. Penyederhanakan data mentah yang kompleks menjadi informasi yang lebih komunikatif dan mudah dipahami dapat dilakukan dengan metode deskriptif. Argumentasi atau temuan utama menjadi landasan kuat untuk mendukung penelitian analisis ini. Kemampuannya untuk memotret kondisi subjek penelitian tanpa melakukan intervensi atau manipulasi variabel ditunjukkan dengan metode deskriptif.

Kesimpulan penelitian memiliki relevansi yang tinggi dengan kondisi nyata di lapangan didukung oleh penerapan metode deskriptif yang tepat. Data yang dibutuhkan adalah jumlah gangguan yang terjadi serta penyebabnya. Data diperoleh dengan observasi langsung pada PLN ULP Gianyar serta pengamatan langsung. Data yang telah di kumpulkan dilakukan pengolahan dengan beberapa tahapan yaitu:

### 2.1. Perhitungan Persentase Gangguan

Berdasarkan standar ANSI/IEEE Std. 100-1992 gangguan didefinisikan sebagai kondisi fisik yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen atau elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya. Gangguan hampir selalu ditimbulkan oleh hubungan singkat antar fase atau hubungan singkat fase ke tanah. Gangguan hampir selalu berupa hubungan langsung atau melalui impedansi. Anomali parameter elektrik seperti arus lebih (*overcurrent*) atau tegangan kurang (*undervoltage*) yang melampaui ambang batas operasional normal merupakan pemicu kondisi secara umum.

Kegagalan tersebut sering kali bermanifestasi dalam bentuk hubungan singkat yang mengganggu kontinuitas penyaluran energi ke beban dalam system tenaga listrik. Kegagalan fisik pada isolasi penghantar dapat mengakibatkan kerusakan permanen pada infrastruktur jaringan yang mahal maka perlu dilakukan analisis mengenai fenomena tersebut. Kegagalan beruntun atau *cascading failure* dapat diakibatkan oleh gangguan yang tidak terdeteksi oleh sistem proteksi berpotensi pemadaman meluas. Penggunaan perangkat proteksi yang presisi dapat menjadi solusi utama dalam memitigasi dampak fisik yang dijelaskan dalam standar IEEE. Proteksi yang baik pada area

yang terdampak gangguan dapat diisolasi secara cepat sehingga kerusakan komponen lainnya dapat diminimalisir. Karakteristik dan definisi gangguan fisik perlu dimitigasi secara mendalam yang menjadi fondasi utama dalam merancang sistem kelistrikan yang andal dan aman.

Istilah gangguan identik dengan hubungan, sesuai standart ANSI/IEEE Std. 100-1992 [5]. Meminimalisir faktor eksternal yang dapat memicu pemutusan aliran daya secara tiba-tiba dapat mempengaruhi efisiensi sistem distribusi tenaga listrik. Menghitung persentase penyebab gangguan sebelum dan sesudah pemasangan perisai binatang dan D-STAR sebagai solusi mengatasi gangguan yang diakibatkan oleh binatang merupakan salah satu langkah krusial yang harus dilakukan sebagai evaluasi. Hubung singkat fasa ke tanah maupun fasa ke fasa pada konstruksi tiang yang terbuka dapat disebabkan oleh hewan seperti tupai, burung, atau ular. Gangguan akibat fauna dapat mendominasi frekuensi pemadaman pada area yang berdekatan dengan vegetasi lebat didapatkan dari hasil pengamatan pada lokasi jaringan penyalang.

Perisai binatang (*animal guard*) berfungsi sebagai penghalang fisik. Teknologi *Distribution Surround-Type Animal Repeller* (D-STAR) merupakan salah satu solusi perlindungan tambahan melalui mekanisme mitigasi yang lebih kompleks. Efektivitas perangkat tersebut dalam menekan angka *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) dapat diukur secara akurat dengan membandingkan persentase sebelum dan sesudah implementasi. Data yang diperoleh dapat dianalisis oleh operator sistem untuk mengidentifikasi apakah terdapat penurunan signifikan pada titik-titik rawan gangguan yang telah dipetakan sebelumnya. Implementasi teknologi perisai binatang dan D-STAR dapat menjadi strategi preventif yang esensial dalam menjaga keandalan jaringan distribusi. Menghitung persentase penyebab gangguan sebelum dan sesudah pemasangan perisai binatang dan D-STAR sebagai solusi mengatasi gangguan yang diakibatkan oleh binatang pada penyalang *Monkey Forest* dengan rumus sebagai berikut [6]:

$$\frac{\text{jumlah gangguan}}{\text{total gangguan}} \times 100\% \quad (1)$$

## 2.2. Perhitungan SAIDI dan SAIFI

Indeks keandalan merupakan suatu metode pengevaluasian parameter suatu peralatan distribusi tenaga listrik terhadap mutu pelayanan kepada pelanggan. Indeks ini antara lain adalah SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) [7]. Indeks keandalan merupakan suatu metode pengevaluasian parameter suatu peralatan distribusi tenaga listrik terhadap mutu pelayanan kepada pelanggan dalam manajemen sistem tenaga listrik.

Gambaran kuantitatif mengenai seberapa sering dan seberapa lama terjadi pemadaman pada sisi konsumen didapatkan dari penerapan indeks ini. *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) dan *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) merupakan parameter utama yang sering diukur sebagai indikator performa jaringan. Penyedia jasa kelistrikan dapat mengidentifikasi titik lemah pada konfigurasi sistem distribusi yang memerlukan perbaikan segera dengan memantau parameter tersebut. Kinerja peralatan seperti penyalang yang

dievaluasi secara sistemis dapat membantu dalam memprioritaskan jadwal pemeliharaan preventif secara lebih efektif. Basis data penting proyeksi kebutuhan investasi infrastruktur dimasa depan dihasilkan dari perhitungan indeks keandalan. Kepuasan pelanggan serta stabilitas operasional industri berkorelasi dengan tingkat keandalan yang tinggi yang bergantung sepenuhnya pada pasokan energi. Pengukuran indeks dengan standarisasi harus diterapkan secara konsisten guna menjamin kontinuitas energi yang memenuhi regulasi yang berlaku.

SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) jaringan penyalang merupakan indeks pengukuran durasi rata-rata gangguan yang dialami oleh sistem penyalang listrik dalam satu tahun, diukur dalam menit per pelanggan. SAIDI dapat memberikan informasi untuk membantu menilai sejauh mana suatu sistem penyalang listrik dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dengan menyediakan daya listrik yang handal dan berkelanjutan [8]. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) merupakan indeks keandalan yang mengukur rata-rata frekuensi gangguan pada jaringan distribusi listrik. SAIFI menunjukkan seberapa sering pelanggan mengalami gangguan pemadaman listrik karena kegagalan pada penyalang tersebut. Perhitungan indeks ini dengan membagi jumlah total gangguan yang dialami oleh pelanggan dengan jumlah total pelanggan yang dilayani [9].

Menghitung nilai SAIDI dan SAIFI dari jumlah gangguan pada penyalang *Monkey Forest* sebelum dipasang perisai binatang dan D-STAR, serta menghitung nilai SAIDI dan SAIFI ketika sudah dipasang perisai binatang dan D-STAR. Rumus yang digunakan penulis untuk menghitung nilai SAIDI dan untuk nilai SAIFI sebagai berikut yaitu:

$$f = \frac{\sum_{i=1}^m (ci)}{N} \quad (2)$$

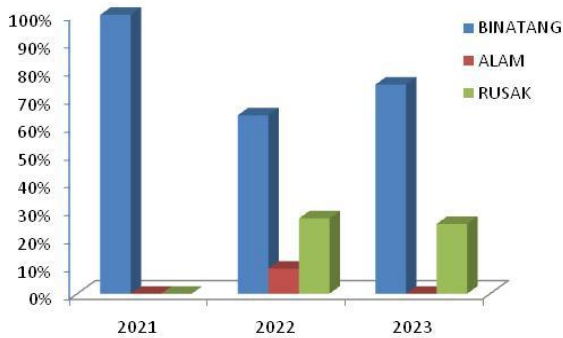
$$d = \frac{\sum_{i=1}^m (ci \times ti)}{N} \quad (3)$$

Hasil perhitungan yang didapat dari persentase adanya gangguan akan mempengaruhi nilai SAIDI dan SAIFI. Nilai SAIDI dan SAIFI akan dibandingkan dengan target yang telah ditetapkan oleh PLN Distribusi Gianyar serta SPLN NO 68-2 : 1986. Data perbandingan akan diterjemahkan dalam bentuk grafik. Analisis deskriptif dipergunakan untuk dapat menggambarkan pengaruh dari pemasangan alat inovasi D-STAR dan perisai bintang.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Gangguan

Dari data dan perhitungan dapat dilihat faktor-faktor yang menyebabkan padamnya penyalang *Monkey Forest* pada tahun 2021, 2022, 2023 seperti pada gambar 1.



**Gambar 1.** Penyebab gangguan penyulang Monkey Forest

Berdasarkan gambar 1 penyebab gangguan penyulang *Monkey Forest* tahun 2021. Karakteristik kegagalan pada jaringan distribusi di kawasan tertentu dipetakan dengan menganalisa mendalam terhadap data historis operasional. Penyebab padam dengan total 3 gangguan yang diakibatkan oleh binatang sebanyak 3 kali dengan persentase sebesar 100%, dan untuk penyebab padam karena alam dan komponen rusak sebanyak 0 kali dengan persentase sebesar 0%. Data menunjukkan penyebab padamnya aliran listrik penyulang *Monkey Forest* pada tahun 2021 didominasi oleh gangguan binatang yaitu sebesar 100% pada periode ini secara langsung mengeksklusi faktor kegagalan material atau fenomena atmosferik.

Faktor lingkungan hayati menjadi dominasi tunggal yang mengindikasikan ancaman utama bagi kontinuitas penyaluran tenaga listrik di wilayah tersebut. Letak geografis jaringan yang melintasi habitat alami primata atau vegetasi yang rapat mempengaruhi tingginya interaksi satwa dengan penyulang. Fokus pemeliharaan pada penyulang seharusnya dititikberatkan pada mitigasi gangguan fauna dengan asumsi tidak terdapat kegagalan komponen teknis. Strategi perlindungan konvensional belum cukup efektif dalam membendung gangguan fisik dari makhluk hidup di area *Monkey Forest* maka diperlukan instalasi perlengkapan proteksi khusus seperti *insulation cover* atau penghalang fisik untuk memutus rantai penyebab gangguan tunggal tersebut.

Pergeseran pola dan peningkatan frekuensi kegagalan pada jaringan terjadi saat dilaksanakan evaluasi pada periode berikutnya terhadap kinerja sistem distribusi. Tahun 2022 untuk penyebab padam dengan total 11 gangguan yang diakibatkan oleh binatang sebanyak 7 kali dengan persentase sebesar 64%, untuk penyebab padam karena alam sebanyak 1 kali dengan persentase sebesar 9%, dan untuk penyebab padam karena komponen rusak sebanyak 3 kali dengan persentase sebesar 27%. Intensitas gangguan secara keseluruhan mengalami kenaikan yang signifikan dibandingkan tahun sebelumnya ditunjukkan dengan munculnya factor kegagalan baru dari aspek alam dan degradasi material. Dari data menunjukkan bahwa penyebab padamnya aliran listrik penyulang *Monkey Forest* pada tahun 2022 didominasi oleh gangguan binatang sebesar 64%. menunjukkan bahwa faktor fauna tetap menjadi risiko residu utama. Indikasi gangguan akibat kerusakan komponen sebesar 27% menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk melakukan evaluasi terhadap usia pakai peralatan atau kualitas pemeliharaan rutin.

Pengaruh cuaca ekstrem belum menjadi ancaman dominan dari kontribusi faktor alam bagi infrastruktur di penyulang ini. Diperlukan analisis multivariat terhadap penyebab gangguan untuk merancang strategi mitigasi yang lebih komprehensif dan tepat sasaran. Identifikasi proporsi setiap penyebab bagi operator sistem dapat mengalokasikan sumber daya perbaikan secara lebih proporsional antara penguatan fisik dan pembaruan komponen. Peningkatan jumlah gangguan dari 3 menjadi 11 kejadian menuntut langkah korektif yang lebih agresif guna mengembalikan indeks keandalan ke level optimal. Tren penurunan frekuensi kegagalan total meskipun pola penyebabnya tetap memiliki karakteristik yang serupa dengan periode sebelumnya ditunjukkan dari hasil analisis performa jaringan.

Penyebab padam pada tahun 2023 yang diakibatkan oleh binatang sebanyak 3 kali dengan persentase sebesar 75% dan penyebab padam karena komponen rusak sebanyak 1 kali dengan persentase sebesar 25%. Indikasi awal mengenai keberhasilan langkah pemeliharaan ditunjukkan dari penurunan jumlah gangguan dari tahun sebelumnya, walaupun faktor interaksi fauna masih menjadi kontributor mayoritas. Optimalisasi penghalang fisik pada titik-titik kritis penyulang karena dominansi gangguan binatang yang mencapai tiga perempat dari total kejadian. Kegagalan akibat kerusakan komponen sebesar 25% menunjukkan bahwa penurunan kualitas material tetap menjadi variabel yang harus diantisipasi melalui pengujian parameter elektrik secara berkala. Penurunan intensitas gangguan dari hasil analisis terhadap profil risiko pada penyulang tersebut belum sepenuhnya bergeser dari ancaman eksternal biologis. Penerapan standar proteksi secara konsisten sangat menentukan keberhasilan dalam mempertahankan tren penurunan gangguan. Evaluasi menyeluruh terhadap data tahun 2023 ini menjadi landasan penting untuk menjaga target indeks keandalan yang lebih stabil bagi manajemen untuk memvalidasi efektivitas solusi yang telah diterapkan di lapangan.

### 3.2. Pemasangan Alat Inovasi D-STAR

Pemasangan alat inovasi D-STAR dengan alasan sering terjadi gangguan oleh binatang monyet dan binatang lainnya. Daerah ini banyak terdapat binatang monyet dan sering terjadi binatang naik ke jaringan SUTM yang mengakibatkan arus hubung singkat, D-STAR ini untuk mengamankan dari gangguan akibat binatang khususnya binatang monyet pada konstruksi tiang peregang di titik pertemuan/sambungan kabel udara berisolasi (SKUTM) dengan konduktor SUTM di daerah Jl. *Monkey Forest* Ubud dan Jl Bisma Ubud. Modifikasi konstruksi SUTM ini diterapkan/diimplementasikan di tiang peregang dengan tingkat kerawanan gangguan binatang yang cukup tinggi.

Inovasi ini merupakan modifikasi murni terhadap Material Distribusi Utama (MDU) yaitu isolator tarik polimer sesuai SPLN D3.027-1:2016 tanpa adanya material tambahan yang baru. Sebelum pemasangan D-STAR jarak rambat yang tersisa saat monyet berjalan di isolator adalah 169,7 mm, maka pemasangan 1 set isolator tarik akan menyebabkan *short circuit* antara fasa terhadap ground, sedangkan setelah pemasangan D-STAR jarak rambat yang tersisa saat monyet berjalan diatas isolator adalah 349,4 mm, maka pemasangan D-STAR tidak akan menyebabkan *short circuit* antara fasa terhadap ground. D-STAR baru

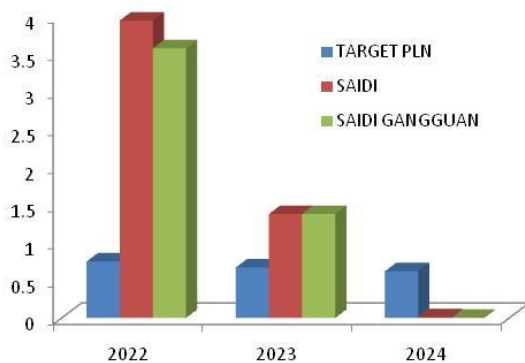
dipasang pada tahun 2024 dan sudah terpasang pada 2 titik yaitu pada Jl. *Monkey Forest* Ubud dan Jl Bisma Ubud. Pemasangan alat D-STAR ini sangat mempengaruhi untuk meningkatkan sistem keandalan dari penyulang *Monkey Forest*.

### 3.3. Pemasangan Perisai Binatang

Pemasangan perisai binatang atau yang biasanya disebut dengan *Cover Bushing* adalah untuk mengamankan komponen jaringan distribusi dari gangguan yang disebabkan oleh hewan seperti tokek yang dengan mudah menjangkau komponen listrik sebelum pemasangan perisai binatang. Binatang tersebut dengan mudah menyentuh komponen jaringan distribusi dan mengakibatkan *short circuit* dikarenakan komponen tersebut dalam keadaan tanpa pengamanan. maka dari itu PT PLN (PERSERO) ULP Gianyar memasang perisai binatang disetiap komponen jaringan distribusi, perisai binatang sudah dipasang dari tahun 2022 namun pada tahun 2024 baru terealisasi untuk seluruh gardu pada penyulang *Mongkey Forest*.

### 3.4. Hasil Analisis

Perbandingan nilai SAIDI setelah pemasangan alat inovasi D-STAR dan perisai binatang menggunakan hasil perhitungan dimana nilai SAIDI tahun 2022 sebesar 3,95 jam/pelanggan/semester dan yang di karenakan oleh gangguan binatang sebesar 3,58 jam/pelanggan/tahun, nilai SAIDI 1,38 jam/pelanggan/tahun pada tahun 2023 diakibatkan oleh gangguan binatang sebesar 1,38 jam/pelanggan/tahun serta nilai SAIDI sebesar 0,01 jam/pelanggan/tahun pada tahun 2024 diakibatkan oleh gangguan binatang sebesar 0 jam/pelanggan/tahun.



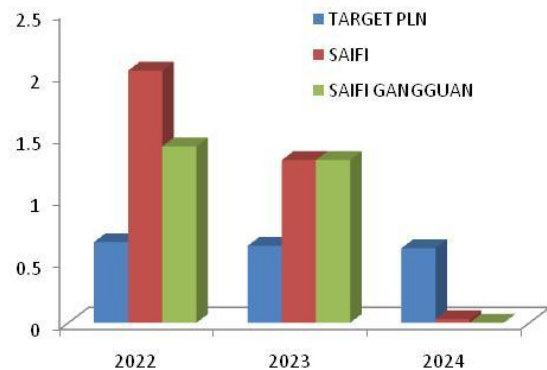
Gambar 2. Perbandingan nilai SAIDI

Pengaruh nilai SAIDI terhadap kehandalan suatu jaringan penyulang sangat signifikan seperti terlihat pada gambar 2. Semakin baik kualitas pelayanan dan kontinuitas suplai listrik ditunjukkan dengan semakin kecilnya nilai SAIDI. Nilai SAIDI yang kecil menunjukkan bahwa gangguan pemadaman listrik terjadi lebih singkat dan frekuensi gangguan lebih rendah. SAIDI mengukur durasi rata-rata gangguan pemadaman listrik pada sistem [10]. Gambar 2 terlihat perbandingan nilai SAIDI pada tahun 2022 sampai 2024. Nilai SAIDI sebesar 3,95 jam/pelanggan/tahun pada tahun 2022 diakibatkan oleh gangguan binatang sebesar 3,58 jam/pelanggan/tahun dengan persentase 91% tersebut telah melewati batas target dari PLN ULP Gianyar dan tahun 2023 nilai SAIDI sebesar 1,38 jam/pelanggan/tahun yang diakibatkan gangguan

binatang sebesar 1,38 jam/pelanggan/tahun dengan persentase yang dikarenakan oleh gangguan binatang 100% dimana nilai SAIDI melewati batas target ULP Gianyar.

Tahun 2024 setelah pemasangan alat inovasi D-STAR dan perisai binatang untuk nilai SAIDI sebesar 0,01 jam/pelanggan/tahun akibat gangguan sebesar 0 jam/pelanggan/tahun dengan persentase yang di akibatkan oleh gangguan binatang sebesar 0% dari nilai SAIDI tersebut sudah memenuhi target dari PT PLN ULP Gianyar. Keandalan jaringan distribusi menunjukkan fluktuasi signifikan pada frekuensi pemadaman selama tiga periode terakhir ditunjukkan dari analisis terhadap data yang diperoleh. Nilai SAIFI tahun 2022 sebesar 2,03 kali/pelanggan/tahun dan diakibatkan oleh gangguan binatang sebesar 1,42 kali/pelanggan/tahun, tahun 2023 nilai SAIFI 1,31 kali/pelanggan/tahun dan yang diakibatkan oleh gangguan binatang sebesar 1,31 kali/pelanggan/tahun yang mengindikasikan bahwa fauna merupakan faktor dominan penyebab instabilitas.

Interaksi satwa menjadi factor yang dominan yang menyebabkan terjadinya gangguan dalam system penyulang Tahun 2024 semester 1 nilai SAIDI sebesar 0,03 kali/pelanggan/tahun dan yang diakibatkan oleh gangguan binatang sebesar 0 kali/pelanggan/tahun. Pemasangan perisai binatang atau teknologi D-STAR memberikan indikasi kuat mengenai efektivitas langkah-langkah mitigasi yang telah diimplementasikan dengan enurunan drastis nilai SAIFI hingga mencapai angka nol untuk kategori gangguan binatang. Peningkatan kualitas pemeliharaan preventif di lapangan mencerminkan keberhasilan menekan *interruption frequency* hingga titik terendah pada semester pertama 2024. Identifikasi akar masalah yang tepat pada tahun-tahun sebelumnya telah berhasil meningkatkan indeks keandalan sistem secara berkelanjutan.



Gambar 3. Perbandingan nilai SAIFI

Pengaruh nilai SAIFI terhadap keandalan jaringan penyulang sangat signifikan seperti terlihat pada gambar 3. Semakin sering pelanggan mengalami gangguan listrik berdampak negatif pada keandalan jaringan ditunjukkan oleh nilai SAIFI yang semakin tinggi [11]. Gangguan listrik yang sering dapat menyebabkan berbagai masalah seperti kerusakan peralatan, gangguan operasional bisnis, dan ketidaknyamanan bagi pelanggan. Menurunkan nilai SAIFI dengan meningkatkan kualitas peralatan, melakukan pemeliharaan rutin, dan memperkuat sistem proteksi dapat meningkatkan keandalan dari system jaringan penyulang [12]. Strategi komprehensif yang berfokus pada minimalisir durasi dan frekuensi pemadaman diperlukan untuk menjaga

kontinuitas penyaluran energi listrik. Peningkatkan kualitas peralatan, melakukan pemeliharaan rutin dan memperkuat sistem proteksi dapat meningkatkan keandalan dari sistem jaringan penyalur ditunjukkan dengan penurunan nilai SAIFI.

Memperpanjang usia pakai serta meminimalisir kegagalan mekanis prematur dapat dilakukan dengan peningkatan kualitas material pada komponen kritis seperti isolator dan transformator. Pemeliharaan rutin yang terjadwal dilaksanakan untuk dapat mendeteksi secara dini terhadap gejala kerusakan yang berpotensi memicu pemutusan aliran daya secara tidak terencana. Usaha yang dilakukan seperti penguatan sistem proteksi melalui koordinasi relai yang presisi memastikan setiap gangguan dapat dilokalisasi dengan cepat tanpa berdampak pada area yang lebih luas. Integrasi ketiga aspek tersebut berkorelasi terhadap frekuensi gangguan per pelanggan untuk ditekan hingga mencapai standar performa yang ditetapkan oleh regulasi. Jaminan mutu layanan yang stabil bagi konsumen ditunjang oleh keandalan sistem yang optimal dapat berakibat terhadap pengurangan kerugian finansial bagi penyedia energi. Beban puncak yang terus meningkat harus didukung oleh prasyarat mutlak seperti modernisasi infrastruktur dan manajemen aset yang sistematis. Ekosistem kelistrikan yang lebih tangguh dan efisien dapat tercipta dengan pengoptimalan parameter operasional pada jaringan penyalur.

Perbandingan nilai SAIFI pada tahun 2022 sampai 2024, dimana pada tahun 2022 nilai SAIFI sebesar 2,03 kali/pelanggan/tahun dan akibat gangguan binatang sebesar 1,42 kali/pelanggan/tahun dengan persentase 70% tersebut melewati batas target dari PLN ULP Gianyar. Tahun 2023 nilai SAIFI sebesar 1,31 kali/pelanggan/tahun dan akibat gangguan binatang sebesar 1,31 kali/pelanggan/tahun dengan persentase 100% dimana nilai SAIFI melewati batas target PLN ULP Gianyar. Tahun 2024 setelah pemasangan alat inovasi D-Star dan perisai binatang untuk nilai SAIFI sebesar 0,03 kali/pelanggan/tahun dan akibat gangguan binatang sebesar 0 kali/pelanggan/tahun untuk persentase sebesar 0% dari nilai SAIFI tersebut sudah memenuhi target dari PT PLN (Persero) ULP Gianyar.

#### 4. Kesimpulan

Hasil pemasangan alat inovasi D-STAR dan perisai binatang pada penyalur *Monkey Forest* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penyalur *Monkey Forest* pada tahun 2024 dengan nilai SAIFI sebesar 0,01 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI sebesar 0,03 kali/pelanggan/tahun. Nilai SAIFI dan SAIFI sudah memenuhi target SAIFI dan SAIFI karena nilainya berada dibawah target yang ditetapkan oleh PLN ULP Gianyar serta sudah memenuhi standar SPLN yang berada dibawah angka yang telah ditetapkan.
2. Pengaruh dari pemasangan alat inovasi D-STAR (*double isolator* tarik) dan perisai binatang pada nilai SAIFI dan SAIFI di penyalur *Monkey Forest* sangat baik, pada tahun 2023 nilai SAIFI sebesar 1,38 jam/pelanggan/tahun dan nilai SAIFI sebesar 1,31 kali/pelanggan/tahun menjadi nilai SAIFI sebesar 0,01 jam/pelanggan/tahun dan nilai SAIFI sebesar 0,03 kali/pelanggan/tahun pada tahun 2024 telah melewati target dari PLN ULP Gianyar serta SPLN NO 68-2 : 1986.

3. Pemasangan D-STAR sangat direkomendasikan untuk diaplikasikan pada penyalur lain terutama jaringan yang berada atau berdekatan dengan habitat Binatang untuk dapat mempertahankan keandalan sistem.

#### Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih atas bantuan dan dukungan dari teman sejawat, teknisi dan mahasiswa yang membantu dalam proses pengambilan data. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan dukungan fasilitas dalam pengambilan data, pengolahan data maupun kesempatan untuk publikasi ilmiah hasil dari penelitian.

#### Daftar Pustaka

- [1] I. M. G. W. S. Prayasa, I. W. Sudiarta, and I. G. W. A. Kurniawan, "Analisis Keandalan Jaringan Distribusi Ring Sistem Penyalur Ubud dan Penyalur Nyuh Kuning dengan Beroperasinya LBS Café Jerry di PT PLN (Persero) ULP Gianyar," *GANAPATI-Jurnal Ilm. Rekayasa Tek.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2024.
- [2] R. Maulana, Suardi, and S. R. Halid, "Analisa Sistem Keandalan Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Section Technique," *J. Kitekro*, vol. Vol. 6, no. No. 3, p. 2021, 2021.
- [3] S. P. D. K. A. S. H. M. A. Ciq. M. J. M. P. Ph.D. Ummul Aiman, M. P. Z. F. Suryadin Hasda, M. P. I. N. T. S. K. M. Kes. Masita, and M. P. M. K. N. A. M. Pd. Meilida Eka Sari, *Metodologi Penelitian Kuantitatif*, Juli 2022. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini, 2022.
- [4] I. P. Darmawa, I. M. A. Adiaksa, I. Bagus, P. Indra, and I. W. Suma, "The Effectiveness of Using Continuous Variable Transmission ( CVT ) in 2WD Buggy Vehicles," *J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 23, no. 1, pp. 53–60, 2023.
- [5] I. H. M. H. Pratama, "Analisa Nilai Saidi Saifi Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Pada Penyalur Cahaya Pt. Pln (Persero) Area Ciputat," *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 70–77, 2020, doi: 10.33322/energi.v10i1.330.
- [6] S. Syukri, M. Muliadi, and A. Akbar, "Analisa Perhitungan Susut Teknis Di Pt. Pln (Persero) Rayon Singkil," *Elektrika*, vol. 16, no. 1, p. 20, 2024, doi: 10.26623/elektrika.v16i1.8854.
- [7] A. Zaki, I. T. Yuniahastuti, and I. Sunaryantiningsih, "Perhitungan Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIFI dan SAIFI di PT. PLN (Persero) ULP Maospati," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 2, no. 2, p. 23, 2022, doi: 10.25273/electra.v2i2.12253.
- [8] M. Alwi et al., "Dampak Indeks Saidi Dan Saifi Terhadap Keandalan Sistem Distribusi Pada Penyalur Da.05 Kota Medan," *Konf. Nas. Soc. dan Eng. Politek. Negeri Medan*, pp. 717–725, 2023.
- [9] R. Harahap, H. Farizi, S. Tarmizi Kasim, K. Kunci, and N. Ekonomi, "Analisis Indeks Keandalan Pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyalur KA.1, KU.1 Dan TW.1 Di PT. PLN (Persero) UP3 Lubuk Pakam," *Semnastek-Uisu*, pp. 140–150, 2022.
- [10] S. Nurhadi, M. Fahmi Hakim, and R. Joto, "Upaya Peningkatan Keandalan Penyalur dengan Manuver

Jaringan,” *ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 1–6, 2023.

- [11] Ulfah Khairiyah Luthfiyani, Adi Setiawan, and Samsul Arifin, “Analisis Perbandingan Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi dengan Metode Section Technique dan Reliability Index Assessment (RIA): Studi Kasus Gardu Induk Balaraja,” *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 250–264, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i1.1782.
- [12] T. Sucita, M. Somantri, D. Fahrizal, and M. Agista, “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV pada Penyulang CWRU,” *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Informas*, vol. 13, no. November, pp. 282–289, 2024, doi: 10.22146/jnteti.v13i4.12510.