



Rancang Bangun Sistem Informasi Berbasis Web untuk Mengevaluasi Indeks Keandalan *Loss of Load Probability* (LOLP) Pembangkit Listrik

Gede Naradhiya^{1✉}, Lie Jasa¹, Dewa Made Wiharta¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

DOI: 10.31004/jutin.v8i4.50619

✉ Corresponding author:
[gedenaradhiya@student.unud.ac.id]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Sistem Informasi;</i> <i>Indeks Keandalan LOLP;</i> <i>MAPE;</i> <i>Pembangkit Listrik;</i> <i>RUPTL PLN</i></p>	<p>Energi listrik merupakan kebutuhan vital yang terus meningkat setiap tahunnya, sehingga keandalan penyediaannya perlu diperhatikan agar distribusi listrik sesuai dengan standar yang ditetapkan. Perhitungan keandalan pembangkit listrik dalam memasok listrik disebut indeks keandalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi indeks keandalan pembangkit listrik menggunakan sistem informasi berbasis web yang dirancang dan dibangun oleh penulis. Evaluasi indeks keandalan dilakukan dengan metode LOLP (<i>Loss of Load Probability</i>) berdasarkan standar RUPTL PLN 2016-2025. Akurasi kinerja sistem informasi dinilai dengan menggunakan metode MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>) dengan membandingkan hasil perhitungan sistem informasi terhadap tiga penelitian referensi. Hasil perhitungan menunjukkan nilai MAPE sistem informasi sebesar 2,4233%, yang termasuk "Sangat Baik" dalam klasifikasi nilai MAPE.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Information System;</i> <i>LOLP Reliability Index;</i> <i>MAPE;</i> <i>Powerplant;</i> <i>RUPTL PLN</i></p>	<p>Abstract</p> <p><i>Electrical energy is a vital need that continues to increase every year, thus the reliability of its supply needs to be monitored so that electricity distribution is in accordance with the established standards. The calculation of the reliability of power plants in supplying electricity is called the reliability index. This study aims to evaluate the reliability index of power plants using a web-based information system designed and built by the author. The evaluation of the reliability index was carried out using the LOLP (Loss of Load Probability) method based on the PLN 2016-2025 RUPTL standard. The accuracy of the information system performance was assessed using the MAPE (Mean Absolute Percentage Error) method by comparing the results of the information system calculations to three reference studies. The calculation results showed a MAPE value of the information system of 2.4233%, which is classified as "Excellent" in the MAPE results classification.</i></p>

1. PENDAHULUAN

Listrik adalah kebutuhan dasar yang sangat vital bagi kehidupan manusia yang dipergunakan untuk menyokong berbagai aktivitas sehari-hari, dan penggunaannya terus meningkat seiring waktu. Peningkatan ini sejalan dengan pertumbuhan populasi dan kegiatan pendukung lainnya. Sebagai kebutuhan yang krusial, keandalan dalam penyediaan dan distribusi tenaga listrik harus diperhatikan agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Untuk mengetahui nilai keandalan pembangkit listrik, perlu dilakukan perhitungan terhadap data operasional pembangkit listrik. Perhitungan tersebut dapat dilakukan secara manual maupun menggunakan program komputer. Perhitungan nilai keandalan secara manual memakan waktu yang lebih lama serta rentan terhadap kesalahan akibat proses perhitungan yang panjang dibandingkan dengan perhitungan keandalan yang menggunakan program komputer. (Setya Budi dkk., 2018)

Terdapat beberapa penelitian terdahulu mengenai perhitungan keandalan pembangkit listrik dengan menggunakan program. Pada penelitian yang berjudul "Aplikasi Penggunaan Visual Basic Pada Perhitungan Indeks Keandaan Pembangkit," dipaparkan mengenai perancangan dan implementasi program berbasis Visual Basic 6.0 untuk menghitung indeks keandalan *Loss of Load Probability* (LOLP) dan *Expected Energy Not Supplied* (EENS) pada empat pembangkit (Senen, 2019). Dalam penelitian yang berjudul "Studi Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Graphical User Interface Matlab pada PT PLN (Persero) Rayon Kota Pinang" dijabarkan mengenai pembuatan GUI (*Graphical User Interface*) dengan program Matlab yang sesuai dengan kebutuhan peneliti untuk perhitungan indeks keandalan *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) pada sistem distribusi 20kV di PLN Kota Pinang pada tahun 2017 (Senen dkk., 2019). Penelitian dengan judul "Visual Studio Application for Generation Power System Reliability Calculations" memaparkan mengenai pembuatan metode pengolahan data yang mudah digunakan serta memiliki tampilan yang *user-friendly* berbasis program Java yang dibangun menggunakan Visual Studio. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai *Loss of Load Expectation* (LOLE) PLTA Ir. H. Djuanda. (Alfi & Kusmayana, 2023)

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, dapat diketahui bahwa perhitungan analisis keandalan pembangkit listrik berhasil dilakukan dan mendapatkan hasil yang baik dengan menggunakan program aplikasi berbasis *desktop*, namun program-program tersebut tidak berbasis web. Dalam riset ini dibangun sistem informasi berbasis web untuk mengevaluasi indeks keandalan LOLP pembangkit listrik. Indeks keandalan LOLP merupakan perhitungan lama waktu dalam satu tahun kemungkinan suatu sistem pembangkit tidak mampu dalam memasok listrik/pemadaman, yang dideklarasikan dalam satuan hari/tahun (R. A. Putra dkk., 2021). Standar LOLP yang digunakan dalam penelitian ini adalah RUPTL PLN 2016-2025, dengan nilai LOLP maksimal sebesar 1 hari/tahun untuk sistem Jawa-Madura-Bali serta 1,8 hari/tahun untuk sistem diluar Jawa-Madura-Bali (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2016-2025, 2016). Sistem informasi untuk menghitung indeks keandalan LOLP yang dibangun berbasis web memiliki karakteristik aplikasi web: dapat diakses berbagai sistem operasi dan perangkat yang memiliki *browser*, tidak menggunakan penyimpanan pada perangkat pribadi pengguna, serta tidak dipengaruhi isu kompatibilitas perangkat lunak aplikasi (Mohammad Suryawinata, 2019).

Tujuan dari riset ini adalah membangun sistem informasi berbasis web yang dapat digunakan untuk mengevaluasi indeks keandalan LOLP secara akurat berdasarkan evaluasi akurasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

2. METODE

Pada tahap pertama dilakukan perhimpunan serta pemahaman materi tentang perhitungan LOLP serta perancangan sistem informasi berbasis web. Untuk menghitung LOLP pembangkit listrik, diperlukan data beban harian pembangkit per hari, jumlah unit pembangkit yang bekerja, serta data setiap unit pembangkit yang bekerja yang terdiri dari: daya yang tersedia pada unit, jumlah jam beroperasi unit, serta jumlah jam gangguan unit. Data dihitung untuk menentukan nilai FOR dan nilai 1-FOR, kemudian nilai probabilitas kombinasi, probabilitas kumulatif, serta nilai LOLP. Untuk pembangunan sistem informasi berbasis web diperlukan bahasa pemrograman PHP untuk sistus web dinamis serta bahasa MySQL untuk menyimpan informasi terkait perhitungan LOLP.

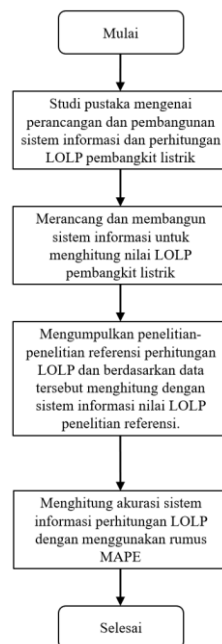
Pada tahap kedua dilakukan perancangan dan pembangunan sistem informasi untuk perhitungan LOLP dengan penentuan kebutuhan, pembuatan model logis, serta pembangunan model fisik sistem; penentuan masukan, proses, serta keluaran sistem; dan penataan antarmuka sistem. Sesudah itu program penyusun sistem informasi dituliskan dan sistem informasi diluncurkan.

Pada tahap ketiga dilakukan perhitungan LOLP dengan sistem informasi yang dibangun. Perhitungan LOLP dilakukan terhadap tiga pembangkit listrik dimana data dua pembangkit masing-masing didapatkan dari dua penelitian sebelumnya serta satu data pembangkit berasal dari sumber primer yang telah diolah secara manual oleh penulis yang didapatkan dari pengelola pembangkit listrik terkait. Penelitian-penelitian tersebut dipilih untuk perhitungan didasarkan pada kelengkapan data yang dipaparkan untuk perhitungan nilai LOLP secara akurat. Data operasional pembangkit listrik yang digunakan untuk menghitung LOLP dengan sistem informasi dipaparkan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1. Sumber data perhitungan LOLP sistem informasi

Pembangkit Listrik	Tahun Operasi	Sumber Data
PLTH Pantai Baru Pandansimo	2016	(Fitri, 2017)
PLTU Lontar	2022	(Jatnika, 2023)
PLTMG MPP Flores	2022	Sumber Primer

Pada tahap keempat, hasil perhitungan LOLP dengan sistem informasi akan diuji tingkat akurasinya terhadap hasil perhitungan LOLP pada tiga penelitian pada tabel 1 dengan menggunakan rumus MAPE yang akan menentukan klasifikasi tingkat akurasi sistem informasi. Keseluruhan alur penelitian ini dijabarkan secara ringkas dengan diagram yang tertera pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Alat dan Bahan

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat lunak sistem informasi berbasis web yang dibangun dengan bahasa pemrograman PHP serta sistem manajemen basis data MySQL. Penjabaran masing-masing perangkat lunak adalah sebagai berikut:

1. Sistem Informasi

Sistem informasi merupakan keseluruhan jaringan yang mengatur tata laksana dalam suatu organisasi. Sistem informasi menggambarkan suatu satuan spesifik dalam organisasi yang memiliki tugas berupa inventarisasi data serta mengolahnya menjadi informasi yang dapat digunakan. Sistem informasi secara mendasar memiliki tiga bagian aktivitas yaitu: masukan (input), dimana sistem memperoleh data mentah; kemudian aktivitas pembuatan (processing) informasi yang dilakukan dengan menggabungkan bagian-bagian data; yang mewujudkan keluaran (output) suatu kumpulan penjelasan yang memiliki makna. (Hakim, 2019)

2. Situs Web

Situs web adalah gabungan halaman yang dapat menampilkan beberapa informasi berupa teks, gambar, suara, dan video. Data-data tersebut membentuk rangkaian dan saling terkait yang dihubungkan menggunakan

hyperlink (Dawis & Setiawan, 2022). Situs web dinamis membutuhkan komponen dasar berupa PHP dan MySQL sebagai penyusunnya. Situs web dinamis merupakan situs web yang mampu melacak, menyimpan, serta menampilkan data beserta perubahannya yang dilakukan oleh pengguna terhadap *website* terkait. (Nixon, 2014)

3. PHP

PHP adalah bahasa *scripting general-purpose* dan bersifat *open source*, yang diorientasikan untuk pengembangan web. PHP umumnya diproses oleh *interpreter*, yang diimplementasikan sebagai modul server web, sehingga server web menggabungkan hasil kode PHP dan mengembalikan halaman web ke klien (biasanya dalam bentuk peramban web). PHP dapat disematkan ke dalam HTML (Hypertext Markup Language), atau HTML dapat dipanggil dari PHP. Dengan cara ini, keseluruhan kode HTML dalam situs web dapat diproses oleh PHP, sehingga halaman web untuk suatu situs dapat dibuat secara dinamis. (Mendoza, 2017)

4. MySQL

MySQL adalah struktur basis data relasional yang merupakan *implementasi open source* dari bahasa *structured query*. MySQL berperan sebagai server data yang merupakan tempat penyimpanan informasi yang mampu dimanipulasi berdasarkan interaksi pengguna. Konten-konten di dalamnya berbentuk catatan. Data pada MySQL diatur dengan memisahkannya dalam kelompok-kelompok berbeda yang disebut tabel. Di dalam tabel-tabel terdapat baris dan kolom, di mana setiap baris adalah catatan data dan setiap kolom mengidentifikasi jenis informasi di posisi tersebut. Titik pertemuan antara kolom dan baris disebut sel, yang menyimpan suatu informasi. Basis data merupakan kumpulan tabel yang merepresentasikan suatu sistem. (Mendez, 2014)

Analisis Data

Dalam penelitian ini data yang dianalisis merupakan data operasional pembangkit-pembangkit listrik yang tertera pada tabel 1 untuk menentukan nilai LOLP masing-masing pembangkit. Untuk menghitung nilai LOLP, peneliti perlu mengolah data tersebut menggunakan sistem informasi untuk mendapatkan nilai ketersediaan daya pembangkit kemudian menghitung probabilitas kumulatif dan kemudian menghitung nilai LOLP pembangkit terkait. Setelah keseluruhan tahapan perhitungan dengan sistem informasi dilakukan, akan dilakukan perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk menentukan tingkat akurasi sistem informasi dalam menghitung nilai LOLP pembangkit. Penjabaran tahapan analisis data pembangkit listrik untuk memperoleh nilai LOLP adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan Daya Pembangkit Listrik

Kondisi unit pembangkit listrik yang optimal diperlukan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik diukur dengan menggunakan nilai ketidaktersediaan unit pembangkit listrik (*Forced Outage Rate/FOR*) serta ketersediaan unit pembangkit ($1 - \text{FOR}$) yang menjabarkan seberapa sering unit pembangkit mengalami gangguan dalam periode satu tahun yang berpengaruh pada keandalan pembangkit listrik, dengan perumusan sebagai berikut (Oktavian, 2017):

$$FOR = \frac{\sum U_b}{\sum U_b + \sum U_t} \quad (1)$$

$$1 - FOR = \frac{\sum U_b}{\sum U_b + \sum U_t} \quad (2)$$

Dengan:

U_t = Jumlah jam gangguan unit pembangkit.

U_b = Jumlah jam operasional unit pembangkit.

2. Probabilitas Kumulatif

Hasil perhitungan nilai ketersediaan serta ketidaktersediaan seluruh unit pada sistem pembangkit listrik digunakan untuk menentukan nilai probabilitas kumulatif. Perhitungan probabilitas kumulatif mengimplementasikan algoritma rekursif untuk membentuk model kapasitas. Nilai ketersediaan dan ketidaktersediaan unit pembangkit dimasukkan satu per satu ke dalam model sampai seluruh unit pada sistem pembangkit listrik tercakupi, dengan persamaan probabilitas kumulatif sebagai berikut (K. P. Putra dkk., 2021):

$$P(X) = \sum_{i=1}^n P_i P'(X - C_i) \quad (3)$$

Dengan:

$P(X)$ = Probabilitas kumulatif dari keadaan kehilangan beban kapasitas sebesar nilai X .

n = Jumlah kondisi unit pembangkit.

C_i = Kehilangan beban kapasitas dari kondisi i pada unit yang dijumlahkan

P_i = Kemungkinan keadaan i dari unit yang ada.

3. Loss of Load Probability

Loss of Load Probability (LOLP) adalah suatu indeks keandalan yang dimanfaatkan untuk mengukur probabilitas atau kemungkinan sistem tenaga listrik dalam ketidakmampuan untuk memenuhi permintaan beban (load) pada suatu periode tertentu. Indeks ini menggambarkan seberapa besar kemungkinan terjadinya kekurangan pasokan listrik akibat ketidakmampuan pembangkit memenuhi kebutuhan beban. Jika nilai LOLP semakin mendekati nol, maka nilai LOLP dikatakan semakin andal yang dijabarkan secara matematis dengan persamaan berikut (Marsudi, 2016):

$$LOLP = P \cdot t \quad (4)$$

Dengan:

p = kemungkinan ketersediaan daya oleh sistem

t = jangka waktu kemungkinan kehilangan daya dihitung.

4. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) digunakan untuk mengkalkulasikan rerata kesalahan absolut dalam bentuk persentase untuk mengetahui apakah metode peramalan memiliki performa yang baik, dengan penjabaran perumusan beserta klasifikasi berdasarkan hasil perhitungan tertera dibawah ini (Hayami dkk., 2021):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{|A_t|} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana:

n = Jumlah prediksi yang terlibat

A_t = Nilai aktual

F_t = Nilai peramalan (*Forecast*)

Klasifikasi berdasarkan hasil yang didapatkan perhitungan dengan menggunakan rumus MAPE dipaparkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Klasifikasi nilai MAPE

Nilai MAPE	Klasifikasi
< 10 %	Sangat Baik (<i>Excellent</i>)
10% - 20%	Baik (<i>Good</i>)
20% - 50%	Cukup (<i>Reasonable</i>)
> 50%	Buruk (<i>Poor</i>)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Antarmuka Sistem Informasi

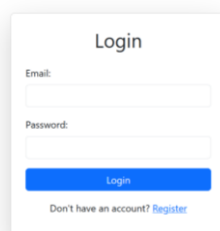
1. Halaman Register

Halaman *Register* merupakan halaman yang ditampilkan kepada pengguna saat pengguna mengklik tombol *Register* pada halaman *login* untuk menciptakan akun baru. Pada halaman ini terdapat kolom email sebagai kolom email pengguna, kolom password untuk kata sandi akun pengguna terkait, serta tombol *register* untuk menginput akun baru ke database. Jika pengguna sudah memiliki akun, pengguna dapat mengklik tombol *Login* yang terdapat di bawah tombol *Register*.

Gambar 2. Implementasi halaman register

2. Halaman *Login*

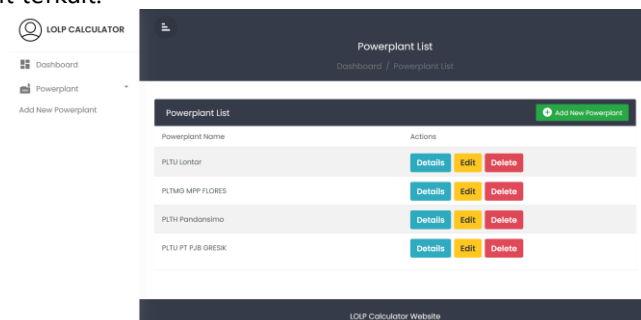
Halaman *Login* merupakan halaman yang ditampilkan kepada pengguna saat pengguna mengakses halaman *login*. Pada halaman ini terdapat kolom email sebagai kolom untuk menulis email pengguna, kolom password untuk menulis kata sandi akun pengguna terkait. Terdapat pula tombol *Register* jika pengguna belum memiliki akun dan ingin membuat akun. Setelah pengguna memasukkan email dan password yang sesuai, halaman Dashboard akan ditampilkan.



Gambar 3. Implementasi halaman *login*

3. Halaman *Powerplant List*

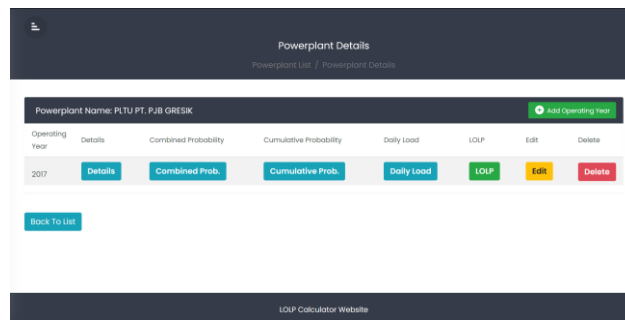
Halaman *Powerplant List* merupakan halaman yang ditampilkan kepada pengunjung setelah *login*. Pada Halaman *Powerplant List* terdapat tombol bertuliskan "*Add New Powerplant*" berwarna hijau untuk menambahkan suatu pembangkit listrik. Terdapat tabel "*Powerplant List*" yang menyajikan daftar pembangkit listrik yang sudah ditambahkan oleh pengguna; Jika pengguna sudah menambahkan satu atau lebih pembangkit, setiap pembangkit akan menampilkan tombol-tombol "*Actions*" yang terdiri dari "*Details*" untuk menampilkan halaman "*Powerplant Details*" dari pembangkit terkait. "*Edit*" untuk mengubah penamaan pembangkit listrik terkait dan "*Delete*" untuk menghapus data pembangkit terkait.



Gambar 4. Implementasi halaman *Powerplant List*

4. Halaman *Powerplant Details*

Halaman *Powerplant Details* menampilkan detail salah satu pembangkit setelah pengguna mengklik tombol "*Details*" pembangkit terkait di halaman "*Powerplant List*." Pada halaman ini terdapat tombol "*Add Operating Year*" untuk menambahkan tahun operasi (*Operating Year*) pada pembangkit terkait. Tabel tahun operasi menampilkan nama pembangkit terkait serta daftar tahun operasi pembangkit tersebut. Setiap tahun operasi terdapat tombol "*Details*" untuk menampilkan halaman "*Operating Year Details*" tahun operasi pembangkit terkait, tombol "*Combined probability*" untuk menghitung dan menampilkan halaman probabilitas kombinasi pada tahun terkait, "*cumulative probability*" untuk menghitung dan menampilkan halaman probabilitas kumulatif pada tahun terkait, tombol "*Daily Load*" untuk menampilkan halaman "*Daily Load*", tombol "*LOLP*" untuk menghitung LOLP dan menampilkan halaman "*LOLP Value*" pada tahun terkait, tombol "*Edit*" untuk mengubah tahun operasi terkait, tombol "*Delete*" untuk menghapus tahun operasi terkait.



Gambar 5. Implementasi halaman *powerplant Details*

5. Halaman *Operating Year Details*

Halaman *Operating Year Details* ditampilkan setelah pengguna mengklik tombol "*Details*" pada salah satu tahun operasi yang tertera di halaman "*Powerplant Details*." Pada halaman ini terdapat tombol "*Add Powerplant Unit*" untuk menambahkan data unit pembangkit listrik. Terdapat dua tabel dengan tabel pertama yaitu tabel unit pembangkit yang menampilkan daftar nama unit, daya unit, lama jam operasional, lama jam gangguan unit terkait berdasarkan data unit pembangkit yang dimasukkan pengguna. Terdapat tombol "*Edit*" untuk merubah data unit pembangkit, dan tombol "*Delete*" untuk menghapusnya. Tabel kedua dibawahnya menampilkan ketidaktersediaan (FOR) yang dihitung dengan rumus (1) serta ketersediaannya (1-FOR) yang dihitung dengan rumus (2) masing-masing unit pada tabel satu yang dihitung dan ditambahkan otomatis oleh sistem informasi berdasarkan data yang tercantum pada tabel satu.

Unit Name	Unit Size Power	Operational hour	Maintenance hour	FOR	Delete
Unit 1	100.00000	24	2	0.08333	Delete
Unit 2	100.00000	24	0	0.00000	Delete
Unit 3	200.00000	24	0	0.00000	Delete

Unit	FOR	1-FOR
U1	0.08333	0.91667
U2	0.00000	1.00000
U3	0.00000	1.00000

Gambar 6. Implementasi halaman *Operating Year Details*

6. Halaman *Combined Probability*

Setelah pengguna mengklik tombol "*Combined probability*" pada salah satu tahun operasi pada halaman "*Powerplant Details*" sistem akan menghitung nilai probabilitas kombinasi pada tahun terkait berdasarkan data yang dimasukkan pengguna pada halaman "*Operating Year Details*" tahun terkait. Kemudian halaman *Combined probability* ditampilkan setelah perhitungan dilakukan. Halaman "*Combined probability*" menampilkan tabel yang berisi kolom kombinasi daya padam serta kolom nilai probabilitas kombinasi sesuai nilai daya padam.

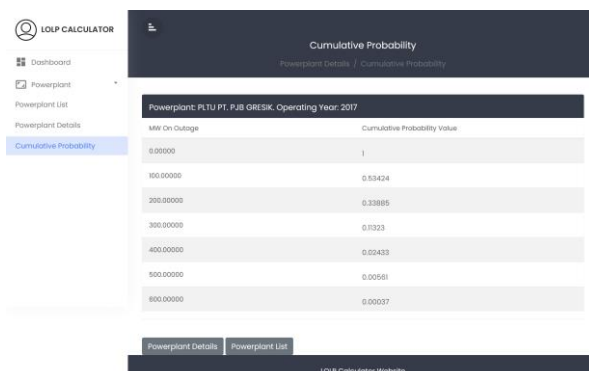
MW On Outage	Combined Probability Value
0	0.4667597970072
100	0.19538845607043
200	0.22561804877238
300	0.08890422616378
400	0.01872733846036
500	0.005240460765391
600	0.0003672427985448

Gambar 7. Implementasi halaman *combined probability*

7. Halaman *Cumulative Probability*

Setelah pengguna mengklik tombol "*cumulative probability*" pada salah satu tahun operasi pada halaman "*Powerplant Details*" sistem akan menghitung nilai probabilitas kumulatif dengan rumus (3) pada tahun terkait berdasarkan data yang telah dihitung dalam halaman "*Combined probability*" tahun terkait. Kemudian halaman

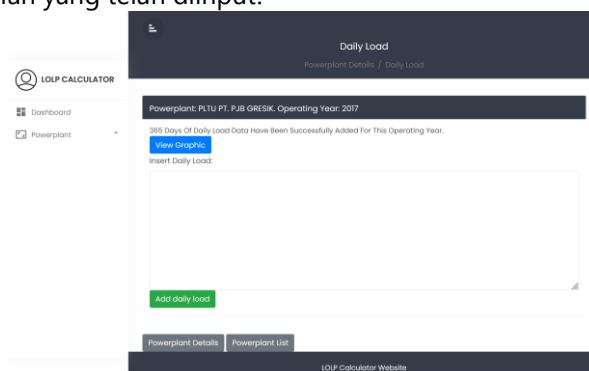
cumulative probability ditampilkan setelah perhitungan dilakukan. Halaman "*cumulative probability*" menampilkan tabel yang berisi kolom kombinasi daya padam serta kolom nilai probabilitas kumulatif sesuai nilai daya padam.



Gambar 8. Implementasi halaman *cumulative probability*

8. Halaman *Daily Load*

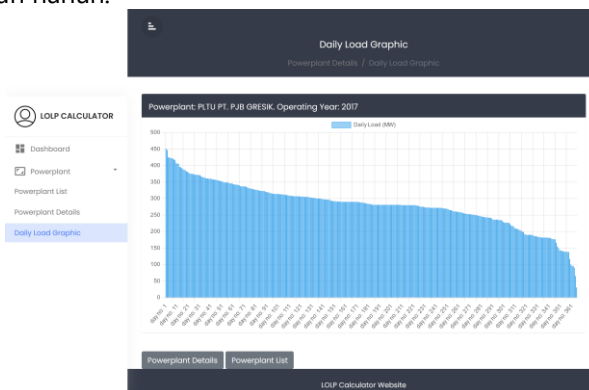
Halaman *Daily Load* menampilkan halaman untuk menambah data beban harian suatu pembangkit listrik pada tahun terkait setelah pengguna mengklik tombol "*Daily Load*" pada salah satu tahun operasi yang tertera di halaman "*Powerplant Details*." Terdapat kolom untuk mengisi beban harian dengan lebih dari satu nilai dengan cara memisahkannya dengan *line break* untuk setiap nilai yang berbeda pada kolom input. Terdapat tombol "*Add Daily Load*" untuk mengonfirmasi penambahan beban harian serta tombol "*View Graphic*" yang akan menampilkan grafik beban harian yang telah diinput.



Gambar 9. Implementasi halaman *Daily Load*

9. Halaman *Daily Load Graphic*

Halaman *Daily Load Graphic* menampilkan halaman dengan grafik beban harian suatu pembangkit listrik pada tahun terkait setelah pengguna mengklik tombol "*View Graphic*" pada halaman "*Daily Load*" setelah pengguna menambahkan beban harian.



Gambar 10. Implementasi halaman *Daily Load Graphic*

10. Halaman *LOLP Value*

Halaman *LOLP Value* ditampilkan setelah pengguna mengklik tombol "*LOLP*" pada salah satu tahun operasi yang tertera di halaman "*Powerplant Details*." Pada halaman ini terdapat tombol "*Calculate*" untuk

menghitung nilai LOLP dengan rumus (4) dan menampilkannya pada tabel setelah langkah-langkah sebelumnya diterapkan dengan mengisi detail pembangkit, menghitung probabilitas kombinasi dan kumulatif, serta mengisi data beban harian.

The screenshot shows a web application titled "LOLP Value" with a sidebar on the left containing "LOLP CALCULATOR", "Dashboard", and "Powerplant". The main area displays a table for "Powerplant PLTU PT. PJB GREK Operating Year: 2017". The table has columns: "MW On Outage", "Operating MW", "Cumulative Probability", "t value", and "LOLP Value". The data rows are as follows:

MW On Outage	Operating MW	Cumulative Probability	t value	LOLP Value
0.00000	600.00000	1.00000	0	0.00000
100.00000	500.00000	0.53424	0	0.00000
200.00000	400.00000	0.33885	12	4.06620
300.00000	300.00000	0.15323	138	16.42574
400.00000	200.00000	0.05433	397	7.70281
500.00000	100.00000	0.00581	360	2.00910
600.00000	0.00000	0.00000	368	0.00000

Below the table, it states: "The Total Value Of LOLP is 25.55020 Day/Year". At the bottom, there are buttons for "Back to Details" and "Back to List", and a footer "LOLP Calculator Website".

Gambar 11. Implementasi halaman LOLP Value

Perhitungan Nilai LOLP Dengan Sistem Informasi

1. Perhitungan Nilai LOLP PLTH Pantai Baru Pandansimo

Penelitian yang dilakukan oleh Fitri (2017) dengan judul "Analisa Indeks Keandalan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) Pantai Baru Pandansimo Menggunakan Perhitungan Lolp (Loss of Load Probability)" dalam menghitung nilai LOLP PLTH Pantai Baru Pandansimo yang terletak di Yogyakarta pada tahun 2016 menggunakan data operasional yang tertera pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Data operasional PLTH pantai baru pandansimo tahun 2016 (Fitri, 2017)

Nama Unit	Daya Terpasang	Jam Beroperasi	Jam Gangguan
Grup KKP	10 kW	24 Jam	3 Jam
Grup Barat	36 kW	24 Jam	2 Jam
Grup Timur	44 kW	24 Jam	2 Jam

Berdasarkan data operasional pada tabel 3, hasil perhitungan LOLP PLTH Pandansimo pada tahun 2016 oleh Fitri dapat dilihat dibawah ini, dengan nilai LOLP pada tahun 2016 adalah sebesar 51,34708355 hari/tahun.

Tabel 4. Hasil perhitungan LOLP PLTH pantai baru pandansimo tahun 2016 (Fitri, 2017)

kW on outage	kW normal	Probabilitas Kumulatif	t	LOLP (Pxt)
0	90	1,00000000	1	1
10	80	0,24259645	16	3,88154320
36	54	0,14788639	129	19,07734431
44	46	0,08474635	190	16,10180650
46	44	0,02164990	226	4,89287740
54	36	0,01380355	290	4,00302950
80	10	0,00591361	364	2,15255404
90	0	0,00065365	364	0,23792860
Nilai LOLP (Hari/tahun)				51,34708355

Dengan menggunakan sistem informasi LOLP, berdasarkan data operasional pada tabel 3, hasil perhitungan LOLP PLTH Pantai Baru Pandansimo adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil perhitungan LOLP PLTH pantai baru pandansimo tahun 2016 dengan sistem informasi

kW on outage	kW normal	Probabilitas Kumulatif	t	LOLP (Pxt)
0	90	0,99999	1	0,99999
10	80	0,24259	16	3,88144

kW on outage	kW normal	Probabilitas Kumulatif	t	LOLP (Pxt)
36	54	0,14792	123	18,19416
44	46	0,08481	185	15,68985
46	44	0,02170	202	4,38340
54	36	0,01381	281	3,88061
80	10	0,00592	365	2,16080
90	0	0,00066	365	0,24090
Nilai LOLP (Hari/tahun)				49,43115

Berdasarkan hasil perhitungan LOLP dengan sistem informasi, dengan menggunakan rumus (5), nilai MAPE sistem informasi jika dibandingkan dengan perhitungan oleh Fitri (2017) adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai MAPE} = \left(\frac{|51,34708355 - 49,43115|}{|51,34708355|} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai MAPE} = 3,730\%$$

2. Perhitungan Nilai PLTU Lontar Tahun 2022

Penelitian yang dilakukan oleh Jatnika (2023) dengan judul "Analisa Indeks Keandalan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) Pantai Baru Pandansimo Menggunakan Perhitungan Lolp (Loss of Load Probability)" dalam menghitung nilai LOLP PLTU Lontar yang terletak di Banten pada tahun 2022 menggunakan data operasional yang tertera pada tabel 6.

Tabel 6. Data operasional PLTU lontar tahun 2022 (Jatnika, 2023)

Nama Unit	Daya Terpasang	Jam Beroperasi	Jam Gangguan
Unit 1	280 MW	8.391 Jam	369 Jam
Unit 2	280 MW	8.338 Jam	422 Jam
Unit 3	280 MW	7.715 Jam	1.045 Jam

Berdasarkan data operasional pada tabel 6, hasil perhitungan LOLP PLTU Lontar pada tahun 2022 oleh Jatnika dapat dilihat dibawah ini, dengan nilai LOLP pada tahun 2022 adalah sebesar 76,50400 hari/tahun.

Tabel 7. Hasil perhitungan LOLP PLTU lontar tahun 2022 (Jatnika, 2023)

MW on outage	MW normal	Probabilitas Kumulatif	t	LOLP (Pxt)
0	840	1,0000	0	0
280	560	0,19704	365	71,91963
560	280	0,01232	365	4,49601
840	0	0,00024	365	0,08836
Nilai LOLP (Hari/tahun)				76,50400

Dengan menggunakan sistem informasi LOLP, berdasarkan data operasional pada tabel 6, hasil perhitungan LOLP PLTU Lontar pada tahun 2022 adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil perhitungan LOLP PLTU lontar tahun 2022 dengan sistem informasi

MW on outage	MW normal	Probabilitas Kumulatif	t	LOLP (Pxt)
0	840	1,0000	0	0
280	560	0,19704	354	69,75216
560	280	0,01232	354	4,36128
840	0	0,00024	354	0,08496
Nilai LOLP (Hari/tahun)				74,19840

Berdasarkan hasil perhitungan LOLP dengan sistem informasi, dengan menggunakan rumus (5), nilai MAPE sistem informasi jika dibandingkan dengan perhitungan oleh Jatnika (2023) adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai MAPE} = \left(\frac{|76,50400 - 74,19840|}{|76,50400|} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai MAPE} = 3,013\%$$

3. Perhitungan Nilai PLTMG MPP Flores

Data operasional PLTMG MPP Flores tahun 2022 adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Data operasional PLTMG MPP flores tahun 2022

Nama Unit	Daya Terpasang	Jam Beroperasi	Jam Gangguan
Unit 1	7,816 MW	2.827 Jam	310 Jam
Unit 2	7,816 MW	4.154 Jam	340 Jam
Unit 3	7,816 MW	4.275 Jam	317 Jam

Hasil perhitungan manual LOLP PLTMG MPP Flores tahun 2022 oleh penulis berdasarkan data operasional PLTMG MPP Flores pada tabel 9 adalah sebesar 1,2740 hari/tahun.

Tabel 10. Hasil perhitungan LOLP PLTMG MPP Flores tahun 2022 secara manual

MW on outage	MW normal	Probabilitas Kumulatif	t	LOLP (Pxt)
0	23,448	1,0000	0	0
7,816	15,632	0,2245	0	0
15,632	7,816	0,0185	59	1,0915
23,448	0	0,0005	365	0,1825
Nilai LOLP (Hari/tahun)				1,2740

Dengan menggunakan sistem informasi LOLP, hasil perhitungan LOLP PLTMG MPP Flores berdasarkan data operasional pada tabel 9 adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil perhitungan LOLP PLTMG MPP Flores tahun 2022 dengan sistem informasi

MW on outage	MW normal	Probabilitas Kumulatif	t	LOLP (Pxt)
0	23,448	1,0000	0	0
7,816	15,632	0,2245	0	0
15,632	7,816	0,01849	59	1,09091
23,448	0	0,00052	365	0,18980
Nilai LOLP (Hari/tahun)				1,28071

Berdasarkan hasil perhitungan LOLP dengan sistem informasi, dengan menggunakan rumus (5), nilai MAPE sistem informasi jika dibandingkan dengan perhitungan manual adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai MAPE} = \left(\frac{|1,2740 - 1,28071|}{|1,2740|} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai MAPE} = 0,527\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan LOLP yang dilakukan menggunakan sistem informasi terhadap tiga penelitian referensi, dapat dihitung nilai MAPE sistem informasi dengan menggunakan rumus (5). Proses

perhitungan nilai MAPE sistem informasi dijabarkan dibawah ini, dimana masing-masing nilai LOLP referensi dan nilai LOLP dengan sistem informasi dimasukkan ke dalam rumus MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{|A_t|} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{1}{3} \left(\frac{|51,34708355 - 49,43115|}{|51,34708355|} + \frac{|76,50400 - 74,19840|}{|76,50400|} + \frac{|1,2740 - 1,28071|}{|1,2740|} \right) \times 100\%$$

$$MAPE = 2,4233\%$$

Nilai *Mean Absolute Percentage Error* sistem informasi LOLP adalah sebesar 2,4233%. Berdasarkan klasifikasi yang tertera pada tabel 2, nilai MAPE sistem informasi dikategorikan sebagai "Sangat Baik."

4. KESIMPULAN

Perhitungan LOLP dengan sistem informasi terhadap PLTU Lontar tahun 2022 sebesar 74,19840 hari/tahun; dan terhadap PLTH Pantai Baru Pandansimo tahun 2016 sebesar 49,43115 hari/tahun. Hasil LOLP kedua pembangkit di wilayah operasional Jawa-Madura-Bali tersebut belum memenuhi standar RUPTL PLN 2016-2025 maksimal sebesar 1 hari/tahun untuk wilayah Jawa-Madura-Bali. Perhitungan LOLP dengan sistem informasi untuk PLTMG MPP Flores tahun 2022 sebesar 1,28071 hari/tahun telah memenuhi standar RUPTL PLN 2016-2025 maksimal sebesar 1,8 hari/tahun untuk wilayah di luar Jawa-Madura-Bali.

. Hasil pengukuran nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terhadap sistem informasi LOLP yang dibangun menghasilkan nilai sebesar 2,4233%, dimana sistem informasi LOLP dikatakan memiliki kinerja yang bernilai "Sangat Baik".

Untuk penelitian selanjutnya, dapat dirancang dan dibangun suatu sistem informasi yang mengintegrasikan lebih dari satu evaluasi indeks keandalan, seperti contohnya evaluasi *Loss of Load Expectation* (LOLE), *Loss of Energy Expectation* (LOEE), *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI), dan *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dalam satu sistem informasi.

5. REFERENSI

- Alfi, I., & Kusmayana, R. F. (2023). Visual Studio Application for Generation Power System Reliability Calculations. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 5(1), 56–66. <https://doi.org/10.12928/biste.v5i1.7076>
- Dawis, A. M., & Setiawan, I. (2022). Evaluation of The Website 'Aisyiyah Surakarta of University Performance Based on Search Engine Optimization Using Automated Software Testing Gtmetrix. *International Journal of Computer and Information System (IJCIS)*, 3(1), 17–20. <https://doi.org/10.29040/ijcis.v3i1.56>
- Fitri, S. D. S. (2017). *Analisa Indeks Keandalan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) Pantai Baru Pandansimo Menggunakan Perhitungan Lolp (Loss of Load Probability)* [Undergraduate Thesis]. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Hakim, L. (2019). *Prinsip-Prinsip Dasar SISTEM INFORMASI MANAJEMEN Dilengkapi Teori Dasar Sistem Informasi Manajemen Pendidikan* (1 ed.). Timur Laut Aksara.
- Hayami, R., Sunanto, & Oktaviandi, I. (2021). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Pada Prediksi Penjualan Bed Sheet. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 2(1), 32–39. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v2i1.2184>
- Jatnika, R. (2023). Analisis Keandalan PLTU Lontar Berdasarkan Perhitungan Load of Load Probability (LoLP). *ELECTRA: Electrical Engineering Articles*, 4(1), 71. <https://doi.org/10.25273/electra.v4i1.17039>
- Marsudi, D. (2016). *Operasi Sistem Tenaga Listrik* (3rd ed.). Graha Ilmu.
- Mendez, Michael. (2014). *The missing link: an introduction to web development and programming* (1st ed.). Published by Open SUNY Textbooks, Milne Library, State University of New York at Geneseo.
- Mendoza, J. R. O. (2017). *PHP Succinctly* (1st ed.). Syncfusion, Inc.
- Mohammad Suryawinata, M. S. (2019). *Buku Ajar Mata Kuliah Pengembangan Aplikasi Berbasis Web*. Umsida Press. <https://doi.org/10.21070/2019/978-602-5914-81-2>
- Nixon, Robin. (2014). *Learning PHP, MySQL, JavaScript, CSS & HTML5* (3rd ed.). O'Reilly Media, Inc.

- Oktavian, R. (2017). *Analisa keandalan sistem transmisi 150KV wilayah Bali dengan metode Monte Carlo* [Undergraduate Thesis]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Putra, K. P., Kartini, U. T., Aribowo, W., & Widyartono, M. (2021). Perhitungan Nilai Loss of Load Probability (LoLP) Pada PLTG PT Pertamina EP Asset IV Field Sukowati Menggunakan Perhitungan Discrete Distribution dan Cholesky Decomposition . *Jurnal Teknik Elektro (JTE)*, 10(03), 639–648.
- Putra, R. A., Yuniahastuti, I. T., & Laksono, R. D. (2021). Skenario Perbaikan Nilai Keandalan Loss of Load Probability pada PLTH Pantai Baru Pandansimo. *ELECTRA: Electrical Engineering Articles*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.25273/electra.v2i1.10500>
- Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2016-2025, 1 (2016).
- Senen, A. (2019). Aplikasi Penggunaan Visual Basic Pada Perhitungan Indeks Keandaan Pembangkit. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 11(2), 63–68. <https://doi.org/10.30630/eji.11.2.127>
- Senen, A., Ratnasari, T., & Anggaini, D. (2019). Studi Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Graphical User Interface Matlab pada PT PLN (Persero) Rayon Kota Pinang. *Energi & Kelistrikan*, 11(2), 138–148. <https://doi.org/10.33322/energi.v11i2.497>
- Setya Budi, R. F., Birmano, Moch. D., & -, I. B. (2018). Pemodelan Perhitungan Indeks Lost of Load Probability untuk N Unit Pembangkit pada Sistem Kelistrikan Opsi Nuklir. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 19(2), 61. <https://doi.org/10.17146/jpen.2017.19.2.4035>