

## **Skenario Peningkatan Keandalan Sistem Pembangkit Tenaga Listrik Di Wilayah Bali Berdasarkan LOLP**

**Ridam Dwi Laksono<sup>\*1</sup>, Irna Tri Yuniahastuti<sup>2</sup>, Asdi Putra Prigas Prakoso<sup>3</sup>,**  
<sup>1,2,3</sup> Universitas PGRI Madiun, Indonesia, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Elektro

e-mail: <sup>\*1</sup>**ridam83@gmail.com**, <sup>2</sup>irnatri@unipma.ac.id, <sup>3</sup>1.15.asdiputra@gmail.com

### **Abstrak**

*Skenario perhitungan keandalan pembangkit listrik ini bertujuan untuk menentukan keandalan sistem pembangkit tenaga listrik pada wilayah Bali dengan kehilangan beban sesuai standart dari PT. PLN dalam satu tahun dengan menggunakan metode perhitungan LOLP (Loss Of Load Probability). Analisa data dilakukan melalui pengambilan data primer dan sekunder dengan menggunakan perhitungan LOLP. Hasil analisa dan pembahasan diperoleh bahwa nilai keandalan dengan peritungan LOLP dari sistem 150kV di wilayah Bali yaitu sebesar 6.184 hari/tahun. Skenario yang telah dilakukan dengan penambahan 1 pembangkit sebesar 380 MW yaitu PLTU Celukan Bawang sebesar 380MW dapat memperkecil nilai LOLP hingga menjadi 1.78 hari/tahun. Nilai LOLP tersebut telah hampir memenuhi standar nasional PT PLN yaitu 1 hari/tahun.*

**Kata kunci** — Bali, Keandalan Sistem, LOLP

### **Abstract**

*The scenario for calculating the reliability of this power plant aims to determine the reliability of the power generation system in the Bali region with a load loss according to the standards of PT. PLN in one year using the LOLP (Loss Of Load Probability) calculation method. Data analysis was carried out through primary and secondary data collection using LOLP calculations. The results of the analysis and discussion show that the reliability value by calculating the LOLP of the 150kV system in the Bali region is 6,184 days/year. The scenario that has been carried out with the addition of 1 generator of 380 MW namely PLTU Celukan Bawang of 380MW can reduce the LOLP value to 1.78 days/year. The LOLP value has almost met the national standard of PT PLN, which is 1 day/year.*

**Keywords** — Bali Region, LOLP, System Reliability

## **I. PENDAHULUAN**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini memiliki pengaruh yang sangat luas di segala bidang kehidupan. Penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi akan memajukan aktivitas manusia dalam segala aspek kehidupan, salah satunya pada sistem pembangkit tenaga listrik. Saat ini kebutuhan tenaga listrik semakin meningkat baik dalam bidang industri maupun rumah tangga [1]. Suatu sistem pembangkit tenaga listrik juga harus bisa melayani konsumen dengan baik. Dalam artian sistem tenaga listrik tersebut aman dan handal. Aman berarti sistem tenaga listrik tidak membahayakan bagi manusia maupun lingkungan, sedangkan handal berarti

penyaluran daya listrik dapat memuaskan konsumen baik dalam segi kualitas dan kontinuitas [2].

Keandalan sistem pembangkit tenaga listrik dalam menyalurkan tenaga listrik merupakan suatu komponen listrik untuk mampu beroperasi pada waktu tertentu dan kondisi operasi tertentu [3]. Suatu pembangkit yang sudah direncanakan untuk beroperasi dalam sistem ada memungkinkan mengalami gangguan pada sistem pembangkit tenaga listrik dan hal tersebut menyebabkan pelepasan beban atau terpaksa kehilangan beban. Kemungkinan kehilangan beban (*Loss of Load Probability*) pada pembangkit dapat dilakukan dengan mengetahui indikator (tingkat jaminan) operasi sistem yang bekerja apakah beroperasi dengan baik ataupun tidak [4]. Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan pada pembangkit yaitu gangguan pada pembangkit yang rusak dan kurangnya pemeliharaan.

Suatu pembangkit yang beroperasi dituntut untuk dapat melayani beban dengan baik, tetapi dalam suatu pembangkit yang sudah direncanakanpun dapat mengalami pelepasan beban atau mengalami *outage*. Seperti halnya pada kelistrikan 150 kV wilayah Bali. Gangguan (*outage*) ada 2 yaitu: gangguan paksa (*force outage*) dan gangguan terencana (*scheduled outage*) [5].

Indikator yang menentukan sering tidaknya pembangkit mengalami gangguan bisa dinyatakan dengan FOR (*Forced Outage Rate*) [6]. Probabilitas adalah nilai kemungkinan yang terjadi pada suatu kejadian. Probabilitas individu merupakan gabungan dari masing-masing probabilitas pada kapasitas pembangkit sesuai dengan hasil kombinasi yang diperoleh. Probabilitas individu digunakan untuk menentukan nilai probabilitas kumulatif [7].

Kemungkinan kehilangan beban (*Loss of Load Probability*) merupakan indikator (tingkat jaminan) keandalan operasi sistem yang dinyatakan dalam hari pertahun. Apabila diinginkan keandalan operasi sistem yang tinggi maka nilai LOLP haruslah kecil. Dengan pemeliharaan yang baik bisa memperkecil nilai FOR dan juga memperkecil LOLP atau meningkatkan jaminan terbaik dalam operasi sistem tenaga listrik [8]. Persamaan (1) merupakan rumus LOLP

$$LOLP = P \times t \quad (1)$$

P = probabilitas terjadinya beban sama atau lebih besar dari besar daya tersedia

t = waktu terjadinya kehilangan beban

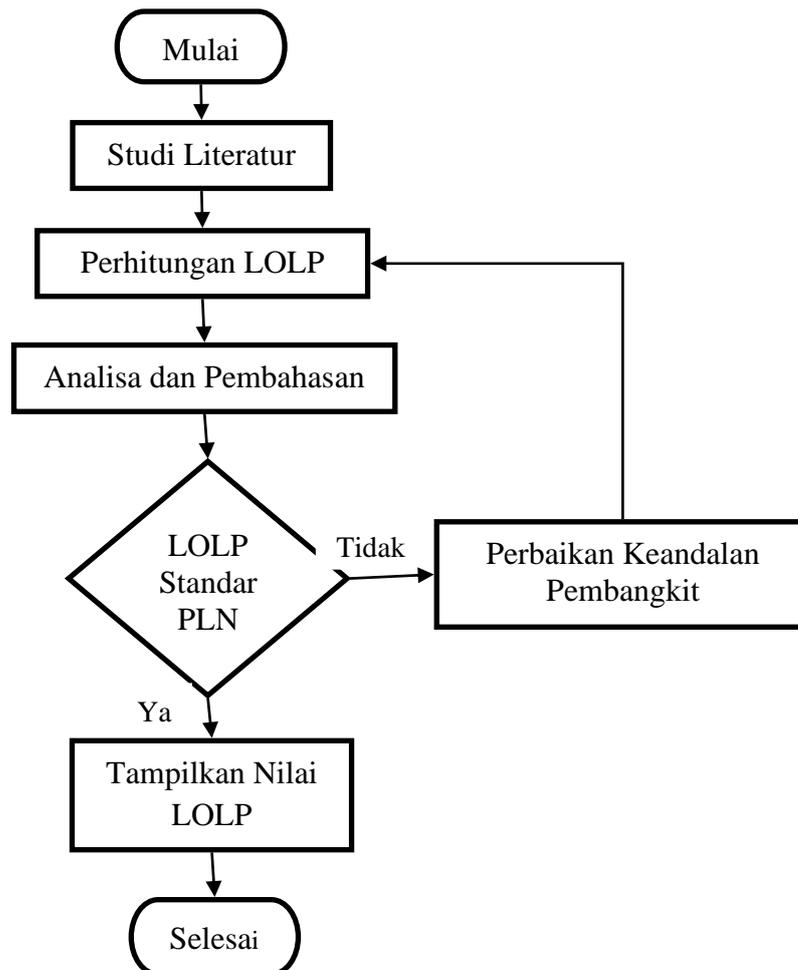
Pada penelitian sebelumnya tentang keandalan [9][10][11][12], dalam hal ini perhitungan LOLP diperlukan untuk meningkatkan keandalan dalam meningkatkan sistem pembangkit tenaga listrik. Nilai standar kehilangan beban adalah 1 hari/tahun [13].

## II. METODE PENELITIAN

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya [6], objek penelitian ini adalah pembangkit tenaga listrik yang berada pada kelistrikan 150kV wilayah Bali yang memiliki 26 pembangkit dan 1 kabel laut dari pulau Jawa.

### 2.1. Diagram Penelitian

Diagram pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1



**Gambar 1 Diagram Penelitian**

Diagram penelitian pada penelitian ini merujuk pada penelitian [10]. Diagram tersebut dibutuhkan dalam menentukan keandalan pembangkit dengan dilakukannya perhitungan LOLP. Perbedaannya pada penelitian ini tidak menggunakan perhitungan EENS dan pembuatan suatu program. Tampilkan nilai LOLP, memperbaiki keandalan

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Data Pembangkit dan Nilai FOR**

Data pembangkit dan nilai FOR pada penelitian ini dapat disajikan pada Tabel 1.

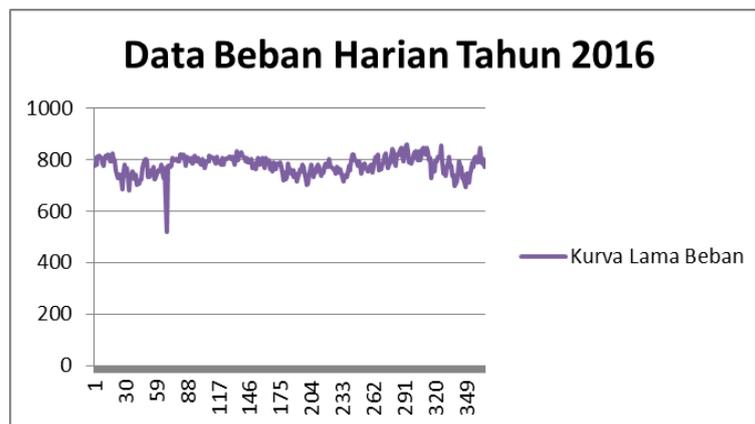
**Tabel 1 Pembangkit dan FOR**

No	Pembangkit	Daya	FOR
1	PLTG Psgrn	111.6	0.06
2	PLTDG Psgrn	182.4	0.05
3	PLTD Psgrn	60	0.02
4	PLTG Pamaron	80	0.03
5	PLTG Gilimanuk	130	0.03
6	PLTU Celukan bwg	380	0.03
7	Kabel Laut	340	0

Pembangkit tenaga listrik yang berada pada kelistrikan 150kV wilayah Bali yang memiliki 26 pembangkit dan 1 kabel laut dari pulau Jawa. Perhitungan pada pembangkit dapat dipermudah dengan menggabungkan kapasitas pembangkit dan nilai FOR pada tiap pembangkit menjadi beberapa wilayah dari beberapa unit yang masih pada satu kawasan pembangkit. Data pembangkit dan nilai FOR pada Tabel 1 didapatkan pada data pembangkit pada wilayah bali pada tahun 2016.

**3.2. Data Beban Harian**

Dalam perhitungan LOLP juga harus memperhitungkan nilai beban harian selama satu tahun. Data beban harian disajikan pada gambar 2.

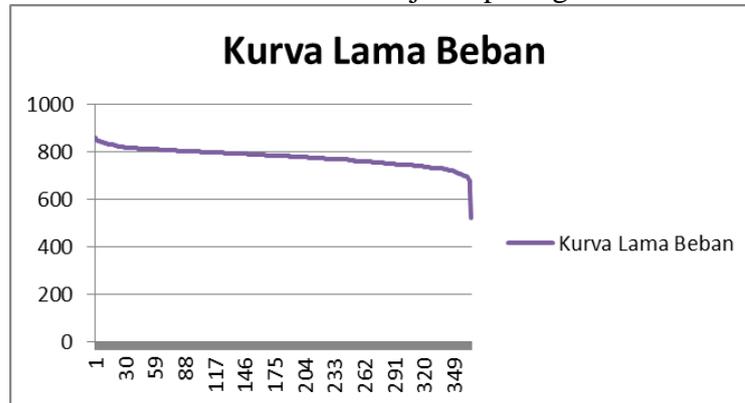


**Gambar 2 Data Beban Harian Tahun 2016**

Data beban harian pada gambar 2 disajikan berdasarkan data laporan harian pelaksanaan operasi PT. PLN pada bulan Januari sampai Desember pada tahun 2016 [14]. Data beban harian tersebut merupakan beban maksimal harian pada tahun 2016.

**3.3. Kurva Lama Beban**

Kurva lama beban selama satu tahun disajikan pada gambar 3.



**Gambar 3 Kurva Lama Beban**

Data kurva lama beban diatas merupakan data yang diurutkan berdasarkan data beban harian pada tahun 2016. Data diatas diurutkan dari nilai beban yang paling besar sampai ke nilai yang paling kecil.

**3.4. Menghitung Probabilitas Kumulatif dan LOLP**

Perhitungan probabilitas kumulatif dan LOLP disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2 Probabilitas Kumulatif dan LOLP**

KW outage	KW operasi	Probabilitas Kum	Waktu	LOLP
0	1284	1	0	-
60	1224	0.201	1	0.201
80	1204	0.185	1	0.185
111.6	1172.4	0.160	1	0.160
130	1154	0.109	1	0.109
642.4	692.4	0.0002	365	0.064
650	681.6	0.0009	366	0.334
				6.184

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 2 maka didapatkan nilai LOLP sebesar 6.184 yang berarti gangguan yang terjadi pada tahun 2016 sebesar 6 hari per tahun. Nilai LOLP tersebut belum memenuhi nilai keandalan PT. PLN Persero. Nilai keandalan dapat terpenuhi dengan menambah cadangan daya pada pembangkit.

**3.5. Skenario Peningkatan Keandalan Pembangkit**

Skenario pada penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan keandalan sistem pembangkit disajikan pada Tabel 3 dengan menambah 1 pembangkit baru yaitu PLTU Celukan Bawang baru dennga daya sebesar 380 MW.

**Tabel 3 Penambahan Pembangkit**

No	Pembangkit	Daya	FOR
1	PLTG Psgrn	111.6	0.06
2	PLTDG Psgrn	182.4	0.05
3	PLTD Psgrn	60	0.02
4	PLTG Pamaron	80	0.03
5	PLTG Gilimanuk	130	0.03
6	PLTU Celukan bwg	380	0.03
7	Kabel Laut	340	0
8	PLTU Celukan bwg baru	380	0.03

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa pembangkit yang awalnya 7 pembangkit telah ditambahkan 1 pembangkit lagi yaitu PLTU Celukan Bawang yang mempunyai kapasitas 380 MW untuk meningkatkan keandalan pembangkit di wilayah Bali.

**Tabel 4 Skenario Peningkatan Keandalan Pembangkit**

KW outage	KW operasi	Kemungkinan Kum	Waktu	LOLP
0	1664	1	0	-
60	1604	0.225	0	0
80	1584	0.209	0	0
130	1552.4	0.185	0	0
1552.4	111.6	0.000047	366	0.0173
1584	80	0.000047	366	0.0173
1604	60	0.000047	366	0.0173
1664	0	0.000047	366	0.0173
				1.7836

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai LOLP yang sebelumnya sebesar 6.184 menjadi lebih kecil nilainya yaitu sebesar 1.78 yang berarti nilai keandalan tersebut hampir memenuhi standar dengan ditambahkan pembangkit pembangkit baru yaitu PLTU Celukan Bawang sebesar 380 MW. Perhitungan tersebut nilai LOLP telah hampir memenuhi nilai keandalan LOLP dengan standar nasional yaitu 1 hari per tahun

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dari penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Hasil perhitungan nilai LOLP pada kelistrikan 150 kV wilayah Bali sebesar 6.184 kemudian dilakukan skenario perbaikan dengan menambahkan sebuah pembangkit yaitu PLTU Celukan Bawang sebesar 380 MW sehingga nilai LOLP sebesar 1.78 hari per tahun. Hal ini sudah hampir memenuhi standart PT PLN Persero yaitu 1 hari per tahun menurut RUPTL PT. PLN 2018-2027

2. Pertimbangan pembangkit yang ditambahkan adalah dengan memilih kapasitas pembangkit yang mempunyai daya terbesar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Muslim, *Teknik Pembangkit Tenaga Listrik*. 2008.
- [2] A. . Afandi, *Operasi Sistem Tenaga Listrik Berbasis EDSA*. Yogyakarta: Gava Media, 2010.
- [3] A. Senen and Z. R. A. P, “Aplikasi Penggunaan Visual Basic Pada Perhitungan Indeks Keandalan Pembangkit,” *Elektron J. Ilm.*, vol. 11, no. 2, pp. 63–68, 2019, doi: 10.30630/eji.11.2.127.
- [4] D. Marsudi, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [5] F. Budiman, A. Soeprijanto, R. S. Wibowo, J. Arief, and R. Hakim, “Timur Dengan Menggunakan Metoda Cumulant,” 2016.
- [6] R. Oktavian, “ANALISA KEANDALAN SISTEM TRANSMISI 150KV WILAYAH BALI DENGAN METODE MONTE CARLO,” 2017.
- [7] S. T. Elektro, F. Teknik, U. N. Surabaya, S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, “PERHITUNGAN NILAI LOSS OF LOAD PROBABILITY ( LOLP ) PADA PLTG PT PERTAMINA EP ASSET IV FIELD SUKOWATI MENGGUNAKAN PERHITUNGAN DISCRETE DISTRIBUTION DAN CHOLESKY DECOMPOSITION Kevin Pranata Putra Unit Three Kartini , Widi Aribowo , Mahendra Widyartono,” 2020.
- [8] Felycia, “STUDI KEANDALAN PLTP YANG MEMASOK SUBSISTEM 150 KV JAWA BARAT PADA TAHUN 2019,” pp. 51–57, 2015.
- [9] S. Handoko, “STUDI TENTANG INDEKS KEANDALAN PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK,” no. August, 2017.
- [10] L. H. Gusti Agung Putra Yoga, Herri Gusmedi, Osea Zebua, “ANALISA KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK DI WILAYAH LAMPUNG BERDASARKAN KETERSEDIAAN DAYA PADA TAHUN 2016,” pp. 1–7, 2017.
- [11] R. T. Rina Apriani, “PERHITUNGAN LOSS OF LOAD PROBABILITY TENAGA LISTRIK DI PT . PUPUK SRIWIDJAJA,” vol. 2, no. 1, pp. 22–27, 2015.
- [12] R. F. . Budi, M. . Birmano, and I. & Bastori, “Pemodelan Perhitungan Indeks Lost of Load Probability untuk N Unit Pembangkit pada Sistem Kelistrikan Opsi Nuklir,” vol. 19, no. 2, pp. 61–68, 2018.
- [13] “RUPTL PT PLN 2018-227,” 2018.
- [14] *Laporan Harian Pelaksanaan Operasi PT PLN (Persero) APB Bali pada Tanggal 1 Januari 2016 – 31 Desember 2016*. 2016.