

STUDI KEANDALAN PLTP YANG MEMASOK SUBSISTEM 150 KV JAWA BARAT PADA TAHUN 2019

Felycia

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta

E-mail: felyciaa@gmail.com

Abstrak

Tingkat keandalan pembangkit yang memasok kab.Bogor, kab.Cianjur, dan kab. Sukabumi dihitung dengan nilai indeks *LOLP* (*Loss Of Load Probability*). Periode perhitungan pada tahun 2015 hingga tahun 2020. Dengan kapasitas daya terpasang total sebesar 330 MW yang di suplai oleh PLTP Salak sebanyak enam unit, dianalisa nilai *LOLP* memenuhi standar PLN yaitu maksimal sebesar 3 hari/tahun. Namun pada tahun 2018 nilai *LOLP* sebesar 12.05508568 hari/tahun maka dari itu peneliti menyarankan untuk membangun potensi PLT Angin sebesar 10 MW di Sukabumi sehingga nilai *LOLP* berubah menjadi sebesar 3.00346792 hari/tahun. Begitu pula pada tahun 2019 dan 2020 nilai *LOLP* sebesar 41.66753097 hari/tahun dan 48.75427002 hari/tahun. Dengan adanya rencana PLN untuk mengembangkan PLTP Gunung Patuha pada tahun 2019 sebesar 2 x 55 MW sehingga tingkat keandalan pada tahun 2019 sampai tahun 2020 mampu memenuhi standar internasional yakni nilai *LOLP* maksimal sebesar 1 hari/tahun.

Kata kunci : *Tingkat keandalan, LOLP, Subsistem Jawa Barat*

Pendahuluan

Sebagai tingkat jaminan pasokan energi listrik, keandalan suatu sistem pembangkit menjadi sangat penting dan merupakan salah satu indikator ukur unjuk kerja dari suatu sistem pembangkit. Keandalan sistem dapat dilihat dari besarnya indeks *LOLP* (*Loss of Load Probability*) dari sistem yang bersangkutan, indeks *LOLP* yang relatif kecil menunjukkan kecilnya kemungkinan beban tidak terlayani, untuk mendapatkan indeks *LOLP* yang relatif kecil dibutuhkan kapasitas cadangan operasi yang cukup.

Indeks *LOLP* dapat dinyatakan dalam besaran hari per tahun yang berarti berapa hari dalam setahun kemungkinan daya tidak tersedia (*capacity outage*) karena beban melampaui besarnya kapasitas cadangan yang ada.

Kelistrikan di Kab. Bogor, Kab. Cianjur dan Kab. Sukabumi saat ini dipasok oleh PLTP Salak sebanyak 6 unit masing-masing 55 MW dengan kapasitas daya terpasang total sebesar 330 MW. Akankah besarnya kapasitas tersebut mencukupi, mengingat beban listrik yang semakin lama semakin meningkat?

Studi Pustaka

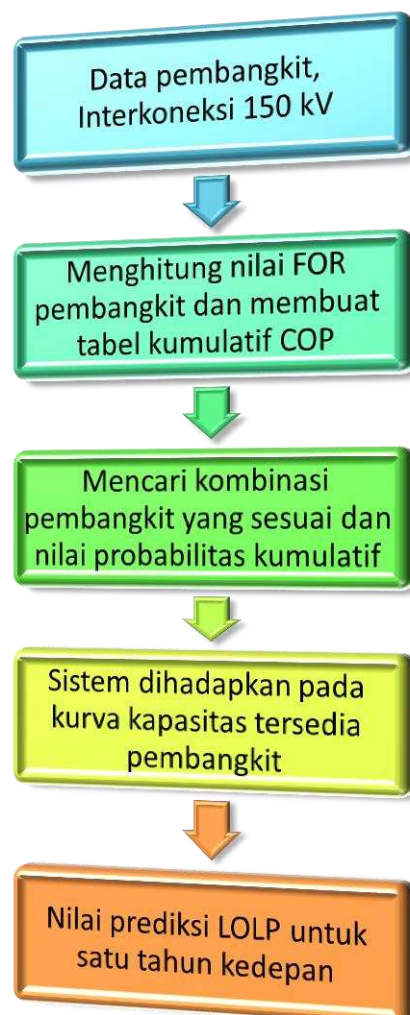
Penulis	Judul Makalah	Keterkaitan dengan Penelitian
Hermagasantos Zein	Perkiraan Pasokan Daya Sistem Jawa-Madura-Bali Sampai Tahun 2016 Berdasarkan Indeks LOLP Satu Hari Per Tahun	Penelitian Perkiraan Pasokan Daya secara Global sistem JAMALI
R. Wenda Aprinta P.P	Analisis Keandalan Sistem Interkoneksi 150 kV Di Jawa Barat Ditinjau Dari Sisi Pembangkit	Penelitian keandalan di Jawa Barat masih secara Global
Gunawan Eko Prasetyo	Studi Tentang Indeks Keandalan Pembangkit Tenaga Listrik Wilayah Jawa Tengah Dan	Studi Indeks Keandalan di Sistem Region 3 masih secara global

	Daerah Istimewa Yogyakarta	
Massus Subekti	Analisis Keandalan Sistem Perencanaan Pembangkit Listrik PLN Region 3 Tahun 2008-2017	Analisis Keandalan Di Region 3. Tesis, Universitas Indonesia, Depok, 2008.
Rudyanto Thayib	Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Interkoneksi Sumatera Bagian Selatan	Prosiding Seminar Nasional 2011

Dari Studi Pustaka di atas secara umum di ambil berdasarkan region sehingga masih secara global, makalah yang dibuat peneliti dikhususkan pada subsistem Jawa Barat sehingga berdiri sendiri secara mandiri tidak dikaitkan dengan sistem interkoneksi 500 kV JAMALI. Makalah dikhususkan pada subsistem Jawa Barat tepatnya di Kab.Sukabumi, Kab. Cianjur dan Kab. Bogor dengan sistem interkoneksi 150 kV.

Metodologi Penelitian

Untuk menunjang hasil penulisan yang diinginkan, maka dilakukan suatu pendekatan studi dengan melakukan kegiatan dibawah ini :



Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan kondisi saat ini dengan data pertumbuhan beban dan data kapasitas terpasang pembangkit, maka dihasilkan nilai indeks keandalan sampai tahun 2020 pada tabel 4.2. *LOLP* ini dihitung dengan menurunkannya dari beban puncak harian dihubungkan dengan tabel kumulatif *COP*. Tabel kumulatif *COP* pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Kumulatif *Capacity Outage Probability*

Power IN	Power OUT	Individual Probability	Cumulative Probability
330	0	$0,98^6 = 0,8858423809$	1,000000000000
275	55	$6 \times 0,98^5 \times 0,02 = 0,1084704956$	0,114157619100
220	110	$15 \times 0,98^4 \times 0,02^2 = 5,53420896 \times 10^{-3}$	0,005687123520
165	165	$20 \times 0,98^3 \times 0,02^3 = 1,5059072 \times 10^{-4}$	0,000152914560
110	220	$15 \times 0,98^2 \times 0,02^4 = 2,30496 \times 10^{-6}$	0,000002323840
55	275	$6 \times 0,98 \times 0,02^5 = 1,8816 \times 10^{-6}$	0,00000018880
0	330	$0,02^6 = 6,4 \times 10^{-11}$	0,000000000064

Dengan menggunakan persamaan (2.1) $LOLP = \sum_{i=1}^n P_i (C_i - L_i)$ dapat diperoleh,

$$\begin{aligned}
 LOLP &= 3.P_{(330-243)} + 5.P_{(330-237)} + 10.P_{(330-230)} + 74.P_{(330-224)} + 78.P_{(330-217)} + 80.P_{(330-211)} \\
 &\quad + 115.P_{(330-204)} \\
 &= 3(0.00568712352) + 5(0.00568712352) + 10(0.00568712352) + \\
 &\quad 4(0.00568712352) + 78(0.00015291456) + 80(0.00015291456) + \\
 &\quad 115(0.00015291456) \\
 &= 0.56496104 \text{ hari/tahun}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan *LOLP* sampai tahun 2020 dengan kapasitas pembangkit sebesar 330 MW

Tahun	Beban Puncak MW	LOLP Hari/Tahun
2015	243	0.56496104
2016	258	1.43936605
2017	276	2.40121157
2018	297	12.05508568
2019	317	41.66753097
2020	339	48.75427002

Pada tahun 2015 sampai tahun 2017 perhitungan keandalan sistem interkoneksi 150 kV masih memenuhi standar PLN yaitu maksimal 3 hari per tahun untuk sistem Jawa Barat. Namun untuk tahun 2018 – 2020 tidak memenuhi standar PLN, hal ini dikarenakan beban puncak semakin meningkat dan belum ada pembangunan pembangkit baru.

Tabel 4.3. Tabel Probabilitas Kumulatif 7 unit pembangkit 6 x 55 MW + 1 x 10 MW

Power IN	Power OUT	Individual Probability	Cumulative Probability
340	0	$0,98^6 \times 0,99 = 0.87698395705536$	1.00000000000000
330	10	$0,98^6 \times 0,01 = 0.00885842380864$	0.12301604294464
285	55	$6 \times 0,98^5 \times 0,99 \times 0,02 = 0.10738579065984$	0.11415761913600
275	65	$6 \times 0,98^5 \times 0,01 \times 0,02 = 0.00108470495616$	0.00677182847616
230	110	$15 \times 0,98^4 \times 0,99 \times 0,02^2 = 0.00547886687040$	0.00568712352000
220	120	$15 \times 0,98^4 \times 0,01 \times 0,02^2 = 0.00005534208960$	0.00020825664960
175	165	$20 \times 0,98^3 \times 0,99 \times 0,02^3 = 0.00014908481280$	0.00015291456000
165	175	$20 \times 0,98^3 \times 0,01 \times 0,02^3 = 0.00000150590720$	0.00000382974720
120	220	$15 \times 0,98^2 \times 0,99 \times 0,02^4 = 0.00000228191040$	0.00000232384000
110	330	$15 \times 0,98^2 \times 0,01 \times 0,02^4 = 0.00000002304960$	0.00000004192960
65	275	$6 \times 0,98 \times 0,99 \times 0,02^5 = 0.00000001862784$	0.00000001888000
55	285	$6 \times 0,98 \times 0,01 \times 0,02^5 = 0.00000000018816$	0.00000000025216
10	330	$0,99 \times 0,02^6 = 0.000000000006336$	0.00000000006400
0	340	$0,01 \times 0,02^6 = 0.00000000000064$	0.00000000000064

Tabel 4.4. LOLP sampai tahun 2020 dengan kapasitas pembangkit sebesar 340 MW

Tahun	Beban Puncak MW	LOLP Hari/Tahun
2015	243	0.56496104
2016	258	1.43936605
2017	276	2.40121157
2018	297	3.00346792
2019	317	29.31816506
2020	339	41.73839838

Setelah ada penambahan kapasitas terpasang PLT Angin sebesar 10 MW pada tahun 2018 di Sukabumi. Nilai *LOLP* berubah dari 12.05508568 hari/tahun menjadi sebesar 3.00346792 hari/tahun. Hal ini menunjukkan beban tidak terlayani menjadi semakin kecil dalam artian masih memenuhi standar PLN, yaitu sebesar 3 hari/tahun. Namun pada tahun 2019 sampai tahun 2020 nilai *LOLP* masih sangat besar, untuk itu akan diasumsikan realisasi PLN menambah 2 buah unit PLTP pada tahun 2019.

Tabel 4.5. Tabel Probabilitas Kumulatif 9 unit pembangkit 8 x 55 MW + 1x 10 MW.

Power IN	Power OUT	Individual Probability	Cumulative Probability
450	0	$0,98^8 \times 0,99 = 0,8422553923559670$	1.0000000000000000
440	10	$0,98^8 \times 0,01 = 0,0085076302258179$	0.1577446076440320
395	55	$8 \times 0,98^7 \times 0,02 \times 0,99 = 0,1375110844662800$	0.1492369774182140
385	65	$8 \times 0,98^7 \times 0,02 \times 0,01 = 0,0013890008531948$	0.0117258929519339
340	110	$28 \times 0,98^6 \times 0,02^2 \times 0,99 = 0,0098222203190200$	0.0103368920987392
330	120	$28 \times 0,98^6 \times 0,02^2 \times 0,01 = 0,0000992143466568$	0.0005146717797192
285	165	$56 \times 0,98^5 \times 0,02^3 \times 0,99 = 0,0004009069517967$	0.0004154574330624
275	175	$56 \times 0,98^5 \times 0,02^3 \times 0,01$	0.0000145504812657

		=0,0000040495651697	
230	220	$70 \times 0,98^4 \times 0,02^4 \times 0,99$ =0,0000102272181581	0.0000105009160960
220	230	$70 \times 0,98^4 \times 0,02^4 \times 0,01$ =0,0000001033052339	0.0000002736979379
175	275	$56 \times 0,98^3 \times 0,02^5 \times 0,99$ =0,0000001669749903	0.0000001703927040
165	285	$56 \times 0,98^3 \times 0,02^5 \times 0,01$ =0,0000000016866161	0.0000000034177137
120	330	$28 \times 0,98^2 \times 0,02^6 \times 0,99$ =0,0000000017038264	0.0000000017310976
110	340	$28 \times 0,98^2 \times 0,02^6 \times 0,01$ =0,0000000000172104	0.0000000000272712
65	385	$8 \times 0,98 \times 0,02^7 \times 0,99 = 0,0000000000099348$	0.0000000000100608
55	395	$8 \times 0,98 \times 0,02^7 \times 0,01 = 0,0000000000001004$	0.0000000000001260
10	440	$0,02^8 \times 0,99 = 0,0000000000000253$	0.0000000000000256
0	450	$0,02^8 \times 0,01 = 0,0000000000000003$	0.0000000000000003

Tabel 4.6. *LOLP* sampai tahun 2020 dengan kapasitas pembangkit sebesar 450 MW.

Tahun	Beban Puncak MW	<i>LOLP</i> Hari/Tahun
2015	243	0.56496104
2016	258	1.43936605
2017	276	2.40121157
2018	297	3.00346792
2019	317	0.10553766
2020	339	0.15243568

Dengan adanya potensi panas bumi di Jawa Barat yang akan memasok Kab. Bogor, Kab. Cianjur dan Kab. Sukabumi, sehingga kapasitas terpasang pembangkit total menjadi sebesar 450 MW. Hasil perhitungan pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2020, menunjukkan nilai *LOLP* memenuhi standar Internasional, yaitu maksimal sebesar 1 hari/tahun.

Tabel. 4.7 Perbandingan Nilai Keandalan Setelah Ada Penambahan Pembangkit

Penambahan Pembangkit Baru	Nilai <i>LOLP</i> Tahun	Kapasitas Terpasang Pembangkit Total		
		330 MW	340 MW	450 MW
(-)	2015	0.56496104	0.56496104	0.56496104
(-)	2016	1.43936605	1.43936605	1.43936605
(-)	2017	2.40121157	2.40121157	2.40121157
(+) PLTB 10 MW	2018	12.05508568	3.00346792	3.00346792
(+) PLTP 2x55 MW	2019	41.66753097	29.31816506	0.10553766
(-)	2020	48.75427002	41.73839838	0.15243568

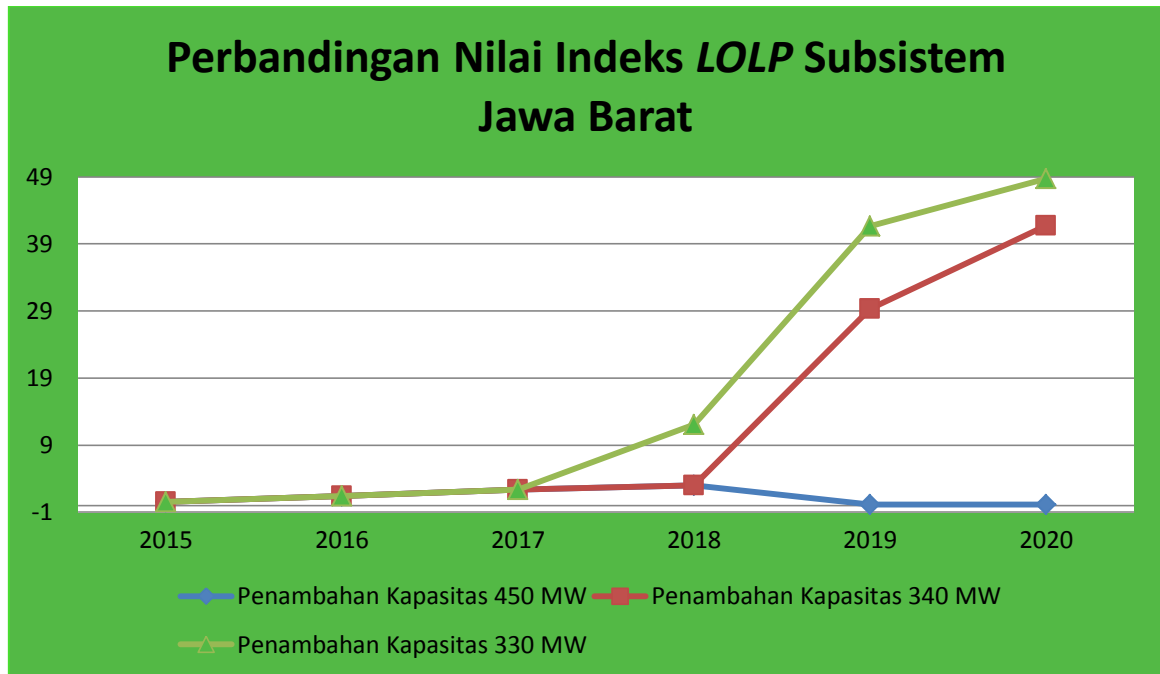
(-) Tidak ada tambahan pembangkit

(+) Ada tambahan pembangkit baru

Dari gambar 4.1 ditunjukkan bahwa nilai *LOLP* dengan penambahan kapasitas terpasang pembangkit menjadi sebesar 450 MW, didapatkan nilai indeks *LOLP* maksimal sebesar 3.00346792 hari/tahun hal ini masih dalam angka tiga koma nol nol atau sama dengan

tiga, berarti nilai indeks *LOLP* masih memenuhi standar PLN yaitu maksimal sebesar 3 hari/tahun.

Berbeda dengan jika hanya menambah kapasitas terpasang pembangkit menjadi sebesar 340 MW, nilai *LOLP* maksimal yaitu sebesar 41.73839838 hari/tahun hal ini tidak memenuhi standar PLN . Jika PLN tidak menambah kapasitas terpasang pembangkit , membiarkan hanya 330 MW saja sampai dengan tahun 2020 maka nilai indeks *LOLP* jauh dari nilai standar yaitu dengan nilai maksimal sebesar 48.75427002 hari/tahun.



Gambar 4.1 Grafik prediksi nilai *LOLP* sampai tahun 2020

Kesimpulan

1. Kapasitas terpasang pembangkit sebesar 330 MW, tahun 2015 hingga 2017 nilai *LOLP* memenuhi standar PLN yaitu maksimal sebesar 3 hari/tahun. Sementara tahun 2018, 2019, dan 2020 nilai *LOLP* masing-masing sebesar 12.05508568 hari/tahun, 41,66753097 hari/tahun, 48,75427002 hari/tahun nilai ini masih jauh untuk memenuhi standar internasional maupun standar PLN. (Tabel 4.2)
2. Saran peneliti adalah agar ditambah kapasitas terpasang PLTB sebesar 10 MW sehingga nilai *LOLP* pada tahun 2018 dari 12.05508568 hari/tahun menjadi 3.00346792 pembulatan tiga. masih memenuhi standar PLN sebesar 3 hari/tahun, namun untuk tahun 2019 sampai 2020 masih belum standar PLN. (Tabel 4.4)
3. Rencana PLN untuk menambah kapasitas terpasang PLTP Patuha sebesar 2 x 55 MW dengan total kapasitas sebesar 450 MW membuat nilai *LOLP* tahun 2019 dari 29,31816506 hari/tahun menjadi 0,10553766 hari/tahun. Dan tahun 2020 nilai *LOLP* dari 41,73839838 hari/tahun menjadi 0,15243568 hari/tahun. Hal ini mampu memenuhi standar internasional yaitu sebesar 1 hari/tahun. (Tabel 4.6)

Daftar Pustaka

Allen J. Wood, Bruce F. Wollenberg "Power Generation, Operation, and Control – 2nd ed", United State of America, 1996.

Djiteng Marsudi, Ir, "Pembangkitan Energi Listrik", Penerbit Erlangga, Jakarta, 2005.

Djiteng Marsudi, Ir, "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", Balai Penerbit & Humas ISTN, Bumi Srengseng Indah, Ps. Minggu, Jakarta Selatan.1990.

Massus Subekti, "Analisis Keandalan Sistem Perencanaan Pembangkit Listrik PLN Region 3 Tahun 2008-2017", Tesis, Universitas Indonesia, Depok, 2008.
RUPTL 2015-2024

Sulasno, Ir., "*Panduan Ajar Pengoperasian Pusat Pembangkit Tenaga Listrik*", Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.

Sullivan, R.L., "*Power System Planning*", Mcgraw - Hill International Book Company, New York, 1977.

Trihadi, Vol 1, No.8: Jurnal Ilmiah Teknologi Energi.2009.