



ANALISA KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK DI WILAYAH LAMPUNG BERDASARKAN KETERSEDIAAN DAYA PADA TAHUN 2016

Gusti Agung Putra Yoga^{1,a}, Herri Gusmedi^{1,b}, Osea Zebua^{1,c}, Lukmanul Hakim^{1,d}

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1. Bandar Lampung, 35154

Telp: +62 721 701609, Fax: +62 721 702767

^agustiyoga2@gmail.com, ^bherri.gusmedi@eng.unila.ac.id, ^coseaz2009@gmail.com,

^dlukmanul.hakim@eng.unila.ac.id

Abstract

Reliability is one of the vital things in the distribution of electric power. A reliable system will ensure the continuity of power distribution to the system. Reliability value can be calculated using the LOLP (Loss of Load Probability) index and the EENS (Expected Energy Not Supplied) index. Loss of Load Probability is a risk level index the operation of a power system. A high level of reliability can be obtained by the low risk levels. Loss of Load Probability (LOLP) of electric power system in Lampung in 2016 is 1.704784 days / year with EENS of 40.760892 MW. The units (power plants) scenario were done to overcome the issue. The scenario 1 is to replace the PLTG Tarahan 16 MW, PLTU Sebalang unit 1 60 MW and PLTD 20 MW by a 100 MW PLTG. Scenario 1 produced LOLP power system of 3,61531568 days / year and EENS of 86,335372 MW. Scenario 2 is replacing the 100 MW PLTG in scenario 1 to PLTG 2 x 50 MW, the LOLP value is 0.092860604 day / year with EENS of 1,62219477 MW. Scenario 1 and 2 proved that the addition of power availability must take into account the number of power plants , because it has an effect on the reliability index improvement. The power plant with a large capacity but less in number will affect the availability of power when condition of out of service.

Keywords: System Reliability, LOLP, EENS, FOR, Probability

Abstrak

Tingkat keandalan merupakan salah satu hal yang vital dalam penyaluran tenaga listrik. Sistem distribusi yang handal akan menjamin tingkat kontinuitas pelayanan pada sistem distribusi. Nilai keandalan dapat dihitung dengan menggunakan indeks LOLP atau Loss of Load Probability (probabilitas kehilangan beban) dan indeks EENS atau Expected Energy Not Supplied (ekspektasi energi yang tidak tersuplai). Loss of Load Probability adalah indeks level resiko dalam mengoperasikan sistem tenaga listrik. Tingkat keandalan yang tinggi dapat diperoleh dengan level resiko yang rendah atau kecil. Loss of Load Probability (LOLP) sistem tenaga listrik di Lampung pada tahun 2016 adalah 1,704784 hari/tahun dengan EENS sebesar 40,760892 MW. Skenario pembangkit dilakukan untuk menanggulangi hal tersebut. Skenario 1 adalah mengganti PLTG Tarahan 16 MW, PLTU Sebalang unit 1 60 MW dan PLTD 20 MW dengan PLTG 100 MW. Skenario 1 menghasilkan LOLP sistem tenaga listrik sebesar 3,61531568 hari/tahun dan EENS sebesar 86,335372 MW. Skenario 2 yaitu mengganti PLTG 100 MW pada skenario 1 menjadi PLTG 2 x 50 MW, nilai LOLP yang dihasilkan sebesar 0,092860604 hari/tahun dengan nilai EENS sebesar 1,62219477 MW. Skenario 1 dan 2 membuktikan bahwa penambahan ketersediaan daya harus memperhitungkan jumlah pembangkit, karena berpengaruh dalam perbaikan indeks keandalan. Pembangkit dengan kapasitas besar dalam jumlah yang sedikit akan mempengaruhi ketersediaan daya apabila dalam keadaan out of service.

Kata Kunci: Keandalan Sistem, LOLP, EENS, FOR, Probabilitas

1. PENDAHULUAN

1.1 Sistem Distribusi

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah sebagai

pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV ,154kV,



220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir.

1.2 Pengertian Keandalan

Dalam suatu sistem distribusi terdapat hal penting yang harus diperhatikan yaitu keandalan. Pabla (2007) mendefinisikan keandalan sebagai kemungkinan dari satu atau kumpulan benda yang akan memuaskan kerja pada keadaan tertentu dalam periode waktu tertentu dan telah ditentukan [1]. Sedangkan Momoh (2008) berpendapat bahwa keandalan adalah kemampuan dari jaringan untuk menyampaikan tenaga listrik tidak terputus bagi pelanggan pada satu taraf yang telah ditentukan sesuai dengan mutu dan jaminan keamanannya [2].

1.3 LOLP (Loss Of Load Probability)

Ukuran keandalan dinyatakan dalam hari pertahun, beban sistem akan sama, lebih besar, atau lebih rendah dari kapasitas sistem yang tersedia. Perhitungan dilihat dari data unit pembangkit yang terdiri dari kapasitas pembangkit dan *force outage rate* (FOR), dan dapat dihitung probabilitas kapasitas outage kumulatif dengan menghitung probabilitas kapasitas outage individunya terlebih dahulu, kemudian baru didapatkan tabel probabilitas kehilangan beban. Sering tidaknya pembangkit mengalami gangguan atau biasanya diketahui sebagai nilai FOR dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut:

$$FOR = \frac{\text{Jumlah jam Unit Terganggu}}{\text{Jumlah jam Unit Beroperasi} + \text{Jumlah jam Unit Terganggu}} \quad (1)$$

Perhitungan LOLP dapat didapat dari kurva lama beban, adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai LOLP sebagai berikut:

$$LOLP = \sum (P_n \times d_n) \quad (2)$$

Keterangan:

P_n = Probabilitas Unit Pembangkit Beroperasi

d_n = interval titik-titik potong kurva lama beban dengan kapasitas gangguan

Kurva lama beban akan diurutkan dari beban tertinggi ke beban terendah selama periode waktu dalam persen. Indeks d_n adalah interval waktu antara titik-titik potong kurva lama beban dengan kapasitas gangguan. Sedangkan P_n adalah probabilitas individu kapasitas gangguan atau probabilitas dari Outage maka hasil kali P_n dan d_n adalah probabilitas kehilangan beban selama seluruh periode yang disebabkan oleh kapasitas gangguan.

1.4 EENS (Expected Energy Not Supplied)

Indeks keandalan sistem kelistrikan selain LOLP

adalah EENS (*Expected Energy Not Supplied*), EENS merupakan perhitungan atau kemungkinan energi yang tidak dapat disuplai oleh pembangkit. Nilai EENS sangat bergantung pada variasi pembangkit yang beroperasi pada sistem dalam waktu tertentu. Nilai EENS dapat dicari dengan mengalikan nilai *energy curtailed* dengan probabilitas pembangkit yang *in service*. *Energy curtailed* didapatkan dari luas daerah dibawah kurva lama beban yang terbentuk, bagian-bagian dari luas tersebut ditentukan oleh nilai pembangkit yang beroperasi atau *in service* Seperti yang sudah dijelaskan diawal bahwa nilai EENS dapat dicari dengan mengalikan nilai *energy curtailed* dengan probabilitas pembangkit yang *in service*, cara menghitung nilai EENS dapat dilihat pada rumus berikut:

$$EENS = EC \times P \quad (7)$$

Keterangan:

EENS : *Expected Energy Not Supplied*

EC : *Energy Curtailed*

P : Probabilitas Pembangkit *In Service* [3].

1.5 Kebutuhan Kapasitas Daya Listrik

Perhitungan yang dipakai untuk pengembangan sistem tenaga listrik. Sistem pembangkit tenaga listrik terdiri dari beberapa jenis pembangkit dengan beberapa parameter, sebagai berikut:

1. Jumlah unit
2. Jenis dari unit pembangkit tenaga listrik
3. Keandalan dari unit pembangkit tenaga listrik
4. Pemakaian bahan bakar dari pembangkit tenaga.
5. Biaya investasi dari unit pembangkit tenaga listrik

Perubahan permintaan daya listrik dari waktu ke waktu, penambahan beban puncak serta adanya kemungkinan unit pembangkit listrik gagal beroperasi akan mengakibatkan pasokan tidak dapat memenuhi permintaan. Untuk mencegah hal tersebut, maka diperlukan kapasitas cadangan dalam sistem pembangkit tenaga listrik (*reserved capacity*).

Perubahan permintaan daya listrik dari waktu ke waktu, penambahan beban puncak serta adanya kemungkinan unit pembangkit listrik gagal beroperasi akan mengakibatkan pasokan tidak dapat memenuhi permintaan. Untuk mencegah hal tersebut, maka diperlukan kapasitas cadangan dalam sistem pembangkit tenaga listrik (*reserved capacity*).

Kemampuan sistem dalam memenuhi permintaan daya dari waktu ke waktu menunjukkan keandalan sistem (*reability of the system*). Semakin andal sistem pembangkit tenaga listrik, semakin besar pula cadangan kapasitas yang harus disiapkan oleh sistem.

Keandalan dari suatu sistem pembangkit tenaga listrik dapat diartikan sebagai suatu tingkat jaminan dari pasokan daya listrik konsumen. Dari definisi tersebut, analisa-analisa ditujukan pada permintaan kapasitas pembangkit, dimana diharapkan kapasitas pembangkit dapat memenuhi beban puncak.

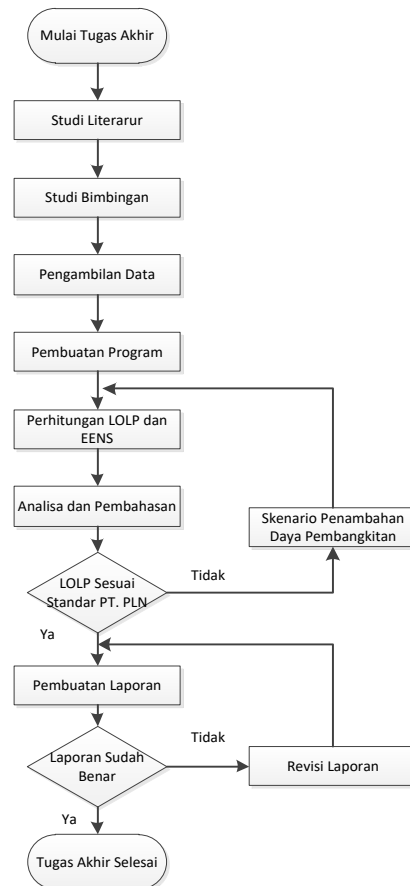
Salah satu faktor yang memengaruhi suatu keandalan sistem adalah keandalan dari unit pembangkit itu sendiri. Kegagalan sistem unit pembangkit adalah *Forced Outage Rate* (FOR). Kondisi *out of service* merupakan penyebab adanya FOR, selain itu juga FOR diakibatkan oleh kesalahan operasi komponen peralatan atau kesalahan manusia. *Forced Outage Rate* (FOR) adalah ukuran sering tidaknya unit pembangkit mengalami gangguan [4].

1.6 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penulis melakukan penelitian ini adalah untuk menghitung dan menganalisa keandalan sistem kelistrikan Lampung berdasarkan parameter-parameter probabilitas seperti kapasitas pembangkit yang efektif, *forced outage rate* (FOR), dan ketersediaan daya. Hasil analisa keandalan sistem kelistrikan Lampung kemudian selanjutnya akan dijadikan acuan untuk pertimbangan penambahan ketersediaan daya berdasarkan dengan pertumbuhan beban. Penambahan daya dilakukan untuk menjaga kualitas pelayanan dari PT. PLN kepada konsumen di wilayah Lampung.

2. METODE

Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode pengumpulan data, perhitungan nilai FOR (*Force Out Rate*), perhitungan nilai LOLP, perhitungan nilai EENS, perbaikan nilai LOLP dan EENS saat nilai tersebut diluar standar yang ditetapkan oleh PT. PLN dengan melakukan beberapa skenario pembangkitan, analisa dan pembahasan, serta kesimpulan. Data yang dikumpulkan berupa data kelistrikan yang memuat tentang informasi pembangkitan bulanan serta data beban puncak bulanan pada tahun 2016 di wilayah Lampung. Gambar berikut menunjukkan *flowchart* metode penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kelistrikan Lampung merupakan sistem kelistrikan yang masuk dalam zona atau wilayah Sumatera Bagian Selatan (Sumbagsel), sistem kelistrikan Lampung menjalin interkoneksi dengan Sumatera Selatan. Lampung memiliki beberapa pembangkit untuk memenuhi seluruh kebutuhan energi listrik dalam bidang industri, perkantoran, pendidikan, maupun pada perumahan. Pembangkit-pembangkit yang ada di Lampung memiliki jenis yang berbeda-beda, PLTU merupakan pembangkit yang mendominasi dioperasikan di Lampung selain PLTA.

Selain PLTU dan PLTA terdapat juga pembangkit dengan tenaga panas bumi yaitu PLTP dan beberapa PLTD yang digunakan atau dioperasikan pada saat beban puncak terjadi disetiap harinya. Berikut merupakan data pembangkit yang ada di Lampung beserta tempat dan kapasitas daya terpasang yang dibangkitkan oleh masing-masing pembangkit:



Tabel 1. Daftar Pembangkit di Lampung Tahun 2016

No	Pembangkit	Letak	Kapasitas
1	PLTU	Tarahan	2 x 100 MW
2	PLTA	Besai	2 x 44,8 MW
3	PLTA	Batu Tegi	2 x 28,3 MW
4	PLTP	Ulu Belu	2 x 55 MW
5	PLTU	Sebalang	2 x 60 MW
6	PLTG	Tarahan	1 x 16 MW
7	PLTD	Tarahan	20 MW
8	PLTU	G. Sugih	1 x 14 MW
9	PLTU	P. Tarahan	1 x 10 MW
10	PLTU	Batu Raja	1 x 20 MW
11	PLTMG	Sutami	1 x 30 MW
12	PLTMG	Tarahan	1 x 30 MW
13	PLTMG MPP	Tarahan	1 x 100 MW

Pembangkit-pembangkit yang membangkitkan daya listrik untuk digunakan di wilayah Lampung memiliki total daya pembangkitan terpasang sebesar 818,9 MW. Untuk mengetahui kualitas pelayanan listrik yang tersedia di Lampung, perlu dihitung tingkat keandalan pembangkit dengan menggunakan beberapa indeks keandalan diantaranya LOLP (*Loss Of Load Probability*) dan EENS (*Expected Energy Not Supplied*), nilai LOLP dan EENS yang akan dihitung akan dibandingkan dengan nilai standar yang sudah ditetapkan oleh PT. PLN.

Daftar pembangkit listrik yang ada di Provinsi Lampung terdiri dari golongan, yaitu golongan pembangkit listrik dengan kepemilikan PT.PLN dan golongan pembangkit yang disewa oleh PT.PLN. Pada studi kasus ini yang dilakukan adalah perhitungan nilai keandalan sistem kelistrikan dilampung yang ditinjau dari ketersediaan daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik dengan golongan kepemilikan PT. PLN itu sendiri. Daya yang dapat dihasilkan oleh pembangkit milik PT.PLN sebesar 554,9 MW yang dihasilkan oleh pembangkit ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Pembangkit Lampung Milik PT. PLN

No	Bulan	Letak	Kapasitas
1	PLTU	Tarahan	2 x 100 MW
2	PLTA	Besai	2 x 44,8 MW
3	PLTA	Batu Tegi	1x 28,3 MW
4	PLTP	Ulu Belu	2 x 55 MW
5	PLTU	Sebalang	2 x 60 MW
6	PLTG	Tarahan	1 x 16 MW
7	PLTD	Tarahan	20 MW

Pembangkit yang terpasang sebagai kepemilikan PT. PLN memiliki nilai FOR (*Force Outage Rate*) yang akan berpengaruh pada saat perhitungan nilai LOLP (*Loss Of Load Probability*) dan EENS (*Expected Energy Not Supplied*), berikut merupakan daftar nilai FOR setiap unit pembangkit yang disajikan dalam tabel:

Tabel 3. Daftar Nilai FOR (*Force Outage Rate*) Pembangkit Kepemilikan PT. PLN Wil. Lampung

No	Bulan	FOR	Probabilitas
1	PLTA Besai 1	0,013699	0,986301
2	PLTA Besai 2	0,00001	0,99999
3	PLTA Batutegi	0,241096	0,758904
4	PLTU Tarahan 3	0,046575	0,953425
5	PLTU Tarahan 4	0,246575	0,753425
6	PLTU Sebalang 1	0,772603	0,227397
7	PLTU Sebalang 2	0,10137	0,89863
8	PLTP Ulu Belu 1	0,00274	0,99726
9	PLTP Ulu Belu 2	0,038356	0,961644
10	PLTG Tarahan	0,265753	0,734247
11	PLTD (Tarahan)	0,00274	0,99726

3.1 Perhitungan dan Analisa Nilai LOLP dan EENS

Tingkat keandalan suatu sistem tenaga listrik dapat dilihat dari beberapa indeks keandalan diantaranya yaitu LOLP (*Loss Of Load Probability*) dan EENS (*Expected Energy Not Supplied*). Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. PLN Distribusi Wilayah Lampung, didapatkan nilai LOLP (*Loss Of Load Probability*) dan EENS (*Expected Energy Not Supplied*) yang dihitung dengan menggunakan pendekatan regresi linier. Nilai hasil perhitungan



indeks keandalan yaitu dan EENS pada setiap bulan di tahun 2016 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Nilai LOLP dan EENS Tahun 2016 Kondisi Awal

No	Bulan	LOLP (hari/tahun)	EENS (MW)
1	Januari	0,049149	1,144817
2	Februari	0,011421	0,199652
3	Maret	0,135915	3,20935
4	April	0,132165	3,094738
5	Mei	0,230572	5,906171
6	Juni	0,121563	3,061715
7	Juli	0,103262	2,464792
8	Agustus	0,24363	4,521095
9	September	0,188999	4,656058
10	Oktober	0,303853	7,897794
11	November	0,048566	1,08847
12	Desember	0,135689	3,51624
Total		1,704784	40,760892

Berdasarkan perhitungan indeks LOLP (*Loss Of Load Probability*) yang telah dilakukan diperoleh nilai LOLP sebesar 1,704784 hari/tahun. Nilai tersebut masih di luar dari standar yang ditetapkan PLN yaitu kurang dari 1 hari/tahun. Nilai LOLP yang lebih besar dari nilai standar disebabkan karena ada pemakaian unit pembangkit dengan kapasitas yang besar dan nilai FOR yang cukup besar yaitu PLTU Sebalang unit 1 dengan nilai FOR mencapai nilai 0,772603. Nilai FOR yang buruk tidak hanya pada PLTU Sebalang unit 1 saja, melainkan juga pada PLTA Batutege dengan FOR 0,241096, PLTU Tarahan unit 4 dengan FOR 0,246575 dan pada PLTG Tarahan dengan FOR 0,265753. Perbaikan nilai LOLP dapat dilakukan dengan cara menambahkan kapasitas pembangkit yang dapat beroperasi secara optimal untuk menekan nilai FOR yang buruk pada beberapa pembangkit. Nilai EENS (*Expected Energy Not Supplied*) yang didapatkan untuk tahun 2016 sesuai dengan perhitungan adalah sebesar 40,760892 MW, nilai tersebut merupakan acuan untuk rekomendasi penambahan kapasitas pembangkit. Nilai indeks LOLP dan EENS pada tahun 2016 dikategorikan dalam sistem tidak andal.

3.2 Perbaikan Nilai LOLP dan EENS Skenario 1

Berdasarkan hasil perhitungan kondisi awal, direkomendasikan untuk mengganti satu pembangkit

dengan kapasitas yang kecil dengan kapasitas yang lebih besar. Pembangkit tersebut adalah pembangkit yang berada di daerah Tarahan, Lampung Selatan yaitu PLTG Tarahan 16 MW. PLTG Tarahan 16 MW direkomendasikan untuk diganti dengan PLTG 100 MW, mengingat nilai EENS yang dihasilkan pada tahun 2016 mencapai 40,760892 MW. Perhitungan indeks LOLP dan EENS pada skenario yang menjadi rekomendasi untuk pergantian PLTG 16 MW menjadi PLTG 100 MW, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Nilai LOLP dan EENS Tahun 2016 Skenario 1

No	Bulan	LOLP (hari/tahun)	EENS (MW)
1	Januari	0,0977753	2,1197
2	Februari	0,0199686	0,47494
3	Maret	0,30077987	6,98765
4	April	0,30366493	6,628107
5	Mei	0,47272917	12,75764
6	Juni	0,285823	6,22013
7	Juli	0,2334522	5,117815
8	Agustus	0,4051275	9,78683
9	September	0,4571	9,85246
10	Oktober	0,61033131	16,98003
11	November	0,0953798	2,0829
12	Desember	0,333184	7,3272
Total		3,61531568	86,335372

PLTG Tarahan 100 MW dan menghilangkan PLTD serta PLTU Sebalang unit 1 yaitu 3,61531568 hari/tahun. Nilai LOLP tersebut mencapai dua kali lipat dari nilai LOLP awal, sedangkan untuk kemungkinan energi yang tidak tersuplai atau EENS adalah sebesar 86,335372 MW. Berdasarkan hal tersebut, sistem kelistrikan Lampung untuk tahun 2016 dalam skenario 1 yaitu penambahan kapasitas daya pembangkit dapat dikategorikan dalam sistem yang tidak andal.

3.3 Perbaikan Nilai LOLP dan EENS Skenario 2

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dilakukan perhitungan dengan skenario 2 yaitu dengan mengganti PLTG 16 MW dengan 2x50 MW dan menghilangkan PLTU sebalang unit 2 serta PLTD 20 MW. Skenario 2 merupakan pengembangan dari skenario 1, dimana pada skenario 2 ini hanya memecah PLTG 100 MW menjadi 2x50 MW. Berikut merupakan hasil perhitungan LOLP dan EENS pada skenario 2:



Tabel 6. Nilai LOLP dan EENS Tahun 2016 Skenario 2.

No	Bulan	LOLP (hari/tahun)	EENS (MW)
1	Januari	0,000983689	0,016611621
2	Februari	0,000134	0,00189419
3	Maret	0,007879672	0,128553237
4	April	0,00675773	0,108108285
5	Mei	0,015522049	0,288213947
6	Juni	0,0058452	0,095966
7	Juli	0,004500256	0,07482559
8	Agustus	0,011691888	0,1953653
9	September	0,00970517	0,166619
10	Oktober	0,02122226	0,410364
11	November	0,00094669	0,0155166
12	Desember	0,007672	0,120157
Total		0,092860604	1,62219477

Nilai LOLP total yang terjadi pada tahun 2016 setelah dilakukan skenario 2 penambahan daya PLTG Tarahan 2x50 MW dan menghilangkan PLTD serta PLTU Sebalang unit 1 yaitu 0,133061515 hari/tahun. Nilai LOLP pada skenario 2 yaitu sebesar 0,092860604 hari/tahun, sedangkan untuk kemungkinan energi yang tidak tersuplai atau EENS adalah sebesar 1,62219477 MW.

Berdasarkan hal tersebut, sistem kelistrikan Lampung untuk tahun 2016 dalam skenario 2 yaitu penambahan kapasitas daya pembangkit dapat dikategorikan dalam sistem yang andal.

Nilai LOLP dan EENS pada skenario 2 lebih baik dari skenario 1 ataupun dengan kondisi pembangkit awal, dengan selisih total kapasitas pembangkitan yang terpaut hanya 4 MW dapat mengubah nilai LOLP dan EENS secara drastis. Kapasitas total pembangkitan awal yaitu 554,9 MW sedangkan untuk skenario 1 dan 2 sebesar 558,9 MW.

Nilai LOLP dan EENS pada kondisi awal bernilai buruk akibat adanya pembangkit yang mempunyai nilai FOR yang sangat buruk, yaitu PLTU Sebalang unit 1 sebesar 0,772603 yang sangat berpengaruh buruk pada nilai keandalan sistem. Skenario 1 dilakukan dengan menghilangkan PLTU Sebalang tersebut, kemudian juga menghilangkan PLTD yang memiliki biaya pembangkitan yang tergolong mahal.

Skenario 1 menghasilkan nilai LOLP dan EENS jauh dibawah standar walaupun kapasitas pembangkit yang total lebih besar dari kondisi awal, hal ini disebabkan karena adanya penambahan pembangkit dengan kapasitas besar dalam 1 unit saja sehingga apabila berada dalam kondisi *out service* banyak beban yang tidak terlayani. Skenario 2 dilakukan untuk memperbaiki skenario 1 yaitu dengan memecah PLTG 100 MW menjadi 2x50 MW. Skenario 2 ini terbukti ampuh dengan memperoleh nilai LOLP dan EENS yang sangat kecil sehingga sistem berada dalam kategori yang andal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada PT. PLN Ditribusi Wilayah Lampung mengenai keandalan sistem tenaga listrik di wilayah Lampung, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Perhitungan indeks keandalan sistem tenaga pada kondisi awal menghasilkan nilai LOLP atau *Loss Of Load Probability* menghasilkan nilai total sebesar 1,704784 hari/tahun dan Nilai indeks keandalan selain LOLP yaitu EENS atau *Expected Energy Not Supplied* pada tahun 2016 menghasilkan nilai total sebesar 40,760892 MW. Nilai indeks LOLP tersebut belum memenuhi standar yang sudah ditetapkan oleh PT.PLN yaitu sebesar 1,000 hari/tahun, berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan keandalan sistem tenaga di Wilayah Lampung pada tahun 2016 dalam kategori kurang andal.
- Penambahan ketersediaan daya harus memperhitungkan jumlah pembangkit, karena berpengaruh dalam perbaikan indeks keandalan, pembangkit dengan kapasitas besar dalam jumlah yang sedikit akan mempengaruhi ketersediaan daya apabila dalam keadaan *out service*. Hal tersebut dapat dibuktikan oleh hasil perhitungan nilai LOLP dan EENS pada 2 skenario sebagai berikut:
 - Penambahan daya sebesar 4 MW pada skenario 1 yaitu pergantian PLTG Tarahan 16 MW dengan PLTG 100 MW dan menghilangkan PLTU Sebalang Unit 1 60 MW serta PLTD 20 MW menghasilkan nilai sebesar 3,61531568 hari/tahun untuk nilai LOLP atau *Loss Of Load Probability* dan sebesar 86,335372 MW untuk nilai indeks EENS atau *Expected Energy Not Supplied*, berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan keandalan sistem tenaga di Wilayah Lampung pada tahun 2016 dalam kategori tidak andal.
 - Penambahan daya sebesar 4 MW pada skenario 2 pergantian PLTG Tarahan 16 MW dengan PLTG 2x50 MW dan menghilangkan PLTU Sebalang Unit 1 60 MW serta PLTD 20 MW menghasilkan nilai sebesar 0,092860604



hari/tahun untuk nilai LOLP atau *Loss Of Load Probability* dan sebesar 1,62219477 MW untuk nilai indeks EENS atau *Expected Energy Not Supplied*, nilai EENS yang kecil menandakan bahwa pembangkit beroperasi secara optimal sehingga dapat menjaga kontinuitas pelayanan pada konsumen. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan keandalan sistem tenaga di Wilayah Lampung pada tahun 2016 dalam kategori andal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada Tuhan Yang Maha Esa , kemudian Orang tua tersayang karena telah mencurahkan semua kasih sayang dibidang moril maupun materiil. Almamater tercinta yaitu Universitas Lampung dengan semua Dosen yang ada di Jurusan Teknik Elektro yang telah mendukung berjalannya penelitian ini, serta teman-teman seperjuangang Transformer'13.

REFERENSI

- [1] Pabla, A.S., 2008, *Electric Power Distribution*, 5th edition, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- [2] Momoh, J. A., 2008, *Electric Power Distribution, Automation, Protection, and Control*, 1st edition. CRC Press, Taylor and Francis Group, Washington DC, USA.
- [3] Roy, B., Ronald, N. A., 1994, *Reliability Evaluation Of Power Systems*, 2nd edition. Plenum Publishing Corporation, London.
- [4] Hazra, Y., 2012, "Analisa Perencanaan Keandalan Pembangkit Proyek IPP Wilayah Riau Tahun 2012-2025", *Tesis Teknik Elektro* , UI, Depok.