

EVALUASI KEANDALAN SISTEM PEMBANGKIT BILI-BILI

Lewi, Sonong¹⁾, Peri Pitriadi, Yerin Payembonan²⁾

Abstrak: Sistem tenaga listrik harus mampu menyediakan listrik bagi para pelanggan secara konstan. Maka dari itu di perlukan suatu pembangkit yang mampu melayani kebutuhan listrik konsumen tanpa mengalami gangguan. Suatu pembangkit harus selalu beroperasi secara normal dimana frekuensi terjadinya gangguan diperkecil. Gangguan yang dilami suatu pembangkit merupakan suatu kerugian yang besar perusahaan karena dapat menurunkan keandalan dari unit pembangkit tersebut. Dalam menentukan keandalan suatu unit pembangkit diperlukan analisis nilai FOR, LOLP, laju kegagalan dan besarnya rugi-rugi energi yang dihasilkan akibat gangguan. Perhitungan yang dilakukan terdiri dari 2 metode yaitu perhitungan secara manual dan secara program. Program yang digunakan yakni software MATLAB dengan fasilitas GUIDE yang merupakan salah satu program berorientasi pada objek.

Kata Kunci: Keandalan, FOR, LOLP, laju kegagalan, dan MATLAB.

I. PENDAHULUAN

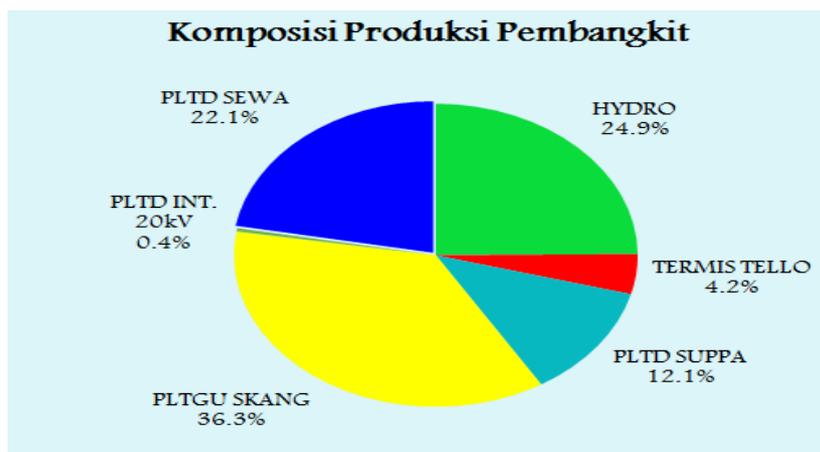
Unit-unit pembangkit yang bertugas menyediakan daya agar beban terlayani, sewaktu-waktu dapat mengalami gangguan sehingga tidak dapat beroperasi. Ketika beberapa unit pembangkit yang besar mengalami gangguan dan terjadi secara bersamaan, maka ada kemungkinan daya tersedia dalam sistem berkurang sedemikian besarnya sehingga sistem tidak mampu melayani beban. Dalam hal yang demikian terpaksa dilakukan pelepasan beban atau terpaksa sistem kehilangan beban, terjadi pemadaman dalam sistem. Beban berubah-ubah sepanjang waktu, maka forced outage yang berlangsung pada saat-saat beban puncak akan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap cadangan daya yang tersedia dibandingkan dengan forced outage yang berlangsung pada saat-saat beban rendah. Forced outage selain bisa dihitung kemungkinan terjadinya juga memberikan kemungkinan timbulnya pemadaman dalam sistem atau sering disebut kehilangan beban. Kemungkinan kehilangan beban dapat diketahui dari nilai indeks Loss of load probability (LOLP).

Aplikasi teknik probability untuk evaluasi keandalan sistem tenaga listrik dikemukakan pertama kali pada tahun 1933. Konsep dari loss of load probability (LOLP) diperkenalkan pada tahun 1947 (J.Nanda dan M.L. Khothari, 1994). LOLP didefinisikan sebagai kemungkinan dimana kapasitas daya yang mengalami force outage melebihi dari cadangan daya pada sistem. LOLP ini dievaluasi untuk beberapa beban puncak sebagai representasi dari keandalan suatu sistem.

PT. PLN Unit PLTA Bili-Bili adalah salah satu pembangkit yang memenuhi kebutuhan energi listrik di SULTANBATARA dengan sumber pembangkitan berasal dari air. Sumbangsi pembangkit listrik hydro untuk kebutuhan listrik di SULTANBATARA adalah 24,9%, dimana komposisi produksi pembangkit listrik di SULTANBATARA dapat di lihat pada gambar.

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

² Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang



Gambar 1. Komposisi Produksi Pembangkit SULTANBATARA
Sumber: laporan piket realisasi operasi harian PLN SULTANBATARA (AP2B)
9 April 2012

Untuk memenuhi kebutuhan listrik SULTANBATARA, setiap pembangkit akan berupaya meminimalkan gangguan dan terus meningkatkan keandalannya dalam setiap proses produksinya. Gangguan yang terjadi pada setiap unit pembangkit akan menyebabkan kerugian dan turunnya keandalan khususnya di bagian produksi listrik. Maka dari itu perlu suatu evaluasi keandalan pembangkit Bili-Bili untuk mengetahui tingkat keandalannya dalam proses produksi listriknya.

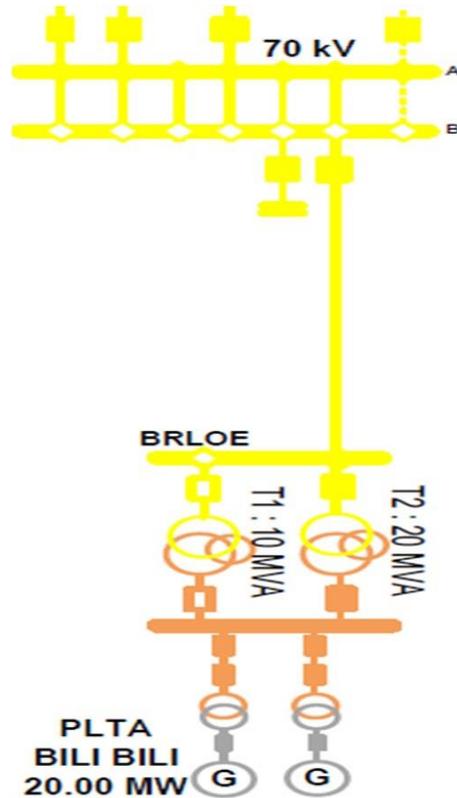
PLTA Bili – Bili salah satu unit PT. PLN (Persero) Sektor Baru di bawah koordinasi PT. PLN (Persero) Wilayah Sultan Batara yang berkedudukan di desa Bili - Bili, kecamatan Bontomarannu (\pm 25 Km dari Sungguminasa) Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Pusat listrik tersebut merupakan salah satu penyuplai tegangan listrik untuk daerah Sulawesi Selatan yang dibangun pada tahun 2003 sampai tahun 2005 dan mulai beroperasi pada bulan November 2005.

PLTA Bili – Bili menggunakan Turbin Kaplan yang memerlukan tinggi jatuh air (Head) rendah tetapi dengan debit (Q) air yang cukup sehingga dapat menyesuaikan kebutuhan air hulu maupun hilir. Tinggi jatuh maximum 50,71 m dan debit air maximum 44 m³/s, PLTA Bili–Bili menyesuaikan konsep bendungan *multy purpose* (multi guna) didesain menghasilkan \pm 77 GWH per tahun dengan kapasitas terpasang 20,1 MW terbagi dalam 2 unit dimana Unit 1 = 6 MW dan Unit 2 = 14,1 MW dan mampu menghasilkan daya maximum \pm 20,1 MW.

Dalam proses produksinya PLTA bili-bili banyak mengalami kendala. Salah satu kendalanya adalah persediaan air yang di butuhkan dalam proses produksi yang terbatas karena pengelolaan air pada bendungan serbaguna bili-bili diatur oleh dinas PU. Selain itu banyak gangguan–gangguan yang sering dialami PLTA Bili-Bili baik internal maupun external. Gangguan inilah yang banyak menimbulkan kerugian karena saat terjadi gangguan banyak energi yang hilang, dan saat terjadi itu langkah yang sering di ambil oleh pihak operator adalah men-stop pembangkit. Stop nya pembangkit dalam broperasi adalah salah satu kerugian yang sangat besar dalam proses produksi listrik baik di pihak perusahaan maupun pihak konsumen.



Gambar 2. PLTA Bili-Bili



Gambar 3. Single Line PLTA Bili-Bili

II. METODE PENELITIAN

Dalam analisis, data yang digunakan adalah data laporan gangguan PLTA Bili-Bili tahun 2011 dan 2012. Dimana hal pertama yang dilakukan adalah mengelompokkan gangguan yang terjadi dan menghitung FOR, LOLP, laju kegagalan, durasi gangguan, dan rugi-rugi energi akibat gangguan. Dalam proses menghitung digunakan dua cara yaitu menghitung secara manual dan menggunakan program Matlab (GUIDE). Dalam proses analisis tersebut akan menemukan apakah dalam proses oprasinya dari tahun 2011-2012 PLTA Bili-Bili sudah handal atau tidak.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Tabel 1. Hasil Analisan FOR 2011

No	Jenis Gangguan	Unavailability (FOR)	Availability
1	Cuaca buruk/hujan deras	0,003	0,997
2	Trafo 70 kV arah Boronglowe trip	0,006	0,994
3	Expres bili-bili 1 OCR di GI Boronglowe	0,003	0,997
4	BLACK OUT	0,007	0,992
5	Incoming 70 kV Boronglowe Trip	0,018	0,981
6	Bakaru Unit 1 Trip	0,0008	0,999
7	Feeder Bili-Bili 1 & 2 trip	0,0074	0,993
8	Under Frekuensi	0,0025	0,997
9	Over Frekuensi	0,0011	0,998
10	Incoming 20 kV Boronglowe trip	0,0121	0,995
11	Preasure oil tang low	0,0007	0,999
Rata-Rata		0,0056	0,994

Tabel 2. Hasil Analisan FOR 2012

No	Jenis Gangguan	Unavailability (FOR)	Availability
1	Incoming 70 kV GI Brloe trip Cuaca buruk (hujan lebat + angin)	0,0102	0,988
2	Express bili-bili 1 (Ground Fault)	0,0023	0,997
3	Express bili-bili 1 & 2 Trip (Ground Fault)	0,0097	0,990
4	Black Out (Teg.70 Kv)	0,0098	0,990
5	Bersamaan trip feeder pakatto indikasi (Over Current)	0,0007	0,999
6	Tegangan 70 kV dari arah tello trip indikasi groun fault	0,024	0,975
7	AP2B minta Unit stop ada manuver dari GI	0,0007	0,999
8	Tegangan 150 Kv Pangkep hilang	0,0025	0,997
9	Manuver tegangan dari GI ke 70 Kv GI borongloe.	0,0008	0,999
10	Expres Bili-Bili 1&2 Trip di Borongloe (Temporer)	0,0007	0,999
11	Temporer expres Bili-Bili 1 di Borongloe (gangguan sesaat).	0,0006	0,999
12	Ada pohon tumbang di expres Feeder bili bili 1&2.	0,0031	0,996
13	Ada pohon tumbang di expres Feeder bili bili 1	0,002	0,997
Rata- rata		0,0061	0,9939

Tabel 3. Hasil analisa LOLP Tahun 2011

No	Jenis Gangguan	LOLP
1	Cuaca buruk/hujan deras	1,6946
2	Trafo 70 kV arah Boronglowe trip	2,35056
3	Expres bili-bili 1 OCR di GI Boronglowe	1,706864
4	BLACK OUT	3,97792
5	Incoming 70 kV Boronglowe Trip	9,18216
6	Bakaru Unit 1 Trip	0,41953
7	Feeder Bili-Bili 1 & 2 trip	3,801204
8	Under Frekuensi	1,2961
9	Over Frekuensi	0,5988
10	Incoming 20 kV Boronglowe trip	2.0895
11	Preasure oil tang low	0,37962
Rata – rata		2,549

Tabel 4. Hasil Analisa LOLP 2012

No	Jenis Gangguan	LOLP
1	Incoming 70 kV GI Brloe trip Cuaca buruk (hujan lebat + angin	5,846984
2	Express bili-bili 1 (Ground Fault)	1,441662
3	Express bili-bili 1 & 2 Trip (Ground Fault)	4,90347
4	Black Out (Teg.70 Kv)	4,95099
5	Bersamaan trip feeder pakatto indikasi (Over Current	0,356643
6	Tegangan 70 kV dari arah tello trip indikasi groun fault	12,129
7	AP2B minta Unit stop ada manuver dari GI	0,367632
8	Tegangan 150 Kv Pangkep hilang	1,27616
9	Manuver tegangan dari GI ke 70 Kv GI borongloe.	0,425574
10	Expres Bili-Bili 1&2 Trip di Borongloe (Temporer)	0,377622
11	Temporer expres Bili-Bili 1 di Borongloe (gangguan sesaat).	1,5438
12	Ada pohon tumbang di expres Feeder bili bili 1&2.	1,5438
13	Ada pohon tumbang di expres Feeder bili bili 1	1,08673
Rata – rata		2,761

Tabel 5. Hasil Analisan data gangguan 2011

No	Jenis Gangguan	Laju Kegagalan (gang/bulan)	Lama gangguan rata-rata (jam/bulan)
1	Cuaca buruk/hujan deras	0,33	0,14
2	Trafo 70 kV arah Boronglowe trip	0,16	0,245
3	Expres bili-bili 1 OCR di GI Boronglowe	0,25	0,142
4	BLACK OUT	0,33	0,334
5	Incoming 70 kV Boronglowe Trip	0,33	0,78
6	Bakaru Unit 1 Trip	0,08	0,35
7	Feeder Bili-Bili 1 & 2 trip	0,25	0,319
8	Under Frekuensi	0,25	
9	Over Frekuensi	0,08	0,05
10	Incoming 20 kV Boronglowe trip	0,16	0,052
11	Preasure oil tang low	0,08	0,031

Tabel 6. Hasil Analisan data gangguan 2012

No	Jenis Gangguan	Laju Kegagalan (gang/bulan)	Lama gangguan rata-rata (jam/bulan)
1	Incoming 70 kV GI Brloe trip Cuaca buruk (hujan lebat + angin	0,42	0,493
2	Express bili-bili 1 (Ground Fault)	0,16	0,122
3	Express bili-bili 1 & 2 Trip (Ground Fault)	0,66	0,412
4	Black Out (Teg.70 Kv)	0,16	0,416
5	Bersamaan trip feeder pakatto indikasi (Over Current	0,08	0,029
6	Tegangan 70 kV dari arah tello trip indikasi groun fault	0,08	1,036
7	Tegangan 150 Kv Pangkep hilang	0,08	0,106
8	Manuver tegangan dari GI ke 70 Kv GI borongloe.	0,08	0,035
9	Expres Bili-Bili 1&2 Trip di Borongloe (Temporer)	0,08	0,031
10	Temporer expres Bili-Bili 1 di Borongloe (gangguan sesaat).	0,08	0,027
11	Ada pohon tumbang di expres Feeder bili bili 1&2.	0,08	0,129
12	Ada pohon tumbang di expres Feeder bili bili 1	0,08	0,09

B. Program Hitungan Analisis Gangguan Sistem PLTA Bili-Bili 20,1 MW



Gambar 4. Program hitungan hasil run untuk data tahun 2011



Gambar 5. Program hitungan hasil run untuk data tahun 2012

C. Pembahasan

a. Analisa hasil perhitungan FOR

Nilai FOR untuk tahun 2011 dan 2012 dapat dilihat pada tabel 1 dan 2. Nilai FOR yang kecil akan mempunyai tingkat jaminan keandalan yang tinggi dibandingkan dengan nilai FOR yang besar. Untuk PLTA standarisasi FOR adalah 0,0100. Pada tahun 2011 rata-rata nilai FOR nya adalah 0,0056. FOR tertinggi tahun 2011 disebabkan oleh gangguan incoming boronglowe trip yaitu FOR nya = 0,018 dan FOR terkecil disebabkan oleh gangguan Pressure Oil Tank Low yaitu FOR nya = 0,0007. Dan pada tahun 2012 rata-rata nilai FOR nya adalah 0,0061. FOR tertinggi tahun 2012 disebabkan oleh gangguan incoming 70 kV GI boronglowe trip yaitu FOR nya = 0,0102 dan FOR terkecil disebabkan oleh

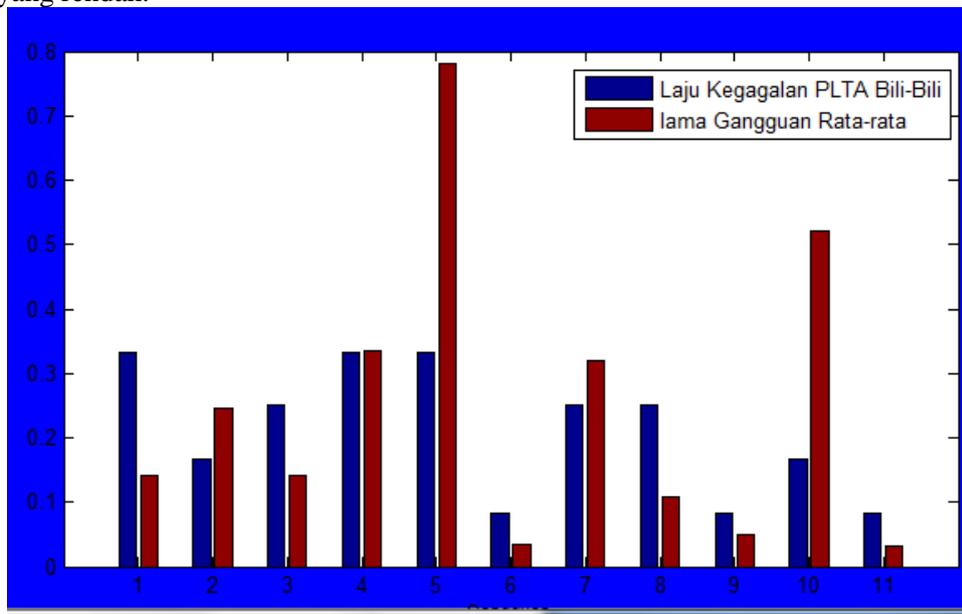
temporer expres BILI-BILI 1 Di Borongloe (gangguan sesaat) yaitu FOR nya = 0,0006.

b. Analisis hasil perhitungan LOLP

Nilai LOLP dapat dilihat pada tabel 3 dan 4. Nilai LOLP yang semakin kecil menunjukkan bahwa tingkat jaminan keandalan yang diperoleh tinggi, sedangkan nilai LOLP yang semakin besar menunjukkan tingkat jaminan keandalan yang diperoleh rendah. Besar kecilnya nilai LOLP dipengaruhi oleh besar kecilnya nilai LOLP. Nilai rata-rata LOLP pada tahun 2011 adalah 2,5498053. Dan nilai rata-rata LOLP pada tahun 2012 adalah 2,761.

c. Analisis hasil perhitungan laju Kegagalan dan lama gangguan rata-rata

Suatu pembangkit akan dikatakan handal jika memiliki nilai laju kegagalan yang rendah.

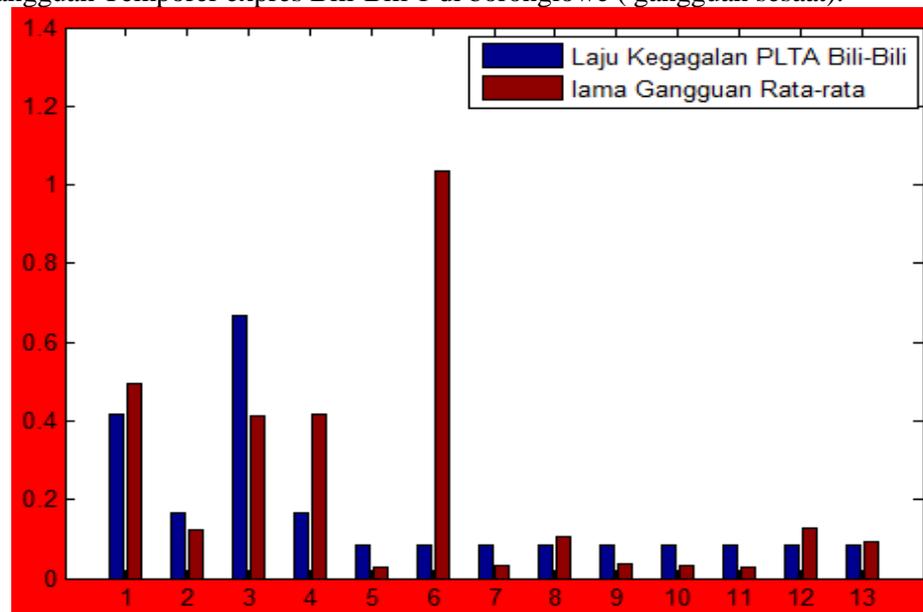


Gambar 6. Laju kegagalan dan gangguan rata-rata tahun 2011

Pada gambar 6 menunjukkan kegagalan tahun 2011, laju kegagalan tertinggi adalah 0,33 yang disebabkan oleh gangguan cuaca buruk dan incoming 70 kV borongloe trip sedangkan laju kegagalan terendah adalah 0,08 yang disebabkan oleh gangguan Bakar Unit 1 trip, Over Frekuensi dan Pressure Oil Low. Lama gangguan rata-rata tertinggi adalah 0,78 disebabkan oleh gangguan incoming 70 kV borongloe trip sedangkan yang terendah adalah 0,031 yang disebabkan oleh gangguan Pressure Oil Low.

Pada gambar 7 menunjukkan kegagalan tahun 2012, laju kegagalan tertinggi adalah 0,66 yang disebabkan oleh Ground Fould dan laju kegagalan terendah adalah 0,08 yang disebabkan oleh gangguan Bersamaan trip feeder pakatto (indikasi Over Current), Tegangan 70 kV dari arah Tello trip indikasi ground fould, AP2B minta Unit Stop ada manufer dari GI, Tegangan 150 kV Pangkep hilang, Manufer tegangan dari GI ke 70 kV GI Boronglowe, Expres Bili-Bili 1&2 di boronglowe (temporer), Temporer expres Bili-Bili 1 di boronglowe (gangguan sesaat), Ada pohon tumbang di expres Feeder Bili-Bili 1&2 dan Ada pohon tumbang di expres Feeder Bili-Bili 1. Lama gangguan rata-rata tertinggi adalah 1,036 disebabkan oleh gangguan Tegangan 70 kV dari arah Tello trip indikasi

ground fault sedangkan yang terendah adalah 0,027 yang disebabkan oleh gangguan Temporer expres Bili-Bili 1 di boronglowe (gangguan sesaat).



Gambar 7. Laju kegagalan dan gangguan rata-rata tahun 2012

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data, pembuatan program dan hasil pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Ditinjau dari nilai FOR nya pada tahun 2011 diperoleh rata-rata nilai FOR adalah 0,0056 sedangkan standarisasi nilai FOR untuk PLTA adalah 0,0100. Maka dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa tahun 2011 PLTA Bili-Bili handal dalam proses oprasi pembangkitan listrik.
2. Ditinjau dari nilai FOR nya pada tahun 2012 diperoleh rata-rata nilai FOR adalah 0,0061 . Maka dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa tahun 2012 PLTA Bili-Bili handal dalam proses oprasi menghasilkan listrik. Tapi kehandalan tersebut jauh lebih rendah dibanding dengan tahun 2011 hal ini disebabkan oleh banyaknya gangguan yang terjadi di tahun 2012 dan tingginya durasi gangguan yaitu 13 gangguan denagn durasi 35,553 jam sedangkan pada tahun 2011 jumlah gangguan adalah 11 gangguan dengan durasi 32.49 jam
3. Ditinjau dari nilai LOLP nya pada tahun 2011 diperoleh rata-rata nilai LOLP adalah 2,549 sedangkan standarisasi nilai LOLP untuk PEMBANGKIT DI LUAR JAWABALI adalah 5 . Maka dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa tahun 2011 PLTA Bili-Bili dintakan handal dalm proses pembangkitan listrik listrik.
4. Ditinjau dari nilai LOLP nya pada tahun 2012 diperoleh rata-rata nilai LOLP adalah 2,761 . Maka dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa tahun 2012 PLTA Bili-Bili dinyatakan handal dalm proses pembangkitan listrik listrik . Tetapi kehandalannya menurun dari tahun 2011 karena Nilai FOR tahun 2012 lebih tinggi dari nilai FOR tahun 2011

5. Dari hasil hitungan dengan program rugi-rugi energi yang paling besar terjadi pada tahun 2012 yaitu 348,069 MWh sedangkan pada tahun 2011 adalah 154,423 MWh
6. Untuk membuat program hitungan maka digunakan program MATLAB 2010 dengan aplikasi GUIDE yaitu dengan memasukkan program hitungannya ke MATLAB editor.

B. Saran

Dari kesimpulan yang diambil terdapat saran-saran untuk pengembangan, yaitu:

1. Untuk dapat meningkatkan nilai kehandalan maka perlu adanya perawatan dan pemeliharaan secara berkala pada mesin pembangkit serta meningkatkan besarnya kapasitas cadangan daya dalam sistem .
2. Menjalin kerja sama yang baik antara PLN , POLISI dan masyarakat dalam hal pengawasan maupun penindakan terhadap perbuatan tangan-tangan yang tidak bertanggung jawab seperti pencurian listrik ataupun pencurian alat-alat yang terpasang pada jaringan. Dengan melakukan tindakan tersebut maka gangguan yang terjadi dapat di kurangi sehingga menunjang kehandalan pembangkit setiap tahunnya.

V. DAFTAR PUSTAKA

Agung Suharwanto. November 2011 . *Analisis Sistem Operasi dan Produksi Pada PT.Indonesia Power UBP Mrica Sub Unit PLTA Jelok – Salatiga*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Ardyono Priyadi . *Analisis Stabilitas Transient Pada Sistem Tenaga Listrik dengan Mempertimbangkan Beban Non-Linear*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Aris saputra. *Studi keandalan Sistem Jaringan Distribusi Primer 20 kV Busbar Pangkep*. Makassar :Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Daniel Rohi.1991, *Aplikasi Pendekatan Aliran Daya untuk Estimasi Rugi-Rugi Energi Sistem Distribusi Radial 20 kV*, Bandung: ITB.

Daman Suswanto: Sistem Distribusi Tenaga Listrik, BAB 13 (<https://www.google.com/search?q=analisis+gangguan+>) diakses 19 September 2013.

Eri Yarvantoror, Bambang Supradono, Achmad Solichan, Analisa Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jawa Tengah dan DIY Periode Tahun 2009-2011, Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang Jl. Kasipah no. 10-12 Semarang – Indonesia.

Gunawan Eko Prasetyo, Ir. Sulasno, Susatyo Handoko, S.T., M.T., Wilayah Jawa Tengah dan Daerah Istimewah Yogyakarta, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

37 Lewi, Sonong, Peri Pitriadi dan Yerin Payembonan, *Evaluasi Keandalan Ssitem Pembangkit Bili-Bili*

Joko, Pramono dkk.2010. *Transmission of lectrical Energy (Transmisi Tenaga Listrik)*. Depok: UI.

Teguh Widiarsono, M.T., 2005, *Tutorial Praktis Belajar MATLAB*, Jakarta.

Wildan Nasution Sabara. *Pengaruh Kedip Tegangan dan Koordinasi Rele Arus Lebih pada Sistem Tenaga Listrik, Semen Tonasa IV*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).