

ANALISIS KEANDALAN KOMPONEN-KOMPONEN LISTRIK PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI PLTH BAYU BARU PANTAI BARU BANTUL DI YOGYAKARTA

Meldi Saputra¹, Ramadoni Saputra², Faaris Mujaahid³

123Departement of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Lingkar Selatan Tamantirto Kasihan Bantul, (0274)387656

*Corresponding author, e-mail : meldysaputra90@gmail.com

ABSTRACT

This research entitled "Reliability analysis of Electric Components of Solar farm in PLTH Pantai Baru in Bantul, DI Yogyakarta" has been carried out in March to May 2018. The research was conducted to analyze the reliability of electrical components in PLTS system in PLTH Bayu Baru and analyze their impact on the energy generated. This research is done by observation and direct interview to the speakers related directly with PLTH Bayu Baru Bantul, Yogyakarta and also done by way of indirectly that is by taking data that exist in annual data of PLTH.PLTS system in PLTH Bayu Baru is very helpful to the development of new coastal community of Bantul Regency especially in economy area considering new beach is a tourist area but over time various kinds of damage that occur especially in the inverter caused by leakage AC current from wind turbine and other electrical components in PLTS system in PLTH Bayu Baru causing energy produced no longer as expected, so that the system in PLTH Bayu Baru is no longer as efficient as expected, as in the western group which produces only 7,152 Kwh/day energy ideally 48 Kwh/day and the KKP group produces only 29,91 Kwh/day energy while ideally 38,72 Kwh/day. Need more attention from the government to overcome the damage to electrical components in the PLTS system in PLTH Bayu Baru to keep working optimally.

KEYWORDS: Reliability, Electric Components, PLTS.

I. PENDAHULUAN

Listrik telah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat pada zaman milenial ini, listrik turut andil dalam meningkatkan taraf hidup manusia dari segi ekonomi. PLN (perusahaan listrik negara) sebagai salah satu dari BUMN (badan usaha milik negara) telah berusaha menyediakan listrik untuk memenuhi kebutuhan di seluruh Indonesia yang selalu meningkat. Besarnya kebutuhan listrik di kota-kota besar menyebabkan belum maksimalnya supply listrik ke seluruh Indonesia sehingga masih banyak daerah-daerah yang tersebar di pelosok-pelosok nusantara sampai saat ini masih belum bisa menikmati listrik karena belum terjangkau oleh listrik dari PLN.

Sesuai dengan QS An Nur ayat 35 yang artinya "Allah adalah nur (cahaya) langit dan bumi. Perumpamaan cahayanya itu seperti lubang yang tak tembus yang di dalamnya ada pelita. Pelita itu di dalam kaca, dan kaca itu bagaikan bintang yang cemerlang bercahaya seperti mutiara, yang

dinyalakan dari pohon yang banyak berkahnya, yaitu pohon zaitun yang tidak tumbuh di timur maupun barat, yang minyaknya saja hampir cukup menerangi walaupun tidak di sentuh api. Cahayanya di atas cahaya (berlapis-lapis). Allah lah yang menunjukki kepada cahayanya siapa yang dia kehendaki dan Allah membuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia dan Allah maha mengetahui segala sesuatu"

Berdasarkan firman Allah SWT di atas yang mengisaratkan manusia untuk mengembangkan pengetahuan teknologi, pemerintah dan para peneliti melakukan berbagai upaya untuk mengatasi masalah kekurangan energi listrik ini, salah satunya adalah dengan mengembangkan energi alternatif, mengingat Indonesia adalah negara beriklim tropis dan secara geografis adalah negara yang di lewati oleh garis katulistiwa tentunya maka akan sangat berpotensi untuk pengembangan salah satu pembangkit energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan listrik yaitu

PLTS yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai energi untuk membangkitkan listrik.

Pemerintah di bantu oleh para peneliti dan komponen masyarakat lainnya telah berusaha membangun dan mengembangkan PLTS di berbagai tempat di seluruh nusantara salah satunya seperti yang ada di Pantai Baru Pandansimo Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah mewujudkan PLTH Bayu Baru yang menghasilkan daya sebesar 90 KW.

Salah satu sumber energi listrik di PLTH Bayu Baru di peroleh dari pengaplikasian PLTS yang terdiri dari tiga grup yaitu grup timur dengan sistem 240 V yang mengaplikasikan 40 unit panel surya 100 W yang menghasilkan daya sebesar 4 KW kemudian grup barat dengan sistem 120 V yang mengaplikasikan 150 unit panel surya 100 W/12 V dan menghasilkan daya sebesar 15 KW dan yang terakhir grup KKP dengan sistem 48 V dengan mengaplikasikan 48 unit panel surya 220 W/24 V dan menghasilkan daya sebesar 10 KW, jadi secara keseluruhan 29 KW dari 90 KW daya yang di hasilkan oleh PLTH Bayu Baru di hasilkan dari pengaplikasian PLTS.

Dalam pengaplikasiannya sehari-hari ada masalah yang sering muncul salah satunya adalah isu kerusakan komponen listrik PLTS dan lambannya penanganan dari pihak pengelola yang disebabkan tersendaknya dana dari pemerintah karena minimnya pengetahuan tentang keandalan komponen-komponen tersebut yang menyebabkan tidak efisiennya pembangkit tersebut dalam memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat, hal ini di sebabkan minimnya data yang mengkaji tentang ketahanan berbagai komponen dalam PLTS. Para peneliti sudah mencoba untuk merumuskan tentang perawatan komponen listrik di PLTS seperti halnya ketahanan aki atau baterai yang digunakan pada PLTS yang mencapai ketahanan lima tahun apabila di rawat dengan baik, tapi penelitian-penelitian seperti itu perlu dirumuskan dan di analisa lebih lanjut tentang keandalan komponen-komponen listrik PLTS tersebut agar bisa menjadi pegangan atau acuan dalam pemeliharaan PLTS agar tidak terjadi seperti yang di alami oleh masyarakat di Desa Pulau Kerdau Kecamatan Subi Natuna Kepulauan Riau yang kembali tidak memperoleh suply listrik dikarenakan kurangnya perawatan yang tepat sehingga rusaknya PLTS Kerdau tersebut.

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang bagaimana ketahanan setiap komponen yang digunakan dalam pengaplikasian PLTS dan berbagai hal yang berpotensi menyebabkan

kerusakan pada komponen tersebut agar adanya acuan bagi pengelola PLTS dalam perawatan dan bagi pemerintah untuk mencanangkan dana secara berkala sehingga proses pembangkitan energi listrik ini tidak tersendak dan dapat di aplikasikan secara maksimal, oleh karena itulah penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian dalam hal identifikasi, menganalisa dan mengevaluasi hal di atas agar bisa menjadi bahan acuan untuk kedepan.

II. Tjauan Pustaka

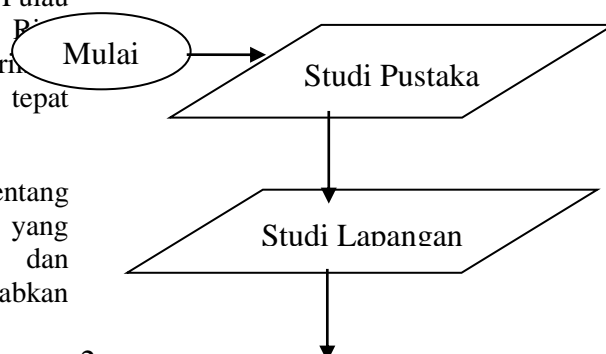
a. Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH)

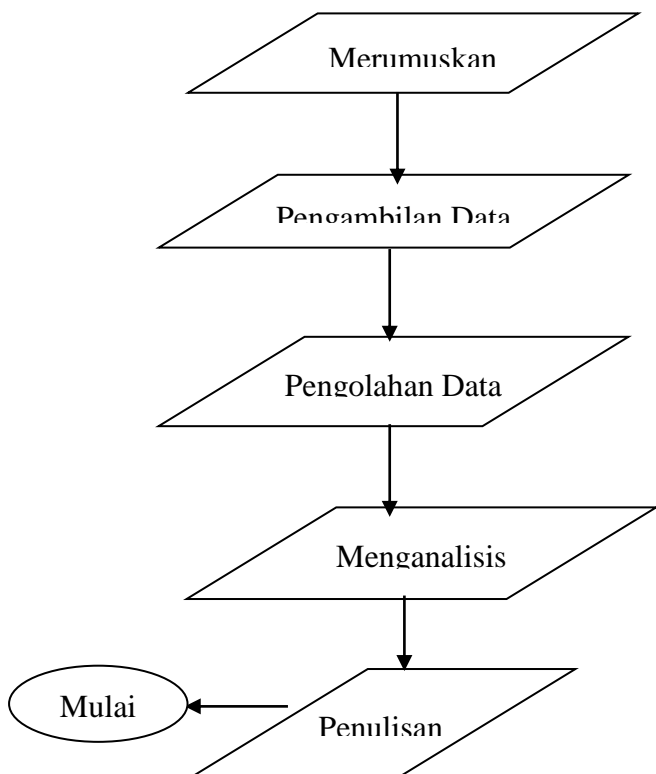
Pembangkit listrik tenaga hibrida juga merupakan salah satu sistem pembangkit listrik alternatif yang sangat tepat untuk di aplikasikan pada daerah-daerah yang belum tersentuh oleh listrik PLN, seperti halnya daerah pesisir pantai yang menggabungkan pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik tenaga angin yang pada siang hari energi terbesar di dapat dari cahaya matahari dan pada malam hari energi terbesar di dapat dari turbin angin yang di putar oleh angin laut yang jauh lebih besar dari angin darat pada siang hari.

b. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya adalah sebuah perwujudan dari inovasi energi terbarukan yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber utama untuk membangkitkan energi listrik atau dengan kata lain mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Pembangkitan energi listrik ini bisa di lakukan dengan dua cara yaitu secara langsung dengan menggunakan fotovoltaik atau dengan cara tidak langsung dengan pemusatan energi surya, fotovoltaik mengubah langsung dari energi cahaya menjadi energi listrik dengan menggunakan efek fotolistrik sedangkan dengan cara tidak langsung dengan pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin yang di kombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan cahaya matahari ke satu titik.

III. Metodologi Penelitian





a. Studi Pustaka

Dilakukan dengan cara mengumpulkan, mengelola dan mempelajari data teknis dan non teknis yang didapatkan baik sesudah maupun sebelum studi lapangan.

b. Studi Lapangan

Dilakukan dengan cara peninjauan langsung untuk membenarkan secara visual kebenaran data yang diperoleh mengenai keandalan komponen-komponen listrik PLTS di PLTH Bayu Baru.

c. Konsultasi

Kegiatan dilakukan dengan dose pembimbing dan juga dengan pekerja dan pihak terkait di PLTH Bayu Baru.

d. Penulisan Data

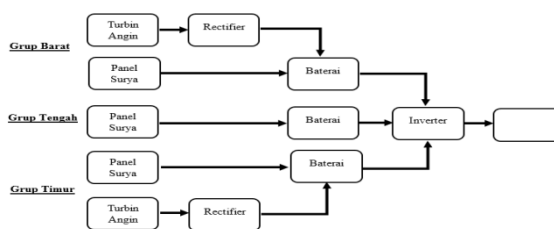
Penulisan data adalah proses akhir dari penelitian ini dimana apabila semua alur di atas dilewati maka akan dilakukan proses penulisan atau akan dituangkan dalam bentuk karya tulis.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Keadaan Sistem PLTS Awal Konstruksi

PLTH Bayu Baru ini di bangun pada tahun 2011, dan dari awal di bangun sampai pada tahun 2017 konstuksi PLTH Bayu Baru ini masih sesuai dengan konstruksi awal atau sesuai dengan konstruksi semestinya. Pada saat keadaan konstruksi awal semua turbin angin masih berfungsi dengan baik sehingga PLTB dengan PLTS dapat di sinergikan.

Sistem PLTH Bayu Baru terbagi kedalam tiga grup yang berbeda-beda yaitu grup barat, grup timur dan grup KKP. Untuk lebih jelasnya tentang bagaimana. Keadaan konstruksi awal antara tahun 2011 sampai 2017 dapat di lihat pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4. 1 Diagram PLTH Tahun 2011 s/d 2017

a. Panel Surya

Panel surya yang ada di PLTH Bayu Baru terbagi kepada tiga kelompok atau tiga grup yaitu grup timur, grup barat dan grup KKP. Grup timur terdiri dari 40 unit panel surya, kemudian grup barat yang tersusun dari 150 unit panel surya dan yang terakhir adalah grup KKP dengan 48 panel surya, secara keseluruhan panel surya yang terdapat di PLTH Bayu Baru berjumlah 238 panel surya dengan merek dan jenis yang berbeda-beda

yang tentunya akan menghasilkan daya keluaran yang berbeda pula.

1. Grup Barat

Grup barat terdiri dari 150 unit panel surya 100W/120V dengan daya yang di hasilkan oleh grup ini sebesar 15 KW, grup barat ini mengaplikasikan panel surya jenis polikristal yaitu salah satu dari beberapa jenis panel surya yang ada di pasaran, jenis ini memiliki efisiensi berkisar antara 12% hingga 15%, berikut adalah contoh modul fotovoltaik jenis polikristal seperti yang terlihat pada gambar 4.2 di bawah:



(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Gambar 4. 2 Sel dan Modul Fotovoltaik (PV) Jenis Polikristal

spesifikasi dari panel surya yang di gunakan pada grup barat ini dapat di perhatian pada table 4.1 berikut di bawah ini:

Tabel 4.1 Spesifikasi dari panel surya pada grup barat

Spesifikasi	Data
Merek	Elsol
Model	Es100236-PCM
Daya Maksimum	100 W
Short Circuit Current	6,5 A
Maximum Power Current	5,82 A
Open Circuit Voltage	21,75 V
Nominal Voltage	17,24 V
FF	0,77
Panjang Panel	670 mm
Lebar Panel	1180 mm
Ketebalan Panel	35 mm
Berat Panel	9,2 kg
Temperatur	-40°C sampai 50°C

2. Grup KKP

Grup kkp ini terdiri dari 48 unit panel surya @ 220W/24V dengan daya yang di hasilkan sebsar 10 KW, sama dengan grup barat diatas panel surya yang di aplikasikan pada grup KKP ini juga panel surya polikristal, panel surya di grup KKP terdiri dari tiga baris panel surya yang di rangkai di rangkai secara paralel dan setiap baris di susun dari 16 unit panel surya yang di rangkai secara seri.



(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Gambar 4.3 panel surya pada grup KKP

Untuk lebih jelasnya tentang data spesifikasi dari panel surya yang di aplikasikan pada grup kkp ini dapat di lihat pada tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4.2 Data spesifikasi panel surya grup KKP

Spesifikasi	Data
Merek	Skytech Solar
Model	SIP-220
Rated Power (p_{max})	220 W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	36,24 V
Short Circuit Current (I_{sc})	7,93 A
Maximum Power Current (I_{pm})	7,39 A
Maximum Power Voltage (V_{pm})	29.82 V
System Voltage	12 V
Maximum System Voltage	1000 V
Dimention	987x1637x45 (mm)
Berat	19 kg

3. Grup Timur

Grup timur terdiri dari 40 unit panel surya @ 100KW/240V dengan daya yang di hasilkan sebesar 4 KW, berbeda dengan grup lainnya grup timur ini menggunakan atau mengaplikasikan panel surya jenis monokristal, panel surya yang biasa kita disebut dengan monocrystalline PV yang memiliki tingkat kemurnian sangat tinggi yaitu sekitar 99,999% selain efisien sel fotovoltaik jenis silikon monokristal ini memiliki efisiensi konversi

yang cukup tinggi juga yaitu sekitar 16% sampai 17%.

Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah contoh dari modul fotovoltaik (PV) jenis monokristal seperti yang terlihat pada gambar 4.4 di bawah ini:



(Sumber : Dokumentasi pribadi)
Gambar 4.4 Panel surya grup timur Jenis Monokristal

Tabel 4. 3 Data spesifikasi panel surya grup timur

Spesifikasi	Data
<i>Code</i>	53-024
<i>Item</i>	Solar Panel SYK-100W M
<i>Peak Circuit Voltage (Voc)</i>	40,2 V
<i>Max. Power Voltage (Vmp)</i>	34,2 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	3,6 A
<i>Max. Power Current (Imp)</i>	2,93 A
<i>Power Tolerance Range</i>	Positive Allowance
<i>Max. System Voltage</i>	DC 1000 V
<i>Wind Resistance</i>	2400 Pa
<i>Temperature Range</i>	-40 ⁰ C – 85 ⁰ C
<i>Dimention</i>	1580x808x35 mm
<i>Weight</i>	15 Kg

b. Baterai

Baterai atau yang biasa di sebut juga aki di gunakan sebagai penyimpan energi yang di hasilkan oleh panel surya sebelum di salurkan ke beban dengan demikian pada sistem pembangkit listrik tenaga surya baterai atau aki menjadi komponen wajib, pada PLTH Bayu Baru mengaplikasikan dua jenis baterai atau aki untuk menampung energi listrik sebelum di salurkan ke beban yaitu baterai atau aki basah dan baterai atau aki kering.

Baterai atau aki pada sistem pembangkit tenaga hibrida atau PLTH sama halnya dengan panel surya terbagi kepada tiga grup yaitu grup barat, grup KKP dan grup timur, setiap grup baterai mengaplikasikan jenis baterai yang berbeda-beda dengan kapasitas baterai yang berbrda-beda pula namun tetap sama-sama baterai dengan tegangan 12 V dan baterai di setiap grup di rangkai secara seri paralel hal ini bertujuan agar energi listrik yang akan di salurkan ke beban stabil, untuk lebih jelasnya penulis akan mencoba untuk menguraikan baterai di aplikasikan pada PLTH Bayu Baru pada setiap grup yang ada.

1. Baterai Grup Barat

Grup Barat mengaplikasikan dua macam baterai dengan merek yang berbeda tentunya dengan kapasitas yang berbeda pula, yang pertama grup barat mengaplikasikan 60 unit baterai GS premium N 100 jenis baterai basah dengan kapasitas baterai 100 Ah/12 V yang di rangkai secara seri paralel dimana 60 unit baterai di bagi menjadi 3 baris baterai yang setiap barisnya terdiri dari 20 unit baterai yang di rangkai secara seri di setiap barisnya kemudian 3 baris baterai itu di rangkai secara paralel yang keseluruhan baterai menyimpan 300 Ah/240 V energi listik. Berikut adalah tabel spesifikaasi dan gambar baterai GS premium N 100 yang di aplikasian di grup barat:

Tabel 4.4 Data spesifikasi baterai luminous 180 A/12 V

Spesifikasi	Data
Merek	GS Premium N 100
Model	95E41R
Jenis	Aki Basah
Tegangan	12 V
Kapasitas	100 Ah
Dimensi	408x173x211 mm



Gambar 4.5 Baterai atau Aki GS Astra 100 Ah/12 V

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Model baterai ke dua yang di aplikasikan pada baterai grup barat ini adalah baterai luminous jenis baterai basah dengan kapasitas baterai 180 Ah/12 V sebanyak 40 unit yang dirangkai secara seri paralel di mana 2 baris baterai berisi 20 unit baterai yang di rangkai secara seri kemudian 2 baris baterai itu di rangkai secara paralel, keseluruhan baterai yang di rangkai mampu menyimpan energi listrik dengan jumlah keseluruhan sebesar 720 Ah/120 V. Berikut adalah tabel spesifikasi dan gambar baterai luminous 100 Ah/12 V.

Tabel 4.5 Data spesifikasi baterai luminous 180 A/12 V

Spesifikasi	Data
Merek	<i>Luminous</i>
Model	ILTT 24048
Kapasitas	180 Ah
Jaminan	4 Tahun
Dimensi	570x260x470 (cm)
Berat	38Kg
TSIN	T009029048



Gambar 4.6 Baterai atau Aki luminous 100 Ah/12 V

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

2. Baterai Grup Timur

Grup timur mengaplikasikan baterai power fit dengan kapasitas 105 Ah /12 V dengan jenis baterai kering sebanyak 40 unit yang dirangkai

secara seri paralel dalam artian masing-masing 20 unit baterai di rangkai secara seri dan kemudian kedua rangkaian seri tersebut di rangkai secara paralel dan dari semua unit baterai menyimpan energi dengan jumlah yang cukup besar yaitu 240 Ah/240 V. Berikut adalah tabel spesifikasi dan gambar baterai yang di aplikasikan di grup timur:

Tabel 4.6 Data spesifikasi baterai luminous 105 Ah/12 V

Spsifikasi	Data
Merek	<i>Powerfit</i>
Model	FT110-12
<i>Voltage</i>	12 V
<i>Nominal Capacity</i>	12 V
<i>Dimension</i>	394 x 109 x 286 mm
<i>Warranty</i>	12 Bulan
<i>Lifetime</i>	5 Tahun



Gambar 4.7 Baterai atau Aki power fit 105 Ah/12 V

(Sumber: Dokumetasi pribadi)

3. Baterai Grup KKP

Grup KKP mengaplikasikan batrai sacredsun dengan kapasitas baterai 1000 Ah/12 V dengan jenis baterai kering sebanyak 72 unit baterai yang dirangkai secara seri paralel sama dengan rangkaian di grup barat dan grup timur, di grup KKP ini semua unit baterai mampu menyimpan energi listrik dengan jumlah yang paling besar di bandingkan dengan dua grup sebelumnya yaitu sebesar 3000 Ah/12 V hal ini wajar karena baterai di grup KKP ini memiliki kapasitas yang lebih besar dari baterai di grup lain per unitnya. Berikut adalah tabel spesifikasi dan gambar baterai yang di aplikasikan di grup kkp:

Tabel 4.7 Data spesifikasi baterai luminous 180 A/12 V

Spesifikasi	Data
Merek	<i>Sacred Sun</i>
Model	GFMU-1000C 2V 1000 Ah

Kapasitas	1000 Ah/2 V
Temperatur Charge Range	-15~+50 °C
Temperatur Discharge Range	-20~+ 50 °C
Max Charging Current	150 A
Dimensi	340x173x338 mm
Berat	59,5 Kg



Gambar 4.8 Baterai atau Aki sun power 1000 Ah/12 V
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

c. Inverter

Inverter yang di aplikasikan pada PLTH bayu baru ada dua jenis inverter yang berbeda, yang pertama adalah inverter luminous 3,5 kw 48 V dengan tipe pure sine wave yang memiliki efisiensi yang sangat tinggi yaitu mencapai 87% hingga 98% dengan jaminan cukup lama yaitu sampai 10 tahun pemakaian, untuk lebih jelasnya dapat di perhatikan pada gambar dan tabel 4.8 dan gambar 4.9 di bawah ini :

Tabel 4.8 Spesifikasi inverter 3,5 KW 48 V

Spesifikasi	Data
Merek	Luminaus
Output Daya	3,5 kw
Tipe	Pure Sine Wave
Jaminan	2 Tahun, 3 Tahun, 5 Tahun
Output Frekuensi	50 HZ/60 HZ
Input Tegangan	24 V/48 V



Gambar 4.9 Inverter 3,5 KW 48 V
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Inverter yang kedua adalah inverter len 15 kw 240 V tipe len BDI15K-1P , inverter ini memiliki efisiensi yang sangat tinggi juga tidak jauh beda dengan inverter yang di bahas sebelumnya yaitu mencapai 95% dengan masa hidup atau lama pemakaian sekitar 10 tahun dan berbeda dengan inverter di atas inverter ini memiliki tegangan input 240 V , untuk lebih jelasnya mengenai spesifikasi tentang inverter len BDI15K-1P ini dapat di lihat pada gambar 4.9 dan tabel 4.9 di bawah ini :



Gambar 4.9 Inverter len BDI15K-1P 15 kw 240 V
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Tabel 4.9 Spesifikasi inverter 15 KW 240 V

Spesifikasi	Data
Merek	Len
Output Daya	15 kw
Seri	Len BDI15K-1P
Jaminan	10 Tahun
Output Frekuensi	50 HZ
Input Tegangan	240 V DC

B. Kondisi terkini komponen PLTS di PLTH Bayu Baru

Setelah melakukan penelitian dan pengambilan data langsung ke lokasi penelitian yaitu di PLTH Bayu Baru maka di peroleh data berupa kondisi komponen-komponen dari PLTS di PLTH Bayu Baru sebagai berikut:

Tabel 4.10 Kondisi terkini dari komponen PLTS di PLTH Bayu Baru

No	Komponen	Jumlah		Penyebab kerusakan	Tahun kerusakan	Penanganan
		Berfungsi	Rusak			
1.	Panel surya grup barat	120 unit	30 unit	Kerusakan pada blocking dioda	2016	Belum ada penanganan
2.	Panel surya grup KKP	44 unit	4 unit	Kerusakan pada bypass dioda	2016	Belum ada penanganan
3.	Panel surya grup timur	40 unit	0 unit			
4.	MPPT	0 unit	2 unit	Kerusakan pada blocking diode	2016	Belum ada penanganan
5.	Baterai grup barat 100 Ah\12 V	40 unit	20 unit	Low voltage	2015	Belum ada penanganan
6.	Baterai grup barat 180 Ah\12 V	40 unit	0 unit			
7.	Baterai grup KKP 100 Ah\ 2 V	48 unit	24 unit	Low voltage	2016	Belum ada penanganan
8.	Inverter 2 Kw/48 V	2 unit	1 unit	Arus dari turbin angin	2017	Service
9.	Inverter 3,5 Kw/48 V	1 unit	2 unit	Arus dari turbin angin	2017	Service
10.	Inverter 15 Kw/240 V	1 unit	0 unit			
11.	Inverter 7,5 Kw/120 V	0 unit	2 unit	Arus dari turbin angin	2015	Belum ada penanganan
Total		336 unit	85 unit			

1. Panel Surya

Berbagai kerusakan panel surya di atas telah terjadi semenjak tahun 2016 dan belum ada perbaikan sampai saat ini, seharusnya pengecekan dioda di lakukan setiap bulan sehingga jika terjadi kerusakan bisa langsung di ganti namun karena minimnya dana perawatan di PLH Bayu Baru hal itu belum terwujud, kerusakan ini tentunya akan mengganggu efisiensi dari panel surya sehingga energi yang di hasilkan tidak sesuai dengan energi yang di harapkan seperti grup barat yang seharusnya biasa mencapai maksimal 15 Kw hanya biasa menghasilkan maksimal 10 Kw begitupun grup KKP yang hanya biasa mencapai maksimal 9,5 Kw.

2. Baterai

Kerusakan baterai terjadi pada semua grup di PLTH Bayu Baru, di grup barat terdapat 100 unit baterai dan 20 unit di antaranya mengalami jatuhnya tegangan dan sudah tidak bisa di pakai lagi dan di grup KKP terdapat 72 unit baterai dan 24 unit di antaranya juga mengalami jatuhnya tegangan dan juga sudah tidak layak di pakai sedangkan baterai grup timur yang terdiri dari 40 unit baterai 20 unit yang di seri diantaranya meledak dan tentunya tidak akan bisa di pakai lagi.

3. Inverter

Inverter yang di operasikan pada PLTH Bayu Baru ini ada 4 jenis yaitu 3 unit inverter 2 Kw yang 1 unit diantaranya rusak, 3 unit inverter 3,5 Kw yang 2 unit diantaranya rusak kemudian 1 unit inverter 15 Kw dan yang terakhir 2 unit inverter 7,5 yang keduanya mengalami kerusakan. Inverter yang mengalami kerusakan sudah beberapa kali di perbaiki seperti halnya inverter 3,5 Kw sudah pernah di perbaiki 3 kali yang memakan waktu sampai 1 bulan dan inverter 15 Kw juga pernah di perbaiki oleh tenaga ahli dari perusahaan inverter itu sendiri dan tetap saja mengalami kerusakan.

C. Perbandingan Energi Ideal Dengan Energi Aktual

Dari berbagai macam kerusakan dari komponen utama maupun komponen pendukung pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru di atas tentunya akan mempengaruhi energi keluaran yang di hasilkan dalam artian energi keluaran yang di harapkan tidak sesuai dengan energi keluaran yang di dapat di tambah lagi dari losis dari setiap komponen, berikut adalah perhitungan nilai energi output berdasarkan perhitungan matematis dan enrgi hasil pengukuran di lapangan yang di amati di lapangan.

Dalam perhitunga matematis ini nilai dari performance ratio dianggap 84% hal ini berdasarkan asumsi dari rugi-rugi daya dari komponen listrik PLTS di PLTH Bayu Baru. Lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel di bawah:

Tabel 4.11 Asumsi dari rugi-rugi daya dari komponen listrik PLTS

Indikasi	Rugi-rugi
<i>Inverter</i>	5%
<i>Temperature</i>	5%
Kabel	3%
<i>Weak Radiation</i>	3%
Total	16%

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwasanya total dari rugi-rugi adalah sebesar 16%. Dengan demikian berarti $100\% - 16\% = 84\%$ berarti performance ratio dari sistem PLTS di PLTH Bayu Baru adalah 84%.

a. Grup Barat

Keterangan: E= energi berdasarkan perhitungan

- E aktual = energi hasil dari pengamatan
- A = dimensi panel surya
- η = efisiensi solar panel
- H = radiasi matahari perhari
- wp = kapasitas maksimum panel surya
- Pr = performance ratio
- t\|d = waktu kinerja maksimal panel surya per hari

Diketahui: wp = 100

- Pr = 84%
- H = 4,8 %
- jumlah panel = 120 unit
- dimensi panel = 670 x 1180

Penyelesaian:

$$E = A \times \eta \times H \times Pr$$

$$A = 670 \text{ mm} \times 1180 \text{ mm}$$

$$= 0,79 \text{ m}^2$$

$$\eta = \frac{wp}{\text{radiasi matahari} \times \text{dimensi panel surya}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{100 \text{ Wp}}{1.000 \text{ W/m}^2 \times 0,79 \text{ m}^2} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{100}{790} \times 100\%$$

$$\eta = 12,6 \%$$

$$E = 0,79 \text{ m}^2 \times 12,6\% \times 4,8 \text{ Kwh/m}^2 \text{d} \times 84\%$$

$$E = 0,79 \times 0,126 \times 4,8 \times 0,84$$

$$E = 0,40 \text{ Kwh/hari}$$

$$0,40 \times 120 \text{ unit}$$

$$= 48 \text{ Kwh/hari}$$

Energi aktual dapat di dapat dari hasil monitoring harian dari PLTH Bayu Baru dan dalam hal ini penulis mengambil data pada hari selasa 05 september 2017, dan datanya dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 4.13 Hasil monitoring beban grup barat

No	IPV BARAT 120 V	EPV BARAT 120 V
1.	4,3	516
2.	6,8	816
3.	6,8	816
4.	8,3	996
5.	8,6	1032
6.	7,4	888
7.	9	1080
8.	4	480
9.	4,4	528

	TOTAL :	7152 = 7,152 Kwh/hari
--	---------	--------------------------

Dari hasil perhitungan matematis dan data dari tabel di atas dapat kita lihat perbedaan yang sangat jauh di antara keduanya dimana nilai energi yang di dapat dengan cara perhitungan adalah sebesar 48 Kwh/hari sedangkan energi yang didapat dari pengamatan di lapangan atau dari data beban hanya sebesar 7,152 Kwh/hari. Selisih antara keduanya sangat besar yaitu 40,848 Kwh/hari hal ini disebabkan oleh berbagai kerusakan yang terjadi pada berbagai komponen PLTS di PLTH Bayu Baru terutama di sebabkan oleh tidak maksimalnya baterai dalam menyimpan energi karena baterai yang di gunakan telah melebihi Lifetime dari baterai tersebut.

b. Grup KKP

Keterangan: E = energi berdasarkan perhitungan

- E aktual = energi hasil dari pengamatan
- A = dimensi panel surya
- η = efisiensi solar panel
- H = radiasi matahari perhari
- wp = kapasitas maksimum panel surya
- Pr = performance ratio
- t\|d = waktu kinerja maksimal panel surya per hari

Diketahui: wp = 220

- Pr = 84%
- H = 4,8 %
- jumlah panel = 44 unit
- dimensi panel = 987mm x 1637mm

Penyelesaian:

$$E = A \times \eta \times H \times Pr$$

$$A = 987 \text{ mm} \times 1637 \text{ mm}$$

$$= 1,61 \text{ m}^2$$

$$\eta = \frac{wp}{\text{radiasi matahari} \times \text{dimensi panel surya}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{220 \text{ Wp}}{1.000 \text{ W/m}^2 \times 1,61 \text{ m}^2} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{220}{1610} \times 100\%$$

$$\eta = 13,66 \%$$

$$E = 1,61 \text{ m}^2 \times 13,66\% \times 4,8 \text{ Kwh/m}^2 \text{d} \times 84\%$$

$$E = 1,61 \times 0,1366 \times 4,8 \times 0,84$$

$$E = 0,97 \text{ Kwh/hari}$$

$$0,88 \times 44 \text{ unit}$$

$$= 38,72 \text{ Kwh/hari}$$

Energi aktual di dapat dari hasil monitoring harian dari PLTH Bayu Baru dan dalam hal ini penulis mengambil data pada hari selasa 05 september 2017, dan datanya dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 4.14 Hasil *monitoring* beban grup KKP

No	IPV	KKP	48 V	E PV	KKP		E
	G I	G II	G III	GI	G II	G III	
1.	13,6	16,7	16,5	652,8	801,6	792	2246,4
2.	16,3	19,8	18,7	782,4	950,4	897,6	2630,4
3.	30,3	30,8	32	1454,4	1478,4	1536	4468,8
4.	25,1	26,7	27,8	1204,8	1281,6	1339,2	3825,6
5.	21,5	24,4	26,8	1032	1171,2	1286,4	3489,6
6.	19,8	20,3	22,4	950,4	974,4	1075,2	3000
7.	20	20,6	23,4	960	988,8	1123,2	3072
8.	12,9	11,6	15	619,2	556,8	720	1896
9.	19,9	13,3	14,4	955,2	638,4	691,2	2284,8
TOTAL:							26913,6 =29,91 Kwh/hari

Dari hasil perhitungan secara matematis dan dari hasil *monitoring* beban di lapangan yang di tunjukan pada tabel di atas terlihat perbedaan yang besar antara keduanya, dimana hasil energi aktual di lapangan yang hanya 29,91 Kwh/hari tidak mencapai energi yang diharapkan atau energi yang semestinya di hasilkan yaitu sebesar 38,72 Kwh/hari di grup KKP ini. Selisih yang besar yaitu sebesar 8,81 ini di sebabkan oleh berbagai kerusakan yang terjadi pada komponen PLTS sehingga sistem tidak bekerja dengan baik dan menyebabkan rugi-rugi daya yang besar.

c. Grup Timur

Keterangan: E = energi berdasarkan perhitungan

E aktual = energi hasil dari pengamatan

A = dimensi panel surya

η = efisiensi solar panel

H = radiasi matahari perhari

wp = kapasitas maksimum panel surya

Pr = performance ratio

t\ d = waktu kinerja maksimal panel surya per hari

Diketahui: wp = 100

Pr = 84%

H = 4,8 %

jumlah panel = 40 unit

dimensi panel = 1580 mm x 808 mm

Penyelesaian:

$E = A \times \eta \times H \times Pr$

A = 1580 mm x 808 mm

= 1,27 m²

$\eta = \frac{wp}{\text{radiasi matahari} \times \text{dimensi panel surya}} \times 100\%$

$\eta = \frac{100}{1.000w/m^2 \times 1,27m^2} \times 100\%$

$\eta = \frac{100}{1270} \times 100\%$

$\eta = 7,87 \%$

E = 1,27 m² x 7,87% x 4,8Kwh/m²d x 84%

E = 1,27 x 0,0787 x 4,8 x 0,84

E = Kwh/hari

0,40 x 40 unit

= 16 Kwh/hari

Berdasarkan perhitungan di atas dapat di lihat bahwasanya energi ideal yang dapat di hasil kan oleh grup timur adalah 16 Kwh/hari, namun penulis tidak dapat membandingkan dengan energi aktual di lapangan hal ini di sebabkan oleh minimnya data *monitoring* beban grup timur.

Perbandingan antara energi yang di hasilkan berdasarkan perhitungan matematis dan energi aktual yang di dapat dari *monotoring* beban di lapangan memiliki perbedaan yang signifikan. Perbedaan signifikan antara energi ideal denga anergi aktual yang mana energi aktual jauh lebih rendah membuktikan bahwa kerusakan pada setiap komponen pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru sangat mempengaruhi energi yang di hasilkan. Untuk lebih jelasnya tentang perbedaan energi ideal hasil perhitungan dengan energi aktual di lapangan dapat di perhatikan pada tabel berikut

Tabel 4.15 Perbandingan energi perhitungan dengan energi aktual

	Grup Barat	Grup KKP	Grup Timur
Energi Perhitngan	48 Kwh/hari	38,72 Kwh/hari	16 Kwh/hari
Energi Pengukuran	7,152 Kwh/hari	29,91 Kwh/hari	-

Tabel di atas membuktikan bahwa kerusakan yang terjadi pada komponen-komponen listrik pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru sangat mempengaruhi kinerja atau efisiensi dari sistem PLTS itu sendiri hal ini dibuktikan dengan besarnya rugi-rugi daya sehingga energi yang di hasilkan jauh lebih rendah dari energi yang semestinya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang di lakukan pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kerusakan komponen-komponen listrik yang sering terjadi pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru adalah pada inverter yang di sebabkan oleh kebocoran arus AC dari turbin angin hal ini disebabkan tidak maksimalnya kerja rectifier pada turbin angina. Kerusakan juga sering terjadi pada baterai yang di sebabkan oleh tidak di aplikasikannya MPPT pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru ini.

2. Konstuksi terkini yang mengalami kerusakan di berbagai komponen-komponen listrik pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru di akibatkan lambannya penanganan dari pengelola PLTH Bayu Baru dan kurangnya perhatian dari pihak pemerintah.
 3. Kerusak komponen-komponen listrik pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru mengakibatkan efisiesi dari PLTS sangat rendah, hal ini di buktikan degan energi yang di hasilkan jauh di bawah energi yang semestinya, seperti halnya grup barat yang hanya menghasilkan 7,152 Kwh/hari padahal idealnya dapat menghasilkan energi 48 Kwh/hari dan di grup KKP hanya menghasilkan energi 29,91 Kwh/hari padahal idealnya apat menghasilka energi 38,72 Kwh/hari.
- b. Saran
- Saran dari penulis di tujukan kepada pengelolah PLTH Bayu Baru dan instansi terkaiat dalam hal ini pemerintah yang bertujuan agar sistem PLTH jauh lebih baik di masa yang akan datang, adapun sarannya sebagai berikut:
1. Pengelola PLTH Bayu Baru harus selalu mengadakan pengecekan secara berkala pada komponen-komponen listrik PLTH Bayu Baru agar kerusakan yang terjadi dapat di tangani sebelum kerusakan semakin parah.
 2. Pemerintah seharusnya lebih peduli untuk ikut membantu perawatan PLTH Bayu Baru sehingga komponen-komponen listrik yang surak dapat di perbaiki dan komponen-komponen yang telah melebihi batas ketahanannya dapat di ganti.
 3. Ketika pemerintah berencana membangun PLTH untuk masa yang akan datang hal yang juga penting harus di pertimbangkan sebelum membangun adalah anggaran biaya perawatannya agar PLTH yang di bangun bekerja sesuai dengan yang diharapkan dalam jangka panjang.

Daftar Pustaka

Diaz,Pablo.2003. *Exprimental Analysis Of Battery Charge Regulation in Photovoltaic*

- System*. Jurnal. Instituto de Energia Solar-ETSI Telecomunicacion. Ciudad Universitaria. Madrid. Spain.
- Masarrang,Maryantho.2016. *Studi Kelayakan dan DED PLTS Komunal di Kabupaen Sigi*. Jurnal. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Tadlako.
- Martono,Didik.2014. Evaluasi Rugi-Rugi Jarigan Yang Dilayani Oleh Jaringan PLTS Terpusat Siding. Jurnal. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Tanjung pura.
- Nasri,Faizul. 2012. Bagaimana cahaya matahari sampai ke bumi?. Di akses psds 14 april 2014 <http://galeribocah.blogspot.co.id/2012/05/bagaimana-energi-matahari-bisa-sampai.html>.
- Putra,Marhadi.2016. Pengertian dan kerja inverter. Di akses pada 14 maret 2018. Dapat di akses di<http://panduanteknisi.com/pengertian-dan-cara-kerja-inverter.html>.
- Prasetio,M. 2017. Solar charge cmtroller-solar controller. Di akses pada 26 april 2017. Dapat di akses di <http://www.panelsurya.com/index.php/id/solar-controller/12-solar-charge-controller-solar-controller>.
- Rumbayan, M., A. Abudureyimu, K. Nagasaka. 2015. "Mapping of Solar Energy Potential in Indonesia Using Artificial Neural Network and Geographical Information System". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 1437-1449.
- The Need Project. 2007. www.need.org/files/curriculum/infobook/solari.pdf