

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil PLTH Bayu Baru

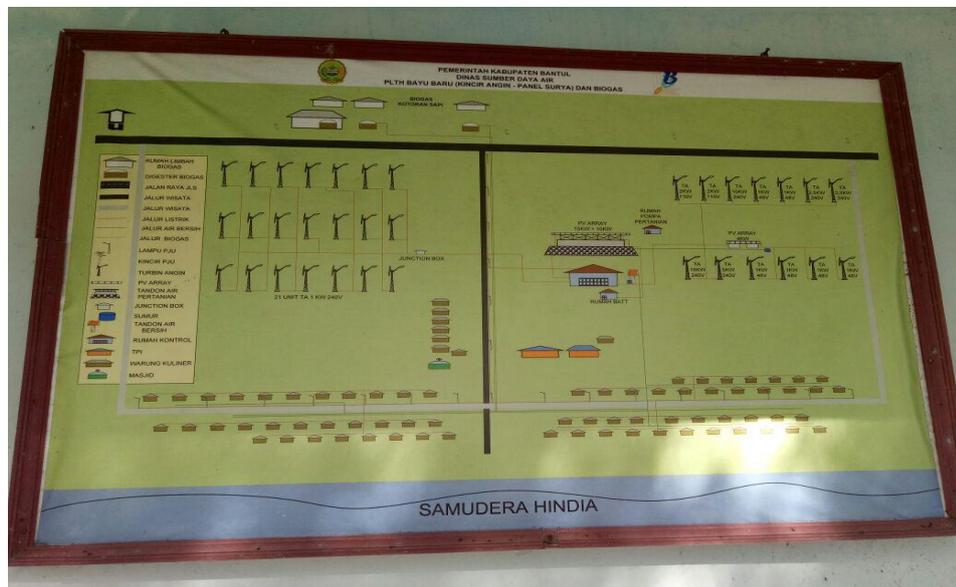
Pembangkit listrik tenaga hibrida atau PLTH berlokasi di kawasan wisata pesisir pantai selatan pulau Jawa tepatnya di dusun Ngentak, Desa Pancosari, Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, kondisi alam di daerah pesisir pantai selatan ini cukup panas dan memiliki potensi angin yang potensial sehingga sangat tepat di jadikan lokasi PLTH, untuk lebih jelasnya lokasi PLTH Bayu Baru dapat di lihat pada peta berikut:



Gambar 4.1 Peta Kabupaten Bantul DI Yogyakarta
(Sumber: <https://www.google.co.id/maps/place/pantai,+baru>)

Dalam penelitian atau pengambilan data maka akan di butuhkan skema atau semacam denah lokasi sistem pembangkit listrik tenaga hibrida, hal ini sangat penting agar ketika melakukan penelitian atau pengambilan data di lokasi dan di PLTH Bayu Baru sudah memiliki denah lokasi yang dapat menjadi acuan ketika menelusuri lokasi PLTH Bayu Baru baik untuk penelitian maupun hanya untuk

wisata teknologi, berikut adalah denah lokasi PLTH Bayu Baru. Berikut adalah denah lokasi kawasan PLTH Bayu Baru :



Gambar 4.2 Denah kawasan PLTH Bayu Baru
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

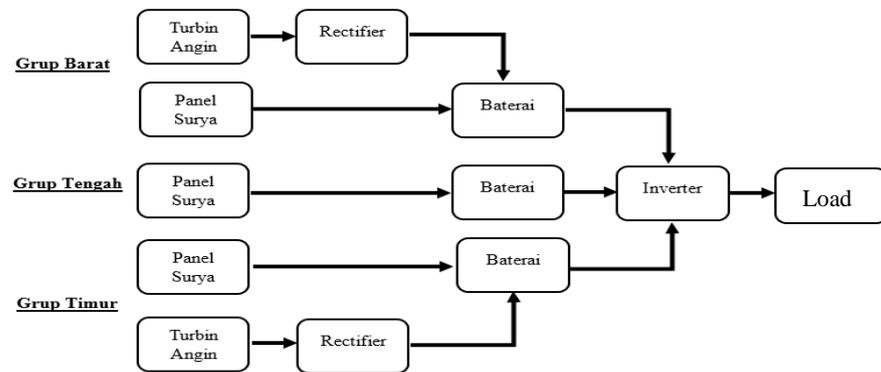
Penelitian ini terfokus kepada salah satu sistem dari dua sistem yang di aplikasikan pada PLTH Bayu Baru yaitu pada sistem pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS yang akan mengumpulkan data kemudian akan diolah untuk di rumuskan dalam bentuk sebuah acuan skema perawatan berkala pada komponen pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS.

4.2 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 4.3 berikut:



Gambar 4. 3 Diagram PLTH Tahun 2011 s/d 2017

Beban listrik yang terpasang pada saat konstruksi awal berbeda-beda juga, beban-beban yang terdapat pada PLTH Bayu Baru adalah beban harian dari konsumsi listrik masyarakat yang terdiri dari rumah warga, warung-warung yang berjejer di pantai baru maupun lampu-lampu jalan. Beban-beban tersebut dapat di lihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Beban Sehari-hari pada tahun 2011 s/d 2017

No	Jenis Beban	Jumlah (Unit)	Daya Beban (W)	Durasi Pemakaian Per Hari (Jam)
1	Lampu Penerangan Warung	200	15	12
2	Mesin Es Kristal	1	3000	12
3	Mesin Es Kristal	1	2500	12
4	Mesin Es Balok	1	6000	12
5	Pompa Air	10	125	1
6	Pompa Jet Pump	1	250	1
7	Lampu Penerangan Kantor	10	20	12
8	Dispenser	5	350	1
9	Kipas Angin	3	50	1
10	Televisi	2	65	3
11	Lampu PJU	40	23	12
12	Mesin Es Giling	1	750	12
13	Lampu Indikator Menara	1	60	12

Beban harian ini merupakan data yang diperoleh dari hasil wawancara dan tinjauan langsung ke lokasi PLTH Bayu Baru. Pada data beban di atas dapat dilihat bahwa daya beban yang paling besar adalah daya yang dibutuhkan oleh mesin es balok dan beban yang paling banyak yaitu dari lampu warung dan ditambah lampu jalan. Semua beban pada tabel rata-rata pemakaiannya dalam sehari adalah sekitar 12 jam.

Adapun komponen-komponen awal baik komponen utama maupun komponen pendukung dari sistem PLTS di PLTH Bayu Baru Bantul DI Yogyakarta adalah sebagai berikut:

4.2.1 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.

Setiap unit panel surya dipasang rangkaian dioda yang terdiri dari tiga dioda yang di rangkai seri pada setiap panelnya, hal ini sangat perlu dilakukan agar sistem pembangkit listrik tenaga surya berjalan dengan semestinya, dioda pada panel surya memiliki dua fungsi yaitu sebagai *blocking dioda* dan sebagai *bypass dioda*.

Blocking dioda berfungsi proteksi panel surya karena baterai akan diisi apabila tegangan yang dihasilkan oleh panel surya lebih besar dari tegangan baterai atau aki hal ini terjadi ketika matahari bersinar atau pada siang hari, sedangkan pada malam hari atau pada saat tidak ada cahaya matahari maka tegangan baterai atau aki akan lebih besar dari tegangan yang dihasilkan panel surya, sehingga tegangan akan mengalir dari baterai ke panel surya, hal ini akan merusak panel surya dan agar hal ini tidak terjadi maka di pasang *blocking dioda*.

Bypass dioda sebagai proteksi panel surya perunitnya yang berfungsi apabila ada salah satu dalam panel surya yang di rangkai seri terkena bayangan atau tertutup dari cahaya matahari yang akan mengurangi produksi daya sistem secara keseluruhan, arus yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak terkena bayangan akan mengalir melalui dioda agar menghindari resistensi dari dioda dari panel surya yang tidak bekerja optimal sehingga seluruh sistem bekerja maksimal. Untuk lebih jelasnya bagaimana mekanisme atau sistem pada tiap grup panel surya di PLTH Bayu Baru maka akan di bahas pada ulasan berikut di bawah ini:

a 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 4.4 di bawah:



Gambar 4.4 Sel dan Modul Fotovoltaik (PV) Jenis Polikristal
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Panel surya di grup barat ini menggunakan panel surya merek elsol model Es100236-PCM dengan maksimum daya sebesar 100 W dan memiliki panjang 670 mm dan lebar 1180 mm dengan ketebalan 35 mm dan berat 9,2 kg per unitnya yang terdiri dari 150 unit yang terbagi kedalam lima baris,

setiap baris terdiri dari 30 unit yang di rangkai secara seri kemudian kelima unit tersebut di rangkai paralel, untuk lebih jelasnya tentang spesifikasi dari panel surya yang di gunakan pada grup barat ini dapat di perhatikan pada table 4.2 berikut di bawah ini:

Tabel 4.2 Spesifikasi dari panel surya pada grup barat

Spesifikasi	Data
Merek	Elsol
Model	Es100236-PCM
Daya Maksimum	100 W
<i>Short Circuit Current</i>	6,5 A
<i>Maximum Power Current</i>	5,82 A
<i>Open Circuit Voltage</i>	21,75 V
<i>Nominal Voltage</i>	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

b 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.



Gambar 4.5 panel surya pada grup KKP
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Berbeda dengan panel pada grup lainnya panel surya di grup KKP ini menggunakan panel surya dengan merek *skytech* solar model SIP-220 dengan dimensi fisik panjang 987 mm dan lebar 1638 mm dengan ketebalan 45 mm dan memiliki berat perunitnya adalah 19 kg. Untuk lebih jelasnya tentang data spesifikasi dari panel surya yang di aplikasikan pada grup kkp ini dapat di lihat pada tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4.3 Data spesifikasi panel surya grup KKP

Spesifikasi	Data
Merek	<i>Skytech</i> Solar
Model	SIP-220
<i>Rated Power (pmax)</i>	220 W
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	36,24 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	7,93 A
<i>Maximum Power Current (Ipm)</i>	7,39 A
<i>Maximum Power Voltage (Vpm)</i>	29.82 V
<i>System Voltage</i>	12 V
<i>Maximum System Voltage</i>	1000 V
<i>Dimention</i>	987x1637x45 (mm)
Berat	19 kg

c 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 4.6 di bawah ini:



Gambar 4.6 Panel surya grup timur Jenis Monokristal
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Tabel 4.4 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

Dari ketiga grup di atas yaitu grup barat, grup KKP dan grup timur masing-masing akan menghasilkan energi listrik yang semuanya akan masuk ke baterai atau aki, grup barat akan menghasilkan daya sebesar 15 KW sedangkan dari grup KKP akan menghasilkan daya sebesar 10 KW dan yang terakhir grup timur yang akan menghasilkan daya sebesar 4 KW. Secara keseluruhan daya yang dihasilkan oleh PLTH Bayu Baru dari sitem pembangkit listrik tenaga surya adalah sebesar 29 KW.

4.2.2 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.



Gambar 4.7 Baterai atau Aki
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

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.

a. Baterai Grup Barat

Grup Barat mengaplikasikan dua macam baterai dengan merek yang berbeda tentunya dengan kapasiatas 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 listrik. Berikut adalah tabel spesifikaasi dan gambar baterai GS premium N 100 yang di aplikasian di grup barat:

Tabel 4.5 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 4.8 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 4.6 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 4.9 Baterai atau Aki *luminous* 100 Ah/12 V
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

b. 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 4.7 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 4.10 Baterai atau Aki *power fit* 105 Ah/12 V
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

c. Baterai Grup KKP

Grup KKP mengaplikasikan baterai *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 4.8 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
<i>Temperatur Charge Range</i>	-15~+50 °C
<i>Temperatur Discharge Range</i>	-20~+ 50 °C
<i>Max Charging Current</i>	150 A
<i>Dimensi</i>	340x173x338 mm
Berat	59,5 Kg



Gambar 4.11 Baterai atau Aki *sun power* 1000 Ah/12 V
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

4.2.3 Inverter

Arus yang di hasilkan atau keluaran dari panel surya adalah arus DC atau arus searah sedangkan arus yang di butuhkan untuk beban tidak semuanya DC banyak beban yang membutuhkan arus AC atau arus bolak balik maka di sinilah peran penting dari *inverter* sebagai alat atau komponen yang mengubah arus DC menjadi AC atau dari arus searah menjadi arus bolak balik terlebih di PLTH Bayu Baru ini.

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 4.9 dan gambar 4.9 di bawah ini :

Tabel 4.9 Spesifikasi inverter 3,5 KW 48 V

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



Gambar 4.12 *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 4.13 dan tabel 4.10 di bawah ini :



Gambar 4.13 *Inverter* len BDI15K-1P 15 kw 240 V
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Tabel 4.10 Spesifikasi *inverter* 15 KW 240 V

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

4.3 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:

4.3.1 Panel Surya

Seperti yang di bahas sebelumnya panel surya dan komponen pendukung di PLTH Bayu Baru terbagi kepada tiga grup yaitu grup barat, grup KKP dan grup timur. Kondisi terkini dari panel surya dan komponen di semua grup adalah sebagai berikut:

Tabel 4.11 Kondisi terkini dari panel surya di PLTH Bayu Baru

No	Kompoen	Jumlah Komponen		Penyebab kerusakan	Tahun kerusakan	Penanganan
		Berfungsi	Rusak			
1.	Panel surya grup barat	120 unit	30 unit	Kerusakan pada <i>blocking dioda</i>	2016	Belum ada penanganan
2.	Panel surya grup KKP	44 unit	4 unit	Kerusakan pada <i>bypass dioda</i>	2016	Belum ada penanganan
3.	Panel surya grup timur	40 unit	0 unit			

Tabel di atas menggambarkan bahawa ada kerusakan sebanyak 30 unit panel surya yang rusak di grup barat yang di sebabkan karena rusaknya *blocking dioda* yang di sebabkan oleh korosi dan ada 4 unit panel surya yang rusak di grup KKP yang di sebabkan terbakarnya *bypass dioda* yang terpasang di setiap unit panel kemudian di grup timur disemua unit panel surya berfungsi dengan baik.

Rusaknya panel surya tentunya akan menggagu atau mengurangi energi yang akan dihasilkan seperti halnya panel surya di grup barat yang berfungsi hanya 120 unit sehingga daya yang seharusnya 15 Kw hanya dapat menghasilkan 12 Kw begitupun grup KKP yang hanya berfungsi 44 unit sehingga daya yang seharusnya dapat mencapai 10,5 Kwh turun menjadi 9,5 Kwh.

4.3.2 MPPT

Tabel 4.12 Kondisi terkini dari MPPT di PLTH Bayu Baru

No	Kompoen	Jumlah	Komponen	Penyebab kerusakan	Tahun kerusakan	Penanganan
		Berfungsi	Rusak			
1.	MPPT	0 unit	2 unit	Kerusakan pada <i>blocking dioda</i>	2016	Belum ada penanganan

Tabel di atas menjelaskan bahwa terdapat dua unit MPPT dan keduanya dalam keadaan rusak dan sudah tidak dapat di oprasikan sebagaimana semestinya.

4.3.3 Baterai

Tabel 4.13 Kondisi terkini dari baterai di PLTH Bayu Baru

No	Kompoen	Jumlah	Komponen	Penyebab kerusakan	Tahun kerusakan	Penanganan
		Berfungsi	Rusak			
1.	Baterai grup barat 100 Ah\12 V	40 unit	20 unit	<i>Low voltage</i>	2015	Belum ada penanganan
2.	Baterai grup barat 180 Ah\12 V	40 unit	0 unit			
3.	Baterai grup KKP 100 Ah\ 2 V	48 unit	24 unit	<i>Low voltage</i>	2016	Belum ada penanganan
4.	Baterai grup timur 100 Ah\12 V	20 unit	20 unit	Baterai meledak	2016	Belum ada penanganan

Tabel di atas menjelaskan bahwa kondisi baterai di setiap grup bermasalah karena di setiap grup terdapat baterai yang rusak dan tidak dapat dioperasikan sehingga menyebabkan proses penyimpanan energi tidak akan maksimal.

4.3.4 Inverter

Tabel 4.14 Kondisi terkini dari *inverter* di PLTH Bayu Baru

No	Kompoen	Jumlah	Komponen	Penyebab kerusakan	Tahun kerusakan	Penanganan
		Berfungsi	Rusak			
1.	<i>Inverter</i> 2 Kw/48 V	2 unit	1 unit	Arus dari turbin angin	2017	<i>Service</i>
2.	<i>Inverter</i> 3,5 Kw/48 V	1 unit	2 unit	Arus dari turbin angin	2017	<i>Service</i>

3.	<i>Inverter</i> 15 Kw/240 V	1 unit	0 unit			
4.	<i>Inverter</i> 7,5 Kw/120 V	0 unit	2 unit	Arus dari turbin angin	2015	Belum ada penanganan

Tabel di atas menjelaskan bahwa *inverter* yang di pakai ada 4 jenis yang mana di setiap jenis dari *inverter* selalu mengalami kerusakan bahkan untuk *inverter* 7,5 Kw/120 V semuanya rusak dalam keadaan rusak atau dalam keadaan mati.

4.4 Analisis

Setelah melakukan penelitian dan pengambilan data baik data komponen maupun data beban di pembangkit listrik tenaga surya PLTH Bayu Baru dan penulis mencoba untuk menganalisa data yang telah di peroleh dan berikut adalah beberapa analisa tersebut:

4.4.1 Analisis komponen

Tabel 4.15 Kondisi terkini dari komponen PLTS di PLTH Bayu Baru

No	Kompoen	Jumlah Komponen		Penyebab kerusakan	Tahun kerusakan	Penanganan
		Berfungsi	Rusak			
1.	Panel surya grup barat	120 unit	30 unit	Kerusakan pada <i>blocking dioda</i>	2016	Belum ada penanganan
2.	Panel surya grup KKP	44 unit	4 unit	Kerusakan pada <i>bypass dida</i>	2016	Belum ada penanganan
3.	Panel surya grup timur	40 unit	0 unit			
4.	MPPT	0 unit	2 unit	Kerusakan pada <i>blocking diode</i>	2016	Belum ada penanganan
5.	Baterai grup barat 100 Ah\12 V	40 unit	20 unit	<i>Low voltage</i>	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	<i>Low voltage</i>	2016	Belum ada penanganan
8.	<i>Inverter</i> 2 Kw/48 V	2 unit	1 unit	Arus dari turbin angin	2017	<i>Service</i>
9.	<i>Inverter</i> 3,5 Kw/48 V	1 unit	2 unit	Arus dari turbin angin	2017	<i>Service</i>

10.	<i>Inverter 15 Kw/240 V</i>	1 unit	0 unit			
11.	<i>Inverter 7,5 Kw/120 V</i>	0 unit	2 unit	Arus dari turbin angin	2015	Belum ada penanganan
Total		336 unit	85 unit			

1. Panel Surya

Panel surya mengalami kerusakan pada grup barat dan grup KKP, di grup barat terdapat satu baris yang terdiri dari 30 unit panel yang di rangkai secara paralel yang mengalami kerusakan di akibatkan oleh tidak berfungsinya *blocking diode* kerusakan di sebabkan oleh korosinya penampang dari *blocking diode*, dengan demikian satu jalur panel surya yang terdiri dari 30 unit panel surya di grup barat terpaksa di *non* aktifkan agar panel surya tidak ikut rusak karena dengan tidak berfungsinya *blocking diode* tegangan dari baterai akan mengalir ke panel surya ketika tidak ada cahaya matahari yang tentunya akan merusak panel surya.

Panel surya di grup KKP terdapat 4 unit panel surya tidak berfungsi yang di sebabkan oleh terbakarnya *bypass diode* yang terdapa pada masing-masing dari 4 unit dioda tersebut, hal ini di sebabkan oleh tidak stabilnya cahaya matahari di lokasi tersebut yang terkadang cuaca sangat panas dan tiba-tiba gelap yang di sebabkan matahari terhalang awan yang berulang-ulang sehingga terjadinya naik turun energi, energi yang di hasilkan secara *signifikan* oleh panel surya secara berulang-uang pula yang menyebabkan panasnya *bypass diode* dan dan akhirnya terbakar.

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.

Kerusakan baterai pada grup barat sudah terjadi semenjak tahun 2015 dan baterai grup KKP dan timur sudah terjadi semenjak tahun 2016, rusaknya baterai di sebabkan oleh tidak di fungsikannya SCC pada sistem PLTS di PLTH Bayu Baru yang menyebabkan energi dari panel surya yang masuk ke baterai tidak stabil atau naik turun dan hal ini menyebabkan baterai akan cepat rusak apalagi semua baterai di PLTH Bayu Baru belum pernah di ganti semenjak PLTH Bayu Baru ini beroperasi mengingat ketahanan baterai hanya 5 tahun sehingga seharusnya setiap 5 tahun sekali semua baterai di ganti namun hal ini belum terlaksana dikarenakan minimnya dana perawatan di PLTH Bayu Baru.

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.

Kerusakan di sebabkan oleh kebocoran arus AC dari turbin angin atau *output* dari turbin angin tidak terkonveksi dengan baik dari arus AC ke arus DC sehingga secara tidak di sadari ada arus AC yang ikut masuk ke *inverter* dan menyebabkan *inverter* mengalami kerusakan mengingat *input inverter* harus DC murni, setelah mengetahui penyebab kerusakan dari *inverter* adalah turbin angin maka mulai dari awal 2018 energi dari turbin angin tidak di sambung lagi ke *inverter*.

4.4.2 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 4.16 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%.

1. 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 4.17 Hasil *monitoring* beban grup barat

No	I PV BARAT 120 V	E PV 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.

2. 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 4.18 Hasil *monitoring* beban grup KKP

No	I PV	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

3. 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:

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

$$A = 1580 \text{ mm} \times 808 \text{ mm}$$

$$= 1,27 \text{ m}^2$$

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

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

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

$$\eta = 7,87 \%$$

$$E = 1,27 \text{ m}^2 \times 7,87\% \times 4,8 \text{ Kwh/m}^2 \text{d} \times 84\%$$

$$E = 1,27 \times 0,0787 \times 4,8 \times 0,84$$

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

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

$$= 16 \text{ Kwh/hari}$$

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

Perbandingan antara energi yang dihasilkan berdasarkan perhitungan matematis dan energi aktual yang didapat dari *monitoring* beban di lapangan memiliki perbedaan yang signifikan. Perbedaan signifikan antara energi ideal dengan energi 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 dihasilkan. Untuk lebih jelasnya tentang perbedaan energi ideal hasil perhitungan dengan energi aktual di lapangan dapat diperhatikan pada tabel berikut:

Tabel 4.19 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 dihasilkan jauh lebih rendah dari energi yang semestinya.