

ANALISIS BATERAI DALAM MEMPERTAHANKAN KEANDALAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PUNAGAYA 2X100 MW

Abimanyu¹⁾, Ir. Ahmad Gaffar²⁾, Sarwo Pranoto³⁾.

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Abimanyuhr.am@gmail.com

Sarwo.pranoto@poliupg.ac.id

Abstrak

Salah satu PLTU yang masih beroperasi hingga saat ini adalah PLTU Punagaya 2x100 MW yang terletak di kabupaten Jeneponto Sulawesi selatan. Dengan kapasitas yang besar seperti itu tentu PLTU Punagaya harus tetap dalam kondisi baik dan andal dalam beroperasi. Memastikan peralatan utama seperti boiler dan turbin tetap dalam kondisi baik peralatan bantu lainnya juga perlu dipastikan dalam kondisi baik dan siap beroperasi. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk menjelaskan peranan baterai pada turbin Uap ketika terjadi Blackout, dan berapa kapasitas yang terukur pada baterai dan total beban essential load, serta berapa lama baterai dapat menyuplai beban essential load khususnya beban-beban DC turbin pada PLTU Punagaya 2x100MW, data dikumpulkan dengan menggunakan teknik observasi, wawancara serta pengumpulan data, dari hasil pengolahan dan analisis dapat diketahui kapasitas baterai yang terukur dengan metode discharge 40%-70% dengan menggunakan alat TORREL 860 dengan metode battery voltage monitoring dan lama baterai yang menyuplai ke beban yaitu 4 jam 27 menit dengan spesifikasi baterai dan beban yang ditetapkan sedangkan untuk pengukuran yaitu 4 jam 18 menit tidak jauh dari spesifikasi baterai, maka dapat diketahui bahwa keandalan baterai masih baik.

Keywords: Baterai, Sistem DC

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting dan vital yang tidak dapat dilepaskan dari keperluan sehari-hari. Manusia hampir tidak dapat melakukan pekerjaan yang ada dengan baik ataupun memenuhi kebutuhannya jika tidak ada pasokan energi listrik. Kekurangan energi listrik dapat mengganggu aktivitas manusia. Oleh sebab itu kesinambungan dan ketersediaan energi listrik harus dipertahankan. Pada suatu sistem tenaga listrik tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Ukuran keandalan dapat dinyatakan sebagai seberapa sering sistem mengalami pemadaman, berapa lama pemadaman terjadi dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi dari pemadaman yang terjadi. Permasalahan yang paling mendasar pada penyaluran daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada beban. Gangguan yang terjadi pada unit-unit pembangkitan akan menyebabkan terganggunya penyediaan tenaga listrik dengan segala akibatnya bagi perusahaan listrik maupun konsumen. Saat ini kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi serta informasi, maka dibangunlah pembangkit-pembangkit energi listrik. Salah satunya yaitu PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap).

PLTU adalah pembangkit listrik yang mengubah energi kinetik uap menjadi energi listrik. PLTU membutuhkan panas yang cukup untuk menghasilkan uap

yang dapat memutar turbin sehingga menghasilkan listrik. Sehingga,

Secara prinsip PLTU adalah alat yang diciptakan dengan memanfaatkan panas yang dapat diubah menjadi uap untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan energi listrik. PLTU beroperasi pada siklus yang dimodifikasi agar mencakup proses pemanasan lanjut (*super heating*), pemanasan air pengisian ketel/boiler (*feed water heating*) dan pemanasan kembali uap keluar turbin tekanan tinggi (*steam heating*). Untuk mempertahankan efisiensi panas (*thermal efficiency*) maka uap yang dipakai harus dibuat bertekanan dan suhu setinggi mungkin. Demikian pula turbin yang dipakai secara ekonomis dibuat dengan ukuran yang sebesar mungkin, agar dapat menekan biaya investasi karena daya yang dihasilkan menjadi besar. Dengan pemakaian turbin-turbin uap berkapasitas tinggi, efisiensi ditingkatkan melalui pemanasan kembali (*reheating*) uap setelah sebagian berekspansi melalui tingkat-tingkat suhu akhir (turbin tekanan rendah)

Setiap Komponen PLTU Perlu dilakukan perawatan secara rutin, dan salah komponen penting untuk penunjang PLTU adalah Baterai. Baterai ini digunakan untuk menyuplai beban-beban DC esensial seperti halnya motor DC yang berfungsi memompa oli bertekanan ke poros turbin yang dimana jika pada kondisi tertentu motor tersebut berhenti secara tiba-tiba maka dapat menyebabkan kerusakan fatal pada turbin. Oleh karena itu pada kesempatan ini, akan dilakukan penelitian dengan analisis terhadap baterai yang digunakan di PLTU khususnya untuk menyuplai beban-beban DC komponen utama turbin. Umumnya baterai yang digunakan pada PLTU jarang

dilakukan pemantauan secara berkala atau pengecekan untuk memastikan apakah baterai masih dalam keadaan normal atau sudah tidak standar. Sebagai komponen penting tentunya suatu pembangkit seperti PLTU perlu memastikan kalau baterai yang digunakan masih sesuai standar dan masih bisa dipastikan fungsinya tidak menurun baik dari proses *charge in* (Pengisian) maupun proses *discharge* (pembebanan). Dengan melakukan analisis secara menyeluruh terhadap baterai ini tentu diharapkan dapat membantu untuk menganalisa keadaan baterai baik dari sisi kenormalan kapasitas maupun penurunan tegangannya apakah masih sesuai dan bisa berfungsi secara baik saat terjadi masalah seperti blackout.

Untuk pemenuhan data terkait rencana penelitian tersebut dan dalam mencoba memahami lebih dalam lagi terkait penggunaan baterai di PLTU dan pemahan tentang peranan komponen-komponen DC yang disuplai, maka penelitian akan dilakukan di salah satu Pembangkit yang memanfaatkan energi uap sebagai sumber penggerak yaitu PLTU Punagaya 2x100 MW yang terletak di Desa Punagaya, Kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan, Indonesia.

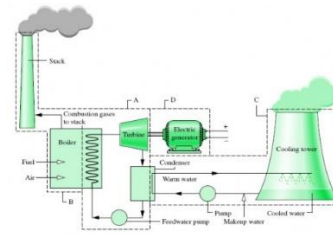
II. KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengertian PLTU

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah suatu pembangkit terminal dengan menggunakan uap air sebagai fluida kerjanya, yaitu dengan memanfaatkan energi kinetik uap untuk menggerakkan poros sudu-sudu turbin untuk memproduksi listrik dengan tenaga uap adalah dengan mengambil energi panas yang terkandung dalam bahan bakar, untuk memproduksi uap kemudian dipindahkan kedalam turbin dan turbin tersebut merubah energi panas menjadi energi mekanis dalam bentuk gerak putar kemudian Karena poros turbin dan poros generator dikopel maka generator akan ikut berputar sehingga bisa menghasilkan listrik. Dalam pembangkit pembangkit listrik tenaga uap ada 4 komponen utama yaitu Boiler, turbin, kondensor dan pompa (Kurniawan 2012). Gambar 2.1 menunjukkan diagram siklus tertutup fluida kerja PLTU. Putaran turbin digunakan untuk memutar generator yang dikopel langsung dengan turbin sehingga ketika turbin berputar dihasilkan energi listrik dari terminal output generator. Sekalipun siklus fluida kerjanya merupakan siklus tertutup, namun jumlah air dalam siklus akan mengalami pengurangan. Pengurangan air ini disebabkan oleh kebocoran baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Untuk mengganti air yang hilang, maka perlu ditambahkan air kedalam siklus. Kriteria air penambah (*make up water*) ini harus sama dengan air yang ada dalam siklus.

Pada instalasi pembangkit daya yang memanfaatkan uap bertekanan tinggi untuk menggerakkan turbin uap digunakan suatu acuan siklus kerja yang menjadi dasar dari pengoprasian instalasi pembangkit tersebut. Siklus kerja yang digunakan pada instalasi pembangkit pada PLTU adalah siklus (*Rankine cycle*), dimana air sebagai fluida kerja dalam siklus akan digunakan sebagai mediator

pembangkit tenaga dengan memanfaatkan perubahan fasa antara cairan dan uap melalui suatu proses perpindahan panas. (Kurniawan 2012)



Skema PLTU secara umum. (Dzulqarnain, 2015)

A. Keandalan Suatu Pembangkit

Setiap pembangkit tenaga listrik dapat mengalami kegagalan. Kegagalan pembangkitan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: kelalaian manusia, perawatan yang buruk, kesalahan dalam penggunaan, dan kurangnya perlindungan terhadap tekanan lingkungan yang berlebihan. Akibat yang ditimbulkan dari kegagalan pembangkitan ini dapat berpengaruh pada operasi sistem, antara lain terjadinya pemadaman pada sebagian titik beban yang disebabkan kekurangan dalam pembangkitan, dan kerugian biaya ekonomis yang cukup.

Definisi keandalan (*reliability*) secara umum merupakan kemungkinan sistem akan mampu berfungsi dengan baik untuk jangka waktu tertentu. Ukuran keandalan dapat dinyatakan sebagai seberapa sering sistem mengalami pemadaman, berapa lama pemadaman terjadi dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi dari pemadaman yang terjadi. Sistem yang mempunyai keandalan yang tinggi akan mampu memberikan tenaga listrik setiap saat dibutuhkan, sedangkan sistem yang mempunyai keandalan rendah akan menyebabkan sering terjadinya pemadaman. Ketersediaan (*availability*) didefinisikan sebagai kemungkinan suatu sistem berfungsi menurut kebutuhan pada waktu tertentu saat digunakan dalam kondisi beroperasi, dan untuk sisi keandalan di Pembangkit Listrik Tenaga Uap khususnya PLTU Punagaya 2x100MW dapat dilihat dari sisi waktunya yang di analisa..

B. Sistem DC

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik di mana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel*, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.

Jenis sel baterai ini disebut juga *storage battery*, adalah suatu baterai yang dapat digunakan berulang kali pada keadaan sumber listrik arus bolak-balik (AC) terganggu.

Tiap sel baterai ini terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan, yaitu elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia. Menurut pemakaian baterai dapat digolongkan ke dalam 2 jenis yaitu *stationary* (tetap) dan *portable* (dapat dipindah-pindah).

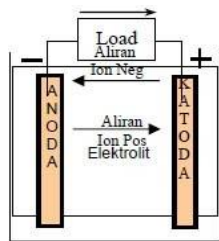
a. Jenis Baterai

Ada 2 macam baterai aki yang dapat digunakan di pusat pembangkit listrik yaitu;

- 1) baterai asam dengan kutub timah hitam
- 2) baterai basa yang menggunakan nikel cadmium (NiCd) sebagai kutub

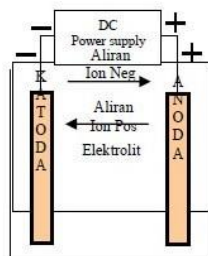
b. Prinsip Kerja Baterai

1) Proses *discharge* pada sel berlangsung menurut skema. Bila sel dihubungkan dengan beban maka elektron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion-ion negatif mengalir ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda.



Proses pengosongan baterai (*Discharge*). (Ikil, 2014)

II) Pada proses pengisian menurut skema gambar dibawah ini adalah bila sel dihubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut



Proses Pengisian (*Charge*). (Ikil, 2014)

III) Spesifikasi Baterai

Untuk spesifikasi baterai pada PLTU Punagaya 2x100MW menggunakan 2 V, 1000 Ah pada setiap baterainya dan pada pengujian baterai tersebut menggunakan alat ukur yaitu TORDEL 860 dengan metode BVM (*Battery Voltage Monitoring*), dengan alat ini dapat melakukan pengujian pembebanan baterai untuk PLTU Punagaya 2x100MW. Dan pengujian ini dilakukan 2 tahap pada setiap pengujian

IV) Sistem Peralihan Baterai

Untuk lama waktu peralihan dari sumber utama ke baterai dalam hal ini Pem-Backup, menggunakan sistem panel *control* otomatis yang dimana bila sumber utama tiba-tiba mengalami gangguan maka panel *control* baterai langsung mem-Backup dan menyuplai beban

V) Charger

Menurut Helly Andri (2010: 3), "*Charger* yang sering juga disebut *converter* adalah suatu rangkaian peralatan listrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik bolak balik (*Alternating Current*, disingkat AC) menjadi arus listrik searah (*Direct Current*, disingkat DC), yang berfungsi untuk pasokan DC power baik ke peralatan-peralatan yang menggunakan sumber DC maupun untuk mengisi baterai agar kapasitasnya tetap terjaga penuh sehingga keandalan unit pembangkit tetap terjaga. Dalam hal ini baterai harus selalu tersambung ke *rectifier*.

Kapasitas *rectifier* harus disesuaikan dengan kapasitas baterai yang terpasang, setidaknya kapasitas arusnya harus mencukupi untuk pengisian baterai sesuai jenisnya yaitu untuk baterai alkali adalah 0,2 C (0,2 x kapasitas) sedangkan untuk baterai asam adalah 0,1C (0,1 x kapasitas) ditambah beban statis (tetap) pada unit pembangkit.

Sumber tegangan AC untuk *rectifier* tidak boleh padam atau mati. Untuk itu pengecekan tegangan harus secara rutin dan periodik dilakukan baik tegangan masukannya (AC) maupun tegangan keluarannya (DC).

C. Kapasitas Baterai

Kapasitas suatu baterai adalah menyatakan besar arus listrik (Ampere) baterai yang disuplai/dialirkan ke suatu beban dalam jangka waktu (jam) tertentu, untuk memberikan tegangan tertentu. Kapasitas baterai (Ah) dinyatakan sebagai berikut (Arief F, 2005: 27) :

$$C = I \times t \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

C = Kapasitas baterai (Ah)

I = Besar arus yang mengalir (A)

t = Waktu pemakaian (Jam)

serta untuk mendapatkan waktu dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{\text{tegangan (V)} \times \text{kapasitas baterai (Ah)} \times \text{banyak baterai} \times \text{persentase baterai (\%)}}{\text{beban (W)}}$$

Dengan rumus ini dapat mengetahui berapa lama baterai dapat menyuplai beban pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap 2x100MW

III. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan PLTU Punagaya 2x100 MW yang terletak di desa Punagaya Kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilakukan mulai bulan April sampai Juli 2021

2. Alat dan Bahan

Adapun Peralatan Bahan yang akan digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat Keras : Laptop ACER
2. Perangkat Lunak : Microsoft Office 2010

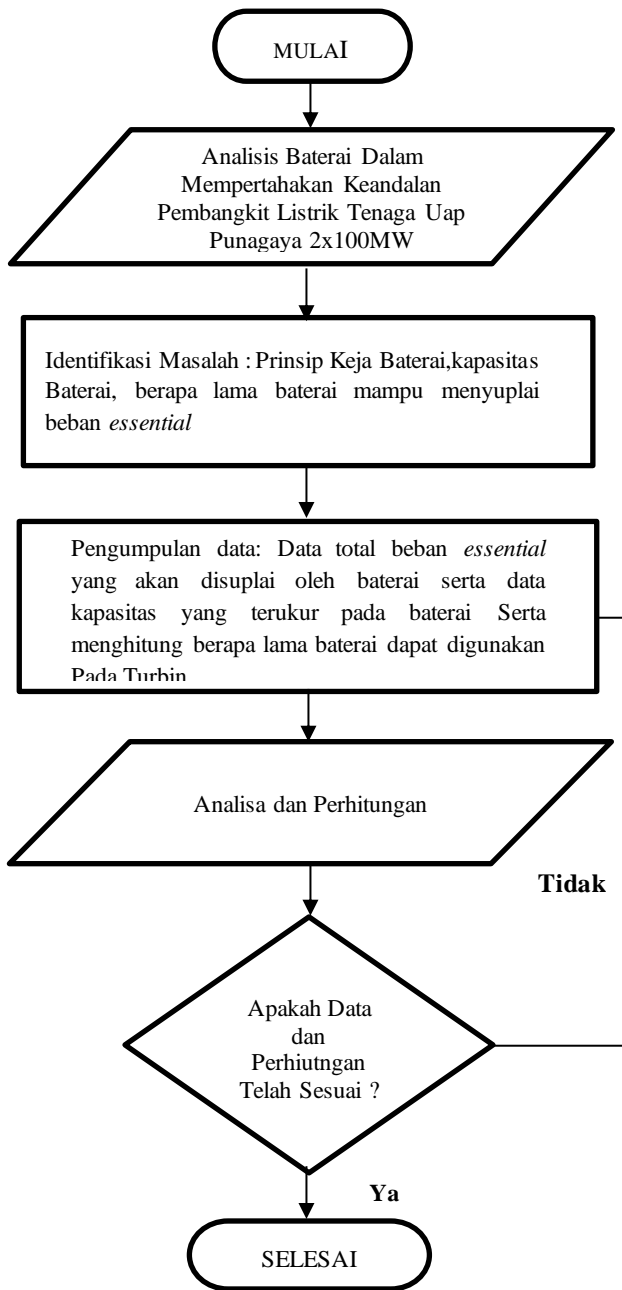
3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara yang ditempuh untuk mengambil data dari variable kegiatan penelitian. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah,

observasi, dan wawancara. Metode tersebut akan dijelaskan.

4. Teknik Analisa Data

Dalam Menyelesaikan kegiatan penelitian ini terdapat tahapan-tahapan atau langkah – langkah yang akan dilakukan sebagaimana tertera pada diagram alir tersebut.



Flow Chart.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Single Line Diagram

Diagram Line Sistem DC PLTU Punagaya 2x100 MW

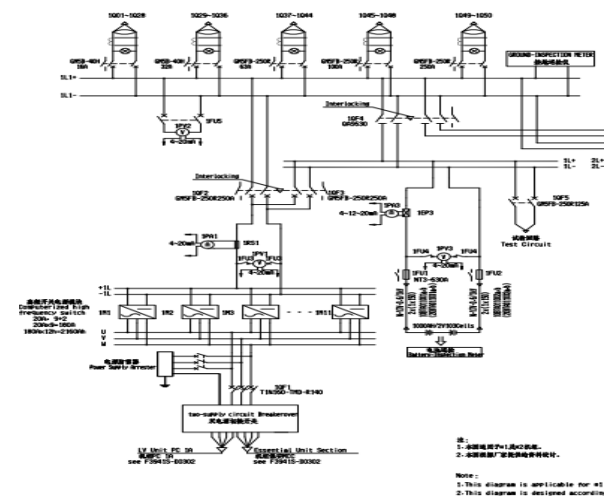


Diagram Unit untuk kondisi normal dimulai sumber atau power supply yang menyuplai beban DC dan baterai yang melalui *Rectifier*(AC ke DC) dengan proteksi berupa *Arrester*, prinsip kerjanya ketika power supply memberi tegangan ke beban DC dan baterai bank melalui *Rectifier* dan *MCB* output *Rectifier* tertutup sedangkan pada posisi black out, baterai sebagai sumber untuk menyuplai tegangan 220 Volt ke beban *Essential* pada turbin, karena kondisi Black out pembangkit tidak menghasilkan daya dari luar dan genset membutuhkan waktu untuk beroperasi, maka baterai bank sebagai sumber energi listrik.

4.2 Kapasitas Baterai Terukur

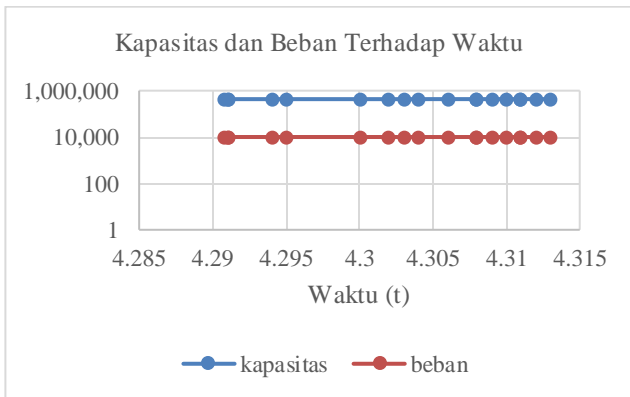
Alat yang digunakan untuk pengujian dengan metode *discharge* yaitu *TORKEL 860* dengan *BVM (Battery Voltage Monitoring)* Untuk nilai kapasitas baterai yang terukur dapat dilihat pada tabel sebagai berikut. .1. Hasil Pengujian Bus I unit II baterai 52, .2. Hasil Pengujian Bus I unit II baterai 51.

Tabel 1 Hasil Pengujian Bus I unit II baterai 52

No	Arus (I)	Waktu (jam)	Kapasitas (Ah)	Beban (W)
1.	100.000	6.53.54	690.800	9.966,000
2.	100.000	6.54.00	691.000	9.976,000
3.	100.000	6.54.02	691.000	9.968,000
4.	100.000	6.54.08	691.200	9.974,000
5.	100.000	6.54.12	691.300	9.966,000
6.	100.000	6.54.18	691.500	9.974,000
7.	100.000	6.54.22	691.600	9.968,000
8.	100.000	6.54.32	691.900	9.961,000
9.	100.000	6.54.34	691.900	9.966,000
10.	100.000	6.54.38	692.000	9.972,000
11.	100.000	6.54.44	692.200	9.966,000
12.	100.000	6.54.50	692.400	9.972,000
13.	100.000	6.54.54	692.500	9.965,000
14.	100.000	6.55.00	692.600	9.971,000
15.	99.900	6.55.04	692.800	9.955,035
16.	100.000	6.55.08	692.900	9.972,000
17.	99.900	6.55.12	693.000	9.955,035
18.	100.000	6.55.18	693.100	9.960,000

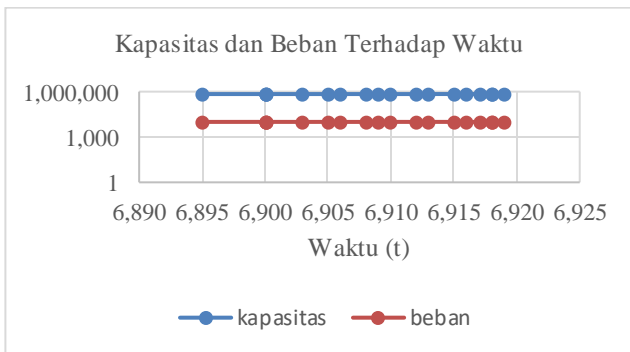
Tabel 2 Hasil Pengujian Bus I unit II baterai 51

No	Arus (I)	Waktu (jam)	Kapasitas (Ah)	Beban (W)
1.	100.000	4.17.39	429.900	10.020,00
2.	100.000	4.17.41	429.900	10.025,00
3.	99.900	4.17.43	430.000	10.009,97
4.	100.000	4.17.51	430.200	10.025,00
5.	99.900	4.17.55	430.300	10.007,98
6.	99.900	4.18.07	430.600	10.014,97
7.	99.900	4.18.09	430.700	10.007,98
8.	99.900	4.18.11	430.800	10.002,98
9.	99.900	4.18.17	430.900	10.012,97
10.	99.900	4.18.23	431.100	10.004,98
11.	99.900	4.18.29	431.300	10.012,97
12.	100.000	4.18.31	431.300	10.018,00
13.	99.900	4.18.35	431.400	10.002,98
14.	99.900	4.18.37	431.500	10.007,98
15.	99.900	4.18.41	431.600	10.014,97
16.	99.900	4.18.43	431.600	10.007,98
17.	99.900	4.18.45	431.700	10.002,98
18.	100.000	4.18.48	431.800	10.010,00



Hubungan antara kapasitas dan beban terhadap waktu pada pengujian Unit II, BUS I 52 Baterai

Menampilkan hubungan antara kapasitas dan beban terhadap waktu dengan kapasitas 431,800 dan pembebanan 10.010 maka mencapai waktu maksimal 4 jam 18 menit.



Hubungan antara kapasitas dan beban terhadap waktu pada pengujian Unit II, BUS I 51 Baterai

Menampilkan hubungan antara kapasitas dan beban terhadap waktu dengan kapasitas 693,400 dan pembebanan 9.960 maka mencapai waktu maksimal 6 jam 55 menit.

4.3 Lama Waktu Baterai Untuk Disuplai Ke Beban

Untuk mengetahui berapa lama baterai dapat menyuplai beban DC pada komponen beban DC turbin PLTU Punagaya maka dapat kita hitung dengan cara membagi kapasitas baterai dengan jumlah total beban yang disuplai.

Sebagai contoh data untuk analisis, setelah dilakukan pengujian kapasitas baterai pada proses discharge dengan menggunakan beban DC konstan pada Bus I unit 2 Tabel 4.1 kapasitas yang terukur adalah sebesar 429,900 dan dapat kita ketahui bahwa kapasitas pada nameplate baterai adalah 1.000 Ah. Hal ini disebabkan karena pengujian kapasitas hanya dilakukan selama kurang lebih 4 jam dengan beban konstan yang disetting sebesar kurang lebih 10.000 W. Maka berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat dihitung waktu penyuplaian ke beban (t) sebagai berikut:

$$t = \frac{\text{tegangan (V)} \times \text{kapasitas baterai (Ah)} \times \text{banyak baterai} \times \text{persentase baterai} (\%)}{\text{beban (W)}}$$

$$t = \frac{2 \text{ V} \times 1.000 \text{ Ah} \times 52 \text{ baterai} \times 42,9 \%}{10.020} = 4.452 \text{ jam}$$

Konversi 4.452 jam untuk mendapatkan menit yaitu $0,452 \times 60 = 27$ menit, jadi 4 jam 27 menit.

Hasil dari uji kapasitas ini adalah baterai mampu menyuplai beban sebesar 10.000 Watt selama 4 jam 27 menit dan dari tabel 4.1 dapat kita ketahui bahwa tegangan diakhir pengujian ini adalah sebesar;

Data ke-18 untuk nilai:

- Arus : 100 A
- Beban : 10.010 Watt
- Kapasitas : 431.800 Ah

Maka tegangan (V) yaitu :

$$V = \frac{10.010 \text{ Watt}}{100 \text{ A}} = 100,1 \text{ Volt}$$

Tegangan diakhir pengujian yang diperoleh sebesar 100,1 Volt atau setara dengan 1,93 Volt per sell karena ada 52 sell baterai. Dari pengujian ini dan spesifikasi baterai yaitu 2 VDC per sell ini tentunya sudah terlihat bahwa kemampuan baterai dalam menyuplai beban sudah menurun sekitar 3-4 % meskipun tidak signifikan.

Jika pengujian ini dilakukan hingga kapasitas baterai habis maka berdasarkan kapasitas total baterai dan beban konstan dapat kita hitung berapa lama baterai dapat digunakan. Berikut perhitungannya:

Berdasarkan data maka diketahui:

- Kapasitas total baterai : 1.000 Ah
- Beban Konstan yang disuplai : 10.000 Watt
- Arus beban konstan : 100 A

Maka waktu pengujian yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{1.000 \text{ Ah}}{100 \text{ A}} = 10 \text{ h}$$

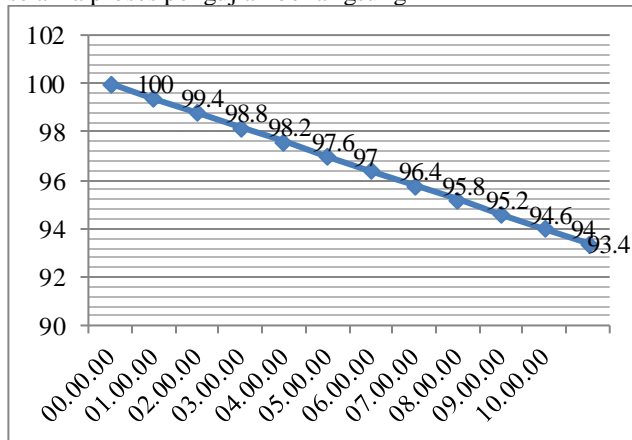
Jadi, berdasarkan perhitungan dapat kita ketahui bahwa pengujian kapasitas beban konstan ini dapat diteruskan hingga kapasitas baterai habis yaitu selama 10 jam. Namun perhitungan ini belum berdasarkan penurunan tegangan pada baterai. Penurunan baterai dapat kita asumsikan dari grafik penurunan tegangan yang terdapat pada uji kapasitas beban konstan dan dapat kita lihat pada Tabel 4.7 berikut. Diambil contoh perhitungan dari Tabel 4.1 untuk data ke-2 pada waktu 4 jam 17 menit 41 detik dan data ke-15 pada waktu 4 jam 18 menit 41 detik. Dari dua contoh data tersebut range waktunya adalah 1 menit dengan tegangan pada data ke-2 sebesar 100,25 V dan data ke-15 100,24 Volt dengan rumus perhitungan seperti diatas yaitu beban dibagi arus. Berdasarkan gambaran tersebut dapat diambil kesimpulan jika dalam waktu satu menit penurunan tegangan baterai sebesar 0.01 Volt atau setara 0.60 Volt perjam. Berikut tabel yang memperlihatkan penurunan tegangan tersebut.

Tabel 3 Penurunan Tegangan Uji Kapasitas Baterai Bus I Unit II

No	Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Beban (Watt)	Arus (A)
1	00.00.00	100	10,000	100
2	01.00.00	99.4	10,000	100.6
3	02.00.00	98.8	10,000	101.2
4	03.00.00	98.2	10,000	101.8

No	Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Beban (Watt)	Arus (A)
5	04.00.00	97.6	10,000	102.5
6	05.00.00	97	10,000	103.1
7	06.00.00	96.4	10,000	103.7
8	07.00.00	95.8	10,000	104.4
9	08.00.00	95.2	10,000	105.0
10	09.00.00	94.6	10,000	105.7
11	10.00.00	94	10,000	106.4
12	11.00.00	93.4	10,000	107.1

Berikut Grafik antara waktu dan penurunan tegangan selama proses pengujian berlangsung



Grafik Penurunan Tegangan

Dari grafik diatas terlihat pengaruh lama penyuplaian beban dengan penurunan tegangan pada pengujian beban konstan. Berdasarkan spesifikasi baterai nilai minimum tegangan persell adalah 1.8 Volt, artinya dalam pengujian Bus I unit 2 ini jumlah sell yang digunakan adalah 52 sell atau sama dengan 93,6 Volt hingga batas minimum kapasitas baterai. Jika permenit nilai penurunan tegangan adalah 0,01 Volt maka dengan beban konstan 10.000 Watt lama bateari dapat menyuplai beban hinggna tegangan minimum adalah sekitar 10 jam 40 menit.

V. KESIMPULAN

1. Pada penggunaan baterai untuk kondisi normal, prinsip kerjanya ketika power supply memberi tegangan ke beban DC dan baterai bank melalui Rectifier dan MCB output Rectifer tertutup sedangkan pada posisi black out, baterai sebagai sumber untuk menyuplai tegangan 220 Volt ke beban *Essential* pada turbin.
2. Secara keseluruhan kapasitas Baterai yang terukur dengan metode *discharge* sebesar 40% - 70% dengan menggunakan alat yaitu TOR KEL 860 dengan metode BVM (*Battery Voltage Monitoring*)
3. Untuk lama baterai yang menyuplai ke beban yaitu 4 jam 27 menit dengan spesifikasi baterai dan beban yang ditetapkan, sedangkan dengan pengukuran yaitu 4 jam 18 menit tidak jauh dari spesifikasi baterai, maka dapat disimpulkan bahwa keandalan baterai masih baik

REFERENSI

- [1] Arief, Fauzie. 2005. *Diktat Baterai*. Jakarta: PLN Pembangkit Jawa Barat dan Jakarta Raya
- [2] Dirgantara, Praiwi. 2019. *Kajian Peranan Sistem Baterai Dalam Mempertahankan Keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Blok 1Muara Karang*.
- [3] Helly, Andry. 2010. *Rancang Bangun System Battery Charging Automatic*. Skripsi, Universitas Indonesia.
- [4] Iklil, Muhammad dan Agung Warsito. 2014. *Sistem DC 220 Volt PLTU Pacitan 2x315 MW*. Semarang: Universitas Diponegoro
- [5] Kadir, Abdul. 2010. *Pembangkit Tenaga Listrik*. (Edisi Revisi). Jakarta : Universitas Indonesia
- [6] Kurniawan, 2012. *Pembangkit listrik tenaga uap*. *Jurnal teknik elektro*. Gresik : Universitas Muhammadiyah Gresik.
- [7] Marsudi, Djiteng. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. (Jilid 2). Yogyakarta : Graha Ilmu
- [8] Marsudi, Djiteng. 2011. *Pembangkitan Energi Listrik*. (Jilid 2). Jakarta : Erlangga
- [9] Sadi, Sumardi dan Adam. 2015. "Pemeliharaan Boosting Dan Uji Kapasitas Baterai 110 VDC" dalam *Jurnal Teknik Volume 4 No.2*. Tangerang : Universitas Muhammadiyah Tangerang
- [10] Thayib, Rudiyanto, Ir, Msc. 2003. "*Buku Ajar Keandalan Sistem Tenaga Listrik*". Palembang : Universitas Sriwijaya
- [11] Tim Dosen. 2011. *Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.