



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Baterai

Baterai adalah suatu alat yang dapat menghasilkan energi listrik dengan proses kimia, proses perubahan energi listrik berlangsung dengan cara elektro kimia yang bersifat reversible (dapat kebalikan). Proses elektro kimia reversible didalam baterai tersebut bisa berlangsung perubahan kimia menjadi energi listrik (proses pengosongan) maupun penghubung energi listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian). Proses elektro kimi reversible ini berlangsung dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda dengan melewati arus listrik dalam (arah polaritas) yang berlawanan didalam sel.

Pada susunan baterai, satu unit baterai dapat terdiri dari satu sel tiap sel terdiri dari tiga bagian utama yaitu : elektroda positif, elektroda negatif dan elektrolit baterai. Adapun jenis elektroda dan elektrolitnya yang digunakan tergantung dari pabrik yang mengeluarkan.^[6]

Siklus hidup (*cycle life*) baterai adalah banyaknya pengisian dan pengosongan hingga kapasitas baterai turun (melemah) dan baterai yang dikosongkan hanya 50% dari kapasitasnya akan mengakibatkan baterai berumur pendek, berumur lebih lama jika dikosongkan hingga 80% dari kapasitas nominalnya. Jika pada suhu operasional lebih rendah, umur baterai lebih lama, namun ada efek negatif berkaitan dengan kapasitas baterai. Pada suhu yang lebih rendah, kapasitas baterai menjadi lebih rendah. Hal ini disebabkan karena pada suhu yang lebih tinggi, reaksi kimia yang terjadi pada baterai bergerak lebih aktif/cepat, sehingga kapasitas baterai cenderung lebih tinggi.

⁶ Salam, I. (2007). Analisis Efisiensi Batere Komunikasi Pada Gardu Induk Pt Pln (Persero) Region Jateng Dan Diy Upt Kudus (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Semarang).



Gambar 2.1 Baterai

2.2. Fungsi Baterai

Baterai merupakan salah satu sumber tegangan arus searah (DC). Pada pembangkit, baterai berfungsi sebagai :

- a Sumber tenaga untuk control, proteksi, turning gear, emergency lighting.
- b Sumber tenaga untuk relay proteksi.
- c Sumber tenaga untuk peralatan telekomunikasi.^[8]

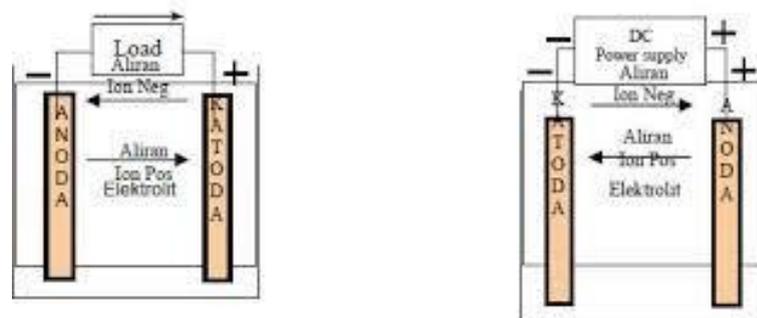
2.3. Prinsip kerja baterai

Pada setiap baterai yang sedang digunakan untuk mengaliri beban maka akan ada dua aliran yang terjadi yaitu aliran di dalam baterai atau disebut juga *internal circuit* dan aliran yang terjadi di beban yaitu *external circuit*.

⁸Triadiputra, A. (2010). Baterai Sebagai Suplai Tegangan DC Pada Gardu Induk 150 KV Srandol PT. PLN (Persero) UPT Semarang. Semarang: Unicersitas Diponegoro.



Pada *internal circuit* terjadi proses perpindahan energi potensial yang dibawa oleh elektron dari kutub positif sehingga kutub positif baterai mendapat tambahan energi potensial dan membuatnya menciptakan tegangan untuk menjalankan beban. Sedangkan di *external circuit* terjadi aliran pelepasan energi potensial yang berasal dari kutub positif baterai yang kita kenal sebagai arus listrik menuju ke kutub negatif baterai melalui beban. Beda potensial antara kutub negatif dan positif baterai inilah yang mudia ditangkap oleh beban sebagai sebuah energi listrik sehingga beban mendapatkan energi untuk bekerja.³



Gambar 2.2 proses kimia pengosongan

2.4. Larutan Elektrolit Baterai

Merupakan larutan senyawa dalam air yang dapat menghantarkan arus listrik, karena larutan tersebut dalam air dapat menghasilkan bagian-bagian yang bermuatan listrik positif dan listrik negatif. Bagian positif tersebut dinamakan ion positif dan bagian yang bermuatan negatif. Makin banyak ion-ion yang dihasilkan suatu elektrolit maka semakin besar pulsa daya hantar listriknya.

a. air suling

air untuk mengisi baterai adalah air suling yang murni yang memenuhi beberapa persyaratan kimiawi antara lain harus bebas dari Cu, Mn dan As. Oleh karena persyaratan tersebut maka janganlah menyimpan air suling dalam tempat

³ King, B. F., Panjaitan, S. D., & Hartoyo, A. Sistem Kontrol Charging Dan Discharging Serta Monitoring Kesehatan Baterai. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).



yang terbuat dari logam. Tempat untuk menyimpan air sulinga biasanya terbuat dari kaca atau plastik. ^[6]⁴

2.5. Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan baterai dilakukan pada tiap sell baterai dan bertujuan untuk mengetahui tegangan pada baterai yaitu :

- a Kondisi tegangan sel baterai
- b Tegangan pengosongan ke baterai (tegangan output discharger)
- c Kondisi open sirkuit pada rangkaian baterai
- d Keseimbangan tegangan baterai terhadap tanah. ^[2]⁵

Pengukurang tegangan baterai per-sel dan keseluruhan sel dilakukan dengan beberapa tahap yaitu :

1. Pengukuran tegangan per-sel
 - a Rangkaian baterai ke Power supply di off kan.
 - b Siapkan AVO meter (diajurkan menggunakan AVO meter digital).
 - c Sesuaikan selector switch pada AVO meter pada skala yang kecil, misalnya pada skala 10 volt.
 - d Ukur tegangan sel baterai sesuai polaritasnya (positif warna merah dan negatif warna hitam) mulai dari sel no.1 sampai dengan sel terakhir.
 - e Catat hasilnya pada lembar kerja pengukuran tegangan.
2. Pengukurang tegangan seluruh sel :
 - a. Rangkaian baterai ke power supply di off kan
 - b. Siapkan AVO meter (diajurkan menggunakan AVO meter digital).

⁶Salam, I. (2007). Analisis Efisiensi Batere Komunikasi Pada Gardu Induk PT PLN (Persero) Region Jateng Dan DIY UPT Kudus (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Semarang).

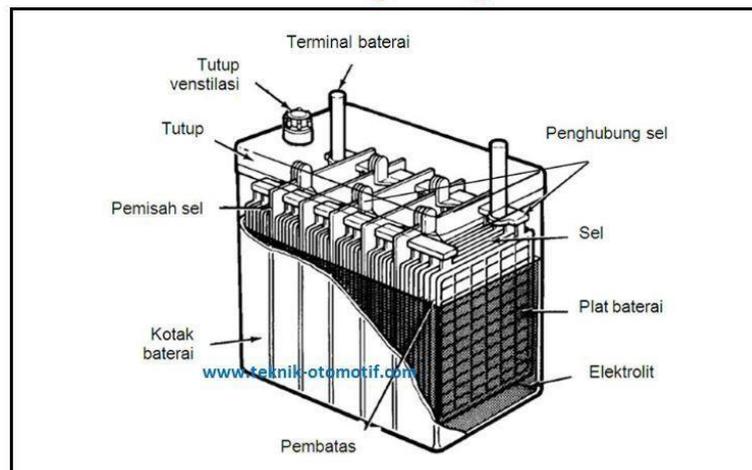
²Dos Reis, Z. T., Handajadi, W., & Pambudi, P. E. (2017). Analisis Penurunan Kapasitas Baterai 110 Volt Unit I di GI 150 KV Kentungan. *Jurnal Elektrikal*, 4(1), 10-20.



- c. Ubah posisi selektor switch pada AVO meter dan skala yang sesuai.
- d. Ukur tegangan sel baterai sesuai polaritasnya, warna merah pada kutup positif pada sel no.1 dan warna hitam pada kutup negatif pada sel terakhir.
- e. Catat hasilnya pada lembar kerja pengukuran tegangan.
- f. Koreksi besaran hasil ukur tegangan tersebut dan dibandingkan dengan standar tegangan.

2.6. Konstruksi Baterai

Konstruksi dan Bagian-Bagian Baterai



Gambar 2.3 Konstruksi Baterai

a. Kotak Baterai / Container

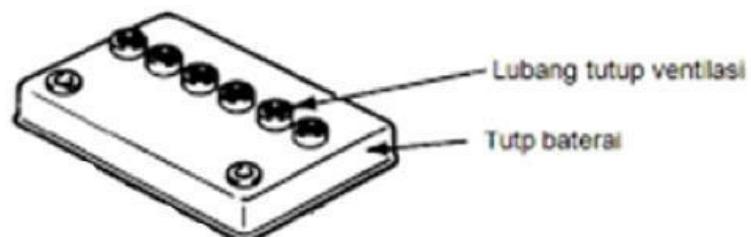
Sel baterai terdiri dari 2 jenis bahan bejana (*Container*) yang digunakan yaitu *steel container* dan *plastic container*. Biasanya sel-sel baterai ini diletakkan dalam suatu rak yang terbuat dari kayu pada *steel container* dan rak yang terbuat dari besi berisolasi pada *plastic container*. Rak sel baterai berfungsi untuk menjaga terjadinya hubung singkat diantara sel baterai ataupun hubung tanah ketika adanya kebocoran pada elektrolit baterai.



Gambar 2.3 Kotak Baterai

b. Penutup Baterai

Merupakan bagian atas baterai sebagai penutup baterai, tempat dudukan terminal-terminal baterai, lubang ventilasi, dan untuk perawatan baterai misalnya pengecekan level elektrolit atau penambahan air suling.



Gambar 2.4 Penutup Baterai

c. Sel Baterai

Merupakan satu unit tempat elektroda yaitu sebagai elektroda positif dan elektroda negatif dalam suatu cairan elektrolit yang dibatasi oleh separator/penyekat.



Gambar 2.5 Sel Baterai

d. Terminal Baterai

Kutub positif dan kutub negatif yang ada pada suatu sel baterai.



Gambar 2.6 Terminal Baterai

e. Penghubung Sel baterai

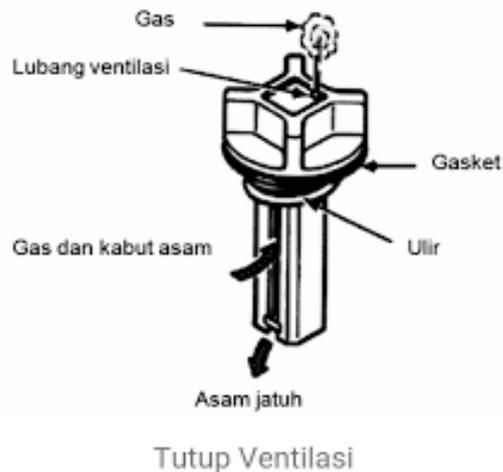
Merupakan penghubung antara kutub-kutub yang ada pada suatu sel baterai.



Gambar 2.7 Penghubung Sel Baterai

f. Lubang Ventilasi

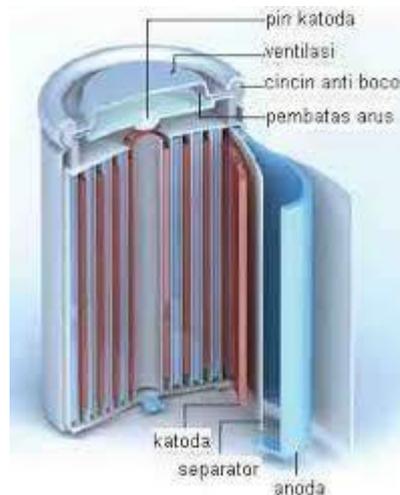
Berfungsi untuk *maintanance* baterai yaitu tempat dilakukannya pengecekan cairan elektrolit ataupun air yang terkandung pada baterai.



Gambar 2.8 Tutup Ventilasi

g. Separator

Disebut juga dengan penyekat, separator pada baterai memiliki struktur berpori berada diantara elektroda positif dan elektroda negatif setiap sel baterai sehingga memungkinkan untuk larutan elektrolit yang terkandung pada sel baterai dapat melewatinya.



Gambar 2.9 Separator

h. Elektrolit

Merupakan suatu media untuk menghantarkan arus listrik pada baterai dimana terkandung larutan berupa senyawa kimia didalamnya. Senyawa kimia yang terkandung dalam cairan elektrolit tersebut mampu membentuk muatan positif dan muatan negatif .

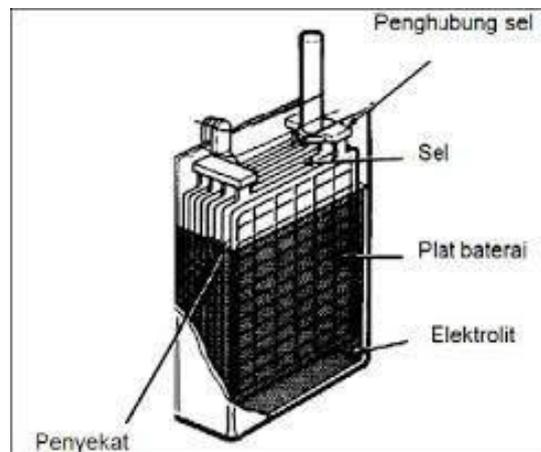


Gambar 2.10 Elektrolit Baterai

i. pemisah sel

berfungsi untuk memisahkan tiap-tiap yang ada di dalam baterai. ^{[7]6}

⁷Silvana, A. F., & Caroline, C. (2019). Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Baterai 110 VDC Di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang (Doctoral dissertation, Sriwijaya University)

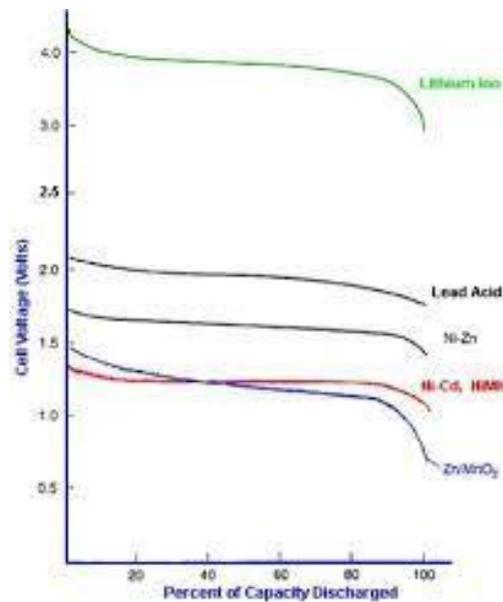


Gambar 2.11 Pemisah sel

2.7. Grafik Pengosongan (*Discharging*)

Menggunakan beberapa kimia sel ketika dipakai pada laju 0,2 C. Ingat bahwa setiap kimia sel memiliki tegangan nominal karakteristiknya dan grafik pemakaiannya sendiri. Beberapa kimia seperti ion lithium memiliki grafik pemakaian yang agak datar sedangkan lainnya seperti asam timbal memiliki kemiringan yang jelas.

Daya yang diberikan oleh sel dengan grafik pemakaian miring turun secara progresif diseluruh siklus pemakaian. Grafik pemakaian datar menyederhanakan perancangan aplikasi dimana baterai digunakan karena tegangan catu tetap konstan diseluruh siklus pemakaian. Kemiringan grafik memfasilitasi perkiraan keadaan terisi baterai karena tegangan sel dapat digunakan sebagai ukuran isi yang tersisa dalam sel. Sel ion lithium modern memiliki grafik pemakaian yang sangat datar dan metoda lain harus digunakan untuk menentukan keadaan terisi.

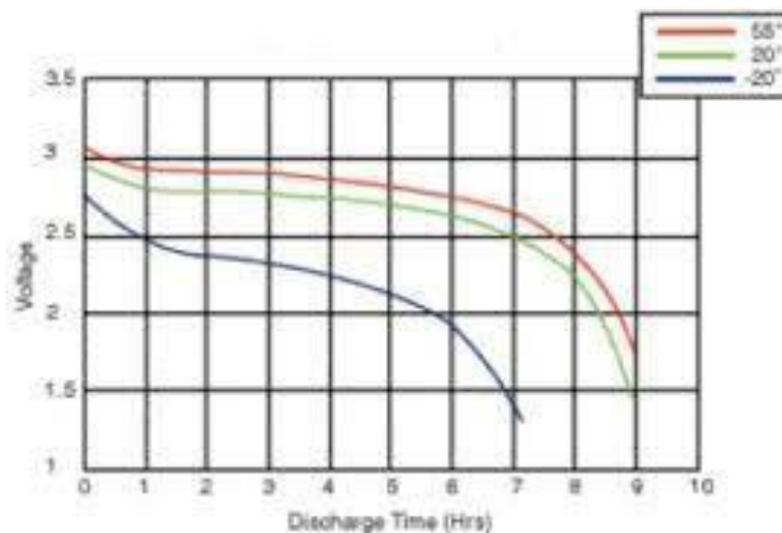


Gambar 2.12 Grafik Tegangan

Sumbu X menunjukkan karakteristik sel yang dinormalisasi sebagai persentase dari kapasitas sel sehingga bentuk grafik dapat ditunjukkan tidak tergantung pada kapasitas sel sesungguhnya. Jika sumbu X didasarkan pada waktu pemakaian, panjang setiap grafik pemakaian akan berbanding lurus dengan kapasitas nominal sel.

2.8. Pengukuran Suhu

Tujuan dari pengukuran suhu elektrolit adalah untuk mengetahui kondisi elektrolit baterai ketika baterai ketika pengisian, pengosongan dan dalam kondisi tidak normal. Kinerja sel dapat berubah berdasarkan suhu yang berada dalam kandungan air didalam baterai pada suhu yang sangat rendah baterai dengan elektrolit air, bisa membeku merupakan batas suhu terendah 15°C baterai dapat beroperasi, Suhu yang baik untuk pengosongan baterai adalah suhu 22°C untuk melakukan pengosongan baterai dengan elektrolit air dalam keadaan normal.



Gambar 2.13 Grafik Suhu

Grafik diatas menunjukkan bagaimana kinerja baterai ion lithium rusak ketika suhu operasi turun. Barangkali yang lebih penting adalah bahwa, untuk keduanya suhu tinggi dan rendah, semakin jauh suhu operasi dari suhu ruang semakin besar terjadinya penurunan siklus hidup.^[17]

2.9. Tipe Baterai Berdasarkan Pembebanan

a. Pembebanan Sangat Tinggi (*Very High Loading*)

Adalah suatu kondisi dimana tegangan menuju beban baterai, arus pembebanan yang dilewatkan adalah sangat besar yaitu > 7 CnA dengan waktu yang sangat cepat yaitu sebesar ± 2 menit dengan masing-masing tegangan akhir per sel yaitu sebesar 0,8 V.

b. Pembebanan Tinggi (*High Loading*)

Adalah pembebanan yang biasa digunakan pada pembangkit-pembangkit listrik untuk starting mesin. *High Loading* ialah kondisi dimana tegangan menuju beban dengan arus pembebanan yang dilewatkan sebesar 3,5 sampai 7 CnA dengan waktu yang sangat cepat yaitu ± 4 menit dan tegangan akhir sebesar 0,8 V pada masing-masing sel baterai.

¹Bakhtiar, B., & Tadjuddin, T. (2019, December). Peningkatan Efisiensi Pengisian Baterai Pembangkit Listrik Tenaga Surya. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (Snp2m)* (Pp. 131-136).



c. **Pembebanan Menengah (*Medium Loading*)**

Adalah jenis pembebanan yang digunakan pada sistem supply DC pembangkit. *Medium Loading* merupakan tegangan menuju beban baterai dengan arus pembebanan yang dilewati adalah kecil dengan waktu pembebanan yang cukup lama yaitu sebesar 5 jam dengan masing-masing tegangan akhir per sel yaitu sebesar 0,9 V. tipe

d. **Pembebanan Rendah (*Low Loading*)**

Adalah pembebanan yang biasa digunakan pada sistem supply DC pembangkit. *Low Loading* merupakan tegangan menuju beban baterai dengan arus pembebanan yang dilewatkan adalah kecil dengan waktu pembebanan yang cukup lama yaitu sebesar 5 jam dengan masing-masing tegangan akhir per sel yaitu sebesar 1 V. ^{[7]8}

2.10. Rangkaian Baterai

Suatu sel baterai memiliki tegangan yang terbatas sehingga dibutuhkan suatu cara agar baterai mampu memenuhi kebutuhan tegangan kerja peralatan sebagaimana yang diharapkan, meningkatkan kapasitas serta keandalan penggunaan baterai, dengan cara merangkai baterai dalam beberapa hubungan salah satunya yaitu :

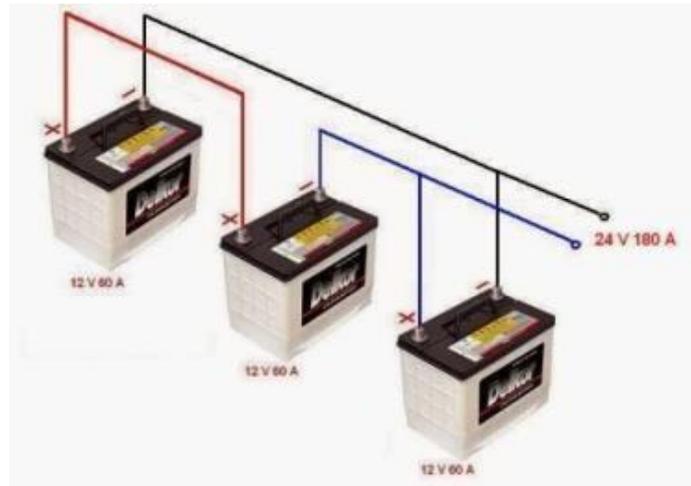
a. **Hubungan Seri dan paralel**

Yaitu hubungan seri dan paralel ini dimaksud untuk dapat memenuhi kebutuhan ganda yang lebih baik, yaitu sisi tegangan, arus serta keandalan sistem. Baterai dihubungkan seri sehingga menyebabkan tegangan

⁷Silvana, A. F., & Caroline, C. (2019). Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Baterai 110 VDC Di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang (Doctoral dissertation, Sriwijaya University)



meingkat sedangkan baterai terhubung paralel menyebabkan arus dan keandalan pada sistem meningkat. ^{[7]⁹}



Gambar 2.14 Hubungan seri dan paralel

Adapun karakteristik rangkaian paralel antara lain :

1. Rangkaian lebih rumit
2. Semua komponen terpasang secara bersusunan dan kabel penghubung rangkian memiliki percabangan.
3. Karena setiap komponen yang terhubung pada dua titik yang sama dalam suatu rangkaian, sehingga tegangan pada tiap hambatan memiliki nilai yang sama.
4. Jumlah arus listrik pada rangkaian terbagi pada cabang-cabang paralel. Artinya bahwa jumlah arus pada rangkaian sama dengan jumlah total arus yang mengalir dari setiap cabang. Dan nilai arus pada setiap cabang memiliki besar yang berbeda.
5. Nilai arus yang mengalir pada setiap cabang berbanding terbalik dengan besarnya hambatan pada cabang.

⁷Silvana, A. F., & Caroline, C. (2019). Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Baterai 110 VDC Di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang (Doctoral dissertation, Sriwijaya University)



2.11. Karakteristik Baterai

a. Tegangan

Baterai mampu mampu mengalirkan arus listrik apabila adanya beda potensial yang berarti timbulnya tegangan diantara plat positif dan plat negatif baterai saat terjadi proses pengisian dan pengosongan berlangsung.

b. Kapasitas baterai

merupakan suatu kemampuan baterai ketika arus listrik (*Ampere*) dilewatkan dalam waktu (*Hour*) dan tegangan tertentu dan dinyatakan dalam *Ampere Hour* (Ah). Kapasitas baterai dapat dinyatakan dalam C5 dan C10. Pada umumnya C5 untuk menyatakan kapasitas baterai basa seperti *nickel cadmium* dan C10 untuk baterai asam seperti *lead acid*.

c. Efisiensi baterai

baterai merupakan persentase ratio dari perbandingan kapasitas pada saat pengosongan baterai terhadap kapasitas baterai saat sebenarnya.

d. Temperatur

Temperatur normal battery pada umumnya sebesar 25⁰C. pada suhu >25⁰C performa baterai akan semakin meningkat namun dapat menyebabkan umur baterai menurun, penurunan akan lebih signifikan terjadi ketika suhu baterai >50⁰C. sedangkan untuk suhu >25⁰C dapat meningkatkan umur baterai, namun jika suhu baterai berada pada 20⁰C hingga 0⁰C baterai akan memperlihatkan performa menurun dalam kemampuan menyimpan energi listrik.

e. Muatan energi

Energi yang dihasilkan dari baterai dapat ditentukan dengan persamaan :

$$E = \int_0^t v(t).I(t).dt \text{ Wh}$$

Dimana :

V = Tegangan (Volt)

I = Arus pelepas muatan (Ampere)

t = Waktu pelepasan muatan (jam)

f. Kerapatan energi



Adalah jumlah energi yang tersedia sama besar dengan massa atau volume baterai. Kerapatan energi dipengaruhi oleh komponen aktif pada baterai, dimana kemurnian komponen penyusun baterai merupakan faktor penting ketika nilai potensial dan arus maksimum baterai berbeda nilai terorisnya.

g. Laju pengosongan diri (*self discharge*)

Baterai akan *self discharge* dalam persentase yang berbeda apabila tidak digunakan dalam jangka waktu tertentu, faktor yang mempengaruhi terjadinya *self discharge* diantaranya kelembaban udara, suhu disekitar baterai.

h. Siklus hidup

Merupakan jumlah terjadinya *charging* dan *discharging* pada baterai hingga baterai tidak mampu lagi menyimpan muatan energi listrik.

i. Resistansi internal

Berkaitan dengan kemampuan baterai dalam mengenai beban tertentu serta menentukan besar daya keluaran dari baterai. Resistansi internal pada baterai pada umumnya harus lebih rendah dari pada resistansi beban dengan perbandingan perbandingan 1 : 10 atau lebih rendah.

j. Berat jenis elektrolit baterai

Adalah suatu ukuran kualitas elektrolit pada baterai. Besar berat jenis elektrolit suatu baterai dipengaruhi oleh suhu yang terkandung pada baterai sehingga dapat melakukan perhitungan untuk berat jenis elektrolit.

2.12. Kapasitas Baterai

Pengertian kapasitas

Kapasitas adalah suatu ukuran kemampuan yang dimiliki suatu baterai dalam melewati besar arus dalam waktu tertentu yang dinyatakan dalam Ah (*Ampere Hour*), misal suatu baterai dengan tegangan 110VDC baterai yang digunakan adalah jenis baterai yang memiliki kapasitas baterai 400 Ah, jika arus pembebanan diatur sebesar 2 A maka baterai dapat menanggung beban dalam waktu 5 jam.



Dalam arti lain kapasitas baterai merupakan representasi dari besarnya energi listrik yang mampu tersimpan ataupun dapat dikeluarkan baterai.

Pengujian kapasitas baterai dilakukan pada :

1. Saat komisioning baterai (initial charge)
2. 5 tahun setelah operasi
3. Kemudian dilakukan setiap 2 (dua) tahun
4. Pada dasarnya untuk mengetahui kapasitas dan kemampuan baterai yang sesungguhnya.

Untuk mengetahui apakah baterai sudah terisi penuh dan dapat menyimpannya dengan baik maka perlu dilakukan pengukuran kondisi baterai dengan cara menguji secara simulasi beban yang dapat diatur sehingga arusnya pun dapat diatur pada arus yang tetap maka tegangan baterai akan turun dari nominalnya. Waktu penurunan tegangan dibandingkan dengan karakteristik baterai tersebut maka dapat diketahui kondisi baterai tersebut, apakah mempunyai kapasitas yang baik atau buruk <40%.

Faktor Yang Mempengaruhi Penurunan Ketahanan Baterai

Pada umumnya terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penurunan ketahanan baterai :

1. Pengisian yang tidak sempurna
2. Pengisian floating yang terlalu lama
3. Banyak terdapat karbon dalam sel baterai
4. Kadar potasium karbonat dalam baterai terlalu tinggi
5. Kerusakan elektroda/material aktif baterai

Suatu baterai mampu melewati arus yang besar dengan waktu pembebanan yang pendek atau mampu melewati arus yang kecil dengan waktu pembebanan yang panjang. Kemampuan suatu baterai diperlukan untuk dapat memperkirakan beban terus-menerus (*continous load*) dan beban terputus-putus



(*inttermittent load*) yang harus selalu disuplai tenaga saat terputusnya pelayanan. Kapasitas suatu baterai dapat ditentukan melalui persamaan berikut yaitu :

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Hours}) \quad (2.1)$$

Dimana :

C = Kapasitas Baterai (Ah)

I = Arus (Ampere)

t = waktu (Jam)

2.13. Standar pengujian kapasitas baterai

Proses pengujian kapasitas baterai dengan dilakukan pengosongan baterai berdasarkan standar IEC (*International Electrotechnical Comission*) :

Parameter pengujian pengosongan baterai

Parameter yang dilihat pada saat pengujian pengosongan baterai adalah besar tegangan baterai selama dilakukan pengosongan. Dimana :

- a. Besar arus pengosongan (*discharging*) berdasarkan jenis baterai
 1. Baterai alkali : 0,2 x kapasitas baterai (C)
 2. Baterai asam : 0,1 x kapasitas baterai (C)

- b. Untuk waktu pengosongan (T_{stop}) berdasarkan jenis baterai
 1. Baterai alakali adalah (C5) yang berarti proses pengosongan dilakukan selama 5 jam.
 2. Baterai asam adalah (C10) yang berarti proses pengosongan dilakukan selama 10 jam.

- c. Tegangan akhir saat pengosongan (V_{stop}) berdasarkan jenis baterai yaitu :
 1. Baterai alkali adalah sebesar 1 V
 2. Baterai asam adalah sebesar 1,8 V



- d. Suhu yang diizinkan pada saat proses pengosongan berlangsung adalah maksimal 40°C sampai 45°C.

2.14. Efisiensi Baterai

Baterai yang baik adalah yang memiliki efisiensi baterai >80% dan baterai yang kurang baik menurut standar PT. PLN (Persero) adalah yang memiliki efisiensi baterai <60%. Untuk mengetahui besar efisiensi baterai dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\eta_{\text{baterai}} = C_d / C_c \times 100\% \quad (2.2)$$

Dimana :

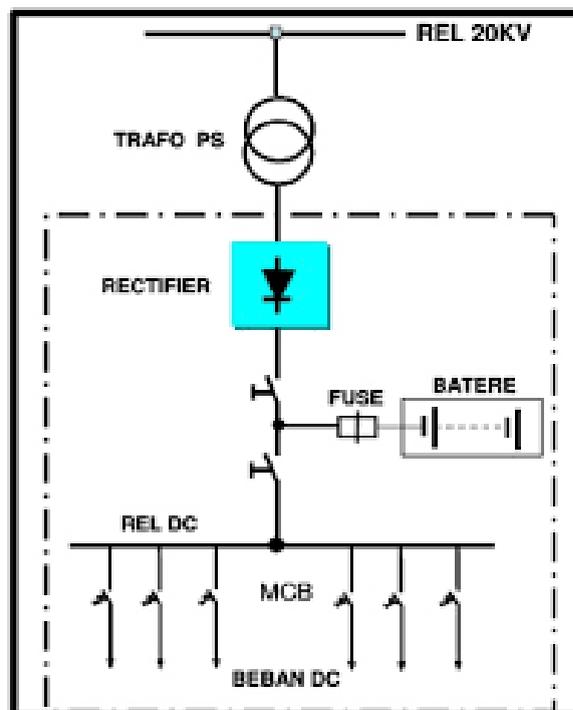
η = Efisiensi Baterai (%)

C_d = kapasitas Discharging

C_c = kapasitas pengisian (Ampere Hour)

2.15. Rectifier

Rectifier merupakan alat yang dapat mengkonversikan arus bolak balik (AC) menjadi arus searah (DC). Prinsip kerja rectifier pada Pembangkit yaitu suplai berupa tegangan AC sebesar 20 KV pada transformator pemakaian sendiri (PS) akan diubah menjadi sebesar 380 VAC menuju ke terminal input rectifier dan masuk ke transformator utama rectifier ialah transformator *step-down* yaitu dengan tegangan 380 VAC menjadi tegangan 110V/48V DC, yang disearahkan oleh thyristor yang berfungsi juga sebagai pengatur tegangan output dari transformator utama.



Gambar 2.15 Instalasi Sistem Suplai DC.

Pada thyristor terhubung ke modul elektronik AVR (*Auto Voltage Regulator*) yang berfungsi memberikan trigger positif pada gate thyristor untuk dapat mengatur besar arus dan tegangan output rectifier yang menuju ke baterai maupun beban sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan dengan cara menaik dan menurunkan tahanan geser pada modul kontrol AVR. Tegangan yang dihasilkan masih terdapat kandungan tegangan ripple yang akan dilakukan penyaringan tegangan rangkaian filter. Kemudian oleh voltage dropper tegangan keluar rectifier ke beban akan dijaga stabilitasnya sehingga dapat memberikan tegangan keluaran yang konstan saat rectifier beroperasi.

Rectifier berperan untuk mensuplai tegangan DC baik digunakan sebagai pemasok daya secara continue ke beban DC ataupun pengisian muatan baterai dan memastikan baterai tetap terduga (pada keadaan penuh) yaitu dengan cara memastikan rectifier selalu terhubung ke baterai.



2.15.1 Jenis Pengoperasian Rectifier

a. Floating charger

Digunakan pada saat rectifier beroperasi normal. Floating charger adalah proses pengisian dimana suplai akan selalu diteruskan ke baterai untuk membuat baterai tetap dalam keadaan full charger dan menjaga suplai tegangan pada baterai yang terhubung ke beban tetap konstan dalam menyuplai tegangan DC.



Gambar 2.17 Floating Charger

b. Equalizing charger

Tegangan pada setiap baterai akan diatur untuk dapat disamakan besar tegangan setiap sel baterai. Pengisian ini dilakukan sampai dengan tidak ditemukan lagi gas freely pada sel baterai dan berat jenis serta tegangan setiap sel telah terisi penuh sesuai dengan ketentuan dan syarat standar.

c. Boosting charger

Boosting charger merupakan proses pengisian yang dilakukan ketika baterai telah mengalami pengosongan cukup besar dimana baterai akan mengalami pengisian kembali pada kondisi high rate.^[7]

⁷ Silvana, A. F., & Caroline, C. (2019). Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Baterai 110 VDC Di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang (Doctoral dissertation, Sriwijaya University)