

ANALISIS PENURUNAN KAPASITAS BATERAI 110 VOLT UNIT I DI GI 150 KV KENTUNGAN

Zito Tomas Dos Reis¹, Ir. Wiwik Handajadi, M. Eng², Ir. Prastyono Eko Pambudi, M. T³
Zito Tomas Dos Reis (Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri)
Institute sains & teknologi akprind Yogyakarta
Alamat : Jl. Kalisahak No.28 Kompleks Balapan, Tromol Pos 45 Yogyakarta 55222, Indonesia
reis_eto@yahoo.co.id¹

INTISARI

PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Kentungan merupakan pusat pengaturan permintaan beban listrik, peralatan keamanan pusat sistem tenaga listrik dan pusat normalisasi. Oleh karena itu Gardu Induk 150 kV Kentungan mempunyai 14 panel pengulang yaitu : KTN1, KTN2, KTN3, KTN4, KTN5, KTN6, KTN7, KTN8, KTN9, KTN10, KTN11, KTN12, KTN13, KTN14.

Fungsi baterai di Gardu Induk merupakan salah satu sumber tegangan arus searah (DC). Pada Gardu Induk maupun pusat pembangkit tenaga listrik, baterai sebagai untuk menyuplai pada motor-motor penggerak PMT, PMS, relay proteksi dan meter-meter digital, lampu penerangan darurat serta sistem telekomunikasi. Maka dari hasil penelitian ini penulis mendapatkan hasil pengujian kapasitas baterai 110 volt unit I dan unit II sebagai berikut :

Hasil pengujian kapasitas baterai Unit I Gardu Induk 150 kV Kentungan pada tahun 2013, hasil pengujian analisa kapasitas baterai adalah 100 % dan didapatkan grafik penunjukan kapasitas saat pengujian baterai 110 volt diukur dengan nilai tertinggi pada jam 5:00 sebesar 200 Ah. Begitupun juga dengan pengukuran penurunan tegangan pada saat pengujian kapasitas baterai 110 volt sebesar 99,3 % dan hasil pengujian kapasitas baterai 110 volt Unit II di Gardu Induk 150 kV Kentungan pada tahun 2013, mendapatkan kapasitas saat pengujian sebenarnya dengan nilai tertinggi sebesar 159,9 Ah pada jam 3:24, dengan grafik penurunan tegangan saat pengujian kapasitas sebenarnya pada baterai 110 volt mendapatkan tegangan terendah sebesar 86 volt pada jam 3:24 menit.

Kata kunci : Baterai 110 volt, haldal, kapasitas prima baterai.

ABSTRACT

PT. PLN (Persero) Substation 150 kV Kentungan an electrical load demand control center, security equipment central and central electricity system normalization. Therefore Substation 150 kV Kentungan has 14 repeater panel are: KTN1, KTN2, KTN3, KTN4, KTN5, KTN6, KTN7, KTN8, KTN9, KTN10, KTN11, KTN12, KTN13, KTN14.

Function battery at Substation is one source voltage direct current (DC). At the substation and power plants, as a battery for menyuplay the driving force in the PMT, PMS, relay-meter protection and digital meter, emergency lighting and telecommunication system. So the results of this study the authors get the 110 volt battery capacity test unit I and unit II as follows:

Results of testing the battery capacity of the first unit of 150 kV Substation Kentungan in 2013, the test results analysis is 100% battery capacity and designation chart obtained when testing the battery capacity of 110 volts is measured with the highest score at 5:00 of 200 Ah. Likewise also the measurement of the voltage drop at the time of testing a 110-volt battery capacity by 99.3% and the test results kapasitasa Unit II 110 volt battery at 150 kV substation Kentungan in 2013, earning capacity when actual testing with the highest value of 159.9 Ah at 3:24 hours, the graph tension decrease when testing battery capacity at 110 volts In fact get tahanan as low as 86 volts at hour 3:24 minutes.

Keywords: Batteries 110 volt, reliable, excellent battery capacity.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber daya DC pada suatu Gardu Induk memiliki peran yang sangat penting dalam kelancaran operasi Gardu Induk itu sendiri dalam melayani kepada konsumen. Baterai yang terpasang pada Gardu Induk berfungsi untuk memberikan daya DC bagi peralatan proteksi yaitu relay proteksi, motor-motor penggerak PMT dan PMS, penerangan darurat, serta mensuplai daya untuk peralatan telekomunikasi di Gardu Induk.

1.2 Tujuan

Dari tujuan penelitian ini penulis akan mengetahui seberapa besar penurunan kapasitas baterai 110 volt unit I dan unit II yang terpasang pada Gardu Induk 150 kV, serta akibat yang ditimbulkan akan mengakibatkan penurunan kapasitas baterai terhadap Gardu Induk 150 kV. Serta mengetahui tegangan dan kapasitas baterai dengan merek yang berbeda, sehingga nantinya didapatkan data ril yang bisa dijadikan acuan dalam skripsi ini.

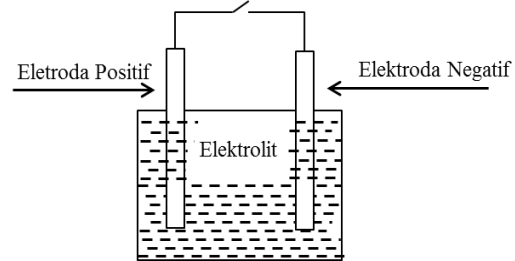
1.3 Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalam berlangsung proses elektro kimia yang reversible (dapat berbalikan) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektro kimia reversible, adalah baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai, dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Tiap sel baterai ini terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan yaitu, elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia.

Pada Gardu Induk maupun pusat pembangkit tenaga listrik baterai ini berfungsi sebagai :

1. Mensuplai sumber tenaga DC untuk penggerak motor-motor DC yang terpasang pada PMT, PMS, dan relay proteksi.
2. Mensuplai sumber tenaga DC untuk alat-alat control dan lampu darurat.
3. Mensuplai sumber tenaga DC pada peralatan telekomunikasi PLC dan SCADA.

Gambar berikut ini menunjukkan susunan dasar sebuah sel baterai :



Gambar 1 Susunan dasar sebuah sel baterai.

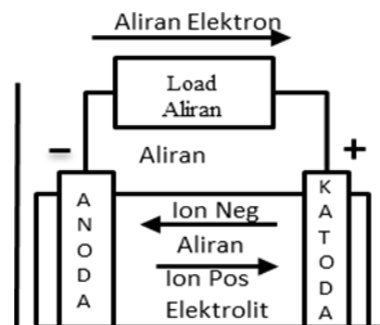
1.4 Prinsip kerja baterai

- a) Proses *discharge* sel berlangsung menurut skema Gambar 2. 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.

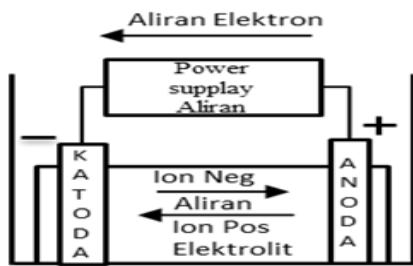
- b) Pada proses pengisian menurut skema Gambar 3 ini bila sel dihubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi yaitu :

1. Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui *power supply* ke katoda.
2. Ion-ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.
3. Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda.

Jadi reaksi kimia yang terjadi pada saat pengisian (*charging*) adalah kebalikan dari saat pengosongan (*discharging*) pada baterai alkali dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



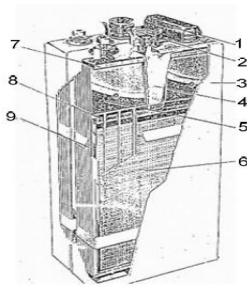
Gambar 2 Reaksi elektrokimia pada sel baterai (*Discharge*)



Gambar 3 Reaksi elektrokimia pada sel baterai (Charge).

1.5 Bagian-bagian utama baterai

Untuk baterai alkali Jenis *Nickel Cadmium* pada dasarnya memiliki beberapa bagian yang sama, perbedaannya terletak pada merek, tipe, ukuran plat, jumlah pelat dalam sel, jumlah sel dalam blok baterai.



Gambar 4 Bagian baterai alkali NiCd.

Dalam sebuah sel baterai alkali NiCd seperti diatas terdiri dari :

1. *Conektor Cover*
Merupakan pelindung bagi konektor baterai. Biasanya terbuat dari bahan plastic PVC.
2. *Flame Arresting Flip Top Venis*
Merupakan pelindung guna mencegah terjadinya loncatan listrik. Bahannya terbuat dari polypropylene dan stainless steel.
3. *Cell Container*
Bejana atau selimut dari sel baterai bahannya terbuat dari polypropylene tembus pandang.
4. *Splash Guard*
Pencegah percikan elektrolit dan hubung singkat oleh benda yang menyusun ke dalam sel.
5. *Plate Groups / Plate Tab*
Posisinya berada diantara ujung atas dan samping dari pelat
6. *Plate*

Lempengan utama dari sel, biasanya terjadi atas dua lapis yang terbuat dari baja.

7. *Pelate Groups Bus*
Menghubungkan pelate group/pelate tab dengan terminal baterai.
8. *Separating Grids*
Memisahkan antara pelat dan memisahkan *pelate frame* satu dengan yang lainnya. *Grid* yang digunakan haruslah dapat dilewati sirkulasi elektrolit antar pelate.
9. *Plate Frame*
Merupakan pembatas pelat.

1.6 Klasifikasi baterai

Baterai dapat diklasifikasikan beberapa jenis yaitu :

1. Menurut bahan elektrolit
Sesuai dengan bahan elektrolit yang digunakan pada baterai terdiri dari 2 (dua) macam :
 - Baterai timah hitam (*lead-acid storage battery*).
Baterai timah hitam bahan elektrolitnya adalah larutan asam belerang (H_2SO_4). Baterai timah hitam membagi dua macam yaitu :
 - ✓ *Lead-antimony*
 - ✓ *Lead-calcium*
 - Baterai alkali
Baterai alkali yaitu baterai yang berbahan elektrolitnya adalah larutan alkali (potasium hydrxide), baterai alkali dibagi menjadi dua macam yaitu :
 - ✓ Nickel – iron alkali battery (*Ni-Fe Battery*).
 - ✓ Nickel – cadmium alkali batteray (*Ni-Fe Battery*).
2. Menurut kapasitas baterai
Kapasitas suatu baterai adalah menyatakan besarnya arus listrik (ampere) baterai yang dapat disuplai atau dialirkan ke suatu rangkaian luar atau beban dalam jangka waktu (jam) untuk memberikan tegangan tetentu.
Pengujian kapasitas baterai (Ah) dinyatakan dengan persamaan 1

$$C = I \times T \dots\dots\dots 1$$

Dimana :

- C = kapasitas baterai (Ah)
- I = arus (baterai)
- T = Waktu (jam)

1.7 Pengukuran Tegangan

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

1. Kondisi tegangan sel baterai, apakah kondisi operasi normal.
2. Tegangan pengisian ke baterai (tegangan *output charge*)
3. Kondisi open sirkuit pada rangkaian baterai.
4. Kesimbangan tegangan baterai terhadap tanah.

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 (diajarkan 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 (diajarkan menggunakan AVO meter digital).
 - c) Ruba 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.

1.8 Pengukuran Berat Jenis Elektrolit.

Tujuan melakukan pengukuran adalah untuk mengetahui kondisi elektrolit. Hal ini sangat penting karena elektrolit pada baterai berfungsi sebagai konduktor atau sebagai media pemindah elektron oleh karena itu agar proses kimia didalam sel baterai bekerja baik, maka perlu dilakukan pemeriksaan atau pengukuran berat jenis elektrolit.

Bagian -bagian dari *hydrometer* basa ada 3 (tiga) jenis keterangan warna yaitu :

1. *Aerometer* yang bertulisan angka-angka berwarna putih (buatan Germany/Baterai *Hoppeckke*)
2. *Aerometer yang dilengkapi dengan warna* :
 - a. Kuning : *Dead battery*, muatan baterai tidak ada atau mati
 - b. Hijau : *Half charge*, kapasitas baterai 50%
 - c. Merah : *Full charge*, kapasitas baterai 90-100 %
3. *Aerometer yang dilengkapi dengan warna* :
 - a. Merah : *Recharge*
 - b. Putih : *Fair*
 - c. Hijau : *Good* (buatan taiwan)

1.9 Pengukuran Suhu Elektrolit.

Tujuan pengukuran suhu elektrolit adalah untuk mengetahui kondisi elektrolit

baterai ketika baterai sedang diisi (*Charge*) maupun terjadi kondisi tidak normal, mengingat pengaruhnya sangat besar terhadap operasional baterai maka perlu dilakukan pemeriksaan atau pengukuran suhu pada sel baterai dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :



Gambar 6 Pengukuran suhu elektrolit.

Dari Gambar 6 Pelaksanaan pengukuran suhu elektrolit dijelaskan untuk mengetahui terjadinya perubahan suhu elektrolit pada saat baterai sedang di isi atau kondisi (*charge*) suhu yang tidak normal, maka mengakibatkan pengaruh yang sangat besar terhadap operasional di Gardu Induk. Oleh karena itu pengukuran ini agar mengetahui nilai suhu elektrolit pada baterai yang sebenarnya.

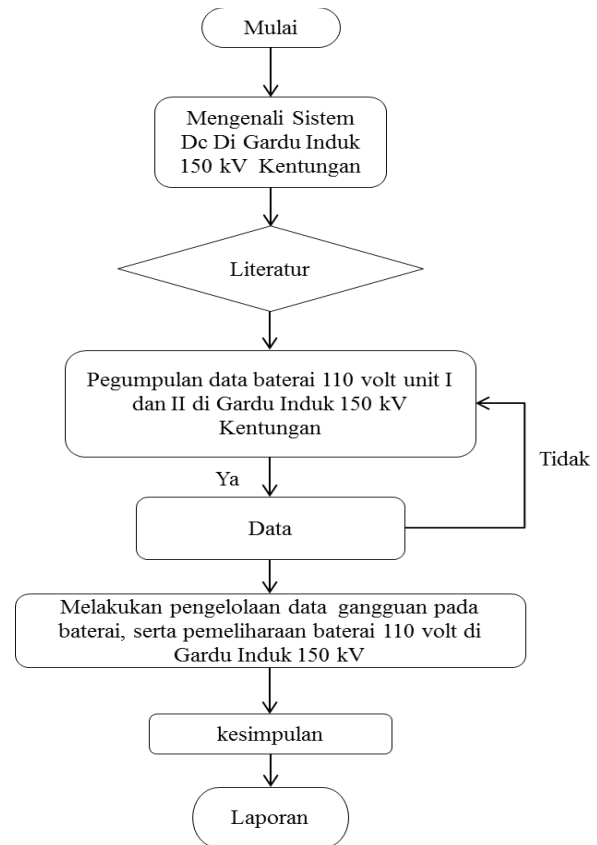
1.10 Rekondisi Bataerai.

Tujuan rekondisi baterai adalah suatu usaha untuk meningkatkan kembali kapasitas baterai atau memperbaiki dan mengembalikan proses kimia didalam sel baterai dengan cara melakukan pengantian elektrolit. Dari hasil *overhaul* tersebut diharapkan dapat mengembalikan ke karakteristik semula atau dapat memperpanjang masa pakai atau usia baterai.

II METODE PENELITIAN

Berdasarkan metode penelitian ini penulis akan mengetahui kondisi ril dilapangan, maka dilaksanakan penelitian maupun pengujian tes penurunan kapasitas baterai 110 volt unit I dan II dengan beberapa data sebagai variabel

yang akan dihitung dan di analisis. Dalam pengambilan data ini maka penulis akan menerapkan beberapa metode penelitian dalam skripsi ini dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Diagram Alir Penelitian.

Tahap awal penelitian ini adalah mengumpulkan berbagai referensi ataupun jurnal-jurnal yang relevan dengan judul yang penulis akan meneliti. Setelah itu, mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam skripsi yaitu data pengujian tes kapasitas baterai dan pengukuran tegangan baterei serta pengukuran berat jenis elektrolit pada baterai 110 volt unit I dan baterai 110 volt unit II pada tahun 2013.

Setelah data yang dikumpulkan sudah lengkap maka penulis akan dilakukan analisa hasil pengukuran tegangan baterai serta pengujian tes kapasitas baterai 110 volt dan pengukuran berat jenis elektrolit pada baterai di Gardu Induk 150 kV.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Kapasitas Baterai 110 Unit I Tahun 2013

Pengujian baterai dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama dikenal dengan kapasitas siap, dimana setelah baterai dilepas dari sistem kemudian langsung dilaksanakan pengujian kapasitas. Tahap kedua dikenal dengan kapasitas baterai, dimana baterai di *charge* terlebih dahulu sampai penuh dengan *metode boosting* (pengisian secara cepat) baru dilaksanakan pengujian tes kapasitas dapat dilihat pada table 1 dibawah ini :

Tabel 1 Hasil pengosongan tes kapasitas siap, baterai 110 volt unit I tahun 2013.

Jam Ke	Tegangan (volt)	Arus (Amper)	Kapasitas (AH)	Suhu Elektrolit
0	111,13	40 A	0	29 ⁰
15	104,3	40 A	10	29 ⁰
30	103,68	40 A	20	29 ⁰
45	101,8	40 A	30	30 ⁰
1	101,2	40 A	40	30 ⁰
15	100,98	40 A	50	30 ⁰
30	100,7	40 A	60	30 ⁰
45	100,5	40 A	70	30 ⁰
2	100,3	40 A	80	31 ⁰
15	100,2	40 A	90	31 ⁰
30	100,1	40 A	100	31 ⁰
45	100	40 A	100	31 ⁰
3	99,9	40 A	120	31 ⁰
15	99,8	40 A	130	31 ⁰
30	99,8	40 A	140	32 ⁰
45	99,7	40 A	150	32 ⁰
4	99,6	40 A	160	32 ⁰
15	99,5	40 A	170	32 ⁰
30	99,4	40 A	180	33 ⁰
45	99,3	40 A	190	33 ⁰
5	99,3	40 A	200	33 ⁰

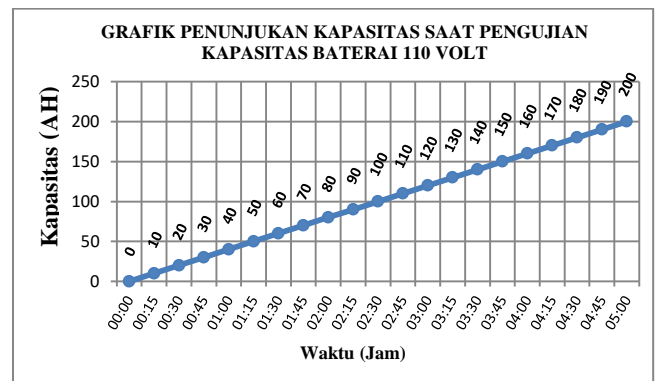
Hasil pengosongan : 100 %
 Arus pengosongan : 40 A
 Lama pengosongan : 5 jam

Tegangan akhir : 99,3 Volt

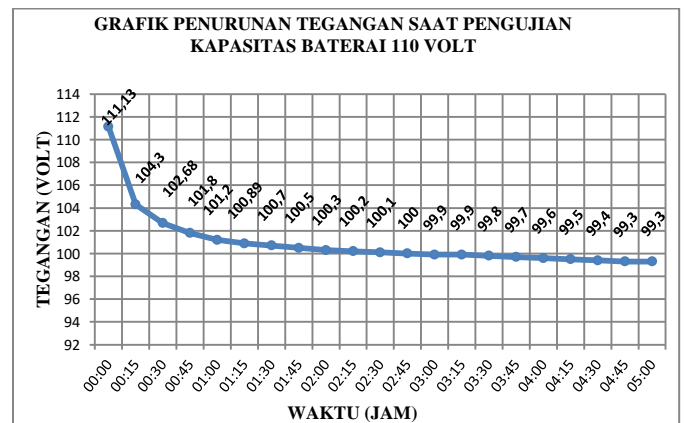
$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{kapasitas terukur}}{\text{kapasitas}} \times 100 \%$$

$$= \frac{200}{200} \times 100 \% = 100 \%$$

Dari hasil pengujian ini dapat di analisa hasil kapasitas siap dari baterai yaitu, arus pengosongan sebesar 40 amper, lama pengosongan 5 jam, tegangan akhir sebesar 99,3 volt, kapasitas terukur sebesar 200 Ah.



Gambar 1 Grafik Penunjukan Kapasitas Saat Pengujian Kapasitas Baterai Unit I 110 Volt.



Gambar 2 Grafik Penurunan Tegangan Saat Pengujian Kapasitas Baterai Unit I 110 Volt.

3.2 Hasil Pengujian Kapasitas Baterai 110 volt Unit II Tahun 2013

Hasil pengujian kapasitas baterai 110 volt Unit II di GI 150 kV Kentungan yang dilaksanakan pada tanggal 29 Februari 2013, dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini :

Hasil Pengosongan : 159,9 / 235 = 68,04 %

Arus Pengosongan : 159,9 Ah
 Lama Pengosongan : 03:24 Menit
 Tegangan akhir : 86 Volt

Dari hasil pengujian kapasitas baterai 110 volt unit II tahun 2013 yang tercatat dalam tabel 2 dapat diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut :

Kapasitas Baterai

$$= \frac{\text{kapasitas terukur}}{\text{kapasitas}} \times 100 \%$$

$$= \frac{159,9}{235} \times 100 \% = 68,04 \%$$

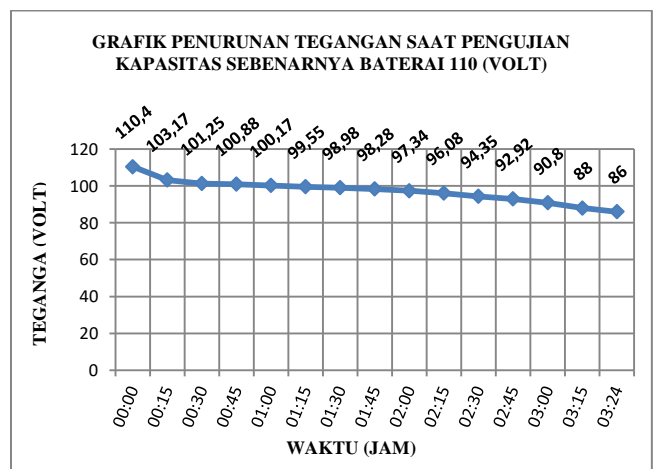
Table 2 Hasil pengosongan tes kapasitas baterai 110 volt uni II 2 tahun 2013.

JAM KE	TEGANGAN (volt)	KAPASITAS (AH)	ARUS (Amper)	SUHU ELEKTROLIT
0	110,4	0	47	29 ⁰
00,15	103,17	11,7	47	29 ⁰
00,30	101,75	23,5	47	29 ⁰
00,45	100,88	35,3	47	29 ⁰
01,00	100,17	47,1	47	30 ⁰
01,15	99,55	58,8	47	30 ⁰
01,30	98,98	70,5	47	30 ⁰
01,45	89,28	82,3	47	31 ⁰
02,00	97,34	94	47	31 ⁰
02,15	96,08	105,8	47	31 ⁰
02,30	94,35	117,6	47	32 ⁰
02,45	92,92	129,3	47	32 ⁰
03,00	90,8	141,1	47	33 ⁰
03,15	88	152,8	47	33 ⁰
03,24	86	159,9	47	33 ⁰



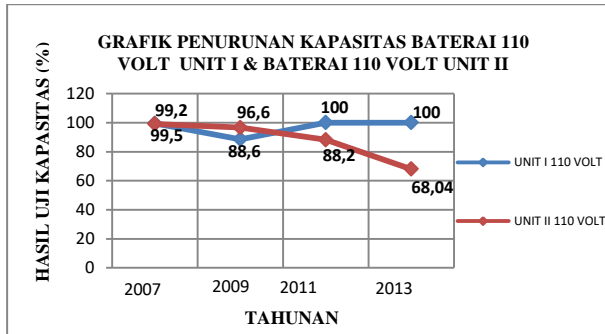
Gambar 3 Grafik Penunjukan Kapasitas Saat Pengujian Kapasitas Sebenarnya Baterai Unit II 110 Volt.

Pengujian selama 3 jam 24 menit menggunakan alat merek BTS (*battery tes system*) type 200 hasil pengujian diproses *Discharger* dengan menunjukkan kapasitas yang terukur sebesar 159,9 Ah yaitu 68,04 %. Berdasarkan buku panduan *Operation & Maintenance* peralatan system tenaga, bahwa baterai 110 volt sudah di indikasikan kapasitas sudah berkurang dari 80 % hal ini dinyatakan hasil yang terukur sudah berkurang dari nilai yang di tetapkan pada PT.PLN, maka dari hasil tes kapasitas baterai dapat menyimpulkan bahwa baterai 110 volt unit II di Gardu Induk 150 kV Kentungan dinyatakan cukup kurang (68,4 %). Berdasarkan Gambar tabel 4.3 menunjukan bahwa kapasitas baterai tersebut kondisi baik, maka hal ini menunjukan selama proses pengosongan dimulai dari 3 jam 24 menit maka kapasitas baterai 110 volt unit II akan naik secara perlahan-lahan dari 10,20,40 sampai dengan 159,9 AH.



Gambar 4. Grafik Penurunan Tegangan Saat Pengujian Kapasitas sebenarnya Baterai 110 Volt.

3.3 Perbandingan Karakteristik Penurunan Kapasitas Baterai 110 Volt Unit I dan Baterai 110 volt Unit II.



Gambar 4 Grafik Penurunan Kapasitas Baterai 110 Volt Unit I dan II Berdasarkan Uji Kapasitas Tahunan.

IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini penulis mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Kentungan merupakan pusat pengaturan permintaan beban listrik, peralatan keamanan pusat sistem tenaga listrik dan pusat normalisasi. Oleh karena itu Gardu Induk 150 kV Kentungan mempunyai 14 panel penyulang yaitu : KTN1, KTN2, KTN3, KTN4, KTN5, KTN6, KTN7, KTN8, KTN9, KTN10, KTN11, KTN12, KTN13, KTN14.
2. Fungsi baterai di Gardu Induk merupakan salah satu sumber tegangan arus searah (DC). Pada Gardu Induk maupun pusat pembangkit tenaga listrik, baterai sebagai untuk menyuplai pada motor-motor penggerak PMT, PMS, relay proteksi dan meter-meter digital, lampu penerangan darurat serta sistem telekomunikasi.
3. Hasil pengujian kapasitas baterai Unit I Gardu Induk 150 kV Kentungan pada tahun 2013, hasil pengujian analisa kapasitas baterai adalah 100 % dan didapatkan grafik penunjukan kapasitas saat pengujian baterai 110 volt diukur dengan nilai tertinggi pada jam 5:00 sebesar 200 Ah. Begitupun juga dengan pengukuran penurunan tegangan pada saat pengujian kapasitas baterai 110 volt sebesar

99,3 % dan hasil pengujian kapasitasa baterai 110 volt Unit II di Gardu Induk 150 kV Kentungan pada tahun 2013, mendapatkan kapasitas saat pengujian sebenarnya dengan nilai tertinggi sebesar 159,9 Ah pada jam 3:24, dengan grafik penurunan tegangan saat pengujian kapasitas sebenernya pada baterai 110 volt mendapatkan tegangan terendah sebesar 86 volt pada jam 3:24 menit.

4. Mengadakan pemeliharaan yang teratur dan terkontrol terhadap baterai 110 volt agar terjadi penurunan kapasitas dapat mengantisipasi dengan cepat.

4.2 Saran

Dengan penurunan kapasitas baterai 110 volt pada Gardu Induk 150 kV maka akan mengakibatkan gangguan pada peralatan proteksi yang dipasang pada Gardu Induk akan tidak normal. Oleh sebab itu baterai yang dipasang pada Gardu Induk dengan kapasitas yang normal dan kondisi yang baik, maka dari hal ini pihak PLN akan mengantikan baterai tersebut harus merek yang sama serta kualitas yang tinggi dan kapasitas yang terpenuhi maka menyuplai tegangan DC pada peralatan proteksi bekerja secara normal, jika pihak PLN akan mengantikan baterai dengan kualitas yang murah maka baterai tersebut tidak tahan lama.

V TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan terwujud. Oleh karena itu, penulis akan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir, Wiwik handajadi M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan pengarahan dan nasehatnya serta motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat cepat terselesaikan dengan hasil yang baik.
2. Bapak Ir, Prastpyono Eko Pambudi, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang terusmenerus memberikan nasehat serta bimbingannya kepada penulis untuk selalu optimis dan semangat dalam mengerjakan skripsi ini.

3. Sigit Priyambodo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Beny Firman, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, terimakasih dukungannya selama ini.
4. Bapak Budi Santoso selaku Manajer PT.PLN (Persero) TRANS-JBT APP Salatiga, yang sudah memperijikan saya untuk penelitian di Gardu Induk 150 kV Ketungan Yogyakarta.
5. Bakap Nurkholi selaku Supervisor Gardu Induk 150 kV Kentungan, yang sudah memberikan data-data serta memberikan pengetahuan dan gambaran umum mengenai penurunan kapasitas baterai 110 volt di Gardu Induk.

IV DAFTAR PUSTAKA

- Falk, S. U., and A. J. Salkind: *Alkaline Batteries*, Wiley, New York
- Nugroho, Tejo Sukmadi, 2012. *Baterai sebagai suplai tegangan Dc pada Gardu Induk 150 Kv Kalisari*. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Nana Sutresna, 2008. *Buku Petunjuk Opearasi dan Pemeliharaan Peralatan Baterai Alkali*, Yogyakarta: UPT Yogyakarta.
- Rahimin, ZulFaini., dkk. 2005. *Panduan O & M Peralatan sistem Suplai AC/DC* Jakarta: PT PLN (Persero) P3B.
- Ricky Agned, Hurhalim, 2015 *Kapasitas Baterai 110 volt pada GI 150 kv Bangkinang*
- Salam, Ibnu. 2014. *Baterai-Charger pada Gardu Induk 150 Kv Srandol*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Triadiputra, Agil. 2010. *Baterai Sebagai suplai Tegangan Dc Pada Gardu Induk 150 KV Srandol PT.PLN (Persero) UPT Semarang*. Semarang: Unicersitas diponegoro.
- Anomi. 2009. *Buku Petunjuk Batasan Operasi Dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran tenaga Listrik AC/DC SUPLAI, PT.PLN (Persero)*, Jakarta.
- *Buku Petunjuk Batasan Operasional dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik SKDIR 114./DIR/2010 AC/DC Supply No. Dokumen: 19-22/HARLURPST/2009*.
- *Buku Operasi Dan Pemeliharaan Gardu Induk Pt.Pln (Persero) Pusdiklat 2009, 4 Agustus 2015*

