



Feasibility Analysis of 110 VDC Battery in Supplying Loading (Case Study of 150 kV Perawang Substation)

Analisis Kelayakan Battery 110 VDC Dalam Mengsuplai Pembebanan (Studi Kasus Gardu Induk Perawang 150 kV)

Irvan Nurhadi¹, Liliana²

^{1,2}Teknik Elektro, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

Corresponden E-Mail: 11850514523@students.uin-suska.ac.id, liliana@uin-suska.ac.id

Makalah: Diterima 21 Februari 2022; Diperbaiki 26 Februari 2022; Disetujui 21 Maret 2022
Corresponding Author: 11850514523@students.uin-suska.ac.id

Abstrak

Rectifier berfungsi sebagai penstransformasi dari tegangan AC ke tegangan DC. Permasalahan umumnya terletak di tegangan AC saat masuk ke *rectifier* yaitu terjadinya gangguan *trip* di sisi trafo pemakaian sendiri (PS) pada gardu induk yang biasanya disebabkan karena terjadinya gangguan pada saluran transmisi ataupun gangguan pada transformator daya. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah guna mengetahui kondisi dan kelayakan baterai yang ada pada gardu induk perawang. Dari pengukuran tiap sel pada baterai 110 Vdc unit 1 bulan february terlihat saat keadaan *charge* tegangan rata-ratanya senilai 1,40V, ketika keadaan *discharge* tegangan rata-ratanya senilai 1,29 V. lalu baterai unit 2 dalam keadaan *charge* tegangan rata-ratanya senilai 1,41 V sementara saat keadaan *discharge* tegangan rata-ratanya senilai 1,29 V. Dengan demikian menurut standar pengukuran PLN baterai yang baik dan layak memiliki tegangan 1,30 V hingga 1,450 V ketika *charge* sementara keadaan *discharge* baterai yang layak memiliki tegangan 1,10 V hingga 1,25 V. maka dinyatakan keadaan baterai 110 Vdc Gardu Induk Perawang unit 1 dan unit 2 berada dalam kondisi layak. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa beban unit 1 pada baterai 110 Vdc gardu induk sebesar 770 watt, dan beban unit 2 sebesar 1540 watt.

Keyword: Baterai 110 Vdc, *Rectifier*, Pemeliharaan baterai, Gardu Induk, Tegangan Dc

Abstract

The rectifier functions as a transformer from AC voltage to DC voltage. The problem generally lies in the AC voltage when entering the rectifier, namely the occurrence of trip disturbances on the side of the self-use transformer (PS) at the substation which is usually caused by disturbances in the transmission line or disturbances in the power transformer. The purpose of this research is to determine the condition and feasibility the battery in the perawang substation. From the measurement of each cell on the 110 Vdc battery unit 1 month of February, it can be seen that the average charge voltage is 1.40V, when the average discharge voltage is 1.29 V. Then the unit 2 battery is in charge the average voltage is 1,41 V while when the discharge state the average voltage is 1.29 V. Thus, according to PLN measurement standards a good and decent battery has a voltage of 1.30 V to 1.450 V when charged while a decent battery discharge has a voltage of 1.10 V up to 1.25 V, it is stated that the 110 Vdc battery at the Perawang Substation unit 1 and unit 2 are in decent condition. Based on the calculation results, it can be seen that the unit 1 load on the 110 Vdc substation battery is 770 watts, and the unit 2 load is 1540 watts.

Keyword: 110 Vdc Battery, *Rectifier*, Battery maintenance, Substation, Dc Voltage

1. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari listrik merupakan salah satu kebutuhan wajib bagi manusia. Hampir seluruh dunia ini membutuhkan energi listrik yang digunakan untuk menggerakkan alat-alat dan juga untuk memanfaatkan sebagai tenaga, seperti peralatan komunikasi, peralatan rumah tangga, penerangan lampu jalan, dan kegunaan lainnya bagi manusia. Jika penggunaan energi listrik semakin meningkat makanya pasokan energi yang ada makin lama makin berkurang dan akan mengakibatkan energi listrik tersebut akan habis. Supaya energi listrik tidak cepat habis manusia bisa menggunakan peralatan yang hemat energi agar penurunan energinya tidak turun drastis, para ilmuwan mulai mencari dan menciptakan sumber-sumber energi listrik[1].

Sebuah sistem tenaga listrik tidak selalu berjalan dengan baik dan lancar, tentunya dalam penyaluran energi listrik sewaktu – waktu mengalami gangguan atau masalah dalam penyalurannya. Faktor alam merupakan faktor utama yang menjadi penyebab timbulnya gangguan atau permasalahan tersebut misalnya petir, pohon tumbang, bencana alam, gangguan hubung singkat hingga kerusakan yang terjadi pada pembangkit energi listrik[2]. Terjadinya masalah yang secara tiba tiba dan tidak bisa di perkirakan tersebut maka di perlukan sistem proteksi yang baik dan layak supaya agar tidak terhentinya pasokan energi listrik ke konsumen[3].

Pada sebuah instalasi gardu induk mempunyai dua sumber tegangan yakni *Dirrect Current* (DC) serta *Alternating Current* (AC). *Rectifier* berfungsi sebagai penstransformasi dari tegangan AC ke tegangan DC. Permasalahan umumnya terletak di tegangan AC saat masuk ke *recifier* yaitu terjadinya gangguan *trip* di sisi trafo pemakaian sendiri (PS) pada gardu induk yang biasanya disebabkan karena terjadinya gangguan pada saluran transmisi ataupun gangguan pada transformator daya[4]. Jika hal ini sudah terjadi maka baterai berperan secara cepat menjadi back-up sumber tegangan DC pada gardu induk supaya peralatan proteksi dan komunikasi pada gardu induk dapat terus bertugas.

Kualitas dan kinerja suatu baterai pada gardu induk dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat mengganggu kemampuan baterai dalam mensuplai tegangan DC ke peralatan diantaranya adalah faktor pembebanan, pemakaian, menurunnya kapasitas dan efisiensi, tegangan, arus baterai, suhu elektrolit yang tinggi, korosi pada terminal, usia baterai, selain itu kondisi baterai dapat berpengaruh terhadap kinerja baterai bila kerap kali terjadinya *blackout* digardu induk[5].

Dalam pendistribusian energi listrik di butuhkan suatu sistem proteksi yang layak agar terjaganya ketersediaan sumber tegangan DC. Maka dari itulah diperlukan adanya pemeliharaan mingguan, bulanan dan tahunan pada baterai di gardu induk[6]. Pemeliharaan yang dilakukan berupa memantau dan memeriksa secara visual baterai apakah dalam kondisi baik, seperti pemeriksaan kontainer baterai, pemeriksaan terminal dan konektor, pemeriksaan tegangan baterai setiap selnya serta pemeriksaan arus dan tegangan yang terhubung ke beban[7].

Tanpa perawatan dan pengamanan yang tepat, pemakaian baterai secara berkelanjutan oleh beban DC gardu induk dapat menyebabkan baterai menyediakan sumber daya yang tidak sebagaimana mestinya, hingga menyebabkan penurunan kinerja baterai[8]. Kegagalan sistem sumber DC dapat mempengaruhi kemungkinan kegagalan sistem proteksi gardu induk, sehingga menimbulkan masalah besar.

Blackout merupakan permasalahan yang biasa terjadi pada gardu induk yang disebabkan karena terjadinya gangguan pada trafo daya ataupun gangguan pada saluran transmisi[9]. Dari tahun 2018 hingga 2020, Gardu Induk Perawang mengalami total 10 kali pemadaman listrik (*blackout*), di mana trafo PS GI mati karena timbulnya permasalahan di trafo daya dan saluran transmisi. Kalau masalah yang terjadi cukup lama, tentu saja dapat menyebabkan arus gangguan yang lebih tinggi dan mengakibatkan kerusakan peralatan lainnya di gardu induk. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah guna mengetahui kondisi dan kelayakan baterai yang ada pada gardu induk perawang maupun itu dalam keadaan *discharge* dan *charge* sesuai dilaksanakannya pemeliharaan rutin di gardu induk sehingga apabila jika suatu saat gardu induk mengalami *blackout*, baterai dapat langsung memberkan *supply* tegangan DC pada peralatan proteksi.



Gambar 1. Baterai Gardu Induk

2. Materi dan Metode

Baterai jenis alkaline *nickel cadmium* merupakan jenis baterai yang umumnya terpasang pada instalasi gardu induk dengan ciri-ciri umum sebagai berikut [7]:

- a. Masa pakai baterai tergantung pada pengoperasian dan pemeliharaan, biasanya 15-20 tahun jika suhu baterai tidak melebihi 20°C.
- b. Berat jenis elektrolit tidak sebanding dengan kapasitas baterai.

- c. Tegangan pengosongan akhir (*end Voltage*) per sel 1 v.
- d. Tegangan *charger* (Berdasarkan buku panduan O&M Baterai P3B 1998):
 1. *Floating Charge* 1,40 – 1,45 V
 2. *Equalizing Charge* 1,50 – 1,60 V
 3. *Boosting Charge* 1,65 – 1,70 V
- e. Tegangan *discharger* 1,10 – 1,25 V

Penelitian mengenai kelayakan baterai 110 Vdc yang merupakan peralatan vital dan sebagai daya cadangan pada gardu induk apabila suatu saat terjadi *blackout* disajikan pada *flowchart* berikut ini :



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

2.1. Data Penelitian

2.1.1. Data Spesifikasi Baterai Unit 1

Tabel 1. Data spesifikasi baterai unit 1 GI Perawang

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Merk | Saft / Made in sweden |
| Type | SBM 369-2 |
| Year | 2017 |
| Capacity | 369 Ah |
| Voltage / Cell | 124 Vdc |
| Cell count | 86 cell |

2.1.2. Data Spesifikasi Baterai Unit 2

Tabel 2. Data spesifikasi baterai unit 2 GI Perawang

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Merk | Saft / Made in sweden |
| Type | SBM 369-2 |
| Year | 2017 |
| Capacity | 369 Ah |
| Voltage / Cell | 122 Vdc |
| Cell count | 86 cell |

Terdapat 2 baterai 110 Vdc pada gardu induk, perbedaan antara kedua baterai terletak pada tegangannya. Tegangan pada baterai unit 1 sebesar 124 Vdc sedangkan baterai pada unit 2 sebesar 122 Vdc. Jumlah sel pada baterai sebanyak 86 sel. Baterai pada gardu induk perawang beroperasi pertama kali pada tahun 2017 dengan kapasitas tiap baterainya sebesar 369 Ah.

2.2. Pengukuran Sel Baterai dan Perhitungan Pembebanan Baterai

2.2.1. Pengukuran Sel Baterai

- Siapkan alat ukur multimeter (Dianjurkan untuk menggunakan multimeter digital)
- Atur sakelar multimeter pada skala kecil, seperti skala 10 volt.
- Ukurlah tegangan setiap sel baterai sesuai dengan polaritasnya (positif-merah dan negatif-hitam) dimulai dari sel 1 sampai sel terakhir.
- Catat hasil pengukuran yang di tampilkan oleh multimeter dalam lembar kerja pengukuran.

2.2.2. Perhitungan Pembebanan Baterai

Perhitungan pembebanan pada baterai dapat dinyatakan sebagai berikut [10]:

$$P = I \times V \quad (1)$$

Keterangan :

P = Beban baterai (Watt)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

V = Tegangan baterai (Volt)

2.3. Analisa Hasil

Hasil analisis dilakukan setelah melakukan percobaan dan memperoleh hasil pengukuran. Kemudian tahap terakhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

Baterai yang ada di gardu induk terdiri dari dua tipe yaitu tipe 48 Vdc yang di peruntukkan bagi sistem telekomunikasi di gardu induk seperti scada, HMI, radio. Sedangkan baterai 110 Vdc di peruntukkan bagi sistem proteksi seperti Pemutus Tenaga (PMT) dan Pemisah (PMS)[11][12].

Pemutus tenaga (PMT) berperan penting dalam menghubungkan, memutuskan, arus beban ataupun arus gangguan pada saluran transmisi, sedangkan pada pemisah (PMS) terdapat bagian komponen salah satunya pisau - pisau yang berfungsi sebagai memisahkan atau menghubungkan bagian - bagian yang bertegangan[13][14].

Jenis baterai yang digunakan pada gardu induk perawang adalah jenis baterai alkaline *nickel cadmium*, yang mana mempunyai tegangan standar baterai sebesar 1,40 V -1,44 V. Umumnya tegangan baterai alkaline ini ketika melakukan pengisian *floating* senilai 1,40 V - 1,41 V, pada saat pengisian *boosting* senilai 1,65 V – 1,70 V, dan saat melakukan pengisian *equalizing* senilai 1,50 V - 1,65 V[7][15].

Baterai di gardu induk terpasang secara seri sehingga mampu menaikkan tegangan baterai sesuai dengan kebutuhan tegangan pada peralatan. Ketika peralatan gardu induk memerlukan suplai daya sebesar 110 V serta tegangan per sel baterai 1,4 volt lebih kurang sebanyak 84 sel baterai, maka harus terpasang secara seri guna memenuhi kebutuhan komponen.

Pentingnya melakukan pemeliharaan baterai secara berkala demi menjaga kualitas dan kinerja baterai agar bisa berfungsi dengan baik supaya menjaga keandalan komponen dalam mendistribusikan daya listrik. Adanya pemeliharaan *preventive* dapat mendorong kualitas baterai dalam menyimpan energi listrik hingga waktu tertentu, akan tetapi terjadinya penurunan kualitas baterai tidak bisa dihindari disebabkan sifat kimia baterai[16].

3.1 Data Hasil Pengukuran Tegangan Tiap Sel Baterai Unit 1 Bulan Februari 2021

3.1.1. Hasil Pengukuran Saat Kondisi Baterai 110 Vdc *Floating Charge*

Tabel 3. Hasil Pengukuran *Floating Charge* Unit 1

| no | Voltase | no | Voltase |
|----|---------|----|---------|
| 1 | 1,39 | 44 | 1,38 |
| 2 | 1,39 | 45 | 1,39 |
| 3 | 1,40 | 46 | 1,39 |
| 4 | 1,38 | 47 | 1,37 |
| 5 | 1,40 | 48 | 1,40 |
| 6 | 1,39 | 49 | 1,38 |
| 7 | 1,40 | 50 | 1,38 |
| 8 | 1,39 | 51 | 1,40 |
| 9 | 1,40 | 52 | 1,40 |
| 10 | 1,40 | 53 | 1,40 |
| 11 | 1,40 | 54 | 1,35 |
| 12 | 1,40 | 55 | 1,42 |
| 13 | 1,40 | 56 | 1,42 |
| 14 | 1,39 | 57 | 1,40 |

| no | Voltase | no | Voltase |
|----|---------|----|---------|
| 15 | 1,40 | 58 | 1,41 |
| 16 | 1,40 | 59 | 1,38 |
| 17 | 1,39 | 60 | 1,40 |
| 18 | 1,40 | 61 | 1,39 |
| 19 | 1,40 | 62 | 1,40 |
| 20 | 1,41 | 63 | 1,39 |
| 21 | 1,40 | 64 | 1,38 |
| 22 | 1,39 | 65 | 1,40 |
| 23 | 1,40 | 66 | 1,40 |
| 24 | 1,40 | 67 | 1,40 |
| 25 | 1,40 | 68 | 1,41 |
| 26 | 1,40 | 69 | 1,40 |
| 27 | 1,40 | 70 | 1,40 |
| 28 | 1,40 | 71 | 1,40 |
| 29 | 1,40 | 72 | 1,40 |
| 30 | 1,41 | 73 | 1,41 |
| 31 | 1,40 | 74 | 1,42 |
| 32 | 1,39 | 75 | 1,41 |
| 33 | 1,40 | 76 | 1,42 |
| 34 | 1,40 | 77 | 1,41 |
| 35 | 1,40 | 78 | 1,39 |
| 36 | 1,40 | 79 | 1,40 |
| 37 | 1,40 | 80 | 1,39 |
| 38 | 1,40 | 81 | 1,40 |
| 39 | 1,41 | 82 | 1,40 |
| 40 | 1,39 | 83 | 1,40 |
| 41 | 1,39 | 84 | 1,41 |
| 42 | 1,40 | 85 | 1,40 |
| 43 | 1,39 | 86 | 1,41 |

Setelah dilakukan pengukuran tegangan diketahui tegangan baterai 110 Vdc rata-rata adalah 1,40V. Maka dalam hal ini menurut standar hasil pengukuran baterai yang telah ditetapkan oleh PLN baterai yang bagus memiliki tegangan 1,30V hingga 1,45V dalam keadaan pengisian atau *Floating Charge*. Maka dapat dikatakan baterai 110 Vdc unit 1 pada gardu induk perawang saat pengoperasian atau saat pengisian berada dalam keadaan baik.

3.1.2. Hasil Pengukuran Saat Kondisi Baterai 110 Vdc Discharge

Tabel 4. Hasil Pengukuran *Discharge* Unit 1

| no | Voltase | no | Voltase |
|----|---------|----|---------|
| 1 | 1,29 | 44 | 1,29 |
| 2 | 1,29 | 45 | 1,29 |
| 3 | 1,29 | 46 | 1,29 |
| 4 | 1,29 | 47 | 1,29 |
| 5 | 1,29 | 48 | 1,29 |
| 6 | 1,29 | 49 | 1,29 |
| 7 | 1,28 | 50 | 1,29 |
| 8 | 1,28 | 51 | 1,29 |
| 9 | 1,29 | 52 | 1,29 |
| 10 | 1,29 | 53 | 1,29 |
| 11 | 1,26 | 54 | 1,29 |
| 12 | 1,29 | 55 | 1,29 |
| 13 | 1,29 | 56 | 1,29 |
| 14 | 1,29 | 57 | 1,29 |
| 15 | 1,28 | 58 | 1,29 |
| 16 | 1,28 | 59 | 1,28 |
| 17 | 1,29 | 60 | 1,28 |
| 18 | 1,29 | 61 | 1,29 |
| 19 | 1,28 | 62 | 1,29 |
| 20 | 1,29 | 63 | 1,29 |
| 21 | 1,29 | 64 | 1,29 |

| no | Voltase | no | Voltase |
|----|---------|----|---------|
| 22 | 1,29 | 65 | 1,29 |
| 23 | 1,29 | 66 | 1,29 |
| 24 | 1,28 | 67 | 1,29 |
| 25 | 1,28 | 68 | 1,29 |
| 26 | 1,28 | 69 | 1,29 |
| 27 | 1,28 | 70 | 1,28 |
| 28 | 1,28 | 71 | 1,28 |
| 29 | 1,28 | 72 | 1,28 |
| 30 | 1,28 | 73 | 1,29 |
| 31 | 1,29 | 74 | 1,29 |
| 32 | 1,29 | 75 | 1,29 |
| 33 | 1,29 | 76 | 1,29 |
| 34 | 1,29 | 77 | 1,28 |
| 35 | 1,28 | 78 | 1,28 |
| 36 | 1,29 | 79 | 1,28 |
| 37 | 1,28 | 80 | 1,28 |
| 38 | 1,29 | 81 | 1,29 |
| 39 | 1,28 | 82 | 1,29 |
| 40 | 1,28 | 83 | 1,29 |
| 41 | 1,29 | 84 | 1,29 |
| 42 | 1,29 | 85 | 1,29 |
| 43 | 1,29 | 86 | 1,29 |
| 25 | 1,28 | 68 | 1,29 |
| 26 | 1,28 | 69 | 1,29 |
| 27 | 1,28 | 70 | 1,28 |
| 28 | 1,28 | 71 | 1,28 |
| 29 | 1,28 | 72 | 1,28 |
| 30 | 1,28 | 73 | 1,29 |

Setelah dilakukan pengukuran tegangan diketahui tegangan baterai 110 Vdc rata-rata adalah 1,29V. Maka dalam hal ini menurut standar hasil pengukuran baterai yang telah ditetapkan oleh PLN baterai yang bagus memiliki tegangan 1,10V hingga 1,25V dalam keadaan pengosongan atau *discharge*. Maka dapat dikatakan baterai 110 Vdc unit 1 pada gardu induk perawang saat pengosongan atau *discharge* berada dalam keadaan baik.

3.1.3. Karakterisasi Hasil Pengukuran Baterai Unit 1

Tabel 5. Karakterisasi Hasil Pengukuran

| Titik Pengukuran | Hasil Pengukuran |
|----------------------|------------------|
| Negatif – Pentanahan | -59.5 V |
| Positif - Pentanahan | 61.8V |
| Tegangan - Baterai | 121 V |
| Tegangan Pengisian | 391 Vac |
| Arus - Beban | 7 A |
| Tegangan - Beban | 121 V |
| <i>floating</i> | 121 V |
| Level Elektrolit | Sedang |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa positif – ground sesuai dengan standarnya yakni 61.8V dan negatif-ground -59.5V sebab standar keseimbangan negatif serta positif ke ground sebesar 50% berasal dari keluaran *charger* dengan toleransi $\pm 12,5\%$.

3.1.4. Uji Off Rectifier Baterai Unit 1

Tabel 6. Uji Off Rectifier

| Uji <i>Off Rectifier</i> | | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|----------------------|
| 15menit | 30menit | 45menit | 60menit | Ket |
| 112,1 | 111,5 | 110,8 | 110,3 | uji padam bulan juli |

Berdasarkan hasil uji *off rectifier* dalam keadaan baterai terhubung ke beban selama 60 menit, terlihat bahwa tegangan maksimal yang dicapai baterai sebesar 112,1 V pada 15 menit pertama, sedangkan tegangan terendahnya sebesar 110,3 V pada akhir waktu pengujian.

3.2 Data Hasil Pengukuran Tegangan Tiap Sel Baterai Unit 2 Bulan Februari 2021

3.2.1 Hasil Ukur Saat Kondisi Baterai 110 Vdc *Floating Charge*

Tabel 7. Hasil Pengukuran *Floating Charge* Unit 2

| no | Voltase | no | Voltase |
|----|---------|----|---------|
| 1 | 1,41 | 44 | 1,41 |
| 2 | 1,41 | 45 | 1,41 |
| 3 | 1,41 | 46 | 1,41 |
| 4 | 1,39 | 47 | 1,41 |
| 5 | 1,41 | 48 | 1,41 |
| 6 | 1,39 | 49 | 1,39 |
| 7 | 1,41 | 50 | 1,41 |
| 8 | 1,41 | 51 | 1,41 |
| 9 | 1,41 | 52 | 1,41 |
| 10 | 1,41 | 53 | 1,37 |
| 11 | 1,41 | 54 | 1,41 |
| 12 | 1,41 | 55 | 1,41 |
| 13 | 1,41 | 56 | 1,41 |
| 14 | 1,41 | 57 | 1,41 |
| 15 | 1,41 | 58 | 1,41 |
| 16 | 1,43 | 59 | 1,41 |
| 17 | 1,41 | 60 | 1,41 |
| 18 | 1,41 | 61 | 1,41 |
| 19 | 1,41 | 62 | 1,44 |
| 20 | 1,41 | 63 | 1,41 |
| 21 | 1,41 | 64 | 1,41 |
| 22 | 1,46 | 65 | 1,41 |
| 23 | 1,41 | 66 | 1,41 |
| 24 | 1,39 | 67 | 1,41 |
| 25 | 1,41 | 68 | 1,41 |
| 26 | 1,39 | 69 | 1,41 |
| 27 | 1,41 | 70 | 1,41 |
| 28 | 1,41 | 71 | 1,39 |
| 29 | 1,41 | 72 | 1,41 |
| 30 | 1,41 | 73 | 1,39 |
| 31 | 1,41 | 74 | 1,42 |
| 32 | 1,41 | 75 | 1,43 |
| 33 | 1,41 | 76 | 1,41 |
| 34 | 1,41 | 77 | 1,41 |
| 35 | 1,41 | 78 | 1,41 |
| 36 | 1,41 | 79 | 1,38 |
| 37 | 1,41 | 80 | 1,41 |
| 38 | 1,41 | 81 | 1,41 |
| 39 | 1,39 | 82 | 1,41 |
| 40 | 1,41 | 83 | 1,41 |
| 41 | 1,41 | 84 | 1,44 |
| 42 | 1,38 | 85 | 1,41 |
| 43 | 1,41 | 86 | 1,42 |

Setelah dilakukan pengukuran tegangan diketahui tegangan baterai 110 Vdc rata-rata adalah 1,41V. Maka dalam hal ini menurut standar hasil pengukuran baterai yang telah ditetapkan oleh PLN baterai yang bagus memiliki tegangan 1,30V hingga 1,45V dalam keadaan pengisian atau *Floating Charge*. Maka dapat dikatakan

baterai 110 Vdc unit 2 pada gardu induk perawang saat pengoperasian atau saat pengisian berada dalam keadaan baik.

3.2.2 Hasil Ukur Saat Kondisi Baterai 110 Vdc Discharge

Tabel 8. Hasil Pengukuran *Discharge* Unit 2

| no | Voltase | no | Voltase |
|----|---------|----|---------|
| 1 | 1,29 | 44 | 1,29 |
| 2 | 1,29 | 45 | 1,28 |
| 3 | 1,29 | 46 | 1,28 |
| 4 | 1,29 | 47 | 1,28 |
| 5 | 1,28 | 48 | 1,29 |
| 6 | 1,28 | 49 | 1,28 |
| 7 | 1,28 | 50 | 1,29 |
| 8 | 1,28 | 51 | 1,28 |
| 9 | 1,29 | 52 | 1,28 |
| 10 | 1,29 | 53 | 1,28 |
| 11 | 1,29 | 54 | 1,28 |
| 12 | 1,29 | 55 | 1,28 |
| 13 | 1,29 | 56 | 1,28 |
| 14 | 1,29 | 57 | 1,28 |
| 15 | 1,29 | 58 | 1,29 |
| 16 | 1,29 | 59 | 1,29 |
| 17 | 1,29 | 60 | 1,29 |
| 18 | 1,29 | 61 | 1,29 |
| 19 | 1,28 | 62 | 1,29 |
| 20 | 1,28 | 63 | 1,28 |
| 21 | 1,28 | 64 | 1,28 |
| 22 | 1,28 | 65 | 1,28 |
| 23 | 1,28 | 66 | 1,29 |
| 24 | 1,29 | 67 | 1,28 |
| 25 | 1,29 | 68 | 1,28 |
| 26 | 1,29 | 69 | 1,28 |
| 27 | 1,28 | 70 | 1,29 |
| 28 | 1,28 | 71 | 1,29 |
| 29 | 1,28 | 72 | 1,29 |
| 30 | 1,28 | 73 | 1,28 |
| 31 | 1,28 | 74 | 1,28 |
| 32 | 1,28 | 75 | 1,29 |
| 33 | 1,28 | 76 | 1,29 |
| 34 | 1,28 | 77 | 1,29 |
| 35 | 1,29 | 78 | 1,29 |
| 36 | 1,29 | 79 | 1,29 |
| 37 | 1,29 | 80 | 1,28 |
| 38 | 1,29 | 81 | 1,28 |
| 39 | 1,29 | 82 | 1,29 |
| 40 | 1,29 | 83 | 1,29 |
| 41 | 1,28 | 84 | 1,29 |
| 42 | 1,28 | 85 | 1,29 |
| 43 | 1,29 | 86 | 1,29 |

Setelah dilakukan pengukuran tegangan diketahui tegangan baterai 110 Vdc rata-rata adalah 1,29V. Maka dalam hal ini menurut standar hasil pengukuran baterai yang telah ditetapkan oleh PLN baterai yang bagus memiliki tegangan 1,10V hingga 1,25V dalam keadaan pengosongan atau *discharge*. Maka dapat dikatakan baterai 110 Vdc unit 2 pada gardu induk perawang saat pengosongan atau *discharge* berada dalam keadaan baik.

3.2.3 Karakterisasi Hasil Pengukuran Baterai Unit 2

Tabel 9. Karakterisasi Hasil Pengukuran

| Titik Pengukuran | Hasil Pengukuran |
|----------------------|------------------|
| Negatif – Pentanahan | -59.8 V |
| Positif – Pentanahan | 60.2 V |
| Tegangan – Baterai | 120 V |
| Tegangan Pengisian | 391 Vac |
| Arus – Beban | 14 A |
| Tegangan – Beban | 120 V |
| <i>Floating</i> | 120 V |
| Level Elektrolit | Sedang |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa positif – ground sesuai dengan standarnya yakni 60.2 V dan negatif-ground -59.8V sebab standar keseimbangan negatif serta positif ke ground sebesar 50% berasal dari keluaran *chaeger* dengan toleransi $\pm 12,5\%$.

3.2.4 Uji Off Rectifier Baterai Unit 2

Tabel 10. Uji Off Rectifier

| Uji Off Rectifier | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|----------------------|
| 15menit | 30menit | 45menit | 60menit | Ket |
| 112,4 | 111,9 | 111,3 | 110,8 | uji padam bulan juli |

Berdasarkan hasil uji *off rectifier* dalam keadaan baterai terhubung ke beban selama 60 menit, terlihat bahwa tegangan maksimal yang dicapai baterai sebesar 112,4 V pada 15 menit pertama, sedangkan tegangan terendahnya sebesar 110,8 V pada akhir waktu pengujian.

3.3 Pembebanan Baterai

3.3.1 Beban Baterai di Unit 1

Gardu induk membutuhkan daya 110 Vdc, pengukuran diperoleh pada unit 1 arus beban senilai 7 A. Maka dapat diperoleh dan diketahui bahwa beban gardu induk adalah 770 Watt.

$$\begin{aligned}
 P &= I \times V & (2) \\
 &= 7 \times 110 \\
 &= 770 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

3.3.2 Beban Baterai di Unit 2

Gardu induk membutuhkan daya 110 Vdc, pengukuran diperoleh pada unit 1 arus beban senilai 14 A. Maka dapat diperoleh dan diketahui bahwa beban gardu induk adalah 1540 Watt.

$$\begin{aligned}
 P &= I \times V & (3) \\
 &= 14 \times 110 \\
 &= 1540 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran tiap sel pada baterai 110 Vdc Unit 1 bulan february terlihat bahwa saat keadaan *charge* tegangan rata - ratanya senilai 1,4015 V, ketika keadaan *discharge* tegangan rata - ratanya senilai 1.29 V. lalu baterai unit 2 dilihat dari hasil pengukuran menunjukkan sewaktu diukur dalam keadaan *charge* nilai tegangan rata -ratanya senilai 1,412 V sementara saat keadaan *discharge* nilai tegangan rata - ratanya senilai 1,29 V. Dengan demikian menurut standar pengukuran PLN baterai yang baik dan layak memiliki tegangan 1,30 V hingga 1,450 V ketika *charge* sementara keadaan *discharge* baterai yang layak memiliki tegangan 1,10 V hingga 1,25 V. maka dapat dinyatakan keadaan baterai 110 Vdc Gardu Induk Perawang unit 1 dan unit 2 berada dalam kondisi layak.
2. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa beban unit 1 pada baterai 110 Vdc gardu induk sebesar 770 watt, dan beban unit 2 sebesar 1540 watt.

References

- [1] K. H. Titania Salza Dilla, Margono, "Analisa Efisiensi Baterai 110 Volt di PT . PLN (Persero) Gardu Induk 150 KV Pati," vol. 1, pp. 336–341, 2020.
- [2] N. L. M. Ardianto, Firdaus, "Analisis Kinerja Sistem Proteksi Berdasarkan Frekuensi Gangguan Di Gardu Induk 150 KV Garuda Sakti," *Anal. Kinerja Sist. Prot. Berdasarkan Frekuensi Gangguan Di Gardu Induk 150 KV Garuda Sakti*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [3] N. L. Sugianto, "Kegagalan Proteksi Pada Gardu Induk 150 kV Akibat Suplai Tegangan DC," vol. XIX, pp. 18–26, 2017.
- [4] R. Agned and Nurhalim, "Studi Kapasitas Baterai 110 Vdc pada Gardu Induk 150 kV Bangkinang," *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2016.
- [5] I. Std 450-2002, *IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications*, vol. 2015. 2003.
- [6] A. F. Silvana, "Pengaruh Poses Pengosongan (DISCHARGING) Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang," 2019.
- [7] S. 0520-2K/DIR/2014., *Pedoman Pemeliharaan Sistem Suplai AC/DC*. Jakarta, 2014.
- [8] S. P. Abimanyu , Ir. Ahmad Gaffar, "Analisis Baterai Dalam Mempertahankan Keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Punagaya 2 x 100 MW," no. September, pp. 185–191, 2021.
- [9] I. Afandi, R. Hidayat, and A. Bangsa, "Analisis Pengujian Kapasitas Baterai 110 Volt Group 2 (Sistem 500 kV) GITET Mandirancan," vol. 10, no. 2, pp. 35–40, 2021.
- [10] A. M. Rifa'i and Jatmiko, "Analisis Kebutuhan Kapasitas Baterai 110 Volt Dc Gardu Induk 150 Kv Bawen," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, no. 1 Surakarta, pp. 1–13, 2019.
- [11] M. . Ety Nurtiasih, Ir. Prastyono Eko Pambudi, M.T, dan Sigit Priyambodo, S.T., "Analisa Kapasitas Baterai Komunikasi Pada Gardu Induk 150 Kv Bantul," *J. Elektr.*, vol. 4, no. 2, pp. 46–53, 2017.
- [12] A. Ramadhan, Mujiman, and Subandi, "Analisis Keandalan Baterai Sebagai Supply Motor Dc Penggerak Pms Di Gardu Induk 150 Kv Kentungan," *J. Elektr.*, vol. 5, no. 2, pp. 39–46, 2018.
- [13] B. Winantara and B. Husodo, "Evaluasi Tahanan Kontak Pemutus Tenaga Tegangan Tinggi Di Gardu Induk 150 KV Bandung Selatan Berdasarkan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *J. Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 2, p. 103, 2019, doi: 10.22441/jte.v10i2.004.
- [14] T. S. Novalin and R. Hidayat, "Analisis Pengujian Tahanan Kontak Disconnecting Switch atau PMS Terhadap Rugi Daya Penghantar di Gardu Induk Telukjambe Analysis Of Contact Resistance Testing Disconnecting Switch or PMS On Transfer Power Loss at Telukjambe Substations," vol. 7, no. 1, 2021.
- [15] PT. PLN (Persero), *Materi Workshop Gardu Induk PT. PLN (Persero) PUSDIKLAT*. Jakarta, 2009.
- [16] Y. Li, P. Han, J. Wang, and X. Song, "Geometric Process-Based Maintenance and Optimization Strategy for the Energy Storage Batteries," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/9798406.