

Sistem Pemeliharaan Pada Baterai 110 VDC Pada Gardu Induk 150 KV Bayu Lhokseumawe PT. PLN (Persero) Banda Aceh

Rosdiana, S.T., M.T., Ahlul Furkan

¹Program Studi Teknik Elektro., ²Universitas Malikussaleh (Jl. Kampus Unima Bukit Indah, Kec. Muara Satu., Lhokseumawe, 24351)

Email: rosdiana@unimal.ac.id , ahlul.190150135@mhs.unimal.ac.id

Abstrak

Pada penyaluran energi listrik di gardu induk Bayu Lhokseumawe terdapat sumber tenaga tegangan searah (DC) yaitu baterai yang berperan sebagai suplai daya ke penggerak PMS dan PMT, peralatan proteksi serta penerangan darurat. Adanya gangguan pada transmisi maupun transformator daya akan mengakibatkan baterai secara langsung bertindak sebagai bank-up catu daya DC. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeliharaan pada baterai setiap tahunnya secara rutin untuk memenuhi kebutuhan sumber daya DC pada gardu induk 150 KV Bayu Lhokseumawe. Dari hasil pengukuran tegangan per sel terdapat tegangan drop sebesar 1,28 volt dari tegangan rata-rata 1,43 volt. Hal ini terjadi akibat tidak meratanya pengisian tegangan baterai dari rectifier pada posisi floating terlalu lama. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan pemeliharaan sistem DC adalah metode assessment hasil monitoring operasi dan pemeliharaan rutin sesuai periodik yang telah ditentukan. Sistem pemeliharaan baterai pada gardu induk Bayu Lhokseumawe meliputi pemeliharaan mingguan, bulanan, dan tahunan. Kapasitas baterai pada gardu induk Bayu Lhokseumawe dikatakan jelek bila daya kurang dari 60%.

Kata kunci: Sistem Peeliharaan, Tegangan, Baterai, Monitoring, Baterai 110 VDC .

1. PENDAHULUAN

Pada kehidupan manusia energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang harus terpenuhi, dimana sejalan dengan perkembangan era yang semakin maju seperti perkembangan teknologi, perindustrian hingga pertumbuhan penduduk mengakibatkan kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat pula setiap tahunnya. Maka dari itu, untuk memberikan kepuasan pada konsumennya, perusahaan listrik seperti PT. PLN (Persero) di Indonesia dituntut untuk mampu menjaga keandalan listriknya dengan baik sehingga dapat menyuplai energi listrik sesuai dengan yang diharapkan konsumen. Pada pembangkitan tenaga listrik, energi yang telah dibangkitkan akan disalurkan melalui saluran transmisi menuju gardu induk dan akan didistribusikan ke konsumen melalui penyulang-penyulangnya.

Pada gardu induk terdapat sumber tenaga berupa sumber tenaga berupa sumber Alternating Current (AC) dan sumber Direct Current (DC) pada pengoperasiannya. Sumber utama suplai DC adalah rectifier yang berfungsi mengubah tenaga AC sebagai tegangan input ke tegangan DC. Hal yang bisa terjadi pada suplai AC ke rectifier ialah timbulnya gangguan yaitu kehilangan tegangan karena transformator pemakaian sendiri akibat dari adanya gangguan pada transmisi maupun transformator daya sehingga mengakibatkan baterai secara langsung bertindak sebagai bank-up catu daya DC untuk peralatan bantu beban arus searah pada gardu induk dapat terus bekerja. Baterai harus mampu menyuplai daya ke peralatan meski kondisi tanpa charger atau blackout sehingga baterai merupakan salah satu komponen pendukung yang sangat vital pada gardu induk.

Terdapat 2 jenis baterai yang digunakan sebagai pemasok tenaga DC pada gardu induk yaitu baterai 110 VDC yang berperan sebagai suplai daya ke penggerak pada PMS dan PMT, peralatan proteksi serta penerangan darurat. Baterai 48 VDC yang berperan sebagai penyuplai tenaga untuk sistem komunikasi PLC dan SCADA. Sumber daya DC pada gardu induk terdiri dari beberapa baterai yang tersusun secara seri.

Dalam penyaluran tenaga listrik diperlukan sistem proteksi yang baik sehingga keandalan sumber DC harus selalu diperhatikan, oleh karena itu perlu dilakukan pemeliharaan setiap tahunnya pada baterai. Penggunaan baterai yang terus menerus untuk beban DC pada gardu induk tanpa perawatan yang benar dapat mengakibatkan kemampuan baterai dalam menyuplai tenaga tidak maksimal atau menurunnya kinerja pada baterai. Tidak bekerjanya sistem suplai DC kemungkinan akan terjadinya kegagalan pada sistem proteksi di gardu induk yang dapat mengakibatkan permasalahan yang besar. Berdasarkan latar belakang diatas penulis membuat tugas KP yang berjudul "Sistem Pemeliharaan pada Baterai 110 VDC pada Gardu Induk 150 KV Bayu Lhokseumawe PT.PLN (Persero) Banda Aceh".

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk 150 KV Bayu Lhokseumawe PT. PLN (Persero) Banda Aceh. Adapun metode pelaksanaan penelitian yang digunakan oleh peneliti ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literature, dengan membaca dari sejumlah teori yang berhubungan dengan tema laporan kerja praktek, yakni seperti buku referensi, artikel ilmiah, internet, buku elektronik, buku pedoman dari PT. PLN (Persero) serta sebagainya.

2. Wawancara, ataupun interview adalah sebuah dialog yang dilaksanakan pewawancara supaya untuk mendapatkan informasi dari narasumber.
3. Dokumentasi, metode dokumentasi ialah sebagai sumber penunjang penelitian.

3. HASIL

3.1 Pedoman Pemeliharaan

3.1.1 *In Service Inspection*/Inspeksi dalam Keadaan Operasi

In service inspection adalah kegiatan inspeksi yang dilakukan dalam keadaan operasi tanpa pembebasan tegangan pada sistem DC. Metode yang digunakan dalam melakukan *in service inspection* adalah pengecekan dengan panca indera. Periode pelaksanaan *in service inspection* pada sistem DC dibagi menjadi dua yaitu inspeksi mingguan meliputi suhu panel *rectifier*, kelembaban ruangan, pemeriksaan ruangan, pembersihan panel *rectifier*, tegangan dan arus pengisian *rectifier*/lampu *indicator rectifier*, dan kondisi Fuse/MCB/NFB dan inspeksi bulanan meliputi pemeriksaan kebersihan komponen utama pada *rectifier*, kipas ventilasi, pemanas, level elektrolit, sel (*container*), kebersihan sel dan rak baterai dan kesiapan penyetangan darurat.

3.1.2 *In Service Measurement*

In service measurement merupakan kegiatan yang dilakukan dalam keadaan operasi tanpa pembebasan tegangan pada sistem DC (tersambung ke *rectifier* dan beban) disesuaikan dengan jadwal pemeliharaan periodik sistem DC yaitu mingguan, bulanan dan tahunan. Pemeriksaan menggunakan alat ukur sederhana.

3.2 Data Pengukuran Per-Sel Baterai 110VDC Agustus 2023

Data hasil pengukuran tegangan per-sel baterai 110 VDC gardu induk 150 KV Bayu pada tanggal 30 Agustus 2023. Merk baterai SAFT NiCd type SCM 211 terdapat 86 sel baterai dengan kapasitas 200 Ah, tegangan nominal 1,2 V – 2 V dan suhu ruangan 28,6 derajat celsius.

Tabel 1: Tegangan per-sel baterai 110VDC bulan Agustus 2023

Sel	TG (V)	Suhu	BJ	Sel	TG (V)	Suhu	BJ	Sel	TG (V)	Suhu	BJ
1	1.45	28.6	1.20	32	1.45	28.6	1.20	63	1.45	28.6	1.20
2	1.45	28.6	1.20	33	1.45	28.6	1.20	64	1.45	28.6	1.20
3	1.45	28.6	1.20	34	1.45	28.6	1.20	65	1.44	28.6	1.20
4	1.46	28.6	1.20	35	1.45	28.6	1.20	66	1.45	28.6	1.20
5	1.46	28.6	1.20	36	1.45	28.6	1.20	67	1.46	28.6	1.20
6	1.42	28.6	1.20	37	1.45	28.6	1.20	68	1.45	28.6	1.20
7	1.46	28.6	1.20	38	1.46	28.6	1.20	69	1.45	28.6	1.20
8	1.46	28.6	1.20	39	1.45	28.6	1.20	70	1.45	28.6	1.20
9	1.45	28.6	1.20	40	1.45	28.6	1.20	71	1.45	28.6	1.20
10	1.46	28.6	1.20	41	1.45	28.6	1.20	72	1.44	28.6	1.20
11	1.46	28.6	1.20	42	1.45	28.6	1.20	73	1.28	28.6	1.20
12	1.45	28.6	1.20	43	1.45	28.6	1.20	74	1.45	28.6	1.20
13	1.46	28.6	1.20	44	1.44	28.6	1.20	75	1.45	28.6	1.20
14	1.46	28.6	1.20	45	1.46	28.6	1.20	76	1.45	28.6	1.20
15	1.46	28.6	1.20	46	1.45	28.6	1.20	77	1.45	28.6	1.20
16	1.46	28.6	1.20	47	1.45	28.6	1.20	78	1.45	28.6	1.20
17	1.45	28.6	1.20	48	1.45	28.6	1.20	79	1.45	28.6	1.20
18	1.46	28.6	1.20	49	1.45	28.6	1.20	80	1.45	28.6	1.20
19	1.46	28.6	1.20	50	1.45	28.6	1.20	81	1.45	28.6	1.20

20	1.45	28.6	1.20	51	1.45	28.6	1.20	82	1.45	28.6	1.20
21	1.45	28.6	1.20	52	1.45	28.6	1.20	83	1.45	28.6	1.20
22	1.46	28.6	1.20	53	1.45	28.6	1.20	84	1.45	28.6	1.20
23	1.46	28.6	1.20	54	1.45	28.6	1.20	85	1.45	28.6	1.20
24	1.45	28.6	1.20	55	1.46	28.6	1.20	86	1.45	28.6	1.20
25	1.46	28.6	1.20	56	1.45	28.6	1.20				
26	1.46	28.6	1.20	57	1.45	28.6	1.20				
27	1.45	28.6	1.20	58	1.45	28.6	1.20				
28	1.46	28.6	1.20	59	1.45	28.6	1.20				
29	1.46	28.6	1.20	60	1.45	28.6	1.20				
30	1.46	28.6	1.20	61	1.45	28.6	1.20				
31	1.45	28.6	1.20	62	1.45	28.6	1.20				

Dari hasil pengukuran tegangan per sel terdapat tegangan drop pada sel nomor 73, tegangan terbaca 1,28 volt dari tegangan rata-rata 1,43 volt. Hal ini terjadi akibat tidak meratanya pengisian tegangan baterai dari rectifier pada posisi floating terlalu lama.

3.3 Pemeliharaan/Pengujian Setelah Gangguan

Pemeliharaan setelah gangguan adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi gangguan pada peralatan sistem DC yang memerlukan penormalan segera agar pasokan sumber DC tetap andal.

3.3.1 Pada Rectifier

Tabel 2: Pemeliharaan Setelah Gangguan Pada Rectifier

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
Tegangan output naik	1. Gangguan pada Modul AVR 2. Loss contact pada terminal output
Tegangan output tidak ada/ hilang	1. MCB trip 2. Dioda Thyristor rusak 3. Fuse pada modul kontrol putus
Rectifier di ON-kan MCB input AC trip	1. Dioda SCR shorted 2. Output transformator utama disconnect 3. Control card disconnect / rusak 4. Filter capacitor rusak
Rectifier beroperasi pada limit arus terus menerus	1. Kelebihan beban pada output rectifier 2. Setting tegangan output tidak pada range yang tepat
Tegangan output rendah	1. Gangguan pada transformator utama 2. Mala kerja pada voltage dropper 3. Kerusakan pada variabel resistor pengatur tegangan output
MCB input AC trip	Kapasitas/ karakteristik MCB tidak sesuai
Hubung tanah, lampu indikator menyala	Hubung tanah pada rangkaian beban Setting earth fault tidak sesuai
MCB input posisi-ON tegangan output tidak ada	Gangguan pada transformator utama

3.3.2 Pada Baterai

Tabel 3: Pemeliharaan Setelah Gangguan Pada Baterai

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
Baterai panas lebih	1. Beban terlalu besar 2. Kurang kontak/ terminal longgar 3. Tahanan kontak tinggi pada sambungan atau

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
	kabel 4. Kelebihan pengisian 5. Sirkulasi udara pada ruang baterai kurang
Tegangan Baterai tinggi	1. Jumlah sel terpasang kurang 2. <i>Setting</i> tegangan <i>rectifier</i> tidak sesuai
Elektrolit berbuih/ berbusa	Pengotoran oleh <i>Grease</i>
Kelebihan Gas pada saat <i>charge/ Discharge</i>	Elektrolit tidak murni
Pembentukan garam pada teminal	1. Level elektrolit tinggi 2. Gasket pada teminal rusak dan kelebihan berat jenis
Hubung singkat ke tanah	1. Terdapat sel yang bocor 2. Cairan elektrolit meluap/tumpah 3. Kerusakan isolasi kabel
<i>Arching</i> pada terminal baterai	Baut Terminal longgar
Pada rangkaian baterai mengalir arus secara kontiniu	1. Beberapa sel rusak 2. Terjadi kelebihan pengosongan sendiri (<i>self discharge</i>)
Sel baterai panas	1. Hubung singkat didalam sel 2. Kandungan karbon/ endapan tinggi
Kapasitas rendah	1. Float charging terlalu lama 2. Pengotoran elektrolit (<i>contaminated</i>) 3. Pengotoran karbon/ endapan 4. Permukaan elektrolit terlalu rendah 5. Terjadi pengosongan didalam sel (sparator) gangguan didalam sel. 6. <i>Setting</i> tegangan pengisian tidak sesuai dengan jumlah sel baterai.
Penurunan kapasitas atau gagal total	1. Satu atau beberapa sel open sirkuit 2. Konektor antar sel, konektor antar jarak atau terminal sel berkarat (korosif) atau putus.
Bagian atas sel baterai retak.	1. Permukaan rak tidak merata 2. Penguncian mur pada terminal baterai terlalu kuat Sinar matahari (<i>Ultraviolet</i>)
Elektrolit meluap	1. Level elektrolit terlalu tinggi 2. Arus pengisian terlalu tinggi
Meledak atau terjadi devormasi	1. Suhu elektrolit terlalu tinggi pada saat pengisian (<i>charging</i>) 2. Elektrolit kosong, <i>Charger</i> gagal sehingga terjadi 3 tegangan lebih, <i>Vent-plug</i> tersumbat, terminal kendor dan terjadi <i>arching</i> .
Kabel penghubung antar rak panas	1. Kurang kontak pada skun kabel 2. Korosif

3.3.3 Pada Rangkaian Beban

Tabel 4: Pemeliharaan Setelah Gangguan Pada Rangkaian Beban

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
Terminal pencabangan rusak / longgar	1. Penggabungan beberapa kabel 2. Ukuran dan Jenis kabel tidak sesuai
Hubung tanah	1. Kerusakan isolasi kabel 2. Terminal basah /kotor

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
Indikasi alarm DC hilang tidak ada	1. <i>Auxiliary Contact</i> MCB rusak 2. Kabel putus 3. Relay bantu rusak
Kerusakan isolasi pada kabel pengawatan	1. Gangguan mekanis 2. Penuaan (<i>aging</i>) 3. Terkena panas berlebih 4. Binatang

3.4 Evaluasi Hasil Pemeliharaan

Evaluasi hasil pemeliharaan adalah merupakan kajian dan penilaian hasil inspeksi maupun pengukuran kemudian membandingkan dengan standar sebagai acuan dalam menilai kondisi peralatan.

3.4.1 *In Service Inspection*

Tabel 5: *In Service Inspection*

No	Uraian	Standar/ Acuan
1	Suhu dalam Panel <i>Rectifier</i>	Max 45°C
2	Kelembaban ruangan	< 70%
3	Pemeriksaan kebersihan panel <i>rectifier</i> bagian luar	Bersih, kering tidak berdebu
4	Pemeriksaan Tegangan pengisian <i>rectifier</i>	<u>Baterai Nicad:</u> Tegangan <i>Floating</i> : 1,4-1,42V/sel Tegangan <i>Equalizing</i> : 1,5-1,55V/sel <u>Baterai Lead Acid:</u> Tegangan <i>Floating</i> : 2,18V/sel Tegangan <i>Equalizing</i> : 2,33V/sel
5	Pemeriksaan arus pengisian <i>rectifier</i>	Baterai Nicad: 0,2 x C Baterai Lead Acid: 0,1xC (IEC 623)
6	Lampu indikator <i>rectifier</i>	Menyala
7	Pemeriksaan Fuse/MCB/NFB	Posisi – On
8	Pemeriksaan kebersihan sel dan rak baterai	Tidak lembab/ tidak kotor dan keadaan kering
9	Pemeriksaan kipas ventilasi	Beroperasi normal
10	Pemeriksaan level elektrolit	Level batas antara Min dan Max
11	Pemeriksaan sel (kontainer)	Tidak retak/ bocor/ kembung

3.4.2 *In Service Measurement*

Tabel 6: *In Service Measurement*

No	Uraian	Standar/ Acuan
1	Tegangan input AC pada <i>rectifier</i>	sesuai range name plate
2	Tegangan sel yang kondisinya dibawah standar dari hasil pengukuran sebelumnya.	<1,2V (Nicad) dan Asam (<2V)
3	Berat Jenis	Nicad 1,19 gram/liter Lead acid 1,215 gr/liter (full charge)
4	Akurasi pengukuran Volt meter <i>rectifier</i>	Sesuai dengan kelas meter
5	Akurasi pengukuran Ampere meter <i>rectifier</i>	Sesuai dengan kelas meter

No	Uraian	Standar/ Acuan
6	Pemeriksaan Tegangan DC terhadap ground 110 V	Perbedaan Tegangan Positif-Ground = Tegangan Negatif -Ground Terhadap Ground = 0 %
7	Pemeriksaan Tegangan DC terhadap Ground 48 V	Positif- Ground = 0 Volt Positif – Negatif = 48 Volt
8	Pemeriksaan tegangan per-sel dan total (kondisi floating)	Baterai Alkali: Tegangan 1,4-1,42V/sel Baterai asam: 2,23 V/sel (IEC 4781)
9	Pemeriksaan tegangan per-sel dan total (kondisi equalizing)	Nicad 1,5-1,55V/sel Lead acid 2,33 V/sel (IEC 478-1)
10	Pemeriksaan arus pada rangkaian baterai	< 1 Ampere
11	Arus pengisian equalizing	Nicad 0,2 x C (IEC 623) Lead acid 0,1 x C (IEC 623)
12	Suhu terminal-terminal pada <i>rectifier</i> dan baterai	Berdasarkan pembebanan selisih 1- 2 °C
13	Suhu komponen utama <i>rectifier</i>	Maksimum 45 °C
14	Pemeriksaan karet-karet pintu dan kunci	Pintu tertutup rapat dan dapat dikunci

3.4.3 Shutdown Testing

Tabel 7: Shutdown Testing

No	Uraian	Standar/ Acuan
1	Setting tegangan output <i>rectifier</i>	Nicad : Tegangan 1,4-1,42V/sel x jml sel Lead acid: 2,23 V/sel x jml sel
2	Setting arus output <i>rectifier</i> (limit current)	Nicad : 0,2 x C +(arus beban) Lead acid : 0,1 x C +(arus beban)
3	Arus pengisian ke baterai setelah baterai di test kapasitas	Nicad : 0,2 x C Lead acid: 0,1 x C
4	Ripple tegangan	< 2% (<i>Rectifier Fero Resonan</i>) dan <1% (<i>Rectifier SMPS</i>), 1% RMS tanpa tersambung ke baterai.
5	Kebersihan komponen pada <i>rectifier</i>	Tidak berdebu
6	Tahanan isolasi transformator utama <i>rectifier</i>	> 10 MΩ pada 500V
7	Pemeriksaan filter / kapasitor	Bersih dan tidak bocor
8	Kondisi PCB modul elektronik	Kondisi bersih dan tidak terdapat tanda-tanda komponen yang rusak/hangus
9	Pemeriksaan Socket pada PCB	Bersih dan tidak longgar
11	Pemeriksaan Tegangan DC 110V terhadap ground	Tegangan Positif – Ground = Tegangan Negatif - Ground
12	Pemeriksaan Tegangan DC 48 V	Positif – Ground: 0 V Positif – Negatif: 48 V
13	Kapasitas Baterai	Kondisi Baik >60% Arus Discharge Nicad 0,2 x C ₅ Arus Discharge Lead Acid 0,1 x C ₁₀
14	Tegangan Akhir Pengosongan per-sel	Nicad : 1V/sel Lead acid: 1,8V/sel
15	Tegangan Akhir Pengisian per-sel	Nicad : 1,7 – 1,9 V/sel Lead acid: 2,4 V/sel
16	Pemeriksaan suhu elektrolit pada	Maksimum 35 °C

No	Uraian	Standar/ Acuan
	saat pengisian boost	
17	Pemeriksaan Berat Jenis cairan elektrolit	Kondisi baik: Nicaid 1,19 gram/liter Lead acid 1,215 gr/liter (<i>full charge</i>)
18	Kebersihan Teminal sel baterai dan rak baterai	Tidak kotor dan tidak korosif
19	Pemeriksaan open circuit pada rangkaian baterai	Tidak open/ menunjukkan besaran tegangan
20	Pemeriksaan konektor dan kekencangan mur baut seluruh sel	M8=20 ± 2Nm, M10=30 ± 3Nm M8=16 ± 1Nm, M10=20 ± 1Nm
21	Pemeriksaan <i>Voltage Dropper</i>	Bekerja sesuai settingnya: - Berfungsi menjaga tegangan nominal beban tetap stabil terutama pada pola pengisian equalizing dan Boost. - Pada saat sumber AC hilang, Dioda dropper posisi <i>by pass</i> .

3.5 Metode

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan pemeliharaan sistem DC adalah metode *assessment* hasil *monitoring* operasi dan pemeliharaan rutin sesuai periodik yang telah ditentukan. Dalam pelaksanaannya berorientasi pada CBM peralatan level 1 yaitu lebih mencermati fungsi dan kondisi peralatan sehingga dapat menentukan model kegagalan yang mungkin terjadi pada seluruh peralatan sistem DC.

3.5.1 Rekomendasi *In Service Inspection Rectifier*

Tabel 8: Rekomendasi *In Service Inspection Rectifier*

No	Pemeriksaan	Kondisi	Rekomendasi
1	Suhu ruangan <i>rectifier</i>	> 32 °C	Periksa <i>exhaust fan</i>
2	Suhu dalam Panel <i>Rectifier</i>	Max 35 °C	Periksa komponen <i>rectifier</i>
3	Kelembaban ruangan <i>rectifier</i>	< 60 %	Periksa <i>heater</i>
4	Kebersihan <i>rectifier</i>	Kotor	Bersihkan
5	Tegangan pengisian <i>rectifier</i> 110 V dan 48V (<i>Floating</i>)	Tidak sesuai	<i>Setting</i> Tegangan <i>Floating</i> Nicaid 1,4V / cell, Lead Acid 2,3/Cell
6	Arus pengisian <i>rectifier</i>	Tidak sesuai	<i>Setting</i> Arus pengisian
7	Lampu indikator <i>rectifier</i>	Tidak Nyala	Periksa <i>wiring</i> indikator Ganti segera bila putus
8	Fuse/MCB/NFB	Putus	Ganti Fuse/MCB/NFB kemudian dilengkapi dengan <i>Aux switch</i>
9	Suhu terminal-terminal pada <i>rectifier</i>	Terminal panas	Ganti terminal yang rusak
10	Kondisi komponen utama pada <i>rectifier</i>	Terdapat komponen yang rusak	Ganti komponen yang rusak

3.5.2 Rekomendasi *In Service Inspection* Baterai

Tabel 9: Rekomendasi *In Service Inspection* Baterai

No	Pemeriksaan	Kondisi	Rekomendasi
1	Kondisi Kebersihan sel dan rak baterai	Berdebu	Bersihkan seluruh sel baterai dan raknya bila perlu cat ulang.

No	Pemeriksaan	Kondisi	Rekomendasi
2	Fuse/MCB/NFB	Putus	Ganti Fuse/MCB/NFB kemudian dilengkapi dengan Aux switch
3	Kondisi kipas ventilasi ruang Baterai	Tidak normal	Periksa, dan perbaiki bila rusak
4	Kondisi kekencangan mur baut pada terminal baterai	Terminal longgar	Bersihkan baut pada terminal, kencangkan sesuai torsi yang sesuai
5	Kondisi level elektrolit	Elektrolit berkurang	Tambahkan air Destilasi sampai batas antara Minimum dan Maksimum

3.5.3 Rekomendasi *In Service Measurement*

Tabel 10: Rekomendasi *In Service Measurement*

No	Pemeriksaan	Kondisi	Rekomendasi
1	Tegangan input AC pada <i>rectifier</i>	Tegangan input naik/turun > 10 %	Periksa Tap transformator PS, rubah posisi tap.
2	Tegangan sel yang dipilih	< 1,2 V/sel (nicad) < 2 V/sel (asam)	Lakukan pengisian equalizing/ganti elektrolit. Ganti baterai asam
3	Pengukuran tegangan per-sel dan total	Rata-rata tegangan per-sel bertegangan rendah	- Periksa level elektrolit - Periksa Berat jenis elektrolit - Setting tegangan pengisian sesuai jenis dan jumlah sel baterai
4	Pemeriksaan berat jenis	< 1,17 gr/ltr (nicad) < 1,18 gr/ltr (asam) (batas minimum)	Ganti elektrolit nicad - Lakukan pengisian equalizing - Ganti baterai asam
5	Pemeriksaan kondisi Volt meter dan Ampere meter pada <i>rectifier</i>	Akurasi penunjukan tidak sesuai dengan kelas meter	Periksa dan Kalibrasi Vmeter dan Ameter panel
6	Kondisi DC ground (khusus sistem 110V)	DC ground tidak seimbang $\pm 15\%$	- Telusuri DC ground fault dengan Ground Fault tester - Pencarian lokasi gangguan menggunakan metode lokalisir
7	Kondisi DC ground (khusus sistem 48 V)	DC ground tidak solid positive-ground	- Melakukan pemeriksaan dan penyempurnaan pada konektor. - Mengencangkan baut terminal grounding.
8	Karet-karet pintu dan kunci <i>rectifier</i>	Kondisi rusak	Ganti karet pintu dan kunci <i>rectifier</i> .

3.5.4 Rekomendasi *Shutdown Testing Rectifier* dan Baterai

Tabel 11: Rekomendasi *Shutdown Testing Rectifier* dan Baterai

No	Pemeriksaan	Kondisi	Rekomendasi
1	Seting tegangan dan arus output <i>rectifier</i> ketika pengisian <i>floating</i>	Setting tegangan output tidak sesuai dengan yang diharapkan (pada baterai Nicad/ asam)	Setting tegangan output <i>rectifier</i> dengan acuan sbb: - Nicad: 1,4-1,42V/sel x jml sel - Lead acid: 2,23 V/sel x jml sel
2	<i>Ripple</i> tegangan	Hasil pengukuran <i>ripple</i> tegangan tinggi, melebihi batas yang diijinkan	- Periksa filter pada <i>rectifier</i> - Ganti <i>Filter capacitor</i> dengan kapasitas yang lebih tinggi.
3	Kondisi berat jenis cairan elektrolit	Berat jenis cairan elektrolit rendah pada baterai Nicad atau asam.	<u>Nicad:</u> Lakukan uji kapasitas dan pengujian karbon, bila perlu rekondisi elektrolit. <u>Lead Acid:</u> Lakukan Uji Kapasitas, bila ganti sel baterai yang rusak.
4	Tahanan isolasi transformator <i>rectifier</i> utama	Kondisi isolasi transformator menurun (<10 M Ω)	Periksa, bila perlu ganti
5	Pentanahan (<i>Grounding</i>)	Hasil pengukuran > 1 Ω	Perbaiki sistem pentanahan
6	Kekencangan mur baut pada terminal transformator utama	Terminal pada transformator longgar	- Kencangkan dengan torsi yang sesuai. - Ukur arus pada sisi sekunder transformator, bila tidak simetris ganti transformator.
7	Filter kapasitor	Retak, Bocor	Ganti capasitor dengan spesifikasi teknis yang sama.
8	Fuse/ pengaman pada <i>rectifier</i>	Putus dan indikasi tidak ada	- Usut gangguannya - Periksa kesesuaian rating arus pada fuse
9	Terminal-terminal pengawatan <i>rectifier</i> dan pada	Terminal pengawatan longgar	- Melakukan pemeriksaan terminal. - Kencangkan dan bila perlu ganti terminal
10	Modul elektronik Socket pada PCB	Modul elektronik dan socket kotor/ rusak	- Bersihkan menggunakan contact cleaner - Bila kondisi rusak ganti.
11	Kondisi konektor dan	Konektor antar sel	Buka konektor, bersihkan

No	Pemeriksaan	Kondisi	Rekomendasi
	kekencangan mur baut seluruh sel baterai	baterai longgar	dan kencangkan dengan torsi yang sesuai
12	Kondisi <i>Voltage Dropper</i>	Tidak bekerja sesuai fungsinya	- Periksa kondisi dioda <i>dropper</i> - Tuning kendali tegangan pada modul <i>voltage dropper</i> - Lakukan uji fungsi
13	Rak baterai	Berkarat/ korosif	- Melakukan pemeriksaan sel - Bongkar sel baterai, bersihkan karat dan cat kembali
14	Kapasitas baterai per sel menurun (<80%) untuk NiCad.	Kondisi baterai per sel mengalami penurunan kapasitas (<80%)	- Lakukan pengisian boost kemudian uji kapasitas ulang - Bila kapasitas tidak meningkat, sebelum rekondisi elektrolit, lakukan uji carbon - Lakukan penggantian sel yang rusak
15	Suhu elektrolit sel baterai	Suhu baterai pada saat pengisian dengan harga tinggi (Boost) naik > 35 °C	- Hentikan pengisian jika suhu elektrolit >35 °C - Periksa Terminal sambungan sel baterai - Lakukan uji karbon, bila perlu reconditioning elektrolit (NiCad)
16	Kandungan Karbon	Hasil Uji melebihi yang ditentukan (Sesuai standar pabrik)	Lakukan reconditioning elektrolit
17	Seting Sensor <i>Low DC Voltage</i>	Sensor <i>low voltage</i> pada <i>rectifier</i> menyala dan tidak bisa direset	Periksa tegangan output <i>rectifier</i> , bila tegangan normal lakukan tuning sampai lampu indikator <i>low voltage</i> bisa di reset
18	Seting Sensor <i>High DC Voltage</i>	Sensor <i>High voltage</i> pada <i>rectifier</i> menyala dan tidak bisa direset	Periksa tegangan output <i>rectifier</i> , bila tegangan tidak normal lakukan tuning sampai lampu indikator <i>high voltage</i> bisa di reset.
19	Kondisi konatainer Sel Baterai	Kondisi Sel retak/ Bocor dan kembung	Dilakukan penggantian Sel baterai.

4. KESIMPULAN

Menurut hasil dari kerja praktek, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk melakukan inspeksi dalam keadaan operasi secara berkala membantu mendeteksi masalah potensial sebelum menjadi kegagalan besar, Dan memastikan kehandalan *system DC*.

2. Dari hasil pengukuran tegangan per-sel pada bulan Agustus 2023 terdapat drop pada pada sel nomor 73, tegangan terbaca 1,28 Volt dari tegangan rata-rata 1,43 Volt. Ini terjadi akibat tidak meratanya pengisian tegangan baterai dari *rectifier* pada posisi floating terlalu lama.
3. Pemeliharaan setelah gangguan pada peralatan sistem DC di garduk induk 150 KV Bayu Lhokseumawe melibatkan pengecekan, Identifikasi dan perbaikan peralatan yang terpengaruh. Langkah ini penting untuk memastikan kinerja optimal sistem DC, Mencegah gangguan berulang, Dan menjaga kehandalan pasokan listrik di Gardu induk.

Adapun saran yang dapat disampaikan dari pengalaman satu bulan melakukan kerja praktek sebagai berikut:

1. Mahasiswa sebaiknya mempersiapkan diri sesuai disiplin ilmunya, sehingga dapat memperlancar pelaksanaan tugas-tugas di tempat praktik, karena pengalaman yang didapat dari perusahaan dapat dijadikan bekal apabila praktikan bekerja di dunia industry.
2. Mahasiswa hendaknya mempersiapkan APD seperti baju Pratik (*wear pack*), *safety shoes* sendiri, karena dari pihak perusahaan hanya menyediakan *safety helmet*.
3. Sebaiknya lebih sering diajak ke lapangan agar meningkatkan pengetahuan dan pengalaman.

5. REFERENSI

- Afandi, I., Hidayat, R., & Bangsa, I. A. (2021). Analisis Pengujian Baterai 110 Volt Group 2 (Sistem 500 kV) GITET Mandirancan. *Jurnal Orang Elektro*, 10(2), 35–40.
- Agned, R., & Nurhalim. (2016). Studi Kapasitas Baterai 110 Vdc pada Gardu Induk 150 kV Bangkinang. *Jom FTEKNIK*, 3(2), 1–9.
- Atmaja, M. I. B. (2023). Analisis Kapasitas Baterai 110V Berumur Lebih Dari 10 Tahun Pada GARdu Induk 150 KV Kudus. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Dzikron, M. S. (2021). analisa Kinerja Baterai Berumur Lebih 10 Tahun pada Gardu Induk Jepara 150 KV. Universitas Islam Sultan Agung.
- Evalina, N., Azis, A., Pasaribu, F. I., & Arfis, A. (2021, November). Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Desinfektan. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan (Vol. 2, No. 1)*.
- Evalina, N., Azis, A., Pasaribu, F. I., & Arfis, A. (2021, November). Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Desinfektan. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan (Vol. 2, No. 1)*.
- Evalina, N., Pasaribu, F. I., & Ivana, R. D. (2021, August). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charger Pada Beban Kipas Angin. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASSTEK) UISU (Vol. 4, No. 1, pp. 62-65)*.
- Harahap, P., Adam, M., & Balisranislam, B. (2021). Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 198-205.
- Ihsan, A. N., Joko, Supriyanto, B., & Wrahatnolo, T. (2022). Analisis dan efisiensi Kebutuhan Kapasitas Baterai 110 Volt DC Gas Insulated Switchgear (GIS) 150 KV Wonokromo Surabaya. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(03), 481–488.
- Khasan, M. U., Baskoro, F., Widodo, A., & Kholis, N. (2021). Analisis Performa Baterai Lithium-air, Lithium-sulfur, All-Solid-State Battery, Lithium-ion pada Kendaraan Listrik. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(03), 597–607.
- Maintenance, T. (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Sistem Suplai AC/DC*. PT. PLN (Persero).
- Meliala, S., Rijal, M., & Taufiq. (2021). Studi Kapasitas Baterai 110 Volt DC Unit 1 pada Gardu Induk 150 KV Bireuen. *Jurnal Energi Elektrik*, 10(02), 1–9.
- Muhtadi, M. Z. Z. (2009). Manajemen Pemeliharaan untuk Optimalisasi Laba Perusahaan. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 8(1), 35–43.
- Nurtiasih, E., Pambudi, P. E., & Priyambodo, S. (2017). Analisa Kapasitas Baterai Komunikasi pada Gardu Induk 150 KV Bantul. *Jurnal Elektrikal*, 4(2), 47–53.
- Pasaribu, F. I., Lubis, A. G., Safril, M., Kusuma, B. S., & Fadlan, M. (2021). Disain Smart Electricity Penghematan pada Peralatan Listrik Menggunakan Sensor Ultrasonic. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(2), 40-50.
-

- Pasaribu, F. I., Roza, I., Siregar, C. A., & Sitompul, F. A. (2021). Analisa Proteksi Over Current Relay Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PELINDO 1 Cabang Belawan. *RELE (Rekayasa)*.
- Perdana, F. A. (2020). Baterai Lithium. *INKURI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 103–109.
- Ra'uf, Hamdani, & Aksan. (2021). Analisis Uji Kapasitas Baterai pada Gardu Induk 150 KV di Bantaeng New. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*.
- Rajagukguk, A. S. F., Pakiding, M., & Rumbayan, M. (2015). Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 1–12.
- Ramdhani, M. (2005). *Rangkaian Listrik*. Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.
- Rimbawati, R., Cholish, C., Tanjung, W. A. L., & Effendy, M. A. R. (2021). Pengujian Air Bersih Menjadi Hidrogen Untuk Energi Alternatif Dengan Menggunakan Arduino. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 65-74.
- Rimbawati, R., Harahap, P., & Putra, K. U. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, 2(1), 37-44.
- Rimbawati, R., Harahap, P., & Putra, K. U. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, 2(1), 37-44.
- Siregar, M. A., Saifan, S., Damanik, W. S., & Lubis, A. A. (2021, June). Karakteristik Unjuk Kerja Pompa (PAT) Dua Pompa Hisap Disusunan Paralel Untuk Pembangkit Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora (Vol. 1, No. 1, pp. 630-636)*.
- Siregar, M. A., Saifan, S., Damanik, W. S., & Lubis, A. A. (2021, June). Karakteristik Unjuk Kerja Pompa (PAT) Dua Pompa Hisap Disusunan Paralel Untuk Pembangkit Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora (Vol. 1, No. 1, pp. 630-636)*.
- Tarigan, N. A. (2023). Pengaruh Waktu Penggunaan Sel Volta Berbahan Elektrolit Air Laut terhadap Permukaan Katoda Tembaga Dilapisi Perak. *Universitas Lampung*.