

TUGAS AKHIR DIPLOMA III

ANALISIS KAPASITAS BATERAI VRLA MENGGUNAKAN SIMULASI BEBAN DAN PENGUJIAN TAHANAN DALAM BATERAI SERTA PENGGANTIANNYA UNTUK *LOAD BREAK* *SWITCH* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Kadek Aditya Widarsana

NIM : 2115313074

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS KAPASITAS BATERAI VRLA MENGGUNAKAN SIMULASI
BEBAN DAN PENGUJIAN TAHANAN DALAM BATERAI SERTA
PENGANTIANNYA UNTUK *LOAD BREAK SWITCH*
PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Kadek Aditya Widarsana

NIM : 2115313074

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS KAPASITAS BATERAI VRLA MENGGUNAKAN SIMULASI
BEBAN DAN PENGUJIAN TAHANAN DALAM BATERAI SERTA
PENGGANTIANNYA UNTUK *LOAD BREAK SWITCH*
PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI

Disusun Oleh :

I Kadek Aditya Widarsana
NIM. 2115313074

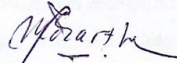
Tugas Akhir ini Diajukan untuk
Dilanjutkan sebagai Tugas Akhir DIII

Di

Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

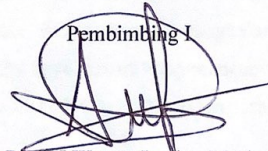
Disetujui Oleh :

Penguji I



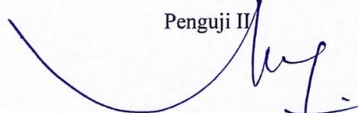
Ir. I Wayan Sudiarta, MT
NIP. 196109221990031001

Pembimbing I



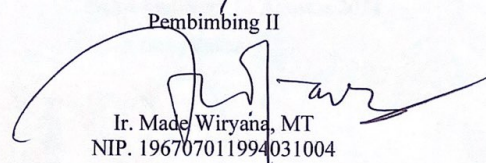
Dr. Ir I Wayan Jondra, M.Si
NIP. 196807061994031003

Penguji II



I Made Aryasa Wiryawan, ST.,MT
NIP. 196504041994031003

Pembimbing II



Ir. Made Wiryana, MT
NIP. 196707011994031004

Disahkan oleh

Jurusan Teknik Elektro

Ketua



Ir. Kadek Amerta Yasa, ST.,MT
NIP. 196809121995121001

**LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Kadek Aditya Widarsana
NIM : 2115313074
Program Studi : D3 Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: "ANALISIS KAPASITAS BATERAI VRLA MENGGUNAKAN SIMULASI BEBAN DAN PENGUJIAN TAHANAN DALAM BATERAI SERTA PENGGANTIANNYA UNTUK *LOAD BREAK SWITCH* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI" ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmedia atau menginformasikan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 13 Agustus 2024

Yang menyatakan



I Kadek Aditya Widarsana

LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : I Kadek Aditya Widarsana

NIM : 2115313074

Program Studi : D3 Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul "ANALISIS KAPASITAS BATERAI VRLA MENGGUNAKAN SIMULASI BEBAN DAN PENGUJIAN TAHANAN DALAM BATERAI SERTA PENGGANTIANNYA UNTUK *LOAD BREAK SWITCH* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI" adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 13 Agustus 2024

Yang menyatakan,



I Kadek Aditya Widarsana

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa Tuhan Yang Maha Esa karena atas asung kerta waru nugraha-nya-lah, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS KAPASITAS BATERAI VRLA MENGGUNAKAN SIMULASI BEBAN DAN PENGUJIAN TAHANAN DALAM BATERAI SERTA PENGGANTIANNYA UNTUK *LOAD BREAK SWITCH* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI” tepat pada waktunya tanpa kendala. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro pada Prodi Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan, masukan, serta saran dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE.,M.e Com selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, ST.,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak I Made Purbhawa, ST.,MT selaku Seketaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST.,MT selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik.
5. Bapak Dr. Ir I Wayan Jondra, M.Si selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan saran, motivasi, dukungan yang senantiasa diberikan selama proses penyusunan dan menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. Made Wiryana, MT selaku dosen pembimbing pedamping yang telah memberikan saran, motivasi, dukungan yang senantiasa diberikan selama proses penyusunan dan menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan dorongan tanpa henti kepada penulis dalam proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir.
8. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Listrik dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat untuk terus maju sehingga penulis dapat munyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir.

9. Kekasihku yang amat aku cintai yang senantiasa menemani tiap saat dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, kalo gak ada doi mungkin tugas akhir ini tidak bakal jadi karena kurangnya perhatian dan semangat untuk mengejar pencapaian.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi teknis penulisan, kelengkapan materi yang dibahas, maupun tata bahasa yang digunakan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun kepada pihak pembaca demi menyempurnakan Tugas Akhir.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III Teknik Listrik serta bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang kelistrikan.

Bukit Jimbaran, 13 Agustus 2024

Penulis,



I Kadek Aditya Widarsana

ABSTRAK

I Kadek Aditya Widarsana

Analisis Kapasitas Baterai VRLA Menggunakan Simulasi Beban dan Pengujian Tahanan Dalam Serta Penggantiannya Untuk *Load Break Switch* PT.PLN (Persero) UP2D BALI

Load Break Switch (LBS) merupakan salah satu peralatan *keypoint* yang digunakan untuk mempersingkat waktu pemadaman ketika terjadi gangguan di jaringan distribusi. Karena pentingnya fungsi ini dibutuhkan ketersediaan sumber daya untuk LBS yang handal, dibutuhkan baterai sebagai sumber cadangan selain sumber dari *voltage transformer* dan jaringan tegangan rendah. Gangguan di LBS karena gagal kontrol sering diakibatkan oleh baterai drop, sehingga perlu dilakukan langkah yang tepat yaitu dengan pengujian tahanan dalam baterai secara berkala. Penelitian ini dibuat secara kuantitatif dengan mengolah data hasil penelitian secara matematis dan statistik. Penelitian ini menemukan bahwa kapasitas baterai yang digunakan dan model pengujian yang dilakukan dengan sebuah alat ukur untuk menguji nilai tahanan dalam baterai tidak sepenuhnya akurat dan perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan beban tiruan. Kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk sistem kontrol LBS minimal 0,61 Ah sedangkan yang terpasang baterai 18 Ah. Hasil pengujian baterai bekas dengan kondisi baterai *full charge*, baterai SMT-Power dan Everexceed menunjukkan kapasitas kedua baterai masih diatas kapasitas yang dibutuhkan, yaitu: (a) baterai merk Everexceed GL-1218 sebesar 21,87 - 22,32 Wh dan (b) baterai merk SMT-Power 12-18 sebesar 20,47 – 20,77 Wh; tegangan baterai pada saat dibebani dengan beban simulasi (*dummy load*) masih dalam batas toleransi tegangan yang dibutuhkan motor LBS yaitu minimal 20,4 Volt yaitu 85% dari tegangan nominal 24 Volt.

Kata kunci : Tahanan, Baterai, uji, kapasitas.

ABSTRACT

I Kadek Aditya Widarsana

**VRLA Battery Capacity Analysis Using Dummy Load and Deep Resistance Testing
and Its Replacement For Load Break Switch
PT. PLN (Persero) UP2D BALI**

Load Break Switch (LBS) is the part of keypoint equipment to minimize the blackout time by a disturbance in the distribution system. The very importance of this function, the availability of reliable resources for LBS is needed, batteries as a backup source of potential transformers, and low voltage system supply. The LBS fault due to control failure is often caused by battery drop, so it is necessary to take the right steps by periodically testing the battery's resistance. This study was conducted quantitatively by processing research data mathematically and statistically. This study found that the battery capacity used and the test model carried out with a measuring instrument to test the resistance value in the battery was not completely accurate and further testing was needed with a dummy load. The battery capacity required for the LBS control system is at least 0.61 Ah while the installed battery is 18 Ah. The test results of used batteries with full charge conditions, SMT-Power and Everexceed batteries show that the capacity of both batteries is still above the required capacity, namely: (a) Everexceed GL-1218 brand battery of 21.87 - 22.32 Wh and (b) SMT-Power 12-18 brand battery of 20.47 - 20.77 Wh; the battery voltage when loaded with a dummy load is still within the tolerance limit of the voltage required by the LBS motor, which is a minimum of 20.4 Volts, which is 85% of the nominal voltage of 24 Volts.

Keywords: Resistance, Battery, Test, capacity.

DAFTAR ISI

ANALISIS KAPASITAS BATERAI VRLA MENGGUNAKAN SIMULASI BEBAN DAN PENGUJIAN TAHANAN DALAM BATERAI SERTA PENGGANTIANNYA UNTUK *LOAD BREAK SWITCH* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PLAGIARISME	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan.....	I-3
1.5 Manfaat.....	I-4
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Bentuk dan Makna Diagram Alir	II-1
2.1.1 Makna Diagram Alir	II-1
2.1.2 Simbol Dalam Diagram Alir	II-1
2.1.3 Bentuk Diagram Alir.....	II-2
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	II-3
2.2.1 Proses Distribusi Tenaga Listrik	II-4
2.2.2 Konfigurasi Jaringan Distribusi.....	II-5
2.3 <i>Load Break Switch (LBS) Motorized Keypoint</i>	II-7
2.4 Trafo Tegangan (<i>Voltage Transformator</i>)	II-9
2.5 <i>Lightning Arrester 20 kV</i>	II-9
2.6 <i>Fuse Cut Out 20 kV</i>	II-9
2.7 <i>Remote Terminal Unit (RTU)</i>	II-10
2.8 Baterai.....	II-10
2.8.1 Prinsip Kerja Baterai	II-11
2.9 Jenis-Jenis Baterai	II-12
2.10 Baterai <i>Valve- Regulated Lead-Acid (VRLA)</i>	II-13
2.11 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Performa Baterai	II-13
2.11.1 Tingkat Tegangan.....	II-14
2.11.2 Arus <i>Discharge</i>	II-14
2.11.3 Mode <i>Discharge</i>	II-15
2.11.4 Temperatur <i>Discharge</i> Baterai	II-16
2.12 Paramater-Parameter Baterai.....	II-16
2.12.1 Tegangan Baterai.....	II-16
2.12.2 Kapasitas	II-17
2.12.3 <i>State Of Charger (SOC)</i>	II-18
2.12.4 <i>Depth Of Discharge (DOD)</i>	II-18
2.12.5 Siklus Hidup Baterai	II-19
2.12.6 <i>Self Dischage</i>	II-19

2.13 Hukum OHM	II-19
2.14 Metode <i>Internal Resistance</i> Baterai VRLA	II-20
BAB III METODOLOGI.....	III-1
3.1 Jenis Penelitian.....	III-1
3.2 Waktu & Tempat Penelitian.....	III-1
3.3 Tahapan Penelitian	III-2
3.4 Jenis Data & Sumber Data	III-3
3.4.1 Jenis Data	III-3
3.4.2 Sumber Data	III-4
3.5 Pengumpulan Data	III-4
3.5.1 Teknik Observasi.....	III-4
3.5.2 Teknik Wawancara.....	III-5
3.5.3 Teknik Dokumentasi	III-5
3.5.4 Teknik Studi Literatur	III-5
3.6 Pengolahan Data	III-5
3.7 Analisis Data.....	III-8
3.8 Hasil yang Diharapkan.....	III-10
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA.....	IV-1
4.1 Proses Penggantian Baterai VRLA Sistem Kontrol <i>Load Break Switch</i> (LBS)	IV-1
4.2 Spesifikasi Baterai VRLA Untuk Sistem Kontrol <i>Load Break Switch</i> (LBS)	IV-4
4.2.1 Perhitungan Kapasitas Baterai Untuk Sistem Kontrol <i>Load Break Switch</i> (LBS).....	IV-4
4.2.2 Spesifikasi Baterai VRLA Merk SMT-Power 12-18 AH	IV-6
4.2.4 Spesifikasi Baterai VRLA Merk Everexceed GL-1218	IV-6
4.3 Proses Pengujian Baterai VRLA Untuk Sistem Kontrol <i>Load Break Switch</i>	IV-6
4.3.1 Rangkaian Pengujian Baterai Dengan Simulasi Beban.....	IV-6
4.3.2 Tahapan-Tahapan Pelaksanaan Pengujian Baterai.....	IV-6
4.3.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pengujian Baterai	IV-7
4.3.5 Data Hasil Pengujian Baterai VRLA.....	IV-9
4.4 Pemeriksaan dan Pengujian Pasca Pemasangan Baterai	IV-11
4.4.1 Tahapan-Tahapan Pemeriksaan dan Pengujian Baterai	IV-11
4.4.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pemeriksaan dan Pengujian Baterai	IV-11
4.4.3 Standarisasi dan Toleransi Penyimpanan	IV-12
4.4.4 Data Pengujian Pasca Penggantian Baterai	IV-13
4.5 Analisis Data.....	IV-15
4.5.1 Analisis Hasil Uji Baterai.....	IV-15
4.5.1.1 Kondisi Baterai Berdasarkan Internal Resistansi.....	IV-15
4.5.1.2 Kondisi Baterai Berdasarkan Kapasitas.....	IV-18
4.5.2 Analisis Hasil Penggantian Baterai	IV-20
BAB V KESIMPULAN DAN ANALISA	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-2
JADWAL KEGIATAN	
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Keselamatan dan kesehatan kerja penggantian baterai	IV-2
Tabel 4.2 Data yang diperlukan untuk perhitungan kapasitas baterai	IV-4
Tabel 4.3 Spesifikasi baterai VRLA merk SMT-Power 12-18 AH	IV-6
Tabel 4.4 Spesifikasi baterai VRLA merk Everexceed GL-1218.....	IV-6
Tabel 4.5 Keselamatan dan bersamaan kerja pengujian baterai	IV-7
Tabel 4.6 Data hasil pengujian 1 baterai merk Everexceed GL-1218	IV-9
Tabel 4.7 Data hasil pengujian 2 baterai merk Everexceed GL-1218	IV-10
Tabel 4.8 Data hasil pengujian 3 baterai merk Everexceed GL-1218	IV-10
Tabel 4.9 Data hasil pengujian 1 baterai merk SMT-Power 12-18.....	IV-10
Tabel 4.10 Data hasil pengujian 2 baterai merk SMT-Power 12-18.....	IV-10
Tabel 4.11 Data hasil pengujian 3 baterai merk SMT-Power 12-18.....	IV-11
Tabel 4.12 Keselamatan dan kesehatan kerja pemeriksaan dan pengujian baterai...IV-11	
Tabel 4.13 Data hasil pengujian baterai selama 3 jam (Terhubung dengan RTU)...IV-13	
Tabel 4.14 Data hasil pengujian <i>open - close Load Break Switch</i> (LBS).....	IV-13
Tabel 4.15 Data hasil pengujian resistansi internal.....	IV-14
Tabel 4.16 Data hasil pengujian baterai selama 3 jam (Terhubung dengan RTU)...IV-14	
Tabel 4.17 Data hasil pengujian <i>open - close Load Break Switch</i> (LBS).....	IV-14
Tabel 4.18 Data hasil pengujian resistansi internal.....	IV-15
Tabel 4.19 Hasil perhitungan IR pengujian 1 menggunakan rumus.....	IV-15
Tabel 4.20 Hasil perhitungan IR pengujian 2 menggunakan rumus.....	IV-16
Tabel 4.21 Hasil perhitungan IR pengujian 3 menggunakan rumus.....	IV-16
Tabel 4.22 Hasil perhitungan IR pengujian 1 menggunakan rumus.....	IV-17
Tabel 4.23 Hasil perhitungan IR pengujian 2 menggunakan rumus.....	IV-17
Tabel 4.24 Hasil perhitungan IR pengujian 3 menggunakan rumus.....	IV-17
Tabel 4.25 Konsumsi energi pengujian 1 baterai merk Everexceed GL-1218	IV-18
Tabel 4.26 Konsumsi energi pengujian 2 baterai merk Everexceed GL-1218	IV-19
Tabel 4.27 Kapasitas baterai pengujian 3 baterai merk Everexceed GL-1218	IV-19
Tabel 4.28 Kapasitas baterai pengujian 1 baterai merk SMT-Power 12-18	IV-19
Tabel 4.29 Kapasitas baterai pengujian 2 baterai merk SMT-Power 12-18	IV-19
Tabel 4.30 Kapasitas baterai pengujian 3 baterai merk SMT-Power 12-18	IV-20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simbol-simbol diagram alir [2]	II-2
Gambar 2.2 Sistem distribusi tenaga listrik [5]	II-3
Gambar 2.3 Konfigurasi jaringan radial [4]	II-5
Gambar 2.4 Konfigurasi jaringan <i>loop / ring</i> [4]	II-5
Gambar 2.5 Konfigurasi jaringan sistem spindle [4]	II-6
Gambar 2.6 Konfigurasi jaringan mesh[4].....	II-7
Gambar 2.7 <i>Load break switch motorized</i>	II-7
Gambar 2.8 <i>Voltage transformer</i> [5].....	II-9
Gambar 2.9 <i>Lightning Arrester</i> 20 kV[5]	II-9
Gambar 2.10 <i>Fuse Cut Out</i> 20 kV[5].....	II-10
Gambar 2.11 <i>Remote terminal unit</i>	II-10
Gambar 2.12 Bagian-bagian baterai[7]	II-11
Gambar 2.13 Reaksi elektrokimia sel baterai (<i>Discharge</i>)[8].....	II-12
Gambar 2.14 Reaksi elektrokimia sel baterai (<i>Charger</i>)[8].....	II-12
Gambar 2.15 Kurva karakteristik <i>discharge</i> [11].....	II-14
Gambar 2.16 Tingkat <i>discharge</i> baterai VRLA[11]	II-15
Gambar 2.17 Profil <i>discharge</i> dalam model <i>discharge</i> yang berbeda[11]	II-16
Gambar 2.18 Efek temperatur kapasitas baterai[11].....	II-16
Gambar 2.19 Pengaruh <i>deep of discharge</i> siklus baterai[16].....	II-18
Gambar 2.20 Hubungan <i>life cycle</i> baterai dengan DOD[17]	II-19
Gambar 2.21 Pengaruh suhu terhadap <i>self discharge</i> baterai[17].....	II-19
Gambar 2.22 Model Pengukuran DC Resistansi Internal Baterai[20].....	II-21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian	III-2
Gambar 4.1 Rangkaian pengujian baterai dengan simulasi beban	IV-6
Gambar 4.2 Grafik pengujian 1 IR baterai Everexceed	IV-16
Gambar 4.3 Grafik pengujian 2 IR baterai Everexceed	IV-16
Gambar 4.4 Grafik pengujian 3 IR baterai Everexceed	IV-16
Gambar 4.5 Grafik pengujian 1 IR baterai SMT-Power	IV-17
Gambar 4.6 Grafik pengujian 2 IR baterai SMT-Power	IV-18
Gambar 4.7 Grafik pengujian 3 IR baterai SMT-Power	IV-18
Gambar 4.8 Grafik hasil pengujian baterai selama 3jam(Terhubung dengan RTU)IV-20	
Gambar 4.9 Grafik hasil pengujian <i>open -close</i> LBS.....	IV-20
Gambar 4.10 Grafik resistansi internal sebelum dan sesudah pengujian.....	IV-20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Single Line Diagram Load Break Switch (LBS)</i>	L-2
Lampiran 2 Spesifikasi Baterai VRLA.....	L-3
Lampiran 3 Spesifikasi Alat Uji <i>Internal Resistance (Battery Analyzer)</i>	L-4
Lampiran 4 Standar Operasi Prosedur (SOP) Pembukaan Baterai.....	L-5
Lampiran 5 Standar Operasi Prosedur (SOP) Pengujian Baterai	L-8
Lampiran 6 Standar Operasi Prosedur (SOP) Penggantian Baterai.....	L-11
Lampiran 7 Standar Operasi Prosedur (SOP) Pemeriksaan dan Pengujian Baterai ..	L-14
Lampiran 8 Dokumentasi Pengujian Baterai Menggunakan Simulasi Beban.....	L-17
Lampiran 9 Dokumentasi Pengujian Baterai Terhubung Dengan Beban RTU.....	L-18
Lampiran 10 Hasil Pemeriksaan Similitary (Turnitin)	L-20

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di saat globalisasi berkembang sangat pesat, energi listrik atau tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Kebutuhan energi listrik akan terus meningkat seiring dengan kebutuhan hidup yang tidak lepas dalam menunjang segala aktivitas sehari-hari. PT. PLN (Persero) merupakan sebuah perusahaan milik pemerintah Indonesia dibawah naungan BUMN yang memiliki tugas sebagai penyalur dan mengatur listrik negara diseluruh wilayah Indonesia. PT. PLN (Persero) memiliki banyak konsumen yang terdiri atas perumahan, perkantoran, Gedung, serta industri-industri. Dalam sistem distribusi kelistrikan, keandalan merupakan hal yang penting dalam menentukan kualitas, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan kelistrikan. Semakin pentingnya peranan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari dan kelangsungan penyediaan energi listrik turut membuat permintaan konsumen terhadap energi listrik semakin meningkat. Oleh karena itu diperlukan sistem penyediaan tenaga listrik yang handal. Dalam menjaga keandalan yang berkelanjutan tersebut di jaringan distribusi tenaga listrik, PT. PLN (Persero) memiliki unit yang bertugas menjaga dan mengatur sistem kelistrikan 20 KV. Unit tersebut ialah Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D)[1].

Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) Bali merupakan salah satu unit dibawah PT.PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Bali yang beralamat di jln. Diponogoro No. 17, Denpasar memiliki tugas dan tanggung jawab dalam mengatur dan menjaga sistem kelistrikan diseluruh wilayah Bali. Di jaringan distribusi tenaga listrik sangat banyak kemungkinan terjadinya gangguan baik itu yang bersifat permanen maupun temporer, ini mengakibatkan penyaluran energi listrik ke konsumen menjadi terganggu dan tingkat keandalan akan otomatis menurun. Oleh karena itu, pihak PT.PLN UP2D Bali menggunakan alat untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi yang disebut dengan *keypoint*. *Keypoint* ini merupakan suatu alat yang digunakan untuk mempersingkat waktu pemadaman setelah terjadinya gangguan. Dengan mempersingkat waktu pemadaman tentunya tingkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik juga akan ikut meningkat. *Keypoint* sendiri terdiri dari *Recloser* dan *Load Break Switch (LBS) motorized* yang sudah

terhubung *remote* dengan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA). Untuk jumlah perangkat *LBS motorized* sebanyak 886 unit dan *Recloser* sebanyak 230 unit yang terpasang tersebar di seluruh wilayah Bali. Didalam perangkat *keypoint* tersebut terdapat *remote terminal unit* (RTU) dan media komunikasi (modem, radio, FO).

Keypoint merupakan salah satu elemen penting yang harus dijaga keandalanya agar pada saat mengoperasikan dapat bekerja dengan baik. Salah satu elemen utama *keypoint* adalah ketersediaan sumber daya listrik. Saat ini sumber daya listrik utama yang digunakan *keypoint* ialah bersumber dari jaringan 20 kV yang diturunkan melalui *Volatge Transformator* (VT) 20 kV – 220 V AC dan bersumber dari kabel Jaringan Tegangan Rendah (JTR) yang kemudian *supply* AC tersebut masuk ke rangkaian *inverter keypoint*, yang mengubah *supply* 220V AC menjadi 24V DC. Perubahan *supply* dari AC ke *supply* DC ini bertujuan agar *supply backup* perangkat *keypoint* mudah didapat dan tidak menyediakan ruang yang banyak. Selain itu, untuk menjaga keandalan *keypoint* digunakan *supply backup* yang bersumber dari baterai berjenis VRLA. Baterai ini dipilih dikarenakan mudah dalam melaksanakan perawatan maupun pemasangan dan tidak harus memiliki ruang khusus berbeda dengan baterai jenis *flooded lead acid* atau sering disebut aki basah yang dimana elektroda baterai harus selalu terendam cairan elektrolit, pihak PT. PLN (persero) akan cukup sulit untuk melakukan pemantauan cairan elektrolit tersebut. Baterai berjenis VRLA ini digunakan apabila sumber daya listrik utama mengalami gangguan sehingga kondisi baterai harus dipastikan selalu siap untuk dipakai[8].

Salah satu gangguan yang terjadi di *keypoint* baik di *switching Load Break Switch* (LBS) maupun *Recloser* ialah gagal kontrol. Gagal kontrol sendiri bisa diakibatkan dari bagian dalam mekanik *switching* dan hilangnya *supply* daya listrik ke panel kontrol sehingga perangkat media komunikasi padam dan pihak dispatcher UP2D tidak bisa melakukan pengontrolan yang dimana efeknya akan menurunkan tingkat keandalan sistem jaringan distribusi menuju ke konsumen. Permasalahan dari tahun ke tahun gangguan gagal kontrol paling banyak diakibatkan oleh baterai, yang dimana baterai tidak mampu mem-*backup supply* ketika sumber tegangan utama mengalami gangguan. Data menunjukkan bahwa pada Tahun 2023 Terdapat sebanyak 305 baterai yang gagal mensuplai kebutuhan operasi *Load Break Switch* (LBS) Oleh karena itu, perlu adanya suatu upaya untuk melaksanakan pengujian baterai secara berkala agar kondisi baterai selalu dalam keadaan optimal dan handal[5].

Metode yang akan digunakan untuk melaksanakan pengujian baterai dalam tugas akhir ini adalah pengujian baterai dengan metode *internal resistance*/tahanan dalam. Dengan menggunakan metode ini diharapkan dapat memberikan hasil yang akurat untuk menentukan kapasitas baterai, memantau kesehatan baterai, mendeteksi tanda-tanda penurunan performa atau kerusakan baterai sehingga dapat dilakukan tindakan lebih lanjut, perawatan atau penggantian dapat dilakukan tepat waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa masalah yang ingin di angkat penulis yaitu :

1. Bagaimana proses penggantian baterai VRLA sistem kontrol *load break switch* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI ?
2. Berapa kebutuhan energi sistem kontrol *load break switch* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI ?
3. Bagaimana hasil pengujian baterai VRLA sistem kontrol *load break switch* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI dengan memperhitungkan tahanan dalam?
4. Bagaimana hasil pengujian baterai VRLA sistem kontrol *load break switch* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI dengan memperhitungkan kapasitas energi baterai?

1.3 Batasan Masalah

Dengan luasnya permasalahan yang ada, penulis membatasi analisis dan permasalahan yang dibuat antara lain :

1. Menjelaskan proses penggantian baterai VRLA sistem kontrol *load break switch*.
2. Menganalisis spesifikasi baterai VRLA yang digunakan sistem kontrol *load break switch* dengan melakukan perhitungan kapasitas dasar yang digunakan.
3. Menganalisis hasil pengujian tahanan dalam baterai VRLA.
4. Menganalisis hasil pengujian baterai VRLA dengan memperhitungkan kapasitas energi baterai.
5. Tahapan pelaksanaan pengujian mengikuti SOP yang dibuat sebelumnya oleh penulis.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, adapun tujuan yang dicapai, yaitu:

1. Untuk dapat menguraikan proses penggantian baterai VRLA sistem kontrol *load break switch* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI.
2. Untuk dapat menganalisis kebutuhan energi sistem kontrol *load break switch* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI .
3. Untuk dapat menganalisis hasil pengujian baterai VRLA sistem kontrol *load break switch* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI dengan memperhitungkan tahanan dalam.

4. Untuk dapat menganalisis hasil pengujian baterai VRLA sistem kontrol *load break switch* PT.PLN(PERSERO) UP2D BALI dengan memperhitungkan kapasitas energi baterai.

1.5 Manfaat

Berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang Pendidikan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Berikut adalah beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini :

1. Bagi Pembaca

Penelitian Tugas Akhir ini dapat memberikan gambaran proses pengujian baterai VRLA menggunakan metode *Internal Resistance* dan pengantiannya untuk sistem kontrol *Load Break Switch (LBS) motorized*.

2. Bagi peneliti berikutnya

Penelitian tugas akhir ini dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti berikutnya yang ingin melakukan penelitian yang sama.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Memuat tentang latar belakang penelitian, perumusan dan batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian dari penulisan tugas akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Memuat tentang teori-teori dasar yang menunjang dalam membahas pembahasan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Memuat tentang metode memperoleh data-data untuk penulisan, metode pengolahan data, beserta analisa hasil penelitian tugas akhir.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISA

Merupakan bab yang berisikan pembahasan dan analisa mengenai proses penggantian baterai, perhitungan kebutuhan energi baterai LBS, pengujian tahanan dalam baterai dengan menggunakan beban simulasi, pengujian dengan beban RTU, pengujian operasi LBS (*open-close*), menganalisis hasil pengujian dari alat ukur *battery analyzer*, menganalisis hasil pengujian dengan memperhitungkan kapasitasnya, dan menganalisis hasil pengujian baterai pasca penggantian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat tentang kesimpulan dan saran yang merupakan rangkuman apa yang telah di baut serta saran-saran yang diberikan penulis berdasarkan hasil analisa yang penulis lakukan terhadap permasalahan yang terjadi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembukaan dan pemasangan baterai dilaksanakan sesuai dengan Standar Operasi Prosedur (SOP) menyangkut tentang peralatan kerja, perlengkapan K3, material, alat ukur dan tahapan-tahapan pelaksanaan pekerjaan.
2. Pengukuran baterai selama 3 jam (terhubung dengan beban RTU), menunjukan bahwa kedua baterai mampu mempertahankan tegangan dibawah beban, pada saat proses operasi uji *open close* melalui kontrol *Remote Terminal Unit* (RTU) yang dilakukan beberapa kali, kedua baterai tersebut mampu menjalankan operasi LBS tanpa hambatan. Dari pengujian tersebut menunjukan bahwa kapasitas dari baterai masih diatas kebutuhan energi listrik sistem kontrol LBS yaitu sesuai dengan perhitungan kapasitas baterai yang sudah dilakukan sebesar 16,10 Wh, yang dimana perhitungan kapasitas tersebut juga didapatkan kebutuhan energi listrik baterai/kapasitas sebesar 0,61 Ah.
3. Tahapan pengujian baterai menggunakan simulasi beban dengan tegangan 24 Volt, sehingga dua buah baterai 12 Volt dihubungkan seri, pengujian awal dilakukan dengan mengukur tegangan dalam kondisi tanpa beban, selanjutnya dilakukan pengujian dengan beban selama 30 detik sebanyak 3 kali percobaan, setiap kali percobaan dilakukan pengujian lanjutan dengan *battrey analyzer* untuk mengetahui tahanan dalam baterai dengan hasil dua buah baterai Everexceed dalam kondisi buruk, sedangkan dua buah baterai SMT Power dalam kondisi sedang.
4. Melalui analisis terhadap hasil pengujian berdasarkan kapasitas energi yang dikandung baterai didapat hasil bahwa kondisi kedua kapasitas baterai masih diatas kapasitas yang dibutuhkan yaitu untuk baterai merk Everexceed GL-1218 sebesar 21,87 - 22,32 Wh dan untuk baterai merk SMT-Power 12-18 sebesar 20,47 – 20,77 Wh, dan tegangan pada saat baterai dibebani dengan simulasi beban, masih dalam batas toleransi tegangan yang dibutuhkan motor LBS minimal 20,4 Volt yaitu 85% dari tegangan nominal 24 volt. Tegangan baterai merk Everexceed GL-1218 sebesar 22,4 Volt- 22,6 Volt dan tegangan baterai merk SMT-Power 12-18 sebesar 22,4 Volt – 22,9

Volt. Jadi berdasarkan hasil analisis kapasitas energi kedua baterai tersebut masih layak digunakan untuk sistem kontrol LBS.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, Adapun saran yang dapat digunakan, yaitu :

1. Untuk menjaga keandalan sistem kontrol *Load Break Switch* (LBS) disarankan memberikan proteksi tambahan agar baterai tidak terus menerus memberikan tegangan ke beban dibawah tegangan *cut-offnya* yang dimana ini sangat mempengaruhi masa umur pakai baterai.
2. Jangan terlalu cepat untuk menyimpulkan hasil pengujian yang ditunjukan oleh alat ukur. Harus diperlukan suatu analisis yang lebih mendalam, guna mengetahui hasil baru yang lebih efektif dan mendekati kondisi yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. D. Rizky, “Battery performance monitoring system and battery charging control at keypoint PT.PLN UP2D Jawa Timur based on fuzzy logic controller”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2019.
- [2] A. Yulianeu dan R. Oktamala, “Sistem informasi geografis trayek angkutan umum di kota tasikmalaya berbasis web”, *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)*, vol. 10, no. 2, hlm. 25-134, November 2022.
- [3] Malabay, “Pemanfaatan flowchart untuk kebutuhan deskripsi proses bisnis”, *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 12, no. 1, hlm. 21-26, 2016.
- [4] J. Teknologi dan E. Uda, “Analisis peningkatan kinerja jaringan distribusi 20 Kv dengan metode thermovisi jaringan PT.PLN(Persero) ULP Medan Baru”, *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 9, No. 1, hlm. 8-19, Maret 2020.
- [5] W. Sukadana dan N. Suartika, “Optimalisasi lbs motorized key point pada jaringan distribusi 20 kv untuk meningkatkan keandalan sistem”, *Seminar FORTEI*, hlm. 141-149, 2019.
- [6] A. Nuril, N. Danyèl, Y. Dwi, P. U. Malang, dan P. Korespondensi, “Remote terminal unit (rtu) scada pada kubikel tegangan menengah 20 kv”, *Journal of Mechanical and Electrical Technology*, vol. 1, no. 1, hlm. 1-7, 2022.
- [7] D. A. A. dan S. Ahmad Faiz Farizy, “Desain sistem monitoring state of charge baterai pada charging station mobil listrik berbasis fuzzy logic dengan mempertimbangkan temperature”, *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 5, 2016.
- [8] PT. PLN (Persero), “*Buku Pedoman Pemeliharaan Sistem Suplai AC/ DC*”, Jakarta, 2014
- [9] M. T. Afif, I. Ayu, dan P. Pratiwi, “Analisis perbandingan bateari lithium-ion, lithium-polymer, lead acid, dan nickel-metal hydride pada penggunaan mobil listrik”, *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, hlm. 95–99, 2015.
- [10] Poniman Kosasih Deny, “Pengaruh variasi larutan elektrolite pada accumulator terhadap arus dan tegangan”, *Mesa Jurnal Fakultas Teknik Universitas Subang*, hlm. 33-45.
- [11] David. Linden dan T. B. Reddy, “*Handbook Of Batteries*”, 3d.ed, United State of America, McGraw-Hill, 2002.
- [12] H.A. Kiehne, “*Battery Technology Handbook*”, 2d.ed, NewYork, Taylor & Francis e-Library, 2005.

- [13] D. A. J. Rand, P. T. Moseley, dan C. D. Parker, "Valve-regulated Lead-Acid Batteries", Amsterdam Netherlands, Elsevier, 2004.
- [14] Y. Afrida, A. Afandi, "Studi penentuan state of charge (soc) pada baterai valve regulated lead acid NP7-12 menggunakan matlab", *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, Vol. 17, No. 2, hlm. 146-150, Mei 2023.
- [15] G. M. Masters, "*Renewable and Efficient Electric Power Systems*", Canada, John Wiley & Sons, 2004.
- [16] SMT.Power, "Valve Regulated Lead Acid Battery Plane Chart", Jakarta.
- [17] R. M. Yasu dan C. F. Hadi, "Pengaruh tegangan terhadap besar kuat arus listrik pada persamaan hukum ohm", *Zetroem*, Vol. 03, No. 01, hlm. 34-36 , 2021
- [18] A. K. Singal, "The Internal Resistance of a Battery The Internal Resistance of a Battery-A Physical Perspective", ResearchGate, August 2013.
- [19] Kischkel Jeans, "*VRLA Lead Acid Battery and Its Internal Resistance*", Panasonic Industry Europe GmbH, 2019.
- [20] Ms. Nur Hikmatul Auliya dkk "*Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*" Yogyakarta, CV. Pustaka Ilmu, 2020.