

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS KELAYAKAN BATERAI PROTEKSI
SEBAGAI PENYEDIA SUMBER DAYA CADANGAN PADA
SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK PEMECUTAN KELOD**



**OLEH
I PUTU EKA SUARCANA
2015313071**

**PROGRAM STUDI DII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS KELAYAKAN BATERAI SEBAGAI PENYEDIA SUMBER
DAYA CADANGAN PADA SISTEM PROTELSI DI GARDU INDUK
PEMECUTAN KELOD

Oleh :

I Putu Eka Suarcana

NIM. 2015313071

Tugas Akhir diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
di
Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali
Disetujui Oleh :

Pembimbing I :



I Putu Sutawinaya, S. T., M.T

NIP. 196508241991031002

Pembimbing II :



I G. A. Made Sunaya, S. T., M.T

NIP. 19606161990031003

Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.

NIP. 196705021993031005

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

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Putu Eka Suarcana
NIM : 2015313071
Program Studi : DIII Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Dengan dibuatnya Tugas Akhir ini agar semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak ***Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-exclusive Royalty-free Right)*** atas karya ilmiah Saya yang berjudul “*Analisis Kelayakan Baterai Proteksi Sebagai Penyedia Sumber Daya Cadangan Pada Sistem Proteksi Di Gardu Induk Pemecutan Kelod*” ini Politeknik berhak menyimpan, mengalih media atau mengalih formatkan, 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, 20 Juli 2023

Yang menyatakan,



(I Putu Eka Suarcana)

NIM. 2015313071

LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : I Putu Eka Suarcana
NIM : 2015313071
Program Studi : DIII Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul ANALISIS KELAYAKAN BATERAI PROTEKSI SEBAGAI PENYEDIA SUMBER DAYA CADANGAN PADA SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK PEMECUTAN KELOD adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya Saya dalam Tugas Akhir ini diberi citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan Saya tidak benar, maka Saya bersedia sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 20 Juli 2023

Yang menyatakan,



(I Putu Eka Suarcana)

NIM. 2015313071

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul **“ANALISIS KELAYAKAN BATERAI PROTEKSI SEBAGAI PENYEDIA SUMBER DAYA CADANGAN PADA SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK PEMECUTAN KELOD”** tepat pada waktunya.

Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan program pendidikan Diploma III (DIII) dengan gelar Ahli Madya (A.Md.) Pada Program Studi DIII Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.

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

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.e Com selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Putu Mastawan Eka Putra, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Bapak I Putu Sutawinaya, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing satu yang telah berkenan memberikan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan petunjuk, pengetahuan bimbingan, dan pengarahan guna menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak I G.A. M Sunaya., ST.,MT selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah berkenan memberikan masukan dan saran kembali untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini
7. Kedua Orang Tua serta keluarga penulis, yang telah memberikan dorongan dan semangat tanpa henti kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Kepada semua Pihak yang tidak bisa disebut namanya satu persatu yang telah membantu terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari atas keterbatasan pengetahuan dan keterampilan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, mahasiswa Politeknik Negeri Bali khususnya dan pembaca pada umumnya untuk dapat digunakan sebaik mungkin.

Bukit Jimbaran, 20 Juli 2023

Yang menyatakan,



Penulis

ANALISIS KELAYAKAN BATERAI PROTEKSI SEBAGAI PENYEDIA SUMBER DAYA CADANGAN PADA SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK PEMECUTAN KELOD

I Putu Eka Suarcana

ABSTRAK

Gardu Induk memiliki sumber daya cadangan yaitu berupa baterai sebagai penyedia suplai daya ke motor penggerak PMT, PMS dan sistem proteksi Gardu Induk. Dalam suatu kasus, jika Gardu Induk kehilangan suplai DC maka akan berdampak pada kegagalan sistem proteksi saat terjadi gangguan. Sehingga diperlukan adanya pengujian kapasitas baterai proteksi untuk mengetahui kapasitas baterai, efisiensi baterai dan lama baterai dapat mensuplai daya ke sistem proteksi agar dapat mengetahui kelayakan bateraisebagai penyedia sumber daya cadangan pada sistem proteksi Gardu Induk. Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk pemecutan Kelod dengan pengambilan data pengujian baterai tahun 2022. Setelah dilakukan pengujian didapatkan besarnya kapasitas baterai sebesar 148 Ah dengan efisiensi 70,1 %. Baterai juga dapat mensuplai daya ke sistem proteksi selama 7 jam 24 menit. Hal ini sudah berada standar yang ditetapkan oleh PLN, sehingga baterai dapat dikatakan layak sebagai penyedia sumber daya cadangan pada sistem proteksi Gardu Induk Pemecutan Kelod.

Kata Kunci : *Baterai, Kapasitas baterai, Efisiensi*

FEASIBILITY ANALYSIS OF PROTECTION BATTERIES AS A BACKUP RESOURCE PROVIDER IN THE PROTECTION SYSTEM AT PEMECUTAN KELOD SUBSTATION

I Putu Eka Suarcana

ABSTRACT

The substation has a backup power source, namely in the form of a battery to provide power supply to the PMT drive motor, PMS and the substation protection system. In one case, if the substation loses its DC supply, it will result in the failure of the protection system when a disturbance occurs. So it is necessary to test the capacity of the protection battery to determine the battery capacity, battery efficiency and how long the battery can supply power to the protection system in order to determine the suitability of the battery as a provider of backup power sources in the substation protection system. This research was carried out at the Pemecutan Kelod substation by collecting battery test data in 2022. After testing, it was found that the battery capacity was 148 Ah with an efficiency of 70.1%. The battery can also supply power to the protection system for 7 hours 24 minutes. This is already a standard set by PLN, so that batteries can be said to be suitable as a backup power source provider in the Pemecutan Kelod substation protection system.

Keyword : *Battery, Battery capacity, efficiency*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan dan Batasan Masalah.....	2
1.2.1 Permasalahan	2
1.2.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Relai Proteksi	4
2.1.1 Prinsip Kerja Relai.....	4
2.1.2 Macam-macam Relai Pada Gardu Induk	4
2.1.3 Persyaratan Utama Relai Proteksi.....	5
2.2 Instalasi Sistem DC	6
2.2.1 Instalasi Sistem DC 250 Volt.....	6
2.2.2 Instalasi Sistem DC 110 Volt.....	6
2.2.3 Instalasi Sistem DC 48 Volt.....	6
2.3 Pola Instalasi Sistem DC	7
2.3.1 Pola 1	7
2.3.2 Pola 2	7
2.4 Peralatan Sistem DC.....	8
2.4.1 Rectifier	8
2.4.2 Baterai	12

BAB III METODOLOGI.....	26
3.1 Pengumpulan Data	26
3.2 Pengolahan Data.....	27
3.3 Flowchart Penelitian.....	35
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA	36
4.1 Gambaran Umum	36
4.2 Data-data	38
4.2.1 Data Teknis	38
4.2.2 Data Pengukuran.....	38
4.3 Pembahasan.....	42
4.3.1 Perhitungan Nilai Efisiensi Baterai Proteksi	42
4.3.2 Perhitungan Lama Waktu Baterai Proteksi Dapat Memikul Beban Sistem Proteksi	42
4.3.3 Kelayakan Baterai Proteksi Sebagai Sumber Daya Cadangan Sistem Proteksi	43
4.4 Analisa.....	43
4.4.1 Hasil Pengujian Kapasitas Baterai	43
4.4.2 Efisiensi Baterai	44
4.4.3 Lama baterai Dapat Memikul Beban Sistem Proteksi	45
4.4.4 Kelayakan Baterai Proteksi Sebagai Sumber Daya Cadangan Sistem Proteksi	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN.....	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tegangan Per Sel Pada Masing-masing Jenis Baterai	21
Tabel 3.1 Prosedur Kerja Di Ruang Baterai	28
Tabel 3.2 Contoh Tabel Pengukuran Tiap Sel Baterai Sebelum Pengujian	29
Tabel 3.3 Contoh Tabel Pengukuran Baterai Saat Pengosongan.....	31
Tabel 3.4 Contoh Tabel Pengukuran Tiap Sel Baterai Saat Proses Pengosongan.....	32
Tabel 3.5 Contoh Tabel Pengukuran Tiap Sel Baterai Saat Pengosongan (lanjutan).....	33
Tabel 4.1 Data Sertifikasi Baterai Proteksi pada Gardu Induk Pemecutan Kelod.....	38
Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Tiap Sel Baterai Sebelum Pengujian	38
Tabel 4.3 Data Pengukuran Baterai Saat Pengosongan	39
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Tiap Sel Baterai Saat Pengosongan	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola 1	7
Gambar 2.2	Pola 2	8
Gambar 2.3	Prinsip Kerja Rectifier	8
Gambar 2.4	Transformator Utama pada Rectifier	9
Gambar 2.5	Diagram Penyearah Thyristor Sistem 3 Fasa	10
Gambar 2.6	AVR (Automatic Voltage Regulator)	10
Gambar 2.7	Rangkaian Filter (Penyaring)	11
Gambar 2.8	Diagram Voltage Dropper	11
Gambar 2.9	Contoh Rangkaian Rectifier	12
Gambar 2.10	a) Plat Grind, b) Material aktif, c) Grid Rangka Besi, d) Trakit dalam plastic container	13
Gambar 2.11	Terminal Penghubung Baterai	14
Gambar 2.12	Lead Acrid Baterai	15
Gambar 2.13	Ni-CD Baterai	16
Gambar 2.14	Baterai dengan kontruksi Pocket Plate	17
Gambar 2.15	Kontruksi Elektroda Tipe Poket Plate Dalam 1 Rangkaian	17
Gambar 2.16	Sintered Plate Elektrode	18
Gambar 2.17	Fibre Nickel Cadmium Electrode	19
Gambar 2.18	Hubungan Baterai Secara Seri	22
Gambar 2.20	Hubungan Baterai Secara Seri Pararel	23
Gambar 3.1	Rangkaian Pengukuran Tegangan Per Sel	28
Gambar 3.2	Rangkaian Pengukuran Tegangan Total Baterai	28
Gambar 3.3	Rangkaian Pengukuran Tegangan Per Sel Baterai	30
Gambar 3.4	Rangkaian Pengukuran Tegangan Total Baterai	30
Gambar 3.5	Rangkaian Pengukuran Tegangan Per Sel Baterai	31
Gambar 3.6	Rangkaian Pengukuran Tegangan Total Baterai	31
Gambar 3.7	Flowchat Penelitian Dalam Proses Pembuatan Tugas Akhir	35
Gambar 4.1	Baterai Gardu Induk Pemecutan Kelod	37
Gambar 4.2	Single Line Diagram Intansi Sistem DC Gardu Induk Pemecutan Kelod	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem proteksi pada adalah suatu sistem pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab yang lainnya demi menjaga keandalan sistem penyaluran tenaga listrik.

Pada Gardu Induk memiliki sistem proteksi yang terdiri dari beberapa relai mekanik dan elektrik yang berfungsi mendeteksi gangguan atau keadaan abnormal sekaligus mengamankan bagian peralatan yang masih sehat dari kerusakan. Sumber utama dari sistem proteksi yang ada di Gardu Induk Pemecutan kelod berasal dari Trafo Pemakaian Sendiri (PS) yang dihubungkan dengan *rectifier* yang berfungsi mengubah tegangan AC ke tegangan DC. Sumber ini sangat rawan terhadap ancaman gangguan seperti kehilangan tegangan akibat gangguan transmisi atau pada trafo daya. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak kerugian yang diakibatkan gangguan tersebut dibutuhkan suatu sistem DC yang handal dengan dilengkapi dengan cadangan sumber tenaga yaitu baterai sebagai *back up* sumber tegangan DC.

Keandalan sumber DC harus selalu diperhatikan demi menjaga proses penyaluran tenaga listrik. Oleh karena itu, perlu dilakukann pemeliharaan setiap tahunnya pada baterai. Penggunaan baterai secara terus menerus dapat mengakibatkan kemampuan baterai dalam mensuplai beban menjadi tidak maksimal atau terjadi penurunan pada kinerja baterai. Tidak bekerjanya sistem suplai DC pada Gardu Induk ada kemungkinan terjadinya kegagalan pada sistem proteksi yang dapat mengakibatkan permasalahan yang besar.

Maka diperlukan adanya pengujian pengosongan pada baterai agar dapat mengetahui besar kapasitas baterai yang digunakan sehingga dapat mempertimbangkan kelayakan baterai dalam mensuplai beban DC secara terus menerus pada Gardu Induk. Melihat kondisi diatas penulis membuat tugas akhir yang berjudul “Analisis Kelayakan Baterai Proteksi Sebagai Penyedia Sumber Daya Cadangan Pada Sistem Proteksi Di Gardu Induk Pemecutan kelod” untuk mengetahui berapa lama baterai dapat memikul beban DC system proteksi jika terjadi blackout.

1.2. Permasalahan dan Batasan Masalah

1.2.1. Permasalahan

Berdasarkan uraian pada latar belakang adapun beberapa permasalahan yang hendak dibahas meliputi :

- a) Berapa nilai efisiensi baterai proteksi di Gardu Induk Pemecutan Kelod?
- b) Berapa lama baterai tersebut dapat mensuplai beban sistem proteksi pada Gardu Induk Pemecutan Kelod?
- c) Apakah baterai tersebut layak digunakan sebagai sumber daya cadangan pada sistem proteksi di Gardu Induk Pemecutan Kelod?

1.2.2. Batasan Masalah

Berdasarkan solusi yang ditawarkan pada latar belakang maka permasalahan akan dibatasi, meliputi :

- a) Penelitian hanya dilakukan pada baterai proteksi Gardu Induk Pemecutan Kelod.
- b) Penulis hanya membahas sistem pengujian kapasitas baterai.
- c) Penulis hanya membahas kelayakan baterai sebagai penyedia sumber cadangan ke sistem proteksi.

1.3. Tujuan

Seperti yang telah diuraikan di atas adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a) Untuk mengetahui nilai efisiensi baterai proteksi.
- b) Untuk mengetahui lama baterai tersebut dapat mensuplai beban sistem proteksi pada Gardu Induk Pemecutan Kelod.
- c) Untuk mengetahui kelayakan baterai sebagai penyedia sumber daya cadangan ke sistem proteksi.

1.4. Manfaat

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat dalam pendidikan baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

a) Bagi pembaca

Penelitian ini dapat memberikan informasi bagi pembaca tentang sistem pengujian baterai proteksi dan kelayakan baterai sebagai penyedia sumber daya cadangan ke sistem proteksi di Gardu Induk Pemecutan Kelod.

b) Bagi peneliti berikutnya

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

1.5. Sistematika Pembahasan

Dalam penyusunan proyek tugas akhir ini digunakan sistematika perencanaan sistem dan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan bagian yang berisi Latar Belakang, Permasalahan dan batasan Masalah, Tujuan, Manfaat, Metodologi dan Sistematika Penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Menguraikan tentang teori-teori dasar yang menunjang dalam pembahasan.

BAB III : METODOLOGI

Menguraikan tentang metodologi yang digunakan dalam pembahasan

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISA

Menguraikan tentang pembahasan dan analisis dari dari permasalahan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan pembahasan sebelumnya, serta saran-saran dari permasalahan yang dikemukakan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Baterai proteksi Gardu Induk Pemecutan Kelod memiliki nilai efisiensi sebesar 70,1%.
2. Dari hasil perhitungan lama waktu baterai proteksi dapat memikul beban sistem proteksi yaitu sebesar 7 jam 24 menit.
3. Baterai proteksi Gardu Induk Pemecutan Kelod dapat dikatakan masih layak digunakan sebagai sumber daya cadangan sistem proteksi karena nilai efisiensi dan lama baterai dapat memikul beban sistem proteksi masih berada diatas standar yang telah ditetapkan.

5.2 Saran

Demi menjaga keandalan sistem proteksi Gardu Induk Pemecutan Kelod, sebaiknya untuk sel baterai nomor 50, 58, 61, dan 86 segera dilakukan penggantian sel baterai. Karena hal ini dapat mengakibatkan hasil kapasitas baterai menjadi turun yang dikarenakan baterai yang seharusnya mensuplai tegangan ke beban menjadi sumber untuk mengisi baterai yang buruk tadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fuqran, Harry, Bonar Sirait dan Junaidi. *Unjuk Kerja Sistem Proteksi Arus Lebih Gardu Induk 150 kV Sel. Raya Pontianak*. Universitas Tanjungpura.2015.
- [2] PT PLN (Persero) SKDIR 0520-2.K/DIR/2014. *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga*. No dokumen : PDM/PGI/01:2014.Jakarta, Indonesia.2014.
- [3] Suhadi, dkk, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [4] PT PLN (Persero) SKDIR 0520-2.K/DIR/2014. *Buku Pedoman Pemeliharaan Sistem Suplai AC/DC*. No dokumen : PDM/PGI/19:2014.Jakarta, Indonesia.2014.
- [5] Salam, Ibnu. *Analisis Efisiensi Baere Komunikasi Pada Gardu Induk PT PLN (Persero) Region Jateng Dan DIY UPT Kudus*.Universitas Negeri Semarang.2007.
- [6] Matsushita Battery Industrial Co., Ltd. 1999. *Nickel Cadmiun Batteries Technical Handbook* : PDF File Technical Handbook.
- [7] Fitri Silvana, Anastaysa. *Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Baterai 110 VDC Di Gardu Induk Sungai KedukanPalembang*. Universitas Sriwijaya.2019.
- [8] Agned, R. *Studi Kapasitas Baterai 110 Vdc pada Gardu Induk 150 KV Bangkinang*. Diss. Riau University.2016.
- [9] PT PLN Persero Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk Surabaya Utara
- [10] Sadi, Sumardi dan Adam. *Pemeliharaan Boosting Dan Uji Kapasitas Baterai 110 VDC*. Universitas Muhammadiyah Tangerang.2015
- [11] Sutresna, Nana. *Cerdas Belajar Kimia*. Bandung : Grafindo Media Pratama. 2007.
- [12] Exide Management and Technology Company.1981. *Handbook of Secondary Storage Batteries and Charge Regulators in Photovoltaic Systems*. The U.S. Department of Energy Sandia National Laboratories : New Mexico.