

**PERENCANAAN DAYA BATERAI 110V DC DAN 48V DC
PADA GARDU INDUK 150 KV PANGKAL PINANG 2
DI PT PLN (PERSERO)**



S K R I P S I

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :

ROBY ANDRI

1602230543

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2021

**PERENCANAAN DAYA BATERAI 110V DC DAN 48V DC
PADA GARDU INDUK 150 KV PANGKAL PINANG 2
DI PT PLN (PERSERO)**



S K R I P S I

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :



ROBY ANDRI

1602230543

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Roby Andri
NIM : 1602230543
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata – 1 (S1)
Judul : Perencanaan Daya Baterai 110V DC dan 48V DC Pada
Gardu Induk 150 kV Pangkal Pinang 2 di PT PLN
(Persero)

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Ir. H. Ishak Effendi, MT.

Pembimbing II,



M. Husni Syahbani, ST., MT.

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Zuikarnain Fatoni, M.M., MT.

Palembang, September 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro,



M. Husni Syahbani, ST., MT.

Motto:

“Hidup itu tidak boleh sederhana. Hidup itu harus HEBAT, LUAS, KUAT, BESAR dan BERMANFAAT.

Yang sederhana itu adalah sikapnya.”

Persembahan:

Terima kasih kepada orang tua dan saudara-saudariku yang memberikan dukungan dan doa sehingga dapat menyelesaikan pendidikann dan tugas akhir ini. Dengan dukungan kalian tentunya memberikan dorongan dan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Roby Andri

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Roby Andri
NPM : 1602230543
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik Universitas Tridinanti Palembang
Judul Skripsi : **Perencanaan Daya Baterai 110V DC dan 48V DC pada Gardu Induk 150 kV Pangkal Pinang 2 di PT PLN (Persero)**

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa :

- Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
- Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan nasional" pasal 70 yang berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakan untuk mendapat gelar akademik profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan pidana paling lama 2 tahun / atau pidana denda paling banyak Rp. 200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah).

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, September 2021

Penulis,



Roby Andri

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Perencanaan Daya Baterai 110V DC dan 48V DC pada Gardu Induk 150 kV Pangkal Pinang 2 di PT. PLN (Persero)”** ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Tujuan penulisan penelitian ini adalah untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 pada program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang dan sebagai kesimpulan sekaligus pengembangan ilmu yang didapat selama ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. H. Ishak Effendi, MT selaku pembimbing 1 dan M. Husni Syahbani, ST., MT. selaku pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, serta dorongan dalam penulisan skripsi ini dan juga saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Hj. Manisah, MP, selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.M., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak M. Husni Syahbani, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
4. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa dan dukungan moril kepada penulis.
5. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
6. Bapak Andi Bastian, ST, selaku Assistant Manager Bidang Perencanaan Elektromekanik PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Sumatera Bagian Selatan.
7. Bapak Yudhistira Ardi Kurniawan, ST, selaku karyawan PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Sumatera Bagian Selatan Bidang Perencanaan Elektromekanik.

8. Semua rekan-rekan seperjuangan mahasiswa/i Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Semoga setiap amal baik yang diberikan mendapatkan imbalan dari Allah SWT, penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan dimasa yang akan datang dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, September 2021

Penulis

Roby Andri

ABSTRAK

Baterai sebagai sumber daya arus searah (DC) pada sebuah gardu induk mempunyai peran yang sangat penting dalam kelancaran dan keberlangsungan operasi gardu induk itu sendiri dalam melayani kebutuhan listrik bagi konsumen. Sumber daya DC pada gardu induk diperoleh dari beberapa sel baterai yang disusun secara seri. Baterai terpasang pada gardu induk ini digunakan sebagai sumber cadangan tenaga untuk mencatu rele proteksi, motor penggerak PMT dan PMS, penerangan darurat, serta juga untuk mencatu daya yang digunakan untuk peralatan telekomunikasi gardu induk itu sendiri. Untuk menjaga agar peralatan seperti rele proteksi, motor penggerak PMT dan PMS serta peralatan telekomunikasi tetap berfungsi, maka baterai harus mampu untuk menyuplai daya ke peralatan tersebut meski dalam keadaan tanpa charger maupun dalam keadaan blackout. Beban baterai 110V DC yang diperlukan gardu induk sebesar 269,49 Ah dan untuk beban baterai 48V DC sebesar 100,85 Ah, pada perencanaan Gardu Induk baru sangatlah penting untuk mengetahui kebutuhan daya yang diperlukan serta kapasitas minimal baterai 110V DC dan 48V DC tersebut untuk kebutuhan pengoperasian Gardu Induk Pangkal Pinang 2, sehingga dapat beroperasi secara aman dan andal.

Kata kunci: baterai, kapasitas, perencanaan

ABSTRACT

Batteries as a direct current (DC) power source in a substation have a very important role in the smooth and continuous operation of the substation itself in serving the electricity needs of consumers. The DC power source at the substation is obtained from several battery cells arranged in series. The batteries installed in these substations are used as a backup source of power to supply protection relays, PMT and PMS driving motors, emergency lighting, and also to supply power used for telecommunication equipment of the substation itself. To keep equipment such as protection relays, PMT and PMS driving motors and telecommunication equipment functioning, the battery must be able to supply power to the equipment even without a charger or in a blackout state. The 110V DC battery load required for the substation is 269.49 Ah and for the 48V DC battery load of 100.85 Ah, in planning a new Substation it is very important to know the required power requirements and the minimum capacity of the 110V DC and 48V DC batteries for the needs of the substation. operation of the Pangkal Pinang 2 Substation, so that it can operate safely and reliably.

Keywords: *battery, capacity, planning*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Pengertian Sistem Transmisi	6
2.2. Gardu Induk.....	7

2.2.1. Klasifikasi Gardu Induk.....	8
2.3. Sistem DC.....	13
2.4. Pola Instalasi Sistem DC.....	16
2.5. Komponen Sumber DC.....	18
2.6. Mode Operasi Rectifier / Charger.....	19
2.7. Karakteristik Baterai.....	20
2.8. Konstruksi Baterai.....	20
2.9. Jenis – Jenis Baterai.....	20
2.10. Elektrolit.....	21
BAB III. METODE PENENTUAN KAPASITAS BATERAI.....	24
3.1. Umum.....	24
3.2. Langkah - Langkah Pengerjaan.....	24
3.3. Subjek dan Objek Penelitian.....	25
3.4. Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.5. Sumber Data.....	26
3.6. Baterai.....	27
3.7. Prinsip Kerja Baterai.....	29
3.8. Hal - Hal yang harus diperhatikan dalam penentuan kapasitas baterai 48V DC dan 110V DC.....	30
3.6.1. Baterai 48V DC.....	30
3.6.2. Baterai 110V DC.....	33
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Perhitungan Beban Baterai 48V DC dan 110V DC.....	37

4.2. Beban Baterai 48V DC.....	37
4.3. Perhitungan Drop Tegangan Baterai 48V DC	38
4.3.1. Perhitungan Jumlah Sel Baterai.....	40
4.4. Beban Baterai 110V DC.....	42
4.5. Perhitungan Drop Tegangan 110V DC.....	45
4.3.1 Perhitungan Jumlah Sel Baterai.....	47
BAB V. KESIMPULAN.....	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

4.1.	Daftar Beban Baterai 48V DC.....	37
4.2.	Hasil Hitung Penurunan Tegangan Baterai 48V DC.....	39
4.3.	Hasil Hitung Jumlah Sel Baterai 48 V.....	40
4.4.	Hasil Perhitungan Kapasitas Baterai 48V DC.....	41
4.5	Beban Konstan Normal Baterai 110V DC.....	42
4.6.	Beban Sesaat Baterai 110V DC.....	43
4.7.	Beban Sesaat Lanjutan Baterai 110V DC.....	44
4.8.	Hasil Hitung Penurunan Tegangan Baterai 110V DC.....	46
4.9.	Hasil Hitung Jumlah Sel Baterai 110 V.....	48
4.10.	Hasil Perhitungan Kapasitas Baterai 110V DC.....	48

DAFTAR GAMBAR

2.1.	Ilustrasi Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2.	Gardu Induk Konvensional.....	8
2.3.	GIS (<i>Gas Insulated Switchgear</i>).....	9
2.4	Sistem <i>Ring</i> Busbar.....	10
2.5.	Sistem <i>Single</i> Busbar.....	11
2.6.	Sistem <i>Double</i> Busbar.....	11
2.7.	Sistem Satu Setengah (<i>On Half</i>) Busbar.....	12
2.8.	Diagram Instalasi Sistem DC.....	14
2.9.	Instalasi Sistem DC Pola 1.....	17
2.10.	Instalasi Sistem DC Pola 2.....	18
3.1.	Diagram Langkah - Langkah Pengerjaan.....	25
3.2.	Baterai Alkali Nikel-Cadmium (Ni-Cd).....	27
3.3.	Baterai 48V DC dan 110V DC pada Gardu Induk.....	28
3.4.	Proses Pengosongan dan Pengisian baterai.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Buku Pedoman Pemeliharaan Sistem Suplai AC / DC PT PLN
(Persero)

Lampiran 2. Layout Gardu Induk 150 kV

Lampiran 3. Layout Gedung Kontrol Gardu Induk 150 kV

Lampiran 4. Single Line Diagram Gardu Induk 150 kV

Lampiran 5. Single Line Diagram AC DC Power Supply

Lampiran 6. SPLN T7.003:2010 Operasi dan Pemeliharaan Baterai Gardu
Induk

Lampiran 7. Surat Keputusan Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Lampiran 8. Lembar Asistensi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada sistem transmisi, gardu induk merupakan sub sistem dari sistem transmisi atau penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Sebagai subsistem dari sistem transmisi tenaga listrik, peranan gardu induk sangat besar. Jadi, pengoperasian Gardu Induk ini tidak bisa dipisahkan sama sekali dari sistem transmisi listrik. Pada gardu induk terdapat dua buah sumber tenaga yang digunakan yaitu sumber daya AC (*Alternating Current*) dan sumber daya DC (*Direct Current*).

Dalam perencanaan sebuah gardu induk ada beberapa hal yang harus diperhatikan terutama yaitu sumber tenaga pada gardu induk itu sendiri berupa sumber *Alternating Current (AC)* dan sumber *Direct Current (DC)* pada pengoperasiannya. Khusus sumber daya DC pada suatu gardu induk memiliki peranan yang sangat penting dalam kelancaran operasi gardu itu sendiri yang berfungsi untuk sumber daya DC bagi rele proteksi, motor penggerak pada PMS dan PMT, penerangan darurat serta untuk mensuplai daya yang digunakan untuk peralatan komunikasi. Sistem DC pada Gardu Induk terdiri dari baterai dan *rectifier* yang berfungsi sebagai pengubah tegangan AC ke tegangan DC menggunakan sumber AC sebagai input yang rawan terhadap ancaman gangguan seperti kehilangan tegangan akibat sumber AC dari Trafo Pemakaian Sendiri GI

padam akibat gangguan transmisi atau trafo daya atau tidak bekerjanya sistem proteksi di GI akibat kegagalan Sistem DC.

Dalam keadaan normal baterai hanya berfungsi sebagai cadangan. Sedangkan di keadaan abnormal seperti terjadinya gangguan *blackout*, baterai menjadi satu – satunya komponen utama yang menjadi pemasok sumber daya DC.

Oleh karena itu dari penjelesan diatas, tujuan penulis dari penelitian ini adalah untuk menganalisa daya baterai 110V DC dan 48V DC pada Gardu Induk 150 kV Pangkal Pinang 2 di Provinsi Bangka Belitung.

Untuk menunjang keandalan sistem kelistrikan khususnya di Provinsi Bangka Belitung, maka direncanakan akan dibangun salah satu Gardu Induk tepatnya pada Kota Pangkal Pinang sesuai yang tertera pada RUPTL (Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik) PT. PLN (Persero) 2019 - 2028 yaitu Gardu Induk 150/20 kV Pangkal Pinang 2 yang target COD pada tahun 2022.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa beban baterai 110V DC dan 48V DC pada Gardu Induk 150 kV?
2. Berapa jumlah sel baterai yang dibutuhkan untuk pengoperasian Gardu Induk 150 kV?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kapasitas minimal dan maksimal baterai 110V DC dan 48V DC untuk Gardu Induk 150 kV Pangkal Pinang 2.
2. Mengetahui jumlah sel baterai 110V DC dan 48V DC untuk Gardu Induk 150 kV Pangkal Pinang 2.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah sebagai berikut :

1. Perencanaan perhitungan kebutuhan daya hanya sebatas pada suplai DC.
2. Perencanaan perhitungan kebutuhan daya dilakukan untuk gardu induk baru yang terdiri dari 13 bay line yaitu 10 bay penghantar, 2 bay couple dan 1 bay bus couple.
3. Perencanaan perhitungan kebutuhan daya dilakukan untuk pekerjaan pembangunan Gardu Induk 150 kV Pangkal Pinang 2.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini, adapun metode yang digunakan penulis yaitu :

1. Studi Literatur

Pada metode ini penulis mencari buku - buku referensi, jurnal – jurnal melalui website dan mengambil data – data yang menyangkut masalah yang diangkat dalam penyusunan skripsi ini.

2. Metode Wawancara dan Konsultasi

Pada metode penulis melakukan konsultasi dengan para pegawai PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Sumatera Bagian Selatan di Bidang Perencanaan dan juga melakukan konsultasi dengan dosen – dosen pembimbing skripsi.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Skripsi ini penulisan laporan disusun secara sistematis sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini yang akan dibahas mengenai latar belakang, tujuan dan manfaat, rumusan masalah, pembatasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori dasar mengenai sistem saluran transmisi energi listrik dan baterai.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas subjek dan objek penelitian, tempat penelitian, waktu pelaksanaan penelitian dan teknik pengumpulan data di PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Sumatera Bagian Selatan Bidang Perencanaan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang inti pembahasan skripsi, yang membahas mengenai hasil dari perhitungan daya baterai 110V DC dan 48V DC yang akan digunakan pada Gardu Induk 150 kV Pangkal Pinang 2.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari penulisan skripsi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Tobing, Bonggas. 2003. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta, Indonesia.
- [2] Kemendikbud, *Gardu Induk*, (Jakarta : 2013), hlm 5
- [3] R. Agned, Nurhalim. 2016. *Studi Kapasitas Baterai 110 Vdc pada Gardu Induk 150 kV Bangkinang*. Universitas Riau: Riau.
- [4] PT PLN (Persero). 2014. *Buku Pedoman Pemeliharaan Sistem Suplai AC/DC*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- [5] SPLN T7 003. 2010. *Operasi dan Pemeliharaan Batere Gardu Induk*. Jakarta: PT. PLN (Persero).
- [6] I Nugroho, Ir, Tedjo Sukamdi, MT. 2012. *Baterai Sebagai Suplai Tegangan DC pada Gardu Induk 150 kV Kalisari*.
- [7] Rahmanto. Budi, Irwan. *Charging – Discharging Battery pada Gardu Induk 150 kV Temanggung*. Temanggung: PT PLN (Persero) APP Salatiga P3B Jawa – Bali.
- [8] PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Sumbagsel. *Approval Drawing Elektro Mekanik Pembangunan Gardu Induk 150 kV*. Palembang.