

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul

**KAJIAN PERENCANAAN SISTEM KELISTRIKAN
PEMAKAIAN SENDIRI DI PLTGU JAWA 2**

Disusun Oleh :

POPPY ANGELIKA SIAHAAN

NIM : 2013-11-021

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Program Studi Sarjana Teknik Elektro**

SEKOLAH TINGGI TEKNIK-PLN

Jakarta, 22 Agustus 2017

Mengetahui,

Disetujui,

(Nurmiati Pasra, S.T., M.T)

Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Ir. Sampurno SP, M.T)

Pembimbing Skripsi

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : POPPY ANGELIKA SIAHAAN
NIM : 2013-11-021
Jurusan : S1 Teknik Elektro
Judul : Kajian Perencanaan Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri
Di PLTGU Jawa 2

Telah disidangkan dan dinyatakan Lulus Sidang Skripsi pada Program Sarjana Strata 1 Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik-PLN pada tanggal 15 Agustus 2017.

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1. Ir. Prianda, M.Eng.Sc.	Ketua Sidang	
2. Tony Koerniawan, S.T., M.T	Sekretaris Sidang	
3. Novi Gusti Pahiyanti, S.T., M.T	Anggota Sidang	

Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

(Nurmiati Pasra, S.T., M.T)

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Poppy Angelika Siahaan

NIM : 2013-11-021

Jurusan : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Kajian Perencanaan Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Di
PLTGU Jawa 2

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana baik di lingkungan STT-PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 22 Agustus 2017

(Poppy Angelika Siahaan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

Ir. Sampurno SP, M.T Selaku Pembimbing Skripsi

Selaku pembimbing yang dengan kesabarannya telah memberikan petunjuk, saran-saran serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.

Terima kasih yang sama, saya sampaikan kepada:

Cipta Surya Nugraha

Yang telah mengizinkan melakukan pengambilan data dan penelitian di PT. PLN (Persero) Pusat Enjiniring Ketenagalistrikan.

Jakarta, 22 Agustus 2017

POPPY ANGELIKA SIAHAAN

NIM : 2013-11-021

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Sekolah Tinggi Teknik - PLN, saya yang tanda tangan dibawah ini:

Nama : POPPY ANGELIKA SIAHAAN
NIM : 2013-11-021
Program Studi : S1
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : **Skripsi**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Teknik - PLN **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

KAJIAN PERENCANAAN SISTEM KELISTRIKAN PEMAKAIAN SENDIRI DI PLTGU JAWA 2

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Sekolah Tinggi Teknik - PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Sripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya:

Dibuat di: Jakarta
Pada tanggal: 22 Agustus 2017
Yang menyatakan

(POPPY ANGELIKA SIAHAAN)

KAJIAN PERENCANAAN SISTEM KELISTRIKAN PEMAKAIAN SENDIRI DI PLTGU JAWA 2

Poppy Angelika Siahaan, 2013-11-021

Di bawah bimbingan Ir. Sampurno SP, M.T

ABSTRAK

PLTGU Jawa 2 dengan kapasitas 800 MW merupakan pembangkit baru yang sedang dibangun untuk menguatkan sistem kelistrikan Jawa-Bali khususnya area distribusi Jakarta Raya. Berdasarkan fungsinya sebagai pemasok tenaga listrik, PLTGU Jawa 2 diharapkan selalu beroperasi dalam kondisi andal. Karena pembangunan ini baru, penulis berusaha mengangkat permasalahan ini untuk mengkaji sistem pemakaian sendirinya yang digunakan untuk menyuplai peralatan-peralatan di pembangkit agar pembangkit dapat beroperasi hingga menghasilkan tenaga listrik yang kemudian disalurkan ke jaringan interkoneksi. Sistem kelistrikan pemakaian sendiri pada PLTGU Jawa 2 direncanakan diambil dari *output* generator menggunakan *Unit Auxilliary Transformer (UAT)* untuk menyuplai beban tegangan menengah 6,3 kV dan tegangan rendah 400 V, untuk menjalankan motor-motor besar seperti *Fuel Gas Compressor*, *Cooling Water Pump*, *Feed Water Pump*, dan lampu penerangan, penyejuk udara, sistem kontrol, instrumen pengukuran, pengisian baterai aki yang merupakan sumber arus searah bagi pusat listrik, sistem proteksi dll. Untuk itu perlu direncanakan kapasitas dari transformator pemakaian sendiri yang akan dipasang berdasarkan total daya bebannya. Agar dapat beroperasi dengan andal, suatu pembangkit harus dilengkapi sistem *back up* atau *Emergency Diesel Generator* sebagai suplai darurat apabila terjadi gangguan yang menyebabkan padam total pada pembangkit bersangkutan. Sistem pemakaian sendiri suatu pembangkit tergantung dari besarnya kapasitas pembangkit, pada umumnya bisa mencapai 3-10% dari daya yang dibangkitkannya.

Kata Kunci: pemakaian sendiri, transformator, peralatan PLTGU, kondisi andal.

PLANNING ASSESSMENT AUXILIARY ELECTRICITY SYSTEM IN PLTGU JAWA 2

Poppy Angelika Siahaan, 2013-11-021

Under the Guidance of Ir. Sampurno SP, M.T

ABSTRACT

PLTGU Jawa 2 with 800 MW capacity is a new generator being built to reinforce the electricity system of Java-Bali especially in distribution area of Jakarta Raya. Based on its function as a supplier of electrical power, PLTGU Jawa 2 is expected to always operate in reliable conditions. Because it is newly built, the author is trying to lift this problem to assess auxiliary system that used to supply the equipment at the power station in order to operate until producing electric power which then distributed to the interconnection network. Auxiliary electricity system in PLTGU Jawa 2 is planned to be taken from output generator using Unit Auxiliary Transformer (UAT) to supply the medium voltage 6.3 kV and low voltage 400 V, to run large engines such as Fuel Gas Compressor, Cooling Water Pump, Feed Water Pump, and lighting, air conditioner, control system, measurement instrument, recharging accumulator batteries that is a source of direct current for electricity center, protection systems and so on. This needs to be planned capacity of auxiliary transformer installed based on its total load power. In order to operate reliably, a generator system should be supported with back up or Emergency Diesel Generator as emergency supplies in case of disturbance that leads to total shut down on the concerned generator. Auxiliary electricity system of power station depends on the generator's capacity, generally can reach 3-10 % of the generator power.

Key Word: *auxiliary electricity, transformer, combined cycle power plant equipment, reliable condition.*

DAFTAR ISI

	Hal
Lembar Pengesahan Pembimbing	i
Lembar Pengesahan Tim Penguji	ii
Lembar Keaslian Skripsi	iii
Lembar Ucapan Terima Kasih	iv
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah Untuk Kepentingan Akademis	v
Abstrak (Indonesia)	vi
<i>Abstract</i> (Inggris)	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan Penelitian	2
1.2.1. Identifikasi Masalah	2
1.2.2. Ruang Lingkup Masalah	2
1.2.3. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.4. Sistematika Penulisan	4
 BAB II SISTEM KELISTRIKAN PEMAKAIAN SENDIRI PADA PUSAT LISTRIK	 5
2.1. Pusat Listrik Tenaga Uap dan Gas	5
2.2. Tinjauan Umum Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Pada Pusat Listrik	6
2.3. Jenis-Jenis Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri	7
2.3.1. Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Skala Kecil ..	7

2.3.2. Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Skala Menengah	10
2.3.3. Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Skala Besar	11
2.4. Peralatan Utama Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Pada Pusat Listrik	14
2.4.1. Transformator Tenaga Penurun Tegangan	14
2.4.2. <i>Switchgear</i> Tegangan Menengah	15
2.4.3. <i>Switchgear</i> Tegangan Rendah	16
2.4.4. <i>Motor Control Center (MCC)</i>	16
2.4.5. <i>Uninterrupted Power Supply (UPS)</i>	16
2.4.6. <i>Emergency Power Supply (EPS)</i>	16
2.4.7. Sistem Suplai Daya Arus Searah	17
2.5. Beban Pada Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri	18
2.5.1. Jenis Beban	18
2.5.2. Klasifikasi Beban	18

BAB III KAJIAN PERENCANAAN SISTEM KELISTRIKAN

PEMAKAIAN SENDIRI PADA PLTGU JAWA 2	20
3.1. Sistem Kelistrikan di PLTGU Jawa 2	20
3.2. Penentuan Jenis Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Untuk PLTGU Jawa 2	22
3.3. Cara Menghitung Kapasitas Total Transformator Pemakaian Sendiri Pada Pusat Listrik	23
3.4. Cara Menghitung Kapasitas <i>Emergency Diesel Generator (EDG)</i> Pada Pusat Listrik	25

BAB IV PERHITUNGAN KAPASITAS DAN JUMLAH UNIT

TRANSFORMATOR PEMAKAIAN SENDIRI DI PLTGU JAWA 2	27
4.1. Umum	27
4.2. Data Teknis	28
4.2.1. Data Peralatan Pemakaian Sendiri Unit Gas T-1	28

4.2.2. Data Peralatan Pemakaian Sendiri Unit GT-2	34
4.2.3. Data Peralatan <i>Back Up LV Switchgear</i>	36
4.2.4. Data Peralatan Pemakaian Sendiri Unit ST-3	37
4.3. Perhitungan Beban Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri	
Pada Unit <i>Gas Turbine 1</i>	46
4.3.1. Perhitungan Beban Tegangan Menengah 6.3 kV ...	48
4.3.2. Perhitungan Beban Tegangan Rendah 400 V	48
4.4. Perhitungan Beban Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri	
Pada Unit <i>Gas Turbine 2</i>	56
4.4.1. Perhitungan Beban Tegangan Menengah 6.3 kV ...	57
4.4.2. Perhitungan Beban Tegangan Rendah 400 V	57
4.5. Perhitungan Beban <i>Back Up LV Switchgear</i>	60
4.6. Perhitungan Beban Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri	
Pada Unit <i>Steam Turbine 3</i>	61
4.6.1. Perhitungan Beban Tegangan Menengah 6.3 kV ...	62
4.6.2. Perhitungan Beban Tegangan Rendah 400 V	63
4.7. Penentuan Kapasitas Transformator Pemakaian Sendiri	
<i>Gas Turbine 1</i>	74
4.8. Penentuan Kapasitas Transformator Pemakaian Sendiri	
<i>Gas Turbine 2</i>	79
4.9. Penentuan Kapasitas Transformator Pemakaian Sendiri	
<i>Steam Turbine 3</i>	82
4.10. Penentuan Kapasitas <i>Emergency Diesel Generator (EDG)</i>	
PLTGU Jawa 2	84
4.11. <i>Single Line Diagram</i> Perencanaan Sistem Kelistrikan	
Pemakaian Sendiri PLTGU Jawa 2	94
BAB V SIMPULAN	95
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 4.1 Beban Tegangan Menengah 6.3 kV	28
Tabel 4.2 Data Beban GT-1 LV <i>Switchgear</i>	29
Tabel 4.3 Data Beban GT-1 LV <i>Essential Switchgear</i>	30
Tabel 4.4 Data Beban GT <i>Common</i> 1 LV <i>Switchgear</i>	30
Tabel 4.5 Data Beban GT <i>Common</i> 1 <i>Essential</i> LV <i>Switchgear</i>	31
Tabel 4.6 Data Beban GT <i>Common</i> 2 LV <i>Switchgear</i>	32
Tabel 4.7 Data Beban Gas Compressor LV <i>Switchgear</i>	33
Tabel 4.8 Beban Tegangan Menengah 6.3 kV	34
Tabel 4.9 Data Beban GT-2 LV <i>Switchgear</i>	34
Tabel 4.10 Data Beban GT-2 LV <i>Essential Switchgear</i>	35
Tabel 4.11 Data Beban <i>To Substation</i>	36
Tabel 4.12 Beban Tegangan Menengah 6.3 kV	37
Tabel 4.13 Data Beban ST-3 LV <i>Switchgear</i>	37
Tabel 4.14 Data Beban ST-3 LV <i>Essential Switchgear</i>	41
Tabel 4.15 Data Beban ST <i>Common</i> LV <i>Switchgear</i>	42
Tabel 4.16 Data Beban ST <i>Common</i> LV <i>Essential Switchgear</i>	45
Tabel 4.17 Data Beban <i>Intake</i> LV <i>Switchgear</i>	46
Tabel 4.18 Perhitungan Beban Tegangan Menengah 6.3 kV GT-1	48
Tabel 4.19 Perhitungan Beban GT-1 LV <i>Switchgear</i>	49
Tabel 4.20 Perhitungan Beban GT-1 LV <i>Essential Switchgear</i>	50
Tabel 4.21 Perhitungan GT <i>Common</i> 1 LV <i>Switchgear</i>	51
Tabel 4.22 Perhitungan Beban GT <i>Common</i> 1 <i>Essential</i> LV <i>Switchgear</i> .	52
Tabel 4.23 Perhitungan Beban GT <i>Common</i> 2 LV <i>Switchgear</i>	53
Tabel 4.24 Perhitungan Beban Gas Compressor LV <i>Switchgear</i>	55
Tabel 4.25 Perhitungan Beban Tegangan Menengah 6.3 kV GT-2	57
Tabel 4.26 Perhitungan Beban GT-2 LV <i>Switchgear</i>	58
Tabel 4.27 Perhitungan Beban GT-2 LV <i>Essential Switchgear</i>	59
Tabel 4.28 Perhitungan Beban <i>Back Up Switchgear</i>	60
Tabel 4.29 Perhitungan Beban Tegangan Menengah 6.3 kV ST-3	62

Tabel 4.30	Perhitungan Beban ST-3 LV <i>Switchgear</i>	63
Tabel 4.31	Perhitungan Beban ST-3 LV <i>Essential Switchgear</i>	67
Tabel 4.32	Perhitungan Beban ST <i>Common</i> LV <i>Switchgear</i>	68
Tabel 4.33	Perhitungan Beban ST <i>Common</i> LV <i>Essential Switchgear</i>	72
Tabel 4.34	Perhitungan Beban <i>Intake</i> LV <i>Switchgear</i>	73
Tabel 4.35	Data Beban <i>To Substation</i>	84
Tabel 4.36	Data Beban GT-1 LV <i>Essential Switchgear</i>	85
Tabel 4.37	Data Beban GT <i>Common</i> 1 <i>Essential</i> LV <i>Switchgear</i>	85
Tabel 4.38	Data Beban GT-2 LV <i>Essential Switchgear</i>	86
Tabel 4.39	Data Beban ST-3 LV <i>Essential Switchgear</i>	86
Tabel 4.40	Data Beban ST <i>Common</i> LV <i>Essential Switchgear</i>	87
Tabel 4.41	Perhitungan Beban <i>To Substation</i>	88
Tabel 4.42	Perhitungan Beban GT-1 LV <i>Essential Switchgear</i>	88
Tabel 4.43	Perhitungan Beban GT <i>Common</i> 1 <i>Essential</i> LV <i>Switchgear</i> .	89
Tabel 4.44	Perhitungan Beban GT-2 LV <i>Essential Switchgear</i>	90
Tabel 4.45	Perhitungan Beban ST-3 LV <i>Essential Switchgear</i>	91
Tabel 4.46	Perhitungan Beban ST <i>Common</i> LV <i>Essential Switchgear</i>	92

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 <i>Combined Cycle Power Plant</i> (PLTGU)	5
Gambar 2.2 Sistem Kelistrikan Terisolasi Skala Kecil	8
Gambar 2.3 Sistem Kelistrikan Interkoneksi Skala Kecil	9
Gambar 2.4 Trafo PS Dihubungkan Ke sisi 6.3 kV	10
Gambar 2.5 Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Skala Besar Menggunakan 1 <i>Unit Station Service Transformer</i>	12
Gambar 2.6 Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri Skala Besar Menggunakan 2 <i>Unit Station Service Transformer (SST)</i> ...	13
Gambar 2.7 Sistem DC Tegangan Rendah	17
Gambar 3.1 Diagram Satu Garis Operasi Normal (<i>Simple Cycle</i>)	21
Gambar 3.2 Diagram Satu Garis Operasi Normal (<i>Combined Cycle</i>)	22
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> Perencanaan Sistem Kelistrikan Pemakaian Sendiri PLTGU Jawa 2	94

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran A Daftar Konsultasi Dosen	A
Lampiran B <i>Key Single Line Diagram</i> PLTGU JAWA 2	B