

TUGAS AKHIR
SISTEM PENGATURAN TEGANGAN PADA PROSES
PERENCANAAN SINKRONISASI PLTS TERAPUNG DAN PLTA
WADUK JATILUHUR

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Nama : PUTRA APRILLA
NIM : 41416010007
Pembimbing : Ir. Sulistyono MM

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2020

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Putra Aprilla
NIM : 41416010007
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sistem Pengaturan Tegangan Pada
Proses Perancangan Sinkronisasi PLTS Terapung Dan
PLTA Waduk Jatiluhur

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang saya buat ini merupakan hasil yang telah didapatkan pada saat melakukan penelitian dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

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

Penulis,



(Putra Aprilla)

LEMBAR PENGESAHAN


**SISTEM PENGATURAN TEGANGAN PADA PROSES
PERENCANAAN SINKRONISASI PLTS TERAPUNG DAN
PLTA WADUK JATILUHUR**



Disusun oleh:

Nama : Putra Aprilla
N.I.M : 41416010007
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



MERCU BUANA
(Ir. Sulistyono, MM)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir



(Dr. Setiyo Budiyo, ST, MT)



(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc)

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatNya sehingga saya diberi kesempatan untuk menyelesaikan serangkaian penelitian Tugas Akhir serta menyusun Tugas Akhir. Penelitian Tugas Akhir ini berjudul tentang **Sistem Pengaturan Tegangan Pada Proses Perancangan Sinkronisasi PLTS Terapung Dan PLTA Waduk Jatiluhur** Penelitian ini tidak terlepas dari doa, serta bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Dengan segenap kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan, dan bantuan penyusunan laporan ini sehingga berjalan dengan lancar. Diantaranya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan beribu nikmat yang ada di muka bumi ini.
2. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc selaku Sekertaris Program Studi Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana dan Koodinator Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Sulistyono MM selaku Dosen Pembimbing dalam Tugas Akhir yang saya kerjakan.
5. PT. Cometindo Mitra Inti selaku perusahaan yang mengizinkan penulis untuk mengambil data dalam penelitian Tugas Akhir ini.
6. Ayah, ibu, dan keluarga besar yang selalu mendukung penulis baik secara spritual maupun moril, serta yang tak henti-hentinya menyemangati dalam penulisan penelitian Tugas Akhir ini.
7. Teman – teman seperjuangan Jurusan Teknik Elektro Angkatan 2016.

8. Semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak disebutkan satu per-satu.

Penulis sadar bahwa penelitian Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan karena kedangkalan ilmu penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca sangatlah dibutuhkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Jakarta, 2020

Penulis

(Putra Aprilla)



ABSTRAK

Perencanaan interkoneksi atau parallel pada 2 pembangkit listrik, membutuhkan suatu metode agar dapat dilakukan. Metode tersebut adalah dengan melakukan sinkronisasi. Sinkronisasi merupakan suatu cara atau metode yang harus dilakukan apabila ingin melakukan interkoneksi atau parallel antar pembangkit listrik. Metode ini memerlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi. Syarat tersebut seperti menyamakan tegangan, frekuensi serta fasa. Jika ke 3 syarat tersebut tidak dipenuhi maka proses sinkron akan gagal.

Perencanaan interkoneksi pada Tugas Akhir ini dilakukan untuk interkoneksi PLTS Terapung dan PLTA Jatiluhur, sehingga PLTS Terapung dapat mentransmisikan daya yang direncanakan yaitu sebesar 368.781.548 Wp/hari. Maka diperlukan sinkronisasi agar PLTS Terapung dapat interkoneksi atau parallel dengan PLTA. Perencanaan sinkronisasi akan dilakukan pada tegangan 150 kV yang merupakan tegangan acuan dari PLTA yang diberikan untuk melakukan interkoneksi atau parallel.

Perencanaan sinkronisasi difokuskan pada sinkron tegangan dengan asumsi frekuensi dan fasa bernilai sama, maka bila terjadi kegagalan sinkron tegangan perlu dilakukan pengaturan tegangan. Pengaturan tegangan utama menggunakan beberapa komponen, seperti Inverter yang didalamnya terdapat elektronika daya yaitu IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) dan Generator yang didalamnya terdapat instrument pengatur tegangan yaitu AVR (*Automatic Voltage Regulator*). Pengaturan perencanaan sinkron tegangan juga menggunakan komponen lainnya seperti 2 buah Trafo step-up 600 V/20 kV dan 20 kV/150 kV pada sisi PLTS Terapung, 1 buah Trafo step-up 6300 V/150 kV pada sisi PLTA dan 2 buah Potential Transformer yang terhubung oleh PLTS Terapung dan PLTA, dan juga menggunakan 2 buah Control Modul untuk melakukan sinkron tegangan secara otomatis atau *auto synchrone*.

MERCU BUANA

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Pengumpulan Data	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Tegangan	7
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	8
2.2.1 Konfigurasi Sistem PLTS	8
2.2.2 Photovoltaic (PV)	10
2.2.3 Proses Terjadinya Tegangan	11
2.2.4 Perumusan Tegangan PLTS	15
2.2.5 Komponen Pengatur Tegangan PLTS	15
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air	20
2.3.1 Pengatur Tegangan PLTA	21
2.4 Sinkronisasi	27
2.4.1 Jenis-Jenis Sinkronisasi	28
2.4.2 Syarat Sinkronisasi	29
2.4.3 Komponen Sinkronisasi	31
2.4.4 Komponen Pengatur Tegangan	34

2.5 Kajian Pustaka	37
BAB III METODE PENGATURAN	
3.1 Lokasi Perencanaan Pembangunan	39
3.2 Metodologi Pengumpulan Data	40
3.2.1 Metode Interview	40
3.2.2 Metode Observasi	40
3.2.3 Studi Literatur	41
3.2.4 Bimbingan	41
3.3 Pengelolaan Data	41
3.4 Metode Sinkronisasi	42
3.5 Metode Penyelesaian Tegangan	43
3.5.1 Komponen PLTS Terapung	43
3.5.2 Komponen PLTA	45
3.6 Diagram Alir	46
BAB IV PENGATURAN TEGANGAN DAN SINKRONISASI	
4.1 Sinkron Tegangan	48
4.2 Pengaturan Tegangan PLTS Terapung	50
4.3 Pengaturan Tegangan PLTA	56
4.4 Sinkronisasi	62
4.5 Kegagalan Sinkronisasi	64
4.5.1 Pengaturan tegangan	64
4.6 Faktor Kegagalan Sinkronisasi	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tegangan DC dan AC	8
Gambar 2.2 Semikonduktor P dan N (belum disambung)	11
Gambar 2.3 P dan N setelah disambung	12
Gambar 2.4 Daerah Deplesi	12
Gambar 2.5 Timbulnya Medan Magnet	13
Gambar 2.6 Proses konversi	14
Gambar 2.7 Proses Konversi Cahaya Matahari	14
Gambar 2.8 Rangkaian Ekuivalen Inverter	18
Gambar 2.9 Struktur Dasar MOSFET dan IGBT	19
Gambar 2.10 Rangkaian IGBT	20
Gambar 2.11 Transistor IGBT	19
Gambar 2.12 Skema terjadinya listrik (sumber HowstuffWorks 2001)	21
Gambar 2.13 Skema Dasar Generator	23
Gambar 2.14 Hukum Tangan Kanan (Flemming)	24
Gambar 2.15 Diagram AVR	26
Gambar 2.16 Forward Sync	28
Gambar 2.17 Reverse Sync	29
Gambar 2.18 Double Voltmeter	31
Gambar 2.19 Double Frekuensi Meter	32
Gambar 2.20 Synchroscope	32
Gambar 2.21 Indikator Fasa	33
Gambar 2.22 Potential Transformer (PT)	35
Gambar 2.23 Skema perubahan tegangan	37
Gambar 3. 1 Lokasi Perencanaan Pembangunan PLTS Terapung	39
Gambar 3.2 Control Modul	42
Gambar 3.3 Jaringan Interkoneksi PLTS Terapung dan PLTA	43
Gambar 3.4 Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir	47
Gambar 4.1 Ilustrasi terjadinya tegangan output PV Array	50
Gambar 4.2 Ilustrasi PV Array □ Inverter	52
Gambar 4.3 Inverter □ Trafo step-up 600 V/20 Kv	53
Gambar 4.4 Trafo step-up 600 V/20 kV □ 20 kV/150 kV	54

Gambar 4.5 Trafo Step-up 20 kv/150 kV □ Potential Transformer (PT)	55
Gambar 4.6 Ilustrasi Potential Transformer □ Control Module (CM) (PLTS)	56
Gambar 4.7 Ilustrasi Generator □ Trafo Step-up 6300 V/150 kV	57
Gambar 4.8 Ilustrasi GI PLTA □ GI PLTS Terapung	58
Gambar 4.9 Ilustrasi Tegangan acuan GI PLTA □ Potential Transformer (PT) GI PLTS Terapung	59
Gambar 4.10 Ilustrasi Potential Transformer (PT) □ Control Modul (CM) (PLTA)	60
Gambar 4.11 Ilustrasi Proses Terjadinya medan magnet (fluks)	61
Gambar 4.12 Skema Perencanaan Sinkron Tegangan / Sinkronisasi	63
Gambar 4.13 Ilustrasi Pengaturan Tegangan	65
Gambar 4.14 Pengaturan Tegangan IGBT	66



DAFTAR TABEL

Table 2.1 Mapping Perbandingan Jurnal	38
Table 3.1 Trafo Step-Up 20 kV	44
Table 3.2 Trafo Step-Up 150 kV	45

