

SKRIPSI

**KOORDINASI OPTIMAL KONTROLER PID DAN
CAPACITIVE ENERGI STORAGE (CES) UNTUK LOAD
FREQUENCY CONTROL (LFC) PADA SISTEM LISTRIK
DUA AREA MENGGUNAKAN PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION (PSO)**



Disusun Oleh :

Nama : Moh Fahmi Bakhtiar

NIM : 13632028

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK**

2020

SKRIPSI

KOORDINASI OPTIMAL KONTROLER PID DAN CAPACITIVE ENERGI STORAGE (CES) UNTUK LOAD FREQUENCY CONTROL (LFC) PADA SISTEM LISTRIK DUA AREA MENGGUNAKAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro Jenjang S-1 Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Gresik

Disusun Oleh :

Nama : Moh Fahmi Bakhtiar

NIM : 13632028

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK**

2020

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dan juga berkah, rahmat serta hidayah-Nya yang senantiasa diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ Koordinasi Optimal Kontroler PID dan Capacitive Energi Storage (CES) Untuk Load Frekuensi Control (LFC) Pada Sistem Listrik Dua Area Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO)” sebagai syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S1) dalam Program Sarjana Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro di Universitas Muhammadiyah Gresik.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak sekali hambatan dan rintangan yang penulis hadapi namun akhirnya penulis bisa melaluinya hal ini karena adanya bantuan dan juga bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Pressa Perdana SS, ST., MT Selaku Dosen Pembimbing I yang sudah berkenan meluangkan waktunya demi memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi.
2. Yoedo Ageng Surya, S.ST., MT Selaku Dosen Pembimbing II yang sudah berkenan meluangkan waktunya demi memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi.
3. Rini Puji Astutik, ST., MT selaku dosen dan ketua program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Gresik.
4. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik.
5. Kedua Orang tua yang selalu membantu baik secara moril dan materil.
6. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang sudah membantu memberikan dukungan.

Penulis memohon maaf atas semua kesalahan yang pernah dilakukan. Semoga skripsi ini memberikan manfaat dan mendorong penelitian-penelitian berikutnya.

Gresik, 03 Agustus 2020

Moh Fahmi Bakhtiar

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, ridho dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **Koordinasi Optimal Kontroler PID Dan Kapacitive Energi Storage (CES) Untuk Load Frequency Control (LFC) Pada Sistem Listrik Dua Area Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO)**.

Skripsi yang mempunyai beban 5 SKS (Satuan Kredit Semester) ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program studi Strata-1 pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik. Melalui kegiatan ini mahasiswa dapat melakukan kegiatan laporan yang bersifat penelitian ilmiah dan menghubungkannya dengan teori yang telah diperoleh dalam perkuliahan.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarnya kepada pihak – pihak yang membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Pressa Perdana SS, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
2. Bapak Yoedo Ageng S,S.ST., MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
3. Bapak Denny Irawan, ST, MT selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir
4. Ibu Rini Puji Astutik, ST., MT selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir

Besar harapan penulis bahwa buku tugas akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro pada khususnya.

Gresik, 03 Agustus 2020

Penulis

Moh Fahmi Bakhtiar

ABSTRAK

Pada sistem tenaga listrik Peningkatan suplay daya listrik diperlukan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik. Generator cenderung beroperasi dalam beban penuh untuk mengatasi kebutuhan daya listrik yang meningkat. Hal ini berpengaruh pada keamanan generator dalam operasi sistem tenaga listrik. Pada sistem tenaga listrik, perubahan beban tidak dapat diprediksi. Beban yang berubah secara tiba-tiba menyebabkan osilasi pada frekuensi generator. Pada sistem tenaga listrik multi area, generator bekerja secara sinkron. Osilasi frekuensi dapat menyebabkan frekuensi generator lepas sinkron. Oleh karena itu, osilasi frekuensi harus diredam dengan cara pengaturan frekuensi dan beban atau *Load Frequency Control* (LFC). Pengaturan frekuensi pada generator dilakukan oleh *governor*. *Load Frequency Control* (LFC) dapat dilakukan dengan cara *governor* di beri aksi kontrol menggunakan kontroler. Untuk mendapatkan performansi yang lebih baik, pengaturan frekuensi pada generator diberi aksi kontrol Kontroler *Proporsional Integral Differensial* (PID). Selain kontroler PID, osilasi dapat diredam dengan *Capacitive Energy Storage* (CES). *Capacitive Energy Storage* (CES) disini berfungsi untuk membantu kinerja *Govenror* agar meredam osilasi frekuensi dengan cepat. Agar didapatkan koordinasi yang baik, maka parameter PID dan CES dioptimisasi dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Kata Kunci : *load frequency control, proporsional integral differensial, Capacitive Energy Storage, Particle Swarm Optimization.*

ABSTRACT

In the electric power system An increase in the supply of electrical power is needed to meet the electricity needs. Generators tend to operate at full load to cope with increased electricity power requirements. This affects the safety of the generator in the operation of the electric power system. In electric power systems, load changes cannot be predicted. Loads that change suddenly cause oscillations in the generator frequency. In a multi-area electric power system, the generator works synchronously. Frequency oscillation can cause the frequency generator to sync off. Therefore, the frequency oscillation must be muted by setting the frequency and load or Load Frequency Control (LFC). The frequency setting on the generator is done by the governor. Load Frequency Control (LFC) can be done by governing the control action using a controller. To get better performance, the frequency setting on the generator is given a proportional integral control controller action (PID). In addition to the PID controller, oscillations can be muted with Capacitive Energy Storage (CES). Capacitive Energy Storage (CES) here serves to help Governor performance in order to reduce frequency oscillations quickly. In order to obtain good coordination, the PID and CES parameters are optimized by using Particle Swarm Optimization (PSO).

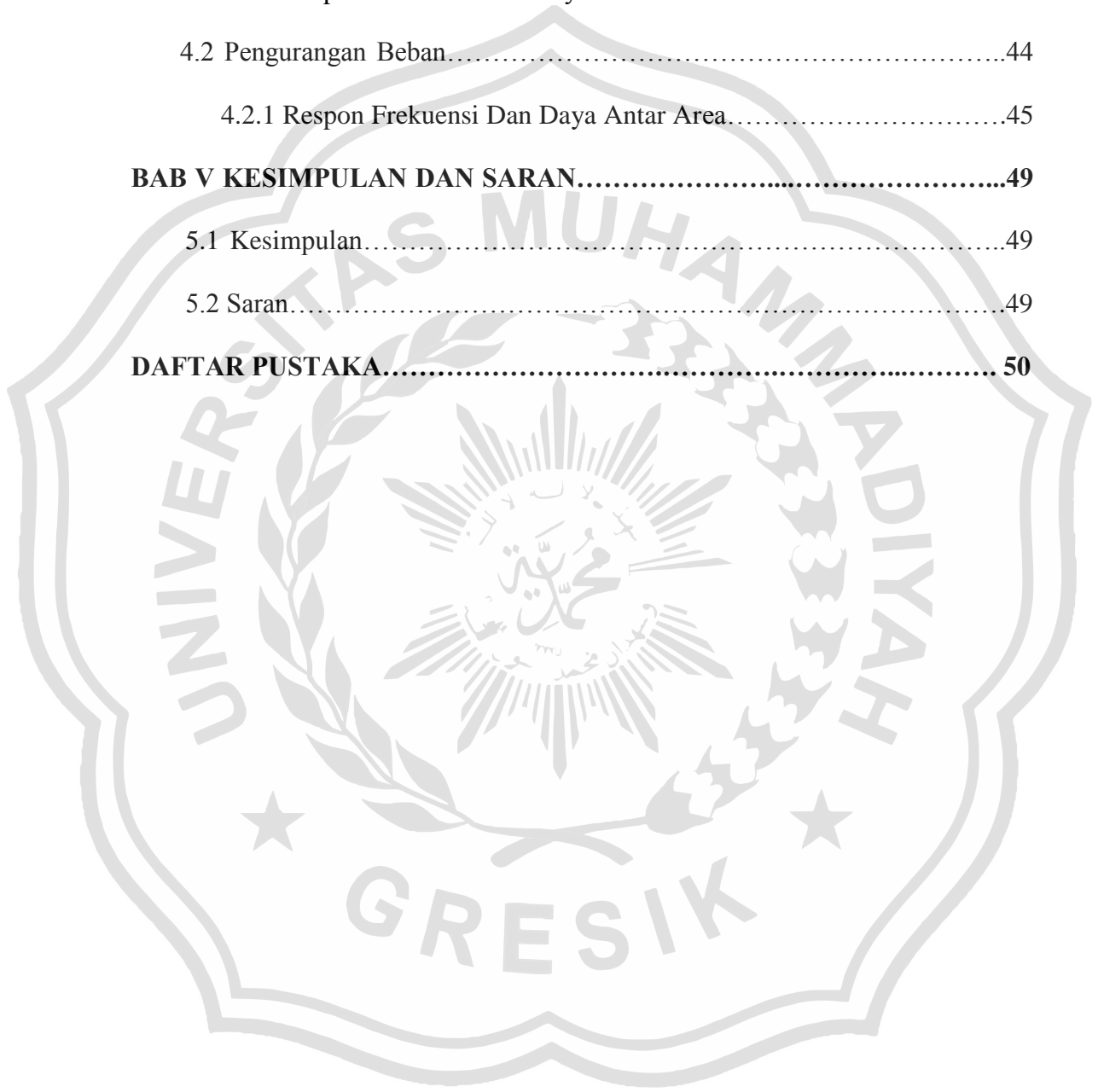
Keywords: load frequency control, proportional integral differential, Capacitive Energy Storage, Particle Swarm Optimization.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UACAPAN TERIMAKASIH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistem Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
PEMODELAN SISTEM DAN ALGORITMA.....	5
2.1 Pemodelan LFC Pada Sistem Tenaga Listrik Dua Area.....	5
2.1.1 Pengaturan Frekuensi.....	7

2.1.2	Pemodelan Generator.....	8
2.1.3	Pemodelan Beban.....	8
2.1.4	Pemodelan Turbin.....	9
2.1.5	Prinsip Kerja Dan Pemodelan Governor.....	10
2.1.6	LFC Sistem Terisolasi.....	12
2.1.7	Sistem Interkoneksi Dua Area.....	12
2.2	Pemodelan CES.....	16
2.2.1	Diagram Blok CES.....	19
2.3	Kontroler PID.....	20
2.3.1	Kontroler Proporsional.....	20
2.3.2	Kontroler Integral.....	21
2.3.3	Kontroler Diferensial.....	24
2.3.4	Kontroler Proporsional Integral dan Diferensial.....	25
2.4	Particle Swarm Optimization (PSO).....	26
2.4.1	Quantum-behavel Particle Swarm Optimization (QPSO).....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....		32
3.1	Flowchart Penelitian.....	32
3.2	Studi Literatur.....	33
3.3	Pengujian.....	34
3.3.1	LFC Sistem Tenaga Dua Area.....	34
3.3.2	Penambahan Kontroler PID.....	35
3.3.3	Penerapan CES.....	37
3.3.4	Koordinasi Kontroler PID Dan CES Menggunakan PSO.....	38

BAB IV SIMULASI DAN ANALISA.....	40
4.1 Penambahan beban.....	41
4.1.1 Respon Frekuensi dan Daya Antar Area.....	41
4.2 Pengurangan Beban.....	44
4.2.1 Respon Frekuensi Dan Daya Antar Area.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Skematik LFC.....	6
Gambar 2.2 Diagram Blok Generator.....	8
Gambar 2.3 Diagram Blok Efek <i>Loading Damping</i>	9
Gambar 2.4 Diagram Blok Efek <i>Load Damping</i> Yang Sederhana.....	9
Gambar 2.5 Diagram Blok Turbin.....	10
Gambar 2.6 Diagram Kerja Governor.....	10
Gambar 2.7 Karakteristik Kecepatan Governor.....	11
Gambar 2.8 Sistem Terisolasi.....	12
Gambar 2.9 Diagram Blok LFC Sistem Terisolasi.....	12
Gambar 2.10 Sistem Dua Area.....	13
Gambar 2.11 <i>Elektrical Equivalent</i>	13
Gambar 2.12 Model Linier Sistem Tenaga Listrik Dua Area.....	14
Gambar 2.13 <i>Capasitive Energy Storage</i>	16
Gambar 2.14 Diagram Blok CES.....	19
Gambar 2.15 Diagram Blok Kontroler Proporsional.....	21
Gambar 2.16 Kurva Kesalahan $e(t)$ dan Kurva $u(t)$ Terhadap t Pada Pembangkit Kesalahan Nol.....	22
Gambar 2.17 Diagram Blok Hubungan Antara Besaran Kesalahan Dan Kontroler Integral.....	23
Gambar 2.18 Perubahan Keluaran Sebagai Akibat Penguatan Dan Kesalahan...23	
Gambar 2.19 Diagram Blok KONTROLE Diferensial.....	24
Gambar 2.20 Diagram Blok Kontroler PID.....	26

Gambar 3.1 Flowchart Penyelesaian Tugas Akhir.....	31
Gambar 3.2 LFC Sistem 2 Area Hadi Saadat.....	34
Gambar 3.3 Sistem Dengan Kontroler PID.....	36
Gambar 3.4 Sistem Dengan Kontroler PID Dan CES.....	37
Gambar 4.1 Respon program PSO dalam simulasi program M-File.....	40
Gambar 4.2 Respon perubahan frekuensi area 1 (Δf_1) dengan perubahan beban 0.01 p.u.....	42
Gambar 4.3 Respon perubahan frekuensi area 2 (Δf_2) dengan perubahan beban 0.01 p.u.....	43
Gambar 4.4 Respon daya antar area (P_{tie}) dengan perubahan beban 0.01 p.u...44	
Gambar 4.5 Respon perubahan frekuensi area 1 (Δf_1) dengan perubahan beban -0.01 p.u.....	45
Gambar 4.6 Respon perubahan frekuensi area 2 (Δf_2) dengan perubahan beban -0.01 p.u.....	46
Gambar 4.7 Respon daya antar area (P_{tie}) dengan perubahan beban -0.01 p.u...47	

DAFTAR TABEL

TABEL 3.1 Parameter Sistem.....	35
TABEL 3.2 Parameter Kontroler PID.....	37
TABEL 3.3 Data parameter CES.....	38
TABEL 4.1 Data respon program PSO dalam simulasi program M-File.....	40
TABEL 4.2 Data respon perubahan frekuensi area 1 (Δf_1) dengan perubahan beban 0.01 p.u.....	42
TABEL 4.3 Data respon perubahan frekuensi area 2 (Δf_2) dengan perubahan beban 0.01 p.u.....	43
TABEL 4.4 Data respon daya antar area (P_{tie}) dengan perubahan beban 0.01 p.u.....	44
TABEL 4.5 Data respon perubahan frekuensi area 1 (Δf_1) dengan perubahan beban -0.01 p.u.....	46
TABEL 4.6 Data respon perubahan frekuensi area 2 (Δf_2) dengan perubahan beban -0.01 p.u.....	47
TABEL 4.7 Data respon daya antar area (P_{tie}) dengan perubahan beban -0.01 p.u.....	48

