

PROPOSAL PENELITIAN
PENJADWALAN EKONOMIS MENGGUNAKAN METODE *HYBRID*
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION – QUADRATIC PROGRAM



Disusun dan Diajukan oleh:

AHMAD FAUZI
D032202005

DOSEN PEMBIMBING:

Ir. MUH. BACHTIAR NAPPU, ST, MT, M.Phil., Ph.D.

Dr. Ir. RHIZA S. SADJAD, MSEE.

Formatted: Font colour: Auto

PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR TABEL	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Landasan Teori	5
2.2. MATLAB	12
2.3. <i>State of The Art</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN	19
Daftar Pustaka	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Skema Sistem Tenaga Listrik (Suswanto, 2009).....	6
--	---

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State of The Art..... 13

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan perkembangan zaman yang semakin maju maka permintaan untuk kebutuhan energi listrik semakin bertambah. Dalam 24 jam terdapat beberapa kondisi beban antara lain yaitu fase rendah, fase sedang, dan fase puncak. Pola perubahan beban tersebut merupakan pola yang biasa terjadi setiap harinya dalam 24 jam.

Efisiensi, operasi ekonomis, dan perencanaan sistem pembangkit tenaga listrik selalu memegang peranan penting dalam industri tenaga listrik. Semakin efisien dan ekonomis suatu sistem pembangkit tenaga listrik berarti semakin kecil biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan sistem tersebut. Efisiensi bahan bakar, selain secara ekonomis menguntungkan, dapat menghemat penggunaan bahan bakar yang sebagian besar adalah sumber daya alam yang tak dapat diperbaharui. Pada saat ini umumnya sistem tenaga listrik mempunyai lebih dari 1 pusat pembangkit, sehingga timbul masalah untuk membagi beban di antara unit-unit pembangkit sesuai permintaan beban pada sistem tersebut. Selain itu pembagian beban di antara unit-unit pembangkit harus mempertimbangkan biaya operasi pembangkit agar seekonomis mungkin.

Dalam pengoperasian suatu sistem tenaga, kebutuhan beban merupakan suatu faktor yang bersifat tidak linear. Perubahan beban dari suatu waktu ke waktu lainnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Perubahan beban sistem harus diikuti dengan perubahan daya pembangkitan. Hal ini dimaksudkan agar frekuensi sistem dapat dijaga pada kondisi normal.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan *Economic Dispatch*. Tujuan utama *Economic Dispatch* adalah menjadwalkan keluaran unit pembangkit agar dapat memenuhi permintaan beban pada suatu sistem dengan biaya operasi seminimal mungkin. Perubahan sedikit saja pada

Deleted:

Economic Dispatch dapat mengakibatkan perbedaan biaya operasi yang signifikan.

Banyak metode yang sudah dikembangkan dalam optimasi ED ini, namun dalam skripsi ini metode yang akan digunakan adalah *Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm*. *Particle Swarm Optimization (PSO)* merupakan salah satu algoritma dalam bidang Artificial Intellegent (AI) atau kecerdasan buatan. *Particle Swarm Optimization (PSO)* adalah suatu metode optimasi berbasis populasi yang ditawarkan oleh Kennedy dan Eberhart terinspirasi oleh perilaku sosial sekumpulan burung dan ikan. Permodelan pencarian yang digunakan dalam algoritma PSO yakni metode pencarian lokal (local search) dan metode pencarian global (global search). Dalam penerapannya, dapat dikatakan bahwa algoritma PSO menggabungkan metode pencarian lokal (local search) dengan metode pencarian global (global search). Ketika burung terbang untuk mencari makanan, setiap burung menentukan posisi terbaiknya berdasarkan pengalamannya sendiri (nilai ini yang disebut Pbest) dan berdasarkan pengalaman dari partikel lain dalam satu kawanan (nilai Gbest).

Metode ini memiliki keakuratan hasil yang lebih dibandingkan beberapa metode lain yang dapat membuat PSO menarik untuk diimplementasikan dalam sistem IEEE untuk menyelesaikan permasalahan ED.

Namun kekurangan PSO itu adalah memiliki waktu perhitungan yang tinggi dan sulit. PSO juga saat ini sudah tidak kompetitif dibandingkan dengan beberapa metode seperti algoritma genetika dan evolusi diferensial yang telah ditingkatkan beberapa tahun terakhir dan telah menjadi lebih baik dari pada metode PSO. Masalah utama yang ingin dipecahkan oleh penelitian ini adalah meningkatkan kinerja dan menjadikan metode PSO sebagai algoritma optimasi yang lebih kompetitif untuk diterapkan pada permasalahan *Economic Dispatch*. Disisi lain metode quadratic program memiliki keunggulan mampu mempertimbangkan batas pembangkitan yang diizinkan serta mampu mengoptimalkan masalah masalah fungsi kuadrat dari beberapa variabel yang bergantung pada batasan linear

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

variabel yang ditentukan. Sehingga dalam penelitian ini penulis tertarik menggunakan metode hybrid PSO dan Quadratic program.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara meningkatkan kinerja PSO dan menjadikannya algoritma optimasi yang lebih kompetitif untuk solusi pada permasalahan *Economic Dispatch*?
- b. Bagaimana mengembangkan algoritma hybrid PSO dan Quadratic program untuk *Economic Dispatch*?
- c. Bagaimana efektifitas algoritma hybrid PSO dan Quadratic Program untuk *Economic Dispatch*?

Formatted: English (US)

Formatted: English (US)

Formatted: Indent: Hanging: 0.52 cm, Space After: 0 pt, Numbered + Level: 1 + Numbering Style: a, b, c, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0.63 cm + Indent at: 1.27 cm

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- a. Meningkatkan kinerja PSO dan menjadikannya algoritma optimasi yang lebih kompetitif untuk solusi pada permasalahan *Economic Dispatch*
- b. Mengembangkan algoritma hybrid PSO dan Quadratic Program untuk *Economic Dispatch*
- c. Mengevaluasi efektifitas algoritma hybrid PSO dan Quadratic program untuk *Economic Dispatch*

Deleted: ¶

Bagaimana efektifitas algoritma hybrid PSO dan Quadratic program untuk economic dispatch?¶

¶

aimana unjuk kerja sistem *wearable IoT* untuk *smart surveillance* yang dibuat?

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, pembatasan masalah meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Penelitian ini menggunakan data dari sistem IEEE, Sistem IEEE 9 Bus dan 30 Bus
- b. Metode yang digunakan untuk penyelesaian permasalahan menggunakan metode *Hybrid Particle Swarm Optimization – Quadratic Program*

Deleted: <#>Untuk meningkatkan kinerja PSO melalui proses *hybrid* dengan *Quadratic Program* agar menjadikannya algoritma optimasi yang lebih kompetitif untuk menjadi solusi pada permasalahan *Economic Dispatch*¶

- c. Penelitian ini menggunakan software MATLAB untuk perhitungan dan simulasi
- d. Penelitian ini menghitung biaya pembangkitan listrik yang ekonomis
- e. Pembangkit listrik yang dipertimbangkan adalah pembangkit listrik termal

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini disusun secara sistematis yang terdiri atas 3 bab yang saling berhubungan. Uraian singkat dari bab-bab tersebut adalah sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan mengenai latar belakang mengapa penelitian ini dilakukan, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan dipaparkan pada bab ini.

b. BAB II **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan teori-teori pendukung materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan penelitian ini.

c. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian dan juga akan dijelaskan mengenai scenario untuk penelitian yang dilakukan, waktu dan lokasi penelitian hingga jadwal penelitian.

Deleted: <#>

Deleted: <#>LANDASAN TEORI

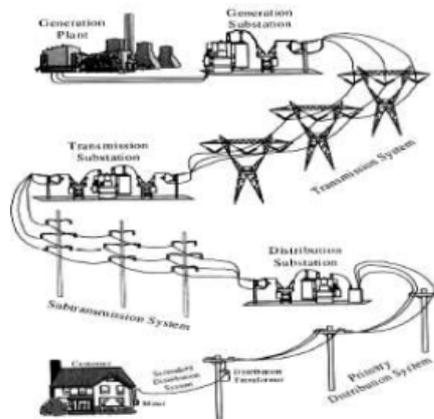
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

a. Sistem Tenaga Listrik

Efisiensi, operasi ekonomis, dan perencanaan sistem pembangkit tenaga listrik selalu memegang peranan penting dalam industri tenaga listrik. Semakin efisien dan ekonomis suatu sistem pembangkit tenaga listrik berarti semakin kecil biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan sistem tersebut. Efisiensi bahan bakar, selain secara ekonomis menguntungkan, dapat menghemat penggunaan bahan bakar yang sebagian besar adalah sumber daya alam yang tak dapat diperbaharui. Pada saat ini umumnya sistem tenaga listrik mempunyai lebih dari 1 pusat pembangkit, sehingga timbul masalah untuk membagi beban di antara unit-unit pembangkit sesuai permintaan beban pada sistem tersebut. Selain itu pembagian beban di antara unit-unit pembangkit harus mempertimbangkan biaya operasi pembangkit agar seekonomis mungkin. Dalam pengoperasian suatu sistem tenaga, kebutuhan beban merupakan suatu faktor yang bersifat tidak linear. Perubahan beban dari suatu waktu ke waktu lainnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Perubahan beban sistem harus diikuti dengan perubahan daya pembangkitan. Hal ini akan terwujud apabila proses perencanaan, pelaksanaan pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan suatu sistem tenaga listrik senantiasa mengikuti ketentuan standar teknik yang berlaku (Slamet, 2016).



Gambar II. 1 Skema Sistem Tenaga Listrik (Suswanto, 2009)

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan *Economic Dispatch*. Tujuan utama *Economic Dispatch* adalah menjadwalkan keluaran unit pembangkit agar dapat memenuhi permintaan beban pada suatu sistem dengan biaya operasi seminimal mungkin. Perubahan sedikit saja pada *Economic Dispatch* dapat mengakibatkan perbedaan biaya operasi yang signifikan. Faktor faktor yang mempengaruhi biaya operasi pembangkit adalah:

1) Efisiensi generator

Semakin tinggi efisiensi generator maka untuk memperoleh suatu daya keluaran pembangkit tertentu dibutuhkan konsumsi bahan bakar yang semakin sedikit.

2) Biaya bahan bakar

Besar daya keluaran pembangkit tergantung pada konsumsi bahan bakar. Semakin besar daya keluaran pembangkit maka semakin besar konsumsi bahan bakar, yang berarti semakin besar biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan bakar. Oleh karena itu, generator yang memiliki efisiensi tinggi tidak menjamin biaya operasi minimum bila terletak pada daerah di mana harga bahan

bakar tinggi. Pada umumnya biaya perawatan dan biaya butuh dapat diasumsikan sebagai persentase tertentu pada biaya bahan bakar.

3) Rugi-rugi transmisi

Rugi-rugi transmisi terjadi karena adanya kehilangan daya pada saluran transmisi. Semakin jauh jarak antara suatu unit pembangkit dengan beban, maka rugi-rugi transmisi semakin besar. Sebagai kompensasinya adalah daya keluaran pembangkit harus diperbesar agar permintaan beban terpenuhi. Jadi pembangkit yang terletak jauh dari pusat beban memiliki nilai ekonomis yang rendah daripada pembangkit yang letaknya lebih dekat ke pusat beban bila dipandang dari sisi rugi-rugi transmisi.

b. Pembangkit Tenaga Listrik

Pembangkit tenaga listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi membangkitkan energi listrik dengan mengubah sumber energi lain menjadi energi listrik. Sumber energi tersebut dapat berupa energi air, bahan bakar minyak, batu bara, angin, surya dan lain-lain. Masing masing pembangkit mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda-beda, sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kepentingannya. Pembangkit tenaga listrik biasanya digolongkan menurut prinsip kerja dan sumber energi yang digunakan (Suripto, 2016).

c. Economic Dispatch

Economic Dispatch adalah pembagian pembebanan pada pembangkit-pembangkit yang ada dalam sistem secara optimal ekonomi, pada harga beban sistem tertentu. Besar beban pada suatu sistem tenaga selalu berubah setiap periode waktu tertentu, oleh karena itu untuk mensuplai beban secara ekonomis maka perhitungan *Economic Dispatch* dilakukan pada setiap besar beban tersebut, atau dengan kata lain untuk mencari nilai optimum dari output daya dari kombinasi unit pembangkit yang bertujuan untuk meminimalkan total

biaya pembangkitan dan dapat memenuhi batasan equality dan inequality. (Wood, A.J. dan Wollenberg, B.F., 2005)

d. Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle swarm optimization (PSO), merupakan suatu metode optimasi yang terinspirasi dari perilaku sebuah kawanan serangga, seperti semut, rayap, lebah atau burung. Algoritma PSO meniru perilaku sosial organisme, perilaku sosial merupakan suatu perilaku yang terdiri dari tindakan suatu individu dan pengaruh dari individu-individu lain pada suatu kelompok. Kata partikel merepresentasikan suatu individu misalnya, seekor burung dalam kawanan burung. Setiap partikel berperilaku secara terstruktur dengan cara menggunakan keterampilannya masing-masing (*intelligence*) sendiri dan juga dipengaruhi perilaku partikel lainnya dalam kelompok kolektifnya. Dengan demikian, jika satu partikel atau seekor burung menemukan jalan yang tepat atau pendek menuju ke sumber makanan, sisa kelompok yang lain juga akan dapat segera mengikuti jalan tersebut meskipun lokasi mereka jauh di kelompok tersebut.

James Kennedy dan Russel Eberhart memperkenalkan Particle Swarm Optimization (PSO) pada sebuah paper dengan judul yang sama pada tahun 1995, dengan paper kedua berjudul A new Optimizer Using Particle Swarm Theory juga pada tahun yang sama dengan menggunakan C.W. Reynolds' 1987 (Flocks, herds, and schools : a distributed behavioral model), perintis algoritma untuk animasi flock-like (kawanan burung) sebagai referensi, Reynold menggunakan jarak antara individu-individu di dalam kawanan untuk mempengaruhi arah gerak dari masing-masing individu. Algoritma tersebut kemudian menjadi komponen utama dalam algoritma PSO. Walaupun Kennedy dan Eberhart memulai model dengan kawanan burung, ternyata dalam pengembangannya model algoritma ini lebih mirip dengan model kawanan lebah yang didefinisikan oleh M. M. Millonas pada papernya

dengan judul *Swarms, Phase Transition and Collective Intelligence* (1994).

Milonas mendefinisikan lima prinsip kecerdasan kawanan lebah yaitu:

- 1) Proximity (kemampuan kawanan untuk membentuk ruang dan komputasi waktu yang sederhana).
- 2) Quality (kemampuan kawanan untuk merespon perubahan kualitas lingkungan)
- 3) Diverse response (kecenderungan kawanan untuk menghindari komputasional saluran yang panjang)
- 4) Stability (momentum pada kawanan seperti daya tahan kawanan ketika bereaksi pada perubahan-perubahan kecil atau temporal)
- 5) Adaptability (sebagai sebuah counter untuk prinsip stability, kawanan harus dapat berubah ketika merespon perubahan lingkungan).

Menurut Kennedy dan Eberhart, algoritma PSO memiliki prinsip-prinsip yang sama. Metode ini menggunakan sekumpulan partikel yang bekerjasama, dimana masing-masing partikel merepresentasikan satu kandidat solusi, untuk mengeksplorasi solusi-solusi yang memungkinkan bagi permasalahan optimasi. Masing-masing partikel diinisialisasi secara acak, kemudian partikel-partikel tersebut diperbolehkan untuk “terbang”. Pada setiap langkah optimasi, masing-masing partikel akan mengevaluasi kemampuannya dan kemampuan partikel-partikel disekitarnya. Masing-masing partikel dapat menyimpan solusi yang menghasilkan kemampuan terbaik sebagai salah satu kandidat solusi terbaik untuk semua partikel disekitarnya. (J. Kennedy and R. C. Eberhart. 1995.)

Metode optimasi yang didasarkan pada swarm intelligence ini disebut algoritma behaviorally inspired sebagai alternatif dari algoritma genetika, yang sering disebut evolution-based procedures. Algoritma

PSO ini awalnya diusulkan oleh Kennedy dan Ebenhart. Dalam konteks optimasi multivariabel, kawanan diasumsikan mempunyai ukuran tertentu atau tetap dengan setiap partikel posisi awalnya terletak di suatu lokasi yang acak dalam ruang multidimensi. Setiap partikel diasumsikan memiliki dua karakteristik: posisi dan kecepatan. Setiap partikel bergerak dalam ruang/space tertentu dan mengingat posisi terbaik yang pernah dilalui atau ditemukan terhadap sumber makanan atau nilai fungsi objektif. (Sri Kusumadewi. 2003)

Setiap partikel menyampaikan informasi atau posisi bagusnya kepada partikel yang lain dan menyesuaikan posisi dan kecepatan masing-masing berdasarkan informasi yang diterima mengenai posisi yang bagus tersebut. Sebagai contoh, misalnya perilaku ikan-ikan dalam dalam kawanan. Meskipun setiap ikan mempunyai keterbatasan dalam hal kecerdasan, biasanya ia akan mengikuti kebiasaan (rule) seperti berikut:

- 1) Seekor ikan tidak berada terlalu dekat dengan ikan yang lain.
- 2) Ikan tersebut akan berenang mengarah ke arah rata-rata keseluruhan ikan.
- 3) Akan memposisikan diri dengan rata-rata posisi ikan yang lain dengan menjaga sehingga jarak antar ikan dalam kawanan itu tidak terlalu jauh.

Dengan demikian perilaku kawanan ikan akan didasarkan pada kombinasi dari 3 faktor simpel berikut:

- 1) Kohesi - terbang Bersama
- 2) Separasi - jangan terlalu dekat
- 3) Penyesuaian(alignment) - mengikuti arah bersama

Beberapa istilah umum yang digunakan dalam PSO dapat didefinisikan sebagai berikut :

- 1) *Swarm* : populasi dari suatu algoritma.
- 2) *Particle* : anggota (individu) pada suatu swarm.
- 3) *Pbest (Personal Best)* : posisi Pbest suatu particle yang menunjukkan posisi particle yang dipersiapkan untuk mendapatkan suatu solusi yang terbaik.
- 4) *Gbest (Global Best)* : posisi terbaik particle pada swarm atau posisi terbaik diantara Pbest yang ada.
- 5) *Velocity (V)* : kecepatan yang menggerakkan proses optimasi yang menentukan arah dimana particle diperlukan untuk berpindah dan memperbaiki posisinya semula.
- 6) *Learning Rates (C1 dan C2)* : suatu konstanta untuk menilai kemampuan particle (C1) dan kemampuan sosial swarm (C2) yang menunjukkan bobot dari particle terhadap memorinya. Nilai C1 dan C2 antara 0-2.
- 7) *Inertia Weight (θ)* : parameter yang digunakan untuk mengontrol dampak dari adanya velocity.

e. Quadratic Programming

Secara definisi, *quadratic programming* merupakan pendekatan penyelesaian permasalahan optimasi nonlinear dimana kendalanya berupa fungsi linear dan fungsi tujuannya merupakan kuadrat dari variabel keputusan ataupun perkalian dari dua variabel keputusan (Hillier & Lieberman, 2001 : 665). Ada banyak aplikasi yang berhubungan dengan metode linear dan quadratic yang mempunyai batas (constraint) atas dan bawah. batas atas dan batas bawah diperlakukan sebagai kendala yang berbeda pada metode algoritma quadratic programming yang bertujuan untuk mencapai optimasi pada suatu kasus.

Quadratic programming (QP) merupakan salah satu metode dengan perhitungan optimasi. QP menyelesaikan permasalahan non

linier dan memodelkannya ke dalam sebuah fungsi objektif. QP adalah salah satu metode optimisasi yang secara khusus digunakan untuk mengoptimalkan (meminimalkan atau memaksimalkan) masalah-masalah fungsi kuadrat dari beberapa variabel yang bergantung pada batasan linier pada variabel-variabel yang ditentukan. Permasalahan optimisasi linier yang dibatasi dengan fungsi tujuan kuadrat disebut QP. Dengan fungsi objektif yang berupa persamaan kuadrat dan kekangannya berupa batasan linier, QP dapat menyelesaikan permasalahan optimasi.

2.2. MATLAB

MATLAB merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman, analisis, serta komputasi teknis dan matematis berbasis matriks. MATLAB adalah singkatan dari Matrix Laboratory karena mampu menyelesaikan masalah perhitungan dalam bentuk matriks. MATLAB versi pertama dirilis pada tahun 1970 oleh Cleve Moler. Pada awalnya, MATLAB didesain untuk menyelesaikan masalah-masalah persamaan aljabar linear. Seiring berjalannya waktu, program ini terus mengalami perkembangan dari segi fungsi dan performa komputasi.

Bahasa pemrograman yang kini dikembangkan oleh MathWorks Inc. menggabungkan proses pemrograman, komputasi, dan visualisasi melalui lingkungan kerja yang mudah digunakan. MATLAB juga memiliki keunggulan umum lainnya, seperti analisis dan eksplorasi data, pengembangan algoritma, pemodelan dan simulasi, visualisasi plot dalam bentuk 2D dan 3D, hingga pengembangan aplikasi antar muka grafis. Dalam ruang lingkup perguruan tinggi, MATLAB digunakan sebagai alat pembelajaran pemrograman matematika, teknik, dan sains pada level pengenalan dan lanjutan, sedangkan dalam dunia industri, MATLAB dipilih sebagai alat penelitian, pengembangan, dan analisis produk industri (Tjolleng, 2017).

2.3. State of The Art

Tabel 2. 1 State of The Art

Judul	Tahun	Penulis	Metode	Hasil Penelitian
Optimasi <i>Economic Dispatch</i> Pada Sistem Kelistrikan 150kv Bali menggunakan ICA	2020	I Gede N. Ayrthon Senapati, Ida Bagus Gede Manuaba dan Rukmi Sari Hartati	Membandingkan Metode <i>Imperialist Competitive Algorithm</i> dan <i>Particle Swarm Optimization</i>	Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode ICA mampu memberikan solusi lebih baik dalam menyelesaikan permasalahan <i>Economic Dispatch</i> sistem kelistrikan 150 kV Bali. Selisih biaya pembangkitan antara metode <i>Imperialist Competitive Algorithm</i> (ICA) dengan metode <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO) sebesar 1685.19 \$/h atau penghematan dilakukan sebesar 0,24 %. Sedangkan selisih biaya pembangkitan

				antara metode <i>Imperialist Competitive Algorithm</i> (ICA) dengan metode Iterasi Lambda sebesar 7116.45 \$/h atau penghematan dilakukan sebesar 1,03 %.
<i>Economic Dispatch Thermal Generator Using Modified Improved Particle Swarm Optimization</i>	2012	Andi Muhammad Ilyas dan M. Natsir Rahman	<i>Modified Improved Particle Swarm Optimization</i>	Hasil simulasi yang diperoleh dengan menggunakan metode MIPSO terjadi pada saat beban puncak 9602 MW dengan biaya pembangkitan yang diperoleh adalah Rp 7.366.912.798,34 per jam, sementara biaya pembangkitan dari sistem nyata adalah Rp. 7.724.012.070,30 per jam. Dari hasil

				simulasi dapat disimpulkan bahwa MIPSO dapat mengurangi biaya pembangkitan sistem transmisi Jawa - Bali 500 kV sebesar Rp 357.099.271,96 per jam atau sama dengan 4,64%.
<i>Economic Dispatch</i> Sistem IEEE Unit Pembangkit Termal Dengan Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i>	2018	Agyl Adi Pamungkas	Metode Particle Swarm Optimization	Dari algoritma PSO yang telah diimplementasikan dengan memperhatikan kekangan daya minimal dan daya maksimal pembangkitan tiap unit didapatkan hasil biaya operasi total seluruh unit pembangkit dalam 24 jam adalah sebesar 774928 \$/Mbtu dengan total energi yang dibangkitkan secara

				keseluruhan sebesar 54910 MW.
<i>Modified Improved Particle Swarm Optimization</i> Sebagai Solusi <i>Economic Dispatch</i> Pada Sistem Kelistrikan 500kv Jawa-Bali	2013	Sabhan Kanata, Sarjiya dan Sasongko Pramono Hadi	<i>Modified Improved Particle Swram Optimization</i>	Dari hasil simulasi IEEE 30 bus, metode MIPSO dengan pendekatan CFBPSO mampu menghasilkan solusi paling optimal ekonomi dibanding metode pendekatan MPSO dan <i>Quadratic Programing</i> . Untuk kasus sistem interkoneksi 500 kV Jawa-Bali, metode MIPSO dengan pendekatan ini juga mampu memberikan solusi paling optimal dibanding dengan sistem real PT. PLN (Persero).

<i>Economic Dispatch</i> Dengan Memperhitungkan Integrasi Solar Energi Menggunakan Metode <i>Quadratic Programming</i>	2019	Tan Karunia Dzikra dan Firmansyah Nur Budiman	Metode <i>Quadratic Programming</i>	Hasil dari simulasi ED didapatkan biaya operasi total seluruh unit pembangkit termal dalam dalam 24 jam sebesar \$759705, sedangkan dengan memperhitungkan integrasi solar energi sebesar \$742483 dengan total energi yang dibangkitkan secara keseluruhan sebesar 54910 MWh.
<i>Economic Dispatch</i> menggunakan <i>Quadratic Programming</i>	1973	Gerald F. Reid dan Lawrence Hasdorf	Metode <i>Quadratic Programming</i>	The quadratic programming algorithm does not require the use of penalty factors or the determination of gradient step size which can cause convergence difficulties.

				Convergence was obtained in three iterations for all test systems considered and solution time is small enough to allow the method to be used for on-line dispatching at practical time intervals. Results are presented for 5, 14, 30, 57, and 118 bus test systems.
--	--	--	--	---

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan penelitian yang terdiri dari rancangan sistem serta skenario pengujian sistem.

a. Studi Literatur

Tahap pertama yaitu Studi Literatur, pada tahap ini akan mengumpulkan bahan dan teori dasar yang berkaitan dengan penelitian.

b. Lokasi Penelitian

Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

c. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ditargetkan selama 8 bulan dimulai pada bulan Januari 2022 sampai Agustus 2022.

d. Alat dan Bahan Penelitian

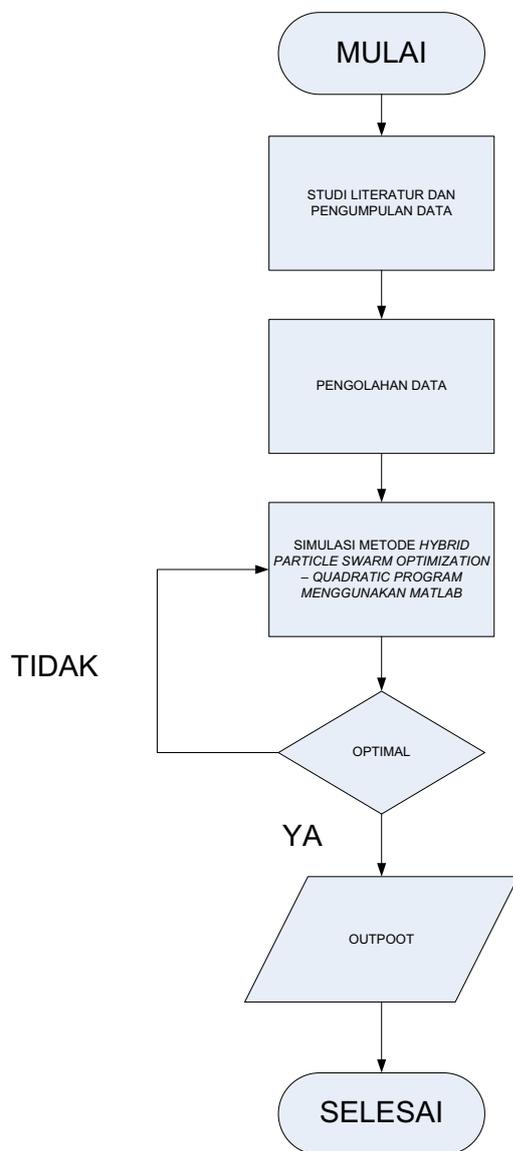
- 1) Laptop
- 2) Program MATLAB r2016a
- 3) Data IEEE

e. Teknik Pengambilan Data

Perhitungan metode yang digunakan menggunakan bantuan dari software MATLAB r2016a. Data dari penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Deleted: Laboratorium Mesin-Mesin Listrik dan Penggerak Mula, ...

f. Kerangka Penelitian



g. Analisis dan Kesimpulan

Tahap terakhir yaitu analisis dan kesimpulan, setelah pengambilan data telah dilakukan dan hasil yang diharapkan telah memenuhi kriteria yang dibutuhkan, maka akan dilakukan analisis akhir dan penarikan kesimpulan.

Daftar Pustaka

- Abidin, Zainal, et al. (2012). "Dynamic *Economic Dispatch* Menggunakan Quadratic Programming." *Jurnal Teknik ITS*, vol. 1, no. 1.
- Aurasopon, Apinan, and Chiraphon Takeang. (2020). "Hybrid of lambda iteration and meta-heuristic methods for solving *Economic Dispatch* problem." *Przełąd Elektrotechniczny* 96.
- Dzikra, Tan Karunia. (2019). *ECONOMIC DISPATCH DENGAN MEMPERHITUNGGAN INTEGRASI SOLAR ENERGI MENGGUNAKAN METODE QUADRATIC PROGRAMMING*. Diss. Universitas Islam Indonesia.
- Fan, Ji-Yuan, and Lan Zhang. (1998). "Real-time *Economic Dispatch* with line flow and emission constraints using quadratic programming." *IEEE Transactions on Power Systems* 13.2 : 320-325.
- Faulianur, Rizki, M. Agil Haikal, and M. Nur Hasan. (2021). "Komparasi Metode Iterasi Lamda Dengan Quadratic Programming Pada Sistem Pembangkit Termal." *Jurnal Intake: Jurnal Penelitian Ilmu Teknik dan Terapan* 12.1 (2021): 37-44.
- Firmansyah, Kemas Robby. (2016) *Economic Dispatch untuk Grid Mikro Hibrida dengan Distributed Energy Storage Berbasis Metode Quadratic Programming*. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Gninkeu Tchpada, G. Y. (2018). *Application of improved particle swarm optimization in Economic Dispatch of power systems* (Doctoral dissertation).

Deleted: .

Deleted: .

- Ilyas, A., Penangsang Ontoseno, and Soeprijanto Adi. (2010) "Optimisasi *Economic Dispatch* Pembangkit Termal Sistem 500kV Jawa Bali Menggunakan Modified Improved Particle Swarm Optimization (MIPSO)." *Jurnal Telekomnika* 10.3 (2010): 459-470.
- KANATA, S. (2013). *MODIFIED IMPROVED PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (MIPSO) SEBAGAI SOLUSI ECONOMIC DISPATCH PADA SISTEM KELISTRIKAN 500 kV JAWA-BALI* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Kanata, Sabhan. (2013) "CFBPSO sebagai Solusi *Economic Dispatch* pada Sistem Kelistrikan 500 kV Jawa-Bali." *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 2.4 (2013): 280-286.
- Kennedy, James, and Russell Eberhart. (1995) "Particle swarm optimization." *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks*. Vol. 4. IEEE.
- Reid, Gerald F., and Lawrence Hasdorff. (1973) "*Economic Dispatch* using quadratic programming." *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems* 6 (1973): 2015-2023.