

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab 1 ini akan dijelaskan beberapa hal terkait latar belakang penelitian yang mencakup alasan utama pentingnya dilakukannya penelitian ini. Selanjutnya terdapat juga rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah dimana didalamnya menerangkan hal-hal yang dijadikan batasan agar penelitian ini lebih objektif. Bab ini juga mencakup penjelasan kerangka penelitian yang digunakan.

1.1 Latar Belakang

Energi adalah salah satu kebutuhan primer manusia untuk menunjang segala aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu energi yang banyak digunakan adalah energi listrik. Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang dapat diubah menjadi energi lain yang menghasilkan panas, cahaya, kimia, gerak (mekanik) dan lainnya. Pesatnya ilmu pengetahuan dan perkembangan industri, mendorong terciptanya penemuan-penemuan baru yang pada dasarnya membutuhkan masukan energi listrik sebagai sumber penggerakannya, tentunya hal ini membutuhkan sumber daya energi yang besar pula. Peningkatan ini tak diimbangi dengan ketersediaan bahan bakar energi listrik tak terbarukan seperti fosil, batu bara dan minyak bumi. Jika sumber energi tak terbarukan yang tersisa digunakan secara kontinu dan dalam jumlah besar, maka sumber energi tersebut akan habis yang menyebabkan tidak dapat dibangkitkannya energi listrik. Kekurangan energi listrik dapat mengganggu aktivitas manusia. Oleh sebab itu kesinambungan dan ketersediaan energi listrik harus dipertahankan (Setya & Agung, 2017).

Penggunaan energi listrik dalam jumlah besar terdapat pada sistem kelistrikan suatu industri atau instansi sehingga perlu diperhatikan agar dapat meminimalisir kerugian dalam penggunaannya. Peralatan dan mesin-mesin yang digunakan di industri atau instansi pada umumnya membutuhkan energi listrik yang sangat besar untuk bekerja dalam kurun

waktu tertentu. Besarnya energi listrik yang dikonsumsi pada umumnya akibat akumulatif jumlah mesin yang bekerja bersamaan dalam jumlah yang cukup banyak. Mesin-mesin ini merupakan beban induktif dalam sistem kelistrikan karena dapat mengkonsumsi daya reaktif dari energi listrik yang disalurkan pada sistem (Iksan et al., 2019). Daya listrik yang mengalir pada sistem kelistrikan pada dasarnya terbagi atas 3 jenis, yakni daya aktif, daya reaktif, dan daya semu. Besarnya konsumsi daya reaktif yang diakibatkan penggunaan mesin-mesin listrik membuat penurunan pada kualitas daya listrik (Hidayah et al., 2013).

Kualitas daya listrik merupakan suatu konsep yang memberikan gambaran tentang baik atau buruknya mutu daya listrik akibat adanya beberapa jenis gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan (Hidayah et al., 2013). Kualitas daya listrik yang buruk memiliki banyak dampak yang merugikan pada perangkat sistem tenaga dan pengguna. Salah satu persyaratan kualitas daya terhadap sistem penyaluran tenaga listrik adalah kualitas faktor daya yang baik. Suatu sistem distribusi listrik harus memiliki keandalan agar kualitas daya tetap terjaga dan tersalurkan dengan baik. Dimana idealnya nilai faktor daya adalah mendekati satu. Berdasarkan regulasi, PLN menetapkan besarnya nilai $\cos \phi$ tidak boleh kurang dari 0,85 (Peraturan Presiden No.8 Tahun 2011).

Untuk memenuhi kebutuhan daya reaktif yang efektif dan efisien, maka perlu dilakukan pemilihan sumber daya reaktif untuk perbaikan faktor daya (Stevenson, 1993). Perbaikan faktor daya umumnya menggunakan penambahan komponen kapasitor sebagai pembangkit daya reaktif yang memungkinkan untuk mensuplai kebutuhan kVAR pada beban-beban induktif. Dalam usaha memperbaiki faktor daya, dapat menggunakan konsep kompensator ideal, dimana sistem ini dapat dihubungkan pada titik penyambungan secara paralel dengan beban dan memenuhi 3 fungsi utama, yaitu memperbaiki faktor daya mendekati nilai 1 (*unity power factor*), mengurangi atau mengeliminasi regulasi tegangan dan menyeimbangkan arus beban dan tegangan fasa. Penambahan komponen kapasitor yang

dimaksud adalah dengan dibentuknya panel khusus berisikan rangkaian kapasitor daya yang selanjutnya disebut *capacitor bank*.

Nilai daya reaktif yang disebabkan oleh oleh komponen listrik bersifat induktif harus dikurangi, dimana pengurangan dapat dilakukan lewat penambahan kapasitor selaku komponen daya reaktif yang akan menyeimbangkan sifat induktif (Rahardjo *et al.*, 2010). Penambahan besaran kapasitor bank harus disesuaikan dengan besaran daya pada sistem jaringan listrik yang ingin diperbaiki agar dapat memberikan nilai faktor daya yang baik sesuai harapan. Pada sistem jaringan listrik yang bersifat induktif, apabila kapasitor dipasang maka daya reaktif yang harus disediakan oleh sumber akan berkurang sebesar daya reaktif yang berasal dari kapasitor. Karena daya aktif tidak berubah sedangkan daya reaktif berkurang, maka dari sudut pandang sumber, segitiga daya yang baru akan diperoleh. Akibat pemasangan kapasitor tersebut faktor daya pada sistem tenaga listrik akan naik. Selain nilai faktor daya yang meningkat, penambahan komponen kapasitor pada jaringan dapat membuat peningkatan profil tegangan yang variatif pada masing-masing bus sebagai konsekuensi kurang optimalnya penentuan nilai kapasitas kapasitor (Setya & Agung, 2017). Pemilihan nilai kapasitor juga perlu mempertimbangkan sisi ekonomi karena kapasitor bank merupakan investasi jangka panjang bagi penghematan biaya pemakaian listrik sehingga perlu menganalisis seberapa besar biaya yang dikeluarkan untuk menambah kapasitor dan keuntungan akan penghematan yang diperoleh (Basudewa, 2020). Ada banyak metode pada penelitian terdahulu yang dapat digunakan untuk menentukan besaran kapasitor yang digunakan seperti *Genetic Alghorithm* dan *Particle Swarm Optimization* (Anggara *et al.*, 2019). Seiring perkembangannya ilmu pengetahuan, pada 2016 Sayedali Mirjalili bersama Anrew Lewis mengembangkan metode baru yaitu *Whale Optimization Alghorithm* (WOA) yang terisnpirasi oleh perilaku paus. Metode ini digunakan untuk mendapatkan nilai optimum suatu fungsi berupa nilai maksimum dan minimumnya (Mirjalili & Lewis, 2016). Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma WOA dapat digunakan dalam

menyelesaikan permasalahan kualitas daya. Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan untuk memberi solusi mengenai penentuan besaran nilai kapasitor yang dibutuhkan sebuah jaringan tenaga listrik secara optimal menggunakan algoritma WOA dengan memperhatikan besaran kompensasi rugi daya aktif dan total biaya minimum kapasitor yang akan diinvestasikan.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan nilai kapasitor dan penempatannya yang optimal pada jaringan sistem tenaga listrik menggunakan metode WOA.
2. Bagaimana kondisi kualitas daya sistem setelah diterapkannya optimasi menggunakan metode WOA
3. Bagaimana perbandingan sisi ekonomi setelah perbaikan kualitas daya pada sistem.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang penentuan nilai kapasitor dan penempatannya yang optimal menggunakan metode WOA.
2. Mengetahui pengaruh pemasangan kapasitor terhadap jaringan sistem tenaga listrik.
3. Mengetahui perbandingan nilai ekonomi yang dihasilkan dari penerapan perbaikan kualitas daya menggunakan metode WOA.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini sehingga didapatkan hasil yang lebih objektif adalah sebagai berikut:

1. *Software* yang digunakan untuk simulasi adalah MATLAB.

2. Nilai hasil optimasi algoritma WOA dibandingkan menggunakan algoritma PSO.
3. Tidak mencakup perencanaan proteksi dan harmonisa pada kapasitor.
4. Perbaikan kualitas daya dilakukan melalui pemasangan kapasitor pada sistem IEEE 34-Bus.

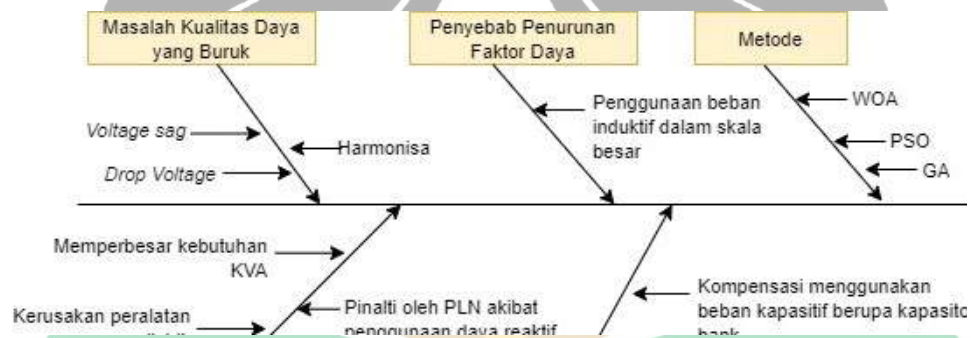
1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah refrensi penelitian mengenai penggunaan WOA sebagai metode penentuan dan penempatan kapasitor bank.
2. Pembaca mendapat pengetahuan terkait perbaikan nilai kualitas daya sistem kelistrikan menggunakan kecerdasan buatan.

1.6 Kerangka Pemikiran Penelitian

Gambar 1.1 merupakan kerangka penelitian yang digambarkan melalui diagram *fishbone*, berdasarkan 5 kategori yaitu masalah kualitas daya yang buruk, penurunan faktor daya, penyebab penurunan faktor daya, peningkatan faktor daya, dan metode.



Gambar 1.1 Diagram *fishbone* (Penulis, 2020)