

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Generator adalah mesin listrik dinamis yang berfungsi untuk mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Ada dua jenis generator yang dapat dibedakan berdasarkan jenis arus dan tegangan yang dihasilkan, yaitu generator DC dan generator AC. Generator AC sendiri dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu generator sinkron dan generator asinkron (atau generator induksi). Pada generator sinkron, kecepatan medan putar sama dengan kecepatan rotornya, sementara pada generator induksi, kecepatan medan putar tidak sama dengan kecepatan rotor ( $N_s \neq N_r$ ).

Generator induksi dapat beroperasi untuk membangkitkan tegangan sesuai tegangan nominal pada kecepatan yang rendah dan berubah-ubah, namun dengan syarat kecepatan rotornya harus lebih besar dari pada kecepatan medan putar [1,2]. Hal ini yang menyebabkan generator induksi banyak digunakan pada sistem energi terbarukan yang memiliki sumber energi yang berubah-ubah sesuai kondisi alam, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).

Generator induksi membutuhkan 2 buah input untuk dapat membangkitkan tegangan nominalnya, yaitu sumber input mekanik dan juga sumber daya reaktif. Daya reaktif pada generator induksi dapat diperoleh dari sistem tenaga dan juga dari kapasitor bank. Besarnya daya reaktif yang dibutuhkan pada generator induksi bervariasi, bergantung terhadap perubahan beban dan input mekaniknya [3].

Generator induksi dapat dioperasikan secara *standalone* dan juga terhubung pada sistem grid. Pada saat terhubung pada sistem grid, generator induksi akan menyerap daya reaktif dari sistem tersebut. Penyerapan daya reaktif pada sistem tenaga dapat menyebabkan terjadinya penurunan faktor daya, mengakibatkan drop tegangan, meningkatkan arus pada saluran serta memperbesar rugi-rugi daya pada saluran sistem tenaga [4]. Untuk menghindari kerugian tersebut maka kebutuhan daya reaktif pada generator induksi terhubung ke grid dapat dikompensasi menggunakan kapasitor bank.

Pemasangan kapasitor bank dapat dilakukan dengan sistem *switching capacitor*, sistem ini dapat membantu menyuplai daya reaktif ke generator akibat fluktuasi pembebanan dan input mekanik dari generator induksi. Metode *switching* kapasitor yang digunakan adalah metode *binary weighted*, dimana pensaklaran kapasitor memiliki banyak nilai bertingkat sesuai dengan sistem biner. Metode ini membuat penggunaan kapasitor menjadi lebih efisien karena dapat diatur sesuai kebutuhan [5].

Kebutuhan daya reaktif yang berfluktuatif pada generator induksi terhubung ke grid mengharuskan sistem kompensasi dapat bekerja secara otomatis, sehingga

sistem dapat bekerja secara cepat dan akurat dalam merespon perubahan kebutuhan daya reaktif. Salah satu jenis kontroler yang dapat bekerja secara cepat, akurat dan memiliki performa yang baik adalah *Programmable Logic Controller (PLC)*. PLC adalah sebuah perangkat pengendali yang bekerja dengan menggunakan prinsip logika dan dapat diprogram dengan menggunakan bahasa *ladder diagram*. PLC merupakan pengendali yang sangat populer di berbagai bidang, termasuk industri dan bidang lain yang menggunakan sistem otomasi [6].

Berdasarkan penjabaran diatas maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengkompensasi kebutuhan daya reaktif pada generator induksi terhubung ke grid agar tidak menimbulkan kerugian yang telah dipaparkan. Pada penelitian sebelumnya [7], telah dirancang sebuah kompensator daya reaktif pada generator induksi terhubung ke grid menggunakan *switching capacitor*, namun dalam hasil rancangan alat tersebut masih terdapat kekurangan, yaitu berupa keakuratan hasil kompensasi daya reaktif dari kombinasi kapasitor variabel yang digunakan dengan nilai kapasitas kapasitor terkecil  $0,5 \mu\text{F}$  masih belum optimal karena generator induksi masih menyuplai/menyerap daya reaktif ke/dari grid dengan rentang nilai sebesar  $-8 \text{ VAR}$  sampai  $7,6 \text{ VAR}$  serta rancangan alat yang dibuat hanya memiliki 4 kombinasi nilai kapasitor variabel dengan 16 tingkatan kompensasi. Oleh karena itu rancangan sistem kompensasi yang akan dibuat memiliki 5 kombinasi nilai kapasitor variabel dengan 32 tingkatan kompensasi dan memiliki nilai kapasitas kapasitor yang lebih kecil agar dapat bekerja secara optimal dalam mengkompensasi kebutuhan daya reaktif serta dapat bekerja secara otomatis dalam merespon perubahan beban dan input mekanik pada generator induksi terhubung grid. Untuk mewujudkan rancangan tersebut maka penulis bermaksud melaksanakan sebuah penelitian dengan judul **“Optimalisasi Keakuratan Metode *Switching Capacitor Binary Weighted* Pada Rancangan Kompensator Daya Reaktif Generator Induksi Terhubung Grid Berbasis PLC”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang suatu sistem kompensasi yang dapat menyesuaikan kebutuhan daya reaktif yang berubah-ubah pada generator induksi terhubung ke grid secara otomatis dan akurat ?
2. Bagaimana perubahan konsumsi daya reaktif setelah kompensator di aplikasikan pada generator induksi terhubung grid ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai penulis adalah:

1. Menghasilkan sebuah rancangan sistem kompensasi daya reaktif yang dapat bekerja secara otomatis dan akurat dalam menyesuaikan kebutuhan daya reaktif yang berubah-ubah pada generator induksi terhubung ke grid.

2. Memperoleh rancangan sistem kompensasi daya reaktif yang dapat berjalan dengan baik sehingga terjadi pengurangan konsumsi daya reaktif dari sistem grid.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir konsumsi daya reaktif dengan menggunakan kompensator daya reaktif pada generator induksi yang terhubung ke sistem grid, sehingga rugi-rugi yang ditimbulkan oleh kelebihan konsumsi daya reaktif pada sistem grid dapat diminimalisir.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun yang menjadi batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan mesin induksi rotor sangkar 1 KW 230/400 V dan dihubungkan ke jaringan tegangan rendah 220/380 V di Laboratorium Konversi Energi Elektrik, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
2. Penelitian dilakukan dengan asumsi bahwa sistem yang digunakan adalah sistem tiga fasa dalam keadaan seimbang.
3. Penelitian ini tidak membahas tentang arus transien yang muncul akibat penyaklaran kapasitor beserta analisis penanganannya.

#### **1.6 Sitematika Penulisan**

Adapun sistematika yang digunakan dalam penulisan proposal tugas akhir ini adalah:

1. Bab I Pendahuluan  
Bab ini terdiri atas sub-bab Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka  
Berisi tentang tinjauan umum yang membahas tentang teori-teori pendukung yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir.
3. Bab III Metodologi Penelitian  
Pada bab ini menjelaskan kerangka kerja penelitian, metode yang digunakan, yang merangkup objek dan prosedur penelitian.
4. Bab IV Hasil dan Pembahasan  
Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil pembuatan rancangan dan analisa dari data yang diperoleh dalam penelitian
5. Bab V Penutup  
Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.