

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Generator adalah suatu mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan prinsip induksi elektromagnetik, dimana terbangkitnya ggl di kumparan jangkar yang dihubungkan ke beban listrik. Generator berdasarkan keluarannya terbagi atas dua yaitu generator DC dan generator AC. Salah satu jenis generator AC adalah generator induksi (*Asynchronous Machine*) yang mana kecepatan medan putar tidak sama dengan kecepatan rotor ($N_s \neq N_r$).

Generator induksi banyak digunakan pada pembangkit energi terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Generator induksi dipilih sebagai mesin untuk pembangkit energi terbarukan karena dengan *prime mover* yang tidak konstan asalkan kecepatan turbin dapat berputar melebihi kecepatan sinkronnya maka generator induksi tetap dapat membangkitkan tegangan nominalnya [1]. Generator induksi sendiri banyak memiliki kelebihan, salah satunya dengan pemeliharaan yang lebih murah daripada generator sinkron.

Generator induksi bekerja dengan prinsip memanfaatkan fluks sisa pada rotor yang terbuat dari bahan feromagnetik [2]. Fenomena ini sesuai dengan kurva histerisis [3]. Rotor diputar sampai kecepatan sinkron sehingga terbangkit ggl induksi pada kumparan jangkar dan dihubungkan ke kapasitor eksitasi sampai mencapai tegangan nominalnya. Saat generator diberi beban, maka akan timbul drop tegangan pada generator. Apabila pembebanan dilakukan secara berlebihan maka drop tegangan akan semakin besar. Saat pembebanan telah melewati batas menyebabkan tegangan keluaran akan hilang seketika dan tegangan keluaran dari generator bernilai sangat kecil. Hal ini disebabkan karena fluks sisa dan kapasitor eksitasi tidak dapat menyesuaikan dengan beban sehingga terjadi kegagalan dalam mempertahankan keluaran dari generator. Kehilangan magnet sisa juga dapat disebabkan oleh gangguan hubung singkat pada generator induksi [4].

Generator induksi membutuhkan daya reaktif untuk tetap dapat beroperasi [5]. Generator induksi yang terhubung ke *grid* mendapatkan suplai daya reaktif dari *grid* sedangkan generator induksi *stand alone* (Generator Induksi Berpenguatan Sendiri / GIPS) mendapatkan suplai daya reaktif dari kapasitor eksitasi. Kapasitor eksitasi untuk membangkitkan tegangan dari fluks sisa sampai tegangan nominal kondisi tanpa beban dapat disebut dengan *fixed* kapasitor yang dipasang secara berkelanjutan pada generator induksi. Suplai daya reaktif sangat dibutuhkan agar generator induksi tetap dapat menghasilkan dan mempertahankan keluaran tegangan nominalnya. Pembebanan generator yang melebihi kapasitasnya menyebabkan generator membutuhkan lebih banyak daya reaktif, dan apabila tidak tercukupi maka fluks sisa dari generator induksi bisa habis.

Kapasitor merupakan komponen penting pada generator induksi sebagai suplai daya reaktif. *Fixed* kapasitor merupakan kebutuhan dasar generator induksi berpenguatan sendiri untuk mencapai tegangan nominalnya. Karena pembebanan generator bersifat fluktuatif berdasarkan kebutuhan konsumen, maka nilai kapasitor yang dibutuhkan untuk menyuplai daya reaktif pada generator induksi juga berubah-ubah. Apabila tidak ada tambahan suplai daya reaktif pada pembebanan generator induksi maka akan timbul drop tegangan dan apabila pembebanan berlebihan bahkan bisa menyebabkan tegangan keluaran bernilai sangat kecil.

Pembebanan generator yang bersifat fluktuatif membutuhkan daya kapasitas daya reaktif yang berubah-ubah juga. Dari hal tersebut dibutuhkan sistem *switching* kapasitor yang dapat membantu menyuplai daya reaktif ke generator akibat fluktuasi pembebanan dari generator induksi. *Switching* kapasitor dengan metode *binary weighted* membuat pensaklaran kapasitor memiliki banyak nilai bertingkat sesuai sistem biner sehingga penggunaan kapasitor bervariasi nilainya [6]. Metode *binary weighted* merupakan metode pensaklaran kapasitor yang lebih efisien karena penggunaan kapasitor dapat diatur sesuai kebutuhan.

Switching kapasitor sebagai suplai daya reaktif memiliki beberapa kekurangan, salah satunya adalah menimbulkan arus awal yang besar saat kondisi kapasitor kosong atau yang biasa disebut dengan arus *inrush* [7]. Untuk mengurangi arus *inrush* pada *switching* kapasitor digunakan metode *pre-charging* sehingga

kapasitor yang dihubungkan ke generator dalam kondisi penuh atau dalam kondisi tegangan nominal. Proses pensaklaran kapasitor hendaknya dilakukan pada kondisi tegangan puncak agar tidak menimbulkan beda potensial antara kapasitor dengan grid yang dapat memicu adanya arus transien atau arus *inrush*.

Dari penjabaran permasalahan di atas, maka dilakukan penelitian yang berjudul “Simulasi Pengaturan Kebutuhan Daya Reaktif pada Generator Induksi Menggunakan *Switching* Kapasitor Metode *Binary Weighted*”. Penelitian ini dilakukan dengan perancangan simulasi sistem kontrol daya reaktif dengan kombinasi *fixed* kapasitor dengan *switching* kapasitor metode *binary weighted* pada pembebanan generator induksi berpenguatan sendiri dengan Simulink Matlab. Penelitian ini diharapkan bisa bermanfaat untuk penelitian selanjutnya dan dapat meminimalisir kekurangan dari penggunaan generator induksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tahapan yang dilakukan untuk perancangan pengaturan kebutuhan daya reaktif kombinasi *fixed* kapasitor dengan *switching* kapasitor metode *binary weighted* pada generator induksi?
2. Bagaimana kinerja dari pengaturan daya reaktif untuk generator induksi?
3. Bagaimana pengaruh yang ditimbulkan akibat dari pensaklaran kapasitor sebagai suplai daya reaktif pada generator induksi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel kapasitor dibagi menjadi 4 nilai yang bertingkat nilainya dan aktif setelah pengoperasian tanpa beban.
2. Pembebanan generator induksi menggunakan beban resistif yang setimbang.

3. Semua kondisi yang dilakukan pada simulasi di set agar memiliki frekuensi yang konstan dengan cara mengubah nilai torka mekanik secara manual disetiap kondisi peralihan.
4. Nilai parameter generator induksi serta nilai dasar kapasitor variabel disesuaikan dengan alat yang ada di laboratorium.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem pengaturan daya reaktif dengan kombinasi *fixed* kapasitor dengan *switching* kapasitor metode *binary weighted*.
2. Menunjukkan kinerja sistem pengaturan daya reaktif terhadap generator induksi berpenguatan sendiri.
3. Menunjukkan kondisi transien yang ditimbulkan akibat proses *switching* variabel kapasitor pada kondisi tegangan nol dan tegangan puncak serta pengaruhnya terhadap generator induksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah merancang sistem pengaturan daya reaktif dengan kombinasi *fixed* kapasitor dan *switching* kapasitor metode *binary weighted* dan menentukan pengaruh pengoperasian generator induksi setelah dipasang pengaturan daya reaktif pada beban yang diujikan. Juga diharapkan penelitian ini membantu mengoptimalkan penggunaan dari generator induksi.