

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam menghasilkan energi listrik, terjadi konversi energi dari energi mekanik menjadi energi listrik melalui suatu alat konversi energi, dalam hal ini disebut dengan generator. Pada pembangkit konvensional biasanya untuk menghasilkan energi mekanik adalah dari mesin panas yang akan mengubah energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanik, dan energi mekanik ini digunakan sebagai input generator untuk menghasilkan energi listrik. Contoh pembangkit konvensional adalah pembangkit listrik tenaga uap, pembangkit listrik tenaga gas, pembangkit listrik tenaga nuklir dan lainnya.

Pada pembangkit konvensional yang disebutkan diatas, energi mekanik yang dihasilkan dari sumber panas dapat diatur sesuai kebutuhan, dan biasanya kecepatan dari energi mekanik ini dibuat konstan. Oleh karena kecepatan dari energi mekanik ini dapat diatur dan dibuat konstan, maka generator yang sering dan selalu digunakan adalah generator sinkron. Generator sinkron ini membutuhkan kecepatan yang konstan untuk dapat menghasilkan output tegangan dan frekuensi listrik yang konstan dan sesuai dengan jaringan (grid).

Berbeda dengan perkembangan pembangkit listrik saat ini dan masa depan yang akan mengandalkan pada pembangkit renewable energy (energi terbarukan) seperti, pembangkit listrik tenaga surya, pembangkit listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga mikro hidro dan lainnya. Dengan menggunakan pembangkit renewable energy ini maka penggunaan bahan bakar dapat dikurangi secara signifikan. Selain itu pembangkit energi terbarukan juga ramah

lingkungan dan sangat bertolak belakang sekali dengan pembangkit konvensional (dengan menggunakan energi panas) dan banyak lagi keuntungannya.

Disamping banyaknya keuntungan menggunakan renewable energy, ternyata ada masalah yang sangat serius yang harus dihadapi jika menggunakan renewable energy ini dan hampir semua sumber renewable energy ini masalahnya sama. Fluktuatif, itulah masalah utama dari hampir semua renewable energy, katakanlah angin yang tidak berhembus dengan kecepatan yang sama sepanjang hari, cahaya matahari yang hanya ada pada siang hari, debit air yang tidak konstan pada mikro hidro terapung dan lain sebagainya.

Dengan sumber energi yang fluktuatif ini maka diperlukan sebuah generator yang dapat menghasilkan output listrik yang konstan walaupun dengan input mekanik yang tidak tetap, sehingga dapat dihubungkan ke grid tanpa mengakibatkan gangguan pada grid tersebut. Kalau kita menggunakan generator sinkron seperti yang digunakan pada pembangkit konvensional diatas, maka output tegangan dan frekuensi listriknya juga akan berfluktuasi sesuai dengan energi inputnya. Jika hal ini tetap dilakukan maka akan berakibat buruk terhadap jaringan dan generator itu sendiri.

Khusus pembangkit listrik tenaga angin, semenjak tahun 2012 sangat cepat sekali perkembangan dan inovasi yang dilakukan baik oleh perusahaan pembuat mesin-mesin listrik maupun universitas untuk mengembangkan generator yang cocok digunakan untuk pembangkit listrik tenaga angin[1]. Walaupun kecepatan angin berubah-ubah secara cepat tetapi tegangan dan frekuensi listrik dari generator dapat dibuat mendekati konstan sehingga aman bila disambungkan ke grid. Selain itu generator ini dapat mengefisienkan energi angin yang tersedia. Bila angin

kencang, maka penyaluran energi listrik dapat melalui dua jalur yaitu, melalui stator dan juga rotor yang dilengkapi dengan konverter. Bila angin pelan hanya bagian stator saja yang akan menyuplai energi ke grid, sedangkan pada rotor yang dilengkapi dengan konverter akan menyerap daya dari grid untuk membantu back-up stator. Itulah keunggulan dari generator induksi rotor belitan yang lebih populer disebut dengan DFIG (Doubly-Fed Induction Generator) yang saat ini merajai generator untuk pembangkit listrik tenaga angin skala besar[2].

Hal yang tidak kalah penting didalam penggunaan DFIG ini adalah konverter. Seperti yang telah disinggung sedikit pada paragraf diatas, konverter ini terpasang pada bagian rotor. Fungsi konverter disini adalah sebagai pengontrol aliran daya dan frekuensi dari rotor menuju grid dan sebaliknya. Pengontrolan aliran daya diperlukan ketika generator dalam dua kondisi yang telah disebut pada paragraf diatas, yaitu ketika angin kencang sehingga putaran rotor melebihi kecepatan sinkronnya maka daya akan disuplai melalui stator dan juga rotor dan sebaliknya. Sedangkan pengontrolan frekuensi diperlukan karena frekuensi listrik yang dihasilkan pada sisi rotor sama dengan frekuensi putaran rotor dan tidak sama dengan frekuensi pada jaringan, oleh karena itu diperlukanlah sebuah pengontrolan agar frekuensi rotor sama dengan frekuensi grid, sehingga sisi rotor juga dapat menyuplai daya ke grid.

Didalam banyak jurnal yang membahas tentang DFIG, konverter ini disebut dengan back-to-back converter. Dikatakan back-to-back karena konverter ini dapat dijadikan rectifier atau inverter. Dan didalam penelitian ini penulis menggunakan baterai sebagai storage system yang terhubung ke rotor melalui back-to-back converter yang dikontrol dengan menggunakan logika fuzi, sehingga daya yang

dibutuhkan rotor untuk mem-*back-up* stator ketika putaran rotor kurang dari kecepatan sinkron tidak harus diambil dari jaringan dan ketika putaran rotor melebihi kecepatan sinkron maka baterai akan di-*charging*.

1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan pada latar belakang yang telah penulis paparkan diatas, permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana merancang sistem DFIG untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang beroperasi sendiri yang mana tegangan dan frekuensinya harus diatur konstan dengan perubahan kecepatan angin?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan sistem DFIG yang beroperasi sendiri, yang mana tegangan dan frekuensi statornya tetap konstan dengan perubahan kecepatan rotor.
2. Membandingkan data sistem DFIG yang beroperasi sendiri dengan data DFIG yang terhubung ke grid (sesuai dengan referensi nomor 1).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang penulis lakukan ini adalah untuk memodelkan sistem DFIG untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang beroperasi sendiri sehingga hasil dari simulasi ini untuk kedepannya dapat diterapkan secara nyata.

1.5. Batasan Masalah

1. Penelitian ini membahas kinerja DFIG untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang beroperasi sendiri yang mana keluaran tegangan dan frekuensi stator dapat konstan dengan kondisi putaran turbin angin yang berubah-ubah.
2. Tidak membahas *charging* dan *discharging* baterai.

1.6. Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika penulisan laporan penelitian tugas akhir. Disini dijelaskan secara garis besar bagaimana laporan penelitian tugas akhir ini dibuat secara berurutan.

BAB I Pendahuluan

Disini dijelaskan tentang latar belakang penulisan laporan penelitian tugas akhir, yang mana berisi alasan kenapa panulis melakukan penelitian ini. Selanjutnya ada rumusan masalah yang menerangkan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini. Tentu saja sebuah penelitian ada tujuan yang akan dicapai sehingga sebuah penelitian mempunyai akhir yang akan dicapai. Setelah tujuan tercapai, maka diharapkan dari sebuah penelitian memiliki manfaat yang akan berguna bagi kehidupan manusia. Dan untuk mencapai tujuan serta manfaat dari suatu penelitian maka dibutuhkan batasan masalah sehingga penelitian yang dilakukan terarah dan tidak keluar jalur.

BAB II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini dijelaskan tentang hal-hal yang berkaitan dengan teori-teori dan penelitian sebelumnya yang akan menunjang tercapainya tujuan dari penelitian. BAB II dari laporan penelitian ini menjelaskan tentang apa itu DFIG, prinsip kerjanya, kegunaannya dan lain sebagainya. Juga menjelaskan tentang back-to-back converter dan serta pengontrolannya. Pengontrolan yang dipakai pada penelitian ini adalah fuzzy logic control.

BAB III Metode Penelitian

Tahap-tahap penelitian serta apa saja yang akan dilakukan untuk melakukan penelitian dalam tugas akhir ini dijelaskan didalam BAB III. Selain itu rangkaian dan sistem yang akan diteliti juga dicantumkan pada bab ini.

BAB IV Hasil dan Analisa

Data-data dan semua kejadian yang terjadi selama melakukan penelitian akan dibahas dan dianalisa serta dibuatkan penyelesaian masalahnya pada BAB IV.

BAB IV ini juga memuat penjelasan dari tujuan yang akan dicapai dari penelitian sebagaimana yang diharapkan pada BAB I, apakah tujuannya tercapai atau tidak, semuanya dibahas pada BAB IV.

BAB V Penutupan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka akan ditarik beberapa kesimpulan sehingga menjelaskan apa saja tujuan dari penelitian yang tercapai dan apa yang tidak tercapai. Juga BAB V memuat beberapa rekomendasi apakah penelitian ini dapat dikembangkan kedepannya dengan beberapa perbaikan atau tambahan-tambahan yang mungkin diperlukan.

