

ABSTRACT

Indonesia took part in the Paris Agreement in an effort to reduce carbon emissions, especially in electrical energy generation. One of the renewable energy options to reduce carbon emissions is wind power, especially type 4. The configuration of type 4 wind power, where the generator is separated from the main grid by a converter, makes the short-circuit contribution of synchronous machines in conventional plants reduced so that the system strength is weakened. The weakness of the system is also compounded by the long transmission line connecting the load center with the wind center as the main energy. In addition, the ability to regulate excitation current in conventional plants is also reduced so that the supply of reactive power to regulate voltage is reduced.

This master thesis research aims to strengthen the weakened power grid due to the penetration of type 4 wind power by using SynCon and comparing it with STATCOM and SVC. The scenario used is that the IEEE 39-bus test system is modified so that coal-based generation is replaced with type 4 wind power.

Using DIgSILENT PowerFactory, SynCon was able to strengthen the weak system due to wind power penetration. From the results of power flow analysis, the capacity of each VAR devices was determined to be 380 Mvar. As a result, the SCR increased after the use of SynCon from 1.90 to 8.68; 1.53 to 9.57; and 2.44 to 9.51 at PoI buses 33, 34, and 36 respectively. In the RMS simulation, a steady 3-phase fault was imposed on bus 16. As a result, SynCon was able to correct voltage fluctuations, reach the steady state faster, and correct the minimal voltage better than STATCOM and SVC when the fault cleared. In addition, under 3-phase unstable fault, SynCon is able to stabilize the voltage when the fault clears.

Keywords – Synchronous Condenser, STATCOM, SVC, SCR, Type-4 wind power, Weak grids

INTISARI

Indonesia turut andil dalam Paris Agreement dalam upaya mengurangi emisi karbon khususnya pada pembangkit energi listrik. Salah satu energi terbarukan yang menjadi pilihan untuk mengurangi emisi karbon adalah tenaga angin, khususnya tipe 4. Konfigurasi dari tenaga angin tipe 4, di mana generator terpisah dengan grid utama oleh konverter membuat kontribusi hubung singkat yang dimiliki oleh mesin sinkron pada pembangkit konvensional berkurang sehingga kekuatan sistem melemah. Lemahnya sistem juga ditambah dengan saluran transmisi panjang yang menghubungkan pusat beban dengan pusat angin sebagai energi utama. Selain itu, kemampuan dalam mengatur arus eksitasi pada pembangkit konvensional juga berkurang sehingga suplai daya reaktif untuk mengatur tegangan menjadi berkurang.

Penelitian tesis magister ini bertujuan untuk menguatkan jaringan listrik yang lemah akibat penetrasi tenaga angin tipe 4 dengan menggunakan SynCon dan membandingkannya dengan STATCOM dan SVC. Pelemahan sistem ditandai dengan nilai SCR yang bernilai kurang dari 3. Skenario yang digunakan yaitu sistem uji IEEE 39-bus dimodifikasi sehingga pembangkit berbasis batu bara digantikan dengan tenaga angin tipe 4.

Dengan menggunakan DIgSILENT PowerFactory, SynCon mampu menguatkan sistem yang lemah akibat penetrasi tenaga angin. Dari hasil analisis aliran daya, kapasitas masing-masing teknologi penguatan ditentukan sebesar 380 Mvar. Hasilnya, SCR meningkat setelah penggunaan SynCon dari 1,90 menjadi 8,68; 1,53 menjadi 9,57; dan 2,44 menjadi 9,51 pada bus PoI 33, 34, dan 36 berturut-turut. Pada simulasi RMS, gangguan 3 fase stabil dikenakan pada bus 16. Hasilnya, SynCon mampu memperbaiki fluktuasi tegangan, mencapai keadaan *steady* lebih cepat, dan memperbaiki tegangan minimal lebih baik dari STATCOM dan SVC ketika gangguan hilang. Selain itu, pada gangguan 3 fase tidak stabil, SynCon mampu menstabilkan tegangan ketika gangguan hilang.

Kata kunci – *Synchronous Condenser*, STATCOM, SVC, SCR, Tenaga angin tipe 4, Jaringan lemah