

PENGARUH PERTAMBAHAN BEBAN TERHADAP KESTABILAN TEGANGAN DALAM PEMODELAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN

Evtaleny R. Mauboy¹, Don E.D.G Pollo², Samy Y. Do'o³, Hendrik J. Djahi⁴

^{1,2,3,4} *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl Adisucipto Penfui - Kupang*

Email: evtalenymauboy@staf.undana.ac.id,

Email: donpollo@staf.undana.ac.id,

Email: samyeverson@staf.undana.ac.id,

Email: hdjahi@staf.undana.ac.id

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima Mar 11, 2021

Direvisi Apr 23, 2021

Disetujui Apr 26, 2021

ABSTRACT

Voltage stability is the main focus in supplying the electricity power to the consumer. The power quality is important as the stability and the continuing supply is well maintained. This research aims to regulate the system voltage when the load increased with the addition of wind turbines so the effect of the load increasing can be achieved. The simulation using Simulink/MATLAB with 2x1,5MW wind turbines connected to 2 MVA Synchronous Machine. The load is connected and increased gradually. The voltage stability can be maintained when the load is increased up to 50%. The voltage loses its stability when the load near its full capacity. The control is applied and the voltage can be maintained its stability with the addition of reactive power compensation.

Keywords: *voltage stability, wind turbines model, power*

ABSTRAK

Kestabilan tegangan dalam penyaluran daya listrik merupakan salah satu fokus penting untuk mendukung aktifitas dalam melayani kebutuhan masyarakat yang menggunakan daya listrik sebagai kebutuhan utama saat ini. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengatur kestabilan tegangan pada sistem ketika terjadi penambahan beban sehingga pengaruh penambahan beban terhadap kualitas penyaluran daya listrik dan dengan penambahan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dapat diketahui. Pemodelan dan analisis menggunakan Simulink/Matlab dengan simulasi penambahan beban pada sistem. Model pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) berkapasitas 2x1,5MW pada Simulink/MATLAB yang dihubungkan dengan Synchronous Machine berkapasitas 2 MVA. Beban dihubungkan dan dinaikkan secara bertahap. Tegangan masih cukup stabil ketika beban dinaikkan sampai dengan 50% dari kapasitas pembangkit. Ketika beban terus dinaikkan maka terjadi ketidakstabilan tegangan. Aksi pengontrolan diaplikasikan dengan menambahkan kompensasi daya reaktif untuk pembangkit listrik tenaga angin yang digunakan sehingga tegangan sistem dapat dikontrol kestabilannya.

Kata Kunci: *Kestabilan tegangan, pemodelan PLTB, kualitas daya*

Penulis Korespondensi:

Evtaleny R. Mauboy,

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik,

Universitas Nusa Cendana,

Jl. Adisucipto Penfui - Kupang.

Email: evtalenymauboy@staf.undana.ac.id

1. PENDAHULUAN

Dalam kurun waktu 5 tahun terakhir, terjadi perkembangan yang pesat, khususnya pembangunan infrastruktur. Sejumlah bangunan dan fasilitas untuk penggunaan publik dibangun. Pada penggunaan dan pengoperasiannya, diperlukan

suplai daya listrik yang stabil dan kontinu sehingga pemanfaatan bangunan dan fasilitas ini dapat berjalan dengan maksimal.

Salah satu cara mendapatkan pelayanan suplai daya listrik yang stabil kontinu adalah penambahan pembangkit listrik. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan energi listrik yang ber-

dasarkan pada pembangkit energi listrik terbarukan, maka energi angin dipilih untuk ditambahkan ke sistem [1]. Penyalan beban yang tidak serempak pada beban – beban yang digunakan, dengan koneksinya pada tiap fasa yang tidak seimbang akan mempengaruhi ketidakseimbangan beban yang digunakan pada instalasi tersebut. Apalagi jika terdapat beban induktif maka penyerapan daya reaktif oleh beban – beban tersebut dapat menyebabkan kualitas penyalan daya listrik berkurang yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan tegangan pada sistem [1].

Pada dasarnya rugi-rugi yang timbul juga dipengaruhi oleh ketidakseimbangan sehingga akan merugikan baik pada pemasok maupun pada penggunaannya. Oleh karena itu maka penelitian ini dilakukan yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh pertambahan beban terhadap kualitas penyalan daya listrik yaitu kestabilan tegangan dengan pertambahan pembangkit listrik tenaga angin [2].

Data hasil pengukuran akan dimodelkan dan dianalisa menggunakan Simulink/Matlab dan dengan simulasi pertambahan beban pada sistem. Hasil simulasi dijadikan rekomendasi dan sesuai standar untuk perbaikan kualitas penyalan daya listrik melalui tingkat kestabilan tegangan yang diperoleh dari model yang dibangun.

Integrasi antara sumber energi terbarukan dengan sumber energi konvensional bisa menghasilkan banyak masalah, seperti ketidakstabilan tegangan dan frekuensi dan juga masalah kualitas penyalan energi listrik. Dengan permintaan energi yang semakin meningkat, ketika semakin banyak sumber energi terbarukan yang terkoneksi dengan jaringan tenaga listrik, maka kontrol sistem jaringan tenaga listrik secara keseluruhan akan berubah [3] [4].

Beberapa studi dan penelitian telah dilakukan untuk mengatasi masalah pengontrolan terkoneksi energi terbarukan ke dalam jaringan tenaga listrik. Untuk mengatasi masalah yang berhubungan dengan kualitas penyalan daya listrik, telah ada banyak penelitian tentang penggunaan peralatan-peralatan elektronika daya, yang dapat mengurangi masalah kualitas daya seperti harmonik, di sisi lain masalah penggunaan switch akan semakin banyak yang menyebabkan masalah biaya menjadi lebih meningkat [3] [5] [6].

Dalam pengaturan frekuensi, cara pengaturan keseimbangan dari pembangkitan energi dan permintaan energi dari konsumen akan menjadi

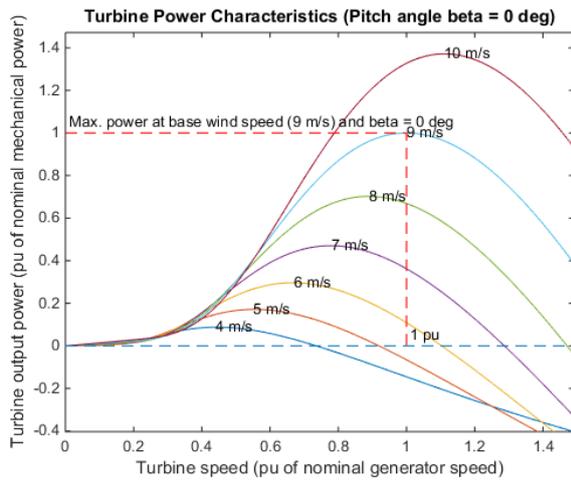
lebih kompleks ketika energi angin atau matahari yang terhubung. Menjaga kestabilan tegangan juga penting dalam hal pengontrolan komponen sistem daya listrik yang mampu menyerap dan menginjeksi daya reaktif yang dibutuhkan jaringan listrik. Pada kondisi transien, seperti setelah terjadinya gangguan, ada kebutuhan akan alat kontrol lain untuk mempertahankan kestabilan tegangan [7] [4].

Untuk mengatasi ketidakstabilan tersebut di atas, kapasitor bank shunt konvensional digunakan, dihubungkan ke terminal generator untuk menyediakan kompensasi dari konsumsi daya reaktif. Selain itu, ketika terjadi variasi dari kecepatan angin yang bertiup cukup tinggi sebagai fungsi dari daya output, tegangan akan berfluktuasi. Oleh karena hal tersebut, peralatan kompensasi dinamis juga digunakan sebagai tambahan untuk pengaturan tegangan melalui kebutuhan akan daya reaktif. Peralatan kontrol dinamis yang digunakan untuk menjaga kestabilan tegangan dan kompensasi daya reaktif antara lain adalah *static VAR compensator* (SVC) dan *static synchronous compensator* (STATCOM) [7] [8] [9].

2. METODE PENELITIAN

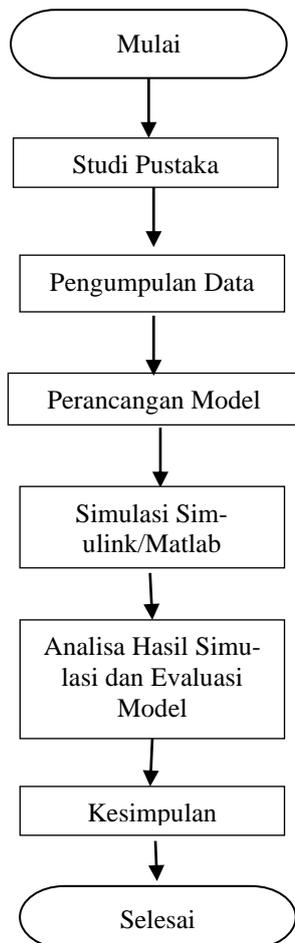
Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengatur kestabilan tegangan pada sistem ketika terjadi pertambahan beban sehingga pengaruh pertambahan beban terhadap kualitas penyalan daya listrik dan dengan pertambahan pembangkit listrik tenaga angin dapat diketahui. Secara khusus, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu:

1. Pemodelan sistem tenaga listrik menggunakan Simulink/MATLAB dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan karakteristik turbin angin pada Gambar 2.1.
2. Simulasi pertambahan beban dan melihat pengaruhnya terhadap kestabilan tegangan
3. Pemodelan aksi pengontrolan yang diperlukan dan pengaruhnya terhadap kestabilan tegangan.



Gambar 2.1 Karakteristik Turbin Angin yang digunakan dalam pemodelan [10]

Alur penelitian dijelaskan melalui gambar 2.2.

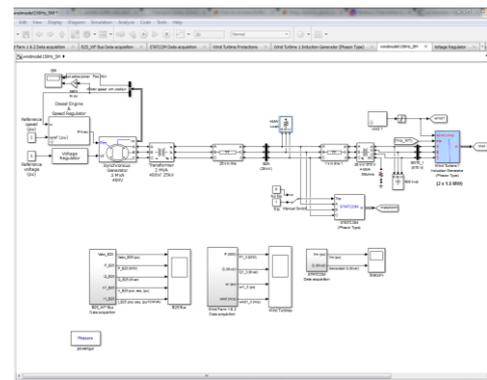


Gambar 2.2 Langkah-langkah penelitian

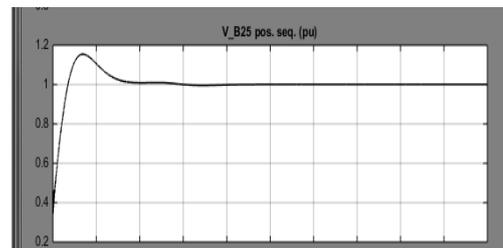
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model PLTB berkapasitas 2x1,5MW pada Simulink/MATLAB dihubungkan dengan *Synchronous Machine* berkapasitas 2 MVA yang dapat dilihat pada Gambar 3.1. Kapasitas beban pertama yang terhubung adalah 1 MW dan penambahan beban terus dilakukan sampai 4 MW untuk melihat kestabilan tegangan pada Bus 25 yang dimodelkan. Pemodelan dan simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.2 sampai dengan Gambar 3.5.

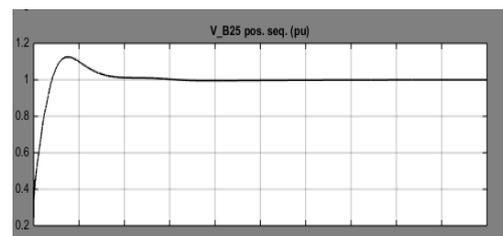
Dari Gambar 3.2 dan 3.3 terlihat bahwa tegangan masih cukup stabil ketika beban bertambah sampai 2MW atau setengah dari kapasitas pembangkit. Ketika beban terus dinaikkan sampai 3MW atau sampai 60 persen dari kapasitas pembangkit, seperti terlihat pada Gambar 3.4, maka tegangan mulai menunjukkan ketidakstabilan dengan berosilasi pada saat simulasi dilakukan beberapa saat.



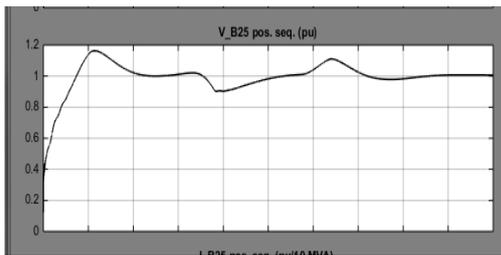
Gambar 3.1 Pemodelan PLTB pada Simulink/MATLAB dengan *Synchronous Machine*



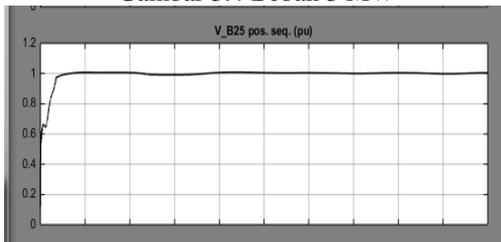
Gambar 3.2 Beban 1MW



Gambar 3.3 Beban 2 MW



Gambar 3.4 Beban 3 MW



Gambar 3.5 Beban 4 MW

Aksi pengontrolan diaplikasikan dan disimulasikan ketika tegangan mulai menunjukkan ketidakstabilan atau beresilasi akibat bertambahnya beban.

Pada Gambar 3.5, ketika beban terus dinaikkan namun aksi pengontrolan telah diaplikasikan maka terlihat bahwa kestabilan tegangan dapat terjaga. Kecepatan rotor dan tegangan pada mesin sinkron juga terlihat terjaga pada kondisi yang diinginkan. Aksi pengontrolan dilakukan dengan menambahkan kompensasi daya reaktif menggunakan STATCOM (*Static Synchronous Compensator*) berkapasitas 3 MVAR untuk pembangkit listrik tenaga angin yang digunakan [7,9].

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah dilakukan dengan memodelkan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) berkapasitas 2x1,5MW pada Simulink/MATLAB yang dihubungkan dengan *Synchronous Machine* berkapasitas 2 MVA. Beban dihubungkan dan dinaikkan secara bertahap untuk melihat pengaruhnya terhadap kestabilan tegangan. Tegangan masih cukup stabil ketika beban dinaikkan sampai dengan 50% dari kapasitas pembangkit. Ketika beban terus dinaikkan maka terjadi ketidakstabilan tegangan. Aksi pengontrolan diaplikasikan dengan menambahkan kompensasi daya reaktif untuk pembangkit listrik tenaga angin yang digunakan sehingga tegangan sistem dapat dikontrol kestabilannya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kazemlou and S. Mehraeen, "Novel Decentralized Control of Power Systems With Penetration of Renewable Energy Sources in Small-Scale Power Systems," *IEEE Transaction on Energy Conversion*, vol. PP, no. 99, pp. 1-11, 2014.
- [2] D. Marsudi, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [3] N. L. Panwar, S. C. Kaushik and S. Kothari, "Role of renewable energy sources in environmental protection: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 1513-1524, 2011.
- [4] L. Djamel and B. Abdallah, "Power quality control strategy for grid-connected renewable energy sources using PV array, wind turbine and battery," in *4th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG)*, Istanbul, 2013.
- [5] A. S. Bazanella and A. S. Silva, "Coordinated design of damping controllers for robustness of power system stability," *Electrical Power and Energy Systems*, vol. 23, no. 1, pp. 69-79, 2001.
- [6] S. S. Ahsan and S. Khan, "Reactive power compensation for integration of wind power in a distribution network," in *5th India International Conference on Power Electronics*, Delhi, 2012.
- [7] R. M. M. Pereira, C. M. M. Ferreira and F. P. M. Barbosa, "Comparative study of STATCOM and SVC performance on dynamic voltage collapse of an electric power system with wind generation," *IEEE Latin America Transaction*, vol. 12, 2014.
- [8] N. G. Hingorani and L. Gyugyi, *Understanding FACTS: concepts and technology of flexible AC transmission systems*, New York: IEEE Press, 2000.
- [9] M. Balavar, "Using neural network to control STATCOM for Improving transient stability," *Journal of Artificial Intelligence in Electrical Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 26-31, 2012.
- [10] Mathworks, "Simulink," 2014.