

Analisis Sinkronisasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Sistem Jaringan PLN berbasis Doble-Fed Induction Generator (DFIG)

Zulfikar¹, Aidi Finawan², Yassir³, Hasyimi Abdullah⁴, Amru³

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

zul_elka@pnl.ac.id

zul_elka@pnl.ac.id(penulis korespondensi)

Abstrak— Secara umum sinkronisasi antara satu generator dengan generator yang lainnya dengan beberapa persyaratan antara lain sudut phasanya harus sama, tegangan output sama dan frekuensi juga sama. Persyaratan ini mudah dipenuhi oleh pembangkit-pembangkit seperti PLTA, PLTD dan PLTU. Namun terdapat kendala ketika dilakukan pada pembangkit listrik tenaga angin karena adanya fluktuasi angin yang terjadi sewaktu-waktu. Namun frekuensi ini dapat dijaga konstan dengan pengaturan putaran generator secara otomatis dilakukan pada pembangkit tenaga angin khususnya pada Doble-Fed Induction Generator. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui sinkronisasi pembangkit pada saat kecepatan angin yang tinggi serta pembagian beban (*load sharing*) secara bersama dalam kondisi kecepatan angin kecepantasan yang sama. Dari hasil analisa menggunakan method super sinkron frekuensi generator dapat dipertahankan pada kecepatan angin yang sangat tinggi sesuai dengan frekuensi jala-jala, walaupun kecepatan generator yang berubah-ubah disebabkan oleh fluktuasi angin. Pembagian beban (*load sharing*) terhadap grid tidak berpengaruh yang signifikan terhadap perubahan daya dimana prilaku transfer daya masih dalam keadaan stabil selisih transfer daya mencapai 30% dan rata-rata penurunan daya Msc sebesar 11%.

Kata kunci— Sinkronisasi, Fluktuasi, Pembangkit, pembagian beban,Stabil.

Abstract— In general, synchronization between one generator and another with several requirements, including the phase angle must be the same, the output voltage is the same and the frequency is the same. This requirement is easily fulfilled by power plants such as PLTA, PLTD and PLTU. However, there are obstacles when it is carried out on wind power plants because of wind fluctuations that occur from time to time. but this frequency can be kept constant by setting the generator rotation automatically on the wind power plant, especially the Doble-Fed Induction Generator. The purpose of this study is to determine the synchronization of generators at high wind speeds and load sharing together under conditions of the same wind speed. From the results of the analysis using the super synchronous method, the generator frequency can be maintained at a very high wind speed according to the frequency of the grid, although the generator speed changes due to wind fluctuations. The load sharing on the grid has no significant effect on changes in power where the behavior of power transfer is still in a stable state, the difference in power transfer reaches 30% and the average power loss Msc is 11%.

Keywords— Sync, Fluctuation, Generate, Load sharing,Stable.

I. PENDAHULUAN

Keberadaan wilayah di Indonesia yang begitu beragamnya sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan, merupakan tantangan untuk melakukan penelitian atau kajian agar memperoleh sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan listrik, banyak muncul permasalahan yang disebabkan karena semakin berkurangnya cadangan minyak bumi dan gas yang digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik [1]. Energi terbarukan mulai dikembangkan seiring dengan terbatasnya cadangan energi fosil dan juga adanya dampak negatif pada lingkungan yang terjadi akibat penggunaan energi fosil tersebut. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Namun efek lain akibat penggunaan turbin angin adalah terjadinya derau frekuensi yang tidak mentu bahkan rendah. Putaran dari sudu-sudu turbin angin dengan frekuensi konstan lebih mengganggu dari pada suara angin pada ranting pohon. Selain derau dari sudu-sudu turbin, penggunaan gearbox serta generator dapat menyebabkan derau suara mekanis dan juga derau suara listrik. Derau mekanik yang terjadi disebabkan oleh operasi mekanis elemen-elemen yang berada dalam nacelle atau rumah pembangkit listrik tenaga angin[2]. Dalam keadaan tertentu turbin angin dapat juga menyebabkan frekuensi pada jaringan tidak tetap sehingga pengaturan frekuensi pada pembangkit tenaga angin berbeda halnya yang dilakukan pada pembangkit tenaga air (PLTA) pembangkit Tenaga Uap

(PLTU) dan pembangkit –pembangkit lain. Secara umum perubahan frekuensi generator akan berubah – rubah setiap perubahan beban, namun frekuensi ini dapat dijaga konstan dengan pengaturan putaran generator secara otomatis dilakukan oleh governor dengan mengontrol penyaluran BBM (PLTD), mengontrol debit air (PLTA) Namun pada pembangkit tenaga angin khususnya pada Doble- fed Induction Generator pengaturan frekuensi dapat dilakukan dengan panturan frekuensi pada rotornya melalui tegangan eksitasi. Adapun tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui sinkronisasi pembangkit pada saat kecepatan a tinggi, pembagian beban (*load sharing*) dengan secara bersama dalam kondisi kecepatan angin yang tinggi

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian

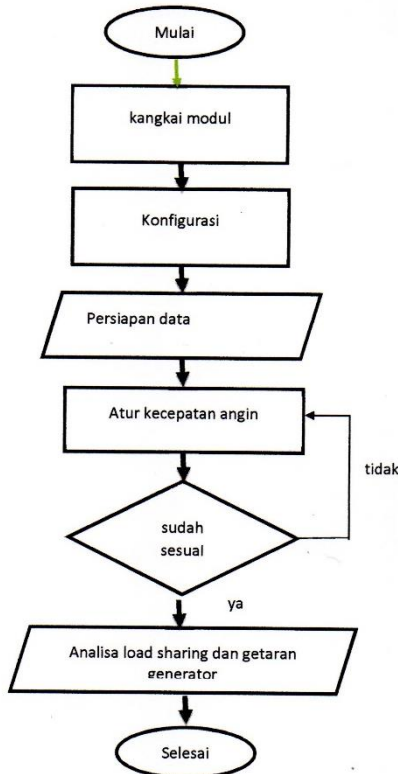
Penelitian ini dilakukan di laboratorium pemembangkit energi listrik dengan mensimulasikan sebuah pembangkit listrik tenaga angin dengan menggunakan Doble-Fed induction generator (DFIG). Menggunakan Metode experiment dengan menggunakan pendekakan simulasi melalui prototabe pembangkit tenaga angin berbasis DFIG untuk mendapatkan data-data penelitian yang bertujuan mendapatkan data yang sistematis dan akurat khususnya pada bidang Analisa *Load sharing* dan getaran. Diagram alur proses perancangan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan penelitian

B. Langkah- Langkah Penelitian

Langkah-langkah proses pelaksanaan penelitian ini di jelaskan pada flowcharst dibawah ini



Gambar 2. Langkah- langkah penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

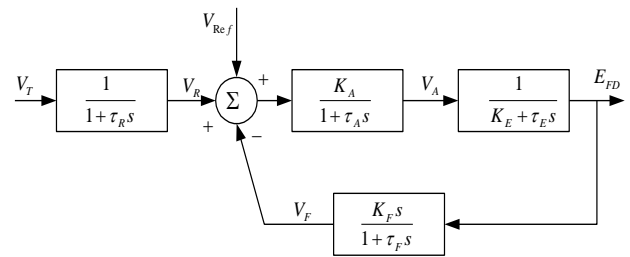
Keuntungan teknologi doubly fed induction generator adalah kemampuannya bersama konverter elektronika daya untuk menghasilkan Turbine Data Menu dan Turbine Power Characteristics menyerap daya reaktif, sehingga dengan demikian tidak diperlukan pemasangan bank kapasitor sebagaimana jika digunakan generator induksi sangkar tupai[3]. Tegangan terminal akan dikendalikan pada nilai yang dikehendaki sesuai dengan tegangan acuan. Namun, keuntungan khusus dari konsep ini adalah

kemampuan untuk mengontrol daya aktif dan reaktif secara terpisah. Selanjutnya, hanya 1/3 dari daya pengenal generator yang ditransmisikan melalui sirkuit rotor dan konverter frekuensi. Pada doubly fed induction generator, kecepatan rotor dapat di variasikan hingga 30% dari kecepatan normalnya[4]. Kenaikkan tingkat daya dalam kondisi angin yang berubah dan meminimalkan fluktuasi yang tidak diinginkan dalam jaringan listrik serta tekanan yang diberikan pada komponen penting struktur.

A. Sistem Eksitasi

Sistem kontrol eksitasi umumnya terdiri dari beberapa komponen yaitu penyearah (*rectifier*), pengatur tegangan (voltage regulator) dan komparator, (penguat amplifire) dan exciter[5].

Sistem eksitasi yang ditinjau untuk generator dari sistem tenaga listrik adalah sebagai berikut



Gambar 3. diagram blok sistem eksitasi [6]

Dari Gambar 3 persamaan dapat di tulis

$$\dot{V}_A = \frac{K_A}{\tau_A} (V_{ref} - V_F) - \frac{1}{\tau_A} V_A \dots \dots \dots (1)$$

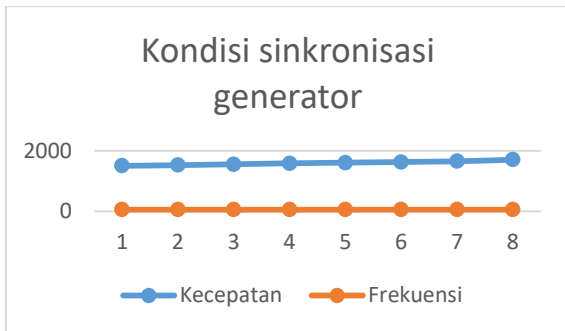
B. Kondisi Sinkronisasi Generator

Pengujian sinkronisasi dengan metode supersinkron pada Doble Fed Induction Generator (DFIG) dengan variasi putaran mulai dari kecepatan 1500 sampai 1900 Rpm pada generator tanpa beban. Adanya pengaruh kecepatan putar terhadap frekuensi generator induksi kecepatan rendah dalam kondisi tak berbeban. Frekuensi generator akan berubah secara proporsional seiring dengan kenaikan kecepatan putarnya. Hal ini sesuai dengan teori mesin listrik yang menyatakan bahwa kecepatan putar generator akan menentukan frekuensi generator. Semakin tinggi kecepatan putarnya maka semakin tinggi frekuensinya, namun generator berbasis DFIG pada frekuensi akan dipertahankan sesuai dengan frekuensi jala-jala walaupun kecepatan generator yang disebabkan oleh fluktuasi angin yang berubah-ubah setiap saatnya, sehingga generator akan mempertahankan sinkronisnya seperti diperlihatkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Koindisi sinkronisasi generator

No	Kecepatan (Rpm)	Frekuensi (Hz)	Status
1	1500	50	Sinkron
2	1520	50	Sinkron
3	1550	50	Sinkron
4	1580	50	Sinkron
5	1600	50	Sinkron
6	1620	50	Sinkron
7	1650	50	Sinkron
8	1700	50	Sinkron

Dari grafik diatas generator dapat mempertahankan frekuensinya dalam kondisi perubahan putaran dengan kecepatan tinggi sehingga generator DFIG tetap berada dalam keadaan sinkron. dan frekuensi generator dalam keadaan stabil dengan fluktuasi angin



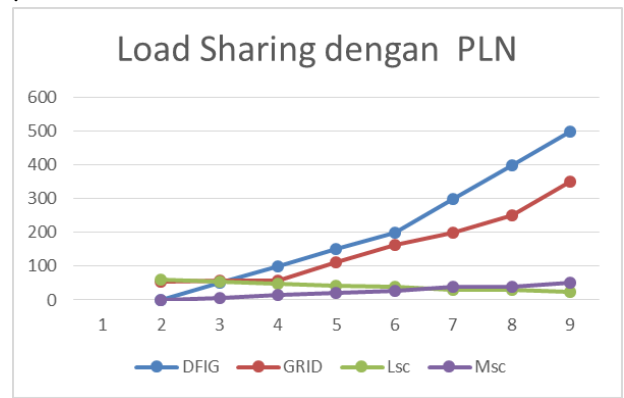
Gambar 2. Grafik sinkronisasi generator

C. Load Sharing pada kecepatan 1800 Rpm

Pengoperasian Generator berbasis DFIG pada kecepatan angin yang kencang Pembagian beban (load sharing) terhadap Grid tidak berpengaruh yang signifikan terhadap perubahan daya dimana perilaku transfer daya masih dalam keadaan stabil hal ini dapat dilihat dari Tabel 4.2, dimana semakin besar transfer daya ke semakin semakin tinggi selisih daya yang disuplai oleh grid. Pada pengujian dimana DFIG memberikan 0 watt ke grid pada saat yang sama grid harus memberikan daya sebesar 54 watt, namun pada saat DFIG membagikan beban sebesar 500 watt, grid hanya mengembalikan 350 watt mempunyai selisih 150 watt atau 30%.

Tabel 4.2. Load Sharing dengan PLN

No	Putaran (Rpm)	DFIG (watt)	GRID (Watt)	Lsc (watt)	Msc (watt)
1		0	54	61	0
2		50	56	54	7
3		100	58	48	14
4	1800	150	111	42	20
5		200	163	38	26
6		300	200	31	38
7		400	250	29	39

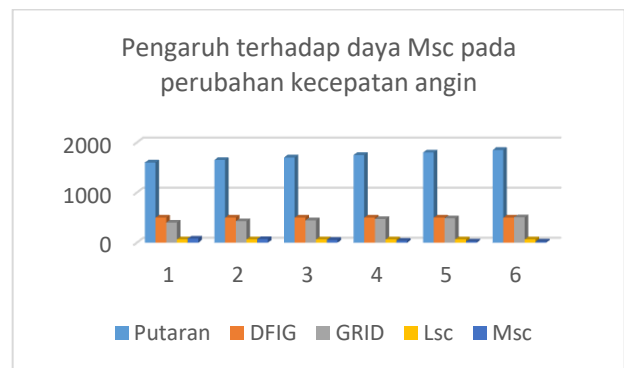


D. Pengaruh terhadap daya Msc pada perubahan kecepatan angin

Kelebihan putaran generator akibat kecepatan angin yang tinggi memiliki keuntungan bagi DFIG itu sendiri dimana energi yang diserap dari grid untuk pengoperasiannya generator DFIG mendapatkan penurunan daya hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 dimana rata-rata penurunan daya dari 6 (enam) kali perubahan kecepatan penurunan Msc sebesar 11%.

Tabel 4.3. Pengaruh terhadap daya Msc pada perubahan kecepatan angin

No	Putaran (Rpm)	DFIG (watt)	GRID (Watt)	Lsc (watt)	Msc (watt)
1	1600	500	400	66	80
2	1650	500	429	66	71
3	1700	500	444	66	53
4	1750	500	472	66	38
5	1800	500	487	66	23
6	1850	500	505	66	20



IV. KESIMPULAN

Frekuensi Generator pada generator berbasis Doble Fid induction Generator (DFIG) dapat dipertahankan pada kecepatan angin yang sangat tinggi sesuai dengan frekuensi jala-jala, walaupun kecepatan generator yang berubah-ubah disebabkan oleh fluktuasi angin.

Pembagian beban (load sharing) terhadap Grid tidak berpengaruh yang signifikan terhadap perubahan daya. dimana perilaku transfer daya masih dalam keadaan stabil, besar selisih transfer daya mencapai 30%.

REFERENSI

- [1] Nur arsyk Hidayatullah dkk. 2016 "Optimalisasi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Angin Turbin Sumbu Horizontal dengan Menggunakan Metode Maximum Power Point Tracker" (JEECAE) JEECAE Vol.1, No.1, Oktober 2016
- [2] Dion Satya Prayoga 2016 "Rancang bangun sistem pembangkit listrik tenaga angin dengan vertical-axis wind turbine" e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.1 April 2016 | Page 12
- [3] Hilmansyah dkk 2017 "Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Kendali Pi" JURNAL SAINS TERAPAN NO.1 VOL. 3 ISSN 2406 – 8810
- [4] Antonov Bachtiar dkk 2018 "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras" JURNAL TEKNIK ELEKTRO ITP, Vol. 7, No. 1, JANUARI 2018
- [5] Andreas Petersson, "Analysis, Modelling and Control of Doubly-Fed Induction Generator for Wind turbines", Chalmers University of Technology, Göteborg, 2005.
- [6] Farrag, M. E. A., and Putrus, G. A., 2014, Analysis of the Dynamic Performance of Self-Excited Induction Generators Employed in Renewable Energy Generation, Energies