

Pengaruh PLTB Sidrap Terhadap Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan

I Putu Riasa¹, Rukmi Sari Hartati², Ida Bagus Gede Manuaba³, Dewa Ayu Sri Santiari⁴

Submission: 29-10-2019, Accepted: 26-11-2019

Abstract—New and renewable energy has become the green energy trend in the electric power system going forward. The Bayu Power Station (PLTB) is one of the centers of electricity generation with a primary source of energy that is pollution-free and environmentally friendly. Currently in the South Sulawesi system, PLTB has operated with a total power of 70 MW at a base load of around 700 MW. Because PLTB is very dependent on wind conditions, the power generated becomes unstable and this has a significant intermittent effect on the stability of the system. The results of this study indicate that the intermittent composition of nuclear power plants is increasing from the April-July 2018 period. This ever increasing contribution disrupts frequency stability in the South Sulawesi system

Keys : Renewable Energy, PLTB, Intermittent, Frekuensi

Intisari— Energi baru dan terbarukan (EBT) telah menjadi trend green energy pada sistem tenaga listrik ke depan. Pusat Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah salah satu pusat pembangkit listrik dengan sumber energi primer yang bebas polusi dan ramah lingkungan. Saat ini pada sistem Sulawesi Bagian Selatan telah beroperasi PLTB dengan daya total 70 MW pada beban dasar sekitar 700 MW. Karena PLTB sangat bergantung dengan kondisi angin, maka daya yang dibangkitkan menjadi tidak stabil dan hal ini memberi efek *intermittent* yang signifikan pada kestabilan sistem. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi *intermittent* PLTB semakin meningkat dari periode April-Juli 2018. Kontribusi yang semakin meningkat ini mengganggu kestabilan frekuensi pada sistem Sulawesi Bagian Selatan.

Kata Kunci— Renewable Energy, PLTB, Intermittent, Frekuensi

I. PENDAHULUAN

Penggunaan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) mulai menjadi trend kebijakan energi di semua negara saat ini. Hal ini dikarenakan adanya isu pemanasan global yang menyebabkan meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRC) ke atmosfer. EBT adalah bentuk energi yang ramah lingkungan sehingga ideal untuk kehidupan manusia di masa depan. Pusat Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dan Pusat Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit EBT yang paling populer saat ini. Pusat listrik ini pada kontribusinya dalam suatu sistem kelistrikan memiliki masalah yang terkadang dikesampingkan, yakni ketidakstabilan daya yang dikeluarkannya.

¹Mahasiswa, Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jl. Letjen Hertasning, Panakkukang Makassar, Sulawesi Selatan, Kode Pos: 90222; 041145219; fax: 0411444339; e-mail: riasa@pln.co.id

^{2, 3}Dosen, Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar, Bali, Indonesia e-mail: rshartati@gmail.com; ibgmanuaba@unud.ac.id

⁴Dosen, Teknik Elektromedik Universitas Bali Internasional, Denpasar, Bali, Indonesia e-mail: dwayu.santi@gmail.com

Energi Baru dan Terbarukan (EBT) berdasarkan sifat pasokan dayanya, dapat di klasifikasikan menjadi intermiten dan primer. Intermiten adalah energi yang tidak dapat memberikan daya 24 jam/hari atau secara kontinyu seperti angin dan surya. Sementara primer adalah yang sifatnya dapat di andalkan untuk mensuplai daya secara kontinyu 24 jam/hari, atau paling tidak faktor ketersediaannya bisa direncanakan secara akurat seperti : air, panas bumi, biomassa dan nuklir.

Pembangkit intermiten mempunyai risiko ketidakpastian yang tinggi sehingga jika komposisinya di atas 1% dari daya beban riil sistem, maka keberadaannya memberi dampak bagi kestabilan sistem. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh PLTB Sidrap terhadap kestabilan sistem kelistrikan Sulawesi Selatan.

II. PENGARUH FREKUENSI TERHADAP OPERASI SISTEM TENAGA LISTRIK

Ada tiga hal yang perlu diperhatikan dan saling terkait pada operasi sistem tenaga listrik, yaitu andal, kualitas dan optimal [1]. Keandalan merupakan keadaan dimana sistem mempunyai tingkat keamanan yang memiliki kemampuan untuk mengatasi kemungkinan terjadinya gangguan pada sisi konsumen [1]. Tiga faktor utama kualitas daya adalah tegangan, frekuensi, dan bentuk gelombang, apabila salah satunya tidak memenuhi syarat maka akan mempengaruhi keselamatan dan produksi tenaga listrik [2]. Tenaga listrik pada suatu sistem kelistrikan, harus mampu melayani beban secara kontinyu dengan kualitas pelayanan yang baik seperti tegangan dan frekuensi yang konstan serta cepat stabil apabila mengalami perubahan beban [3]. Hasil pengukuran tegangan, frekuensi, dan bentuk gelombang yang stabil sesuai dengan standar range yang ditetapkan menunjukkan bahwa tenaga listrik yang dihasilkan oleh suatu sistem telah memenuhi kualitas. Sedangkan optimal berarti sistem dapat dioperasikan secara ekonomis dengan tetap memperhatikan keandalan dan kualitas kelistrikannya.

Urutan prioritas pada pelaksanaan pengendalian operasi sistem tenaga listrik dapat berubah sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan (real time). Pada saat terjadi gangguan, maka tingkat keamanan merupakan prioritas utama, sedangkan kualitas dan ekonomi bukan hal yang diutamakan. Di sisi lain, ketika tingkat keamanan dan kualitas sudah terjamin, maka selanjutnya sisi ekonomi harus mulai diprioritaskan.

Frekuensi adalah besaran yang dipergunakan untuk menunjukkan kualitas tenaga listrik. Besaran ini berlaku sama pada setiap bagian sistem, walaupun diukur pada tempat atau keadaan yang berbeda [1].



Frekuensi menunjukkan banyaknya nilai gelombang sinusoida tegangan atau arus listrik dalam rentang waktu satu detik. Satuan frekuensi dinyatakan dalam Hertz (Hz). Satu Hertz berarti satu siklus per detik (cycle/second) [1]. Frekuensi dalam pembangkitan tenaga listrik, menunjukkan jumlah putaran elektrik mesin pembangkit. Satu gelombang sinusoida menunjukkan satu putaran elektrik. Sistem kelistrikan di Indonesia yang di kelola PLN menggunakan frekuensi 50 Hz. Nilai ini setara dengan 50 putaran per detik atau 3000 putaran per menit.

Perbandingan keseimbangan sesaat antara daya yang dipergunakan oleh konsumen (beban) dengan daya yang disuplai oleh pembangkit tenaga listrik juga dapat dilihat dari frekuensinya. Pada saat keduanya seimbang, maka frekuensi adalah 50 Hz. Penyimpangan frekuensi terjadi apabila nilai sesaat antara suplai daya dan beban tidak sama [2]. Apabila frekuensi kurang dari 50 Hz maka hal tersebut menunjukkan suplai daya nyata dari pembangkit kurang dari daya beban. Di sisi lain apabila suplai daya dari pembangkit berlebih, mengakibatkan nilai frekuensi menjadi lebih besar dari 50 Hz. Ini menunjukkan bahwa suplai daya dan daya beban yang bersifat acak dapat membuat nilai frekuensi sistem kelistrikan berubah-ubah. Sehingga hal tersebut menyebabkan hampir tidak ada kemungkinan pasokan daya nyata unit pembangkit dapat terus menerus tepat sama dengan beban sistem.

III. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dengan melakukan analisa dari data-data yang dikumpulkan. Adapun data-data yang dikumpulkan antara lain adalah : data histori operasi pembangkit, konfigurasi dan parameter system, forecasting 2-3 tahun ke depan, dan karakteristik pembangkit –pembangkit yang ada di sistem Sulbagsel.

Lokasi pengambilan data sistem transmisi dan langgam beban pada penelitian ini dilakukan di sistem Sulawesi Bagian Selatan (Sulbagsel). Data karakteristik tiap unit pembangkit diambil di PLN Pembangkitan dan Penyaluran Sulawesi. Sedangkan data PLTB *intermitten* dan perubahan daya yang dibangkitkan per menit diambil di data operasi PLTB Sidrap Sulawesi Selatan, maupun dari historical data server APB sistem Sulsel.

Langkah selanjutnya yang dilakukan dilakukan setelah pengumpulan data adalah : menganalisa data kecepatan angin pada bulan Maret-Juli 2018 di wilayah Sidrap, menganalisa daya yang dibangkitkan PLTB periode April - Juli 2018, menganalisa historical beban sistem Sulawesi Selatan periode April - Juli 2018. Selanjutnya data pembangkit PLTB Sidrap dibandingkan dengan beban sistem Sulawesi Selatan sehingga diperoleh kontribusi PLTB Sidrap rata-rata perbulan terhadap beban sistem Sulawesi Selatan dalam bentuk persentase. Dari komposisi persentase ini akan diketahui nilai selang-seling (*intermitten*) pembangkit dalam suatu sistem akan mempengaruhi kestabilan pada sistem.

IV. SIMULASI DAN PEMBAHASAN

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Sidrap yang ditunjukkan pada gambar 1, memiliki daya mampu sebesar 70MW dengan 30 Wind Turbine Generator (WTG). Pembangkit ini pada tahun 2018, telah sinkron ke grid pada sisi tegangan 150 kV di GI PLTB Sidrap.

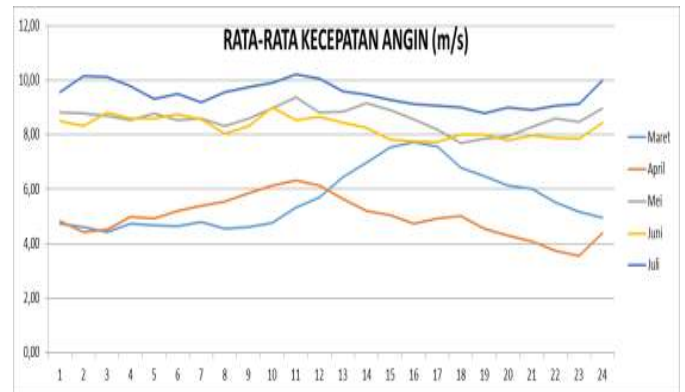
Data yang dianalisa dalam pembahasan ini adalah data bulan April 2018 sampai dengan data bulan Juli 2018, yang meliputi data kecepatan angin, daya yang dibangkitkan PLTB Sidrap, dan beban sistem Sulbagsel.



Gambar 1 Foto PLTB Sidrap Sulawesi Selatan

A. Data Kecepatan Angin

Berikut adalah data kecepatan angin per bulan untuk bulan Maret-Juli 2018 di wilayah Sidrap.



Gambar 2 Rata-rata kecepatan angin per bulan Maret-Juni 2018 (rata-rata jam)

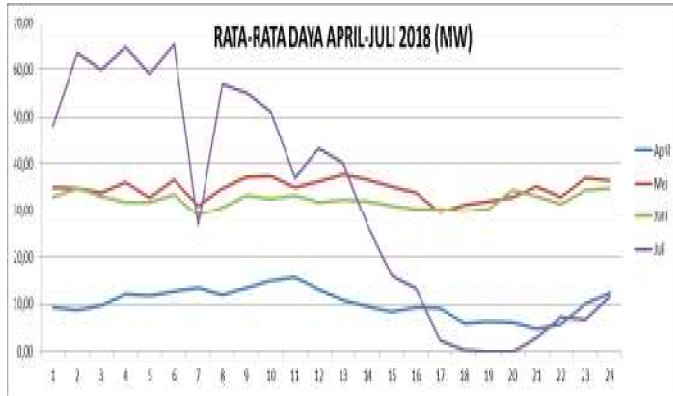
Data grafik gambar 2 menunjukkan bahwa ada pola yang hampir sama pada hari ke-10 s/d hari ke-13 yaitu kecepatan angin cenderung turun kemudian naik lagi. Tetapi hanya pola ini saja yang menunjukkan kemiripan dari data 4 bulan yang ada, sedangkan hari-hari yang lain tidak didapatkan pola kecepatan angin yang berulang dari bulan ke bulan (polanya sangat random).

B. Daya Dibangkitkan PLTB Sidrap

Berikut adalah data daya yang dibangkitkan oleh PLTB Sidrap untuk bulan April-Juli 2018.

Data daya yang dibangkitkan awal operasinya PLTB

Sidrap pada bulan Maret 2018 tidak dimasukkan dalam tulisan ini. Hal ini karena di awal operasi tidak semua unit beroperasi kontinyu sehingga kecepatan angin dengan daya dibangkitkan banyak ketidaksesuaian (tidak selalu inline).

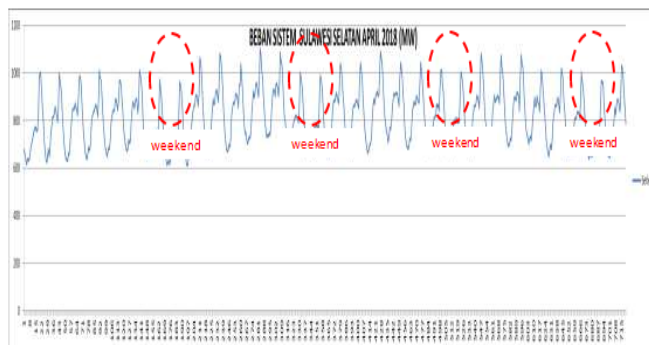


Gambar 3 Daya Rata-Rata bulan April-Juli 2018 (rata-rata jam)

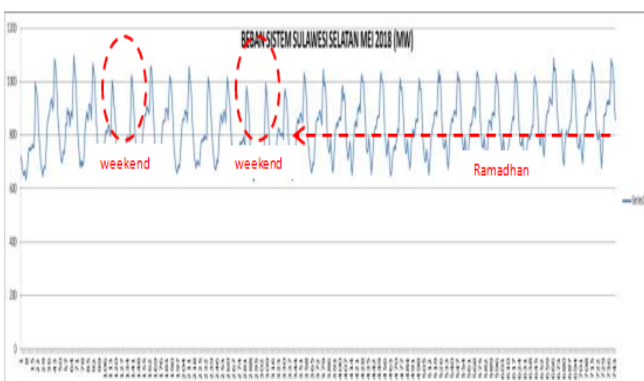
Data grafik gambar 3 menunjukkan bahwa daya yang dibangkitkan PLTB Sidrap pada bulan April - Juni 2018 cenderung stabil selama 24 jam, sedangkan pada bulan Juli 2019 daya yang dibangkitkan tidak stabil (random) selama selang waktu 24 jam.

C. Beban Sistem Sulawesi Selatan

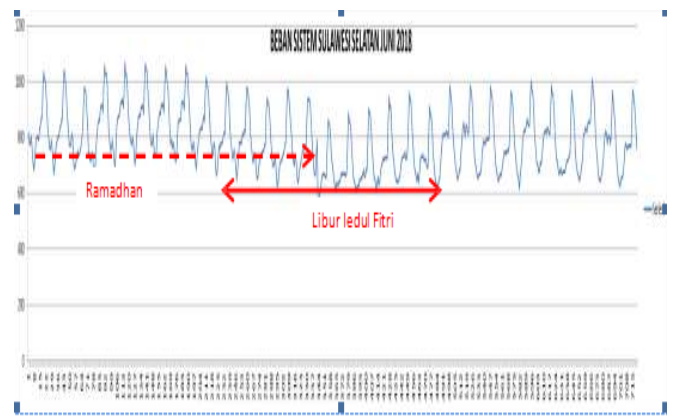
Berikut adalah beban sistem Sulawesi Selatan periode bulan April s/d Juli 2018.



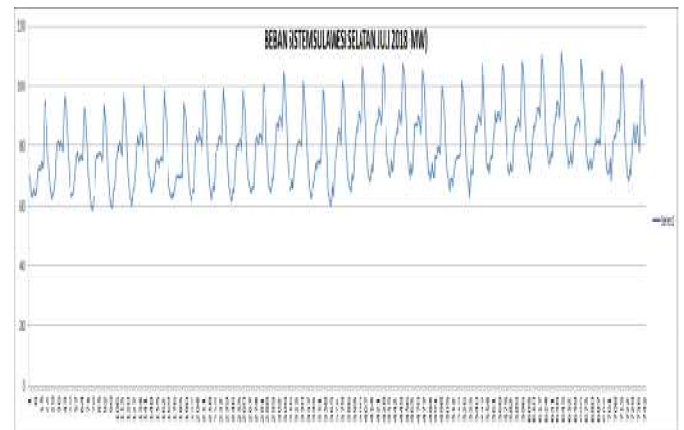
Gambar 4 Beban Sistem Sulawesi Selatan April 2018



Gambar 5 Beban Sistem Sulawesi Selatan Mei 2018



Gambar 6 Beban Sistem Sulawesi Selatan Juni 2018



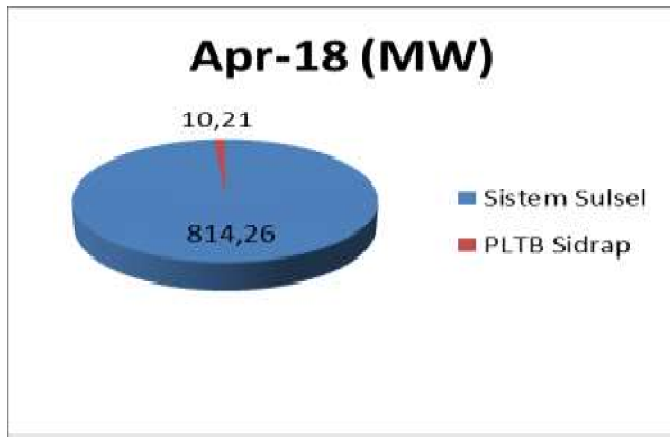
Gambar 7 Beban Sistem Sulawesi Selatan Juli 2018

Grafik pada gambar 4 - gambar 7 diatas menunjukkan beban sistem Sulawesi Selatan selalu berulang baik harian maupun mingguan. Pada saat weekend maka beban puncak sistem akan turun dari beban puncak pada *weekdays*. Pada bulan Mei 2018, yaitu saat dimulainya bulan Ramadhan (Puasa) pola beban sistem berubah, beban puncak sistem terlihat lebih tinggi dari pada hari-hari biasanya dan beban sistem pada *weekend* hampir sama dengan *weekdays*. Hal ini disebabkan karena saat bulan puasa banyak aktifitas yang dilakukan sampai larut malam. Selanjutnya saat cuti bersama dan libur Idul Fitri maka beban puncak sistem akan turun dari hari biasanya dan akan kembali ke pola sebelumnya saat libur telah selesai.

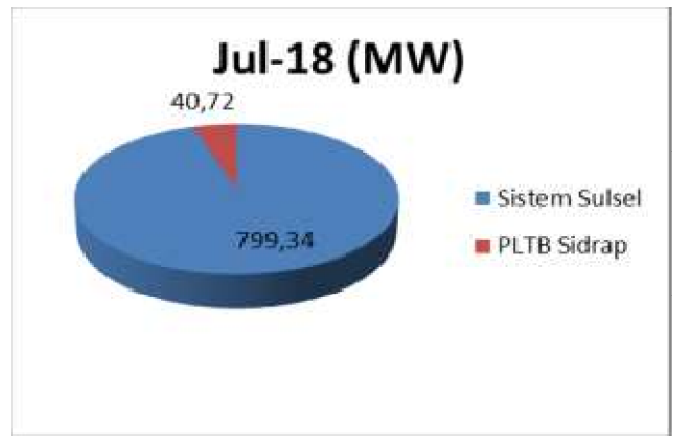
D. Perbandingan Komposisi PLTB Sidrap dengan Beban Sistem Sulawesi Selatan

Grafik pada gambar 8 - gambar 11 menunjukkan data pembangkit PLTB Sidrap dibandingkan dengan beban sistem Sulawesi Selatan. Data dibawah ini adalah rata-rata beban per bulan PLTB Sidrap dan beban Sistem Sulawesi Selatan.

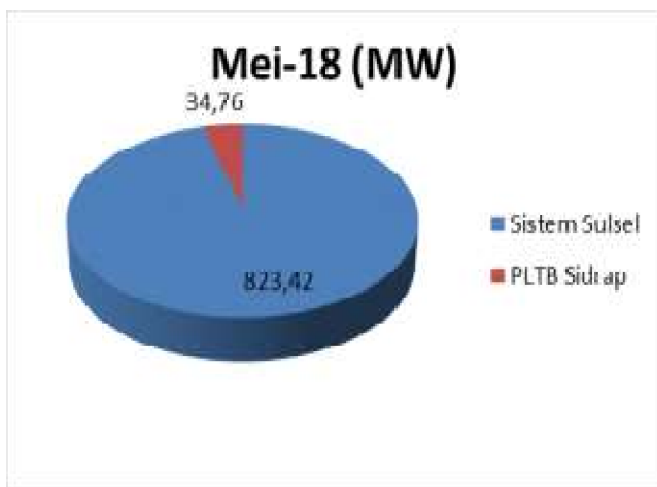




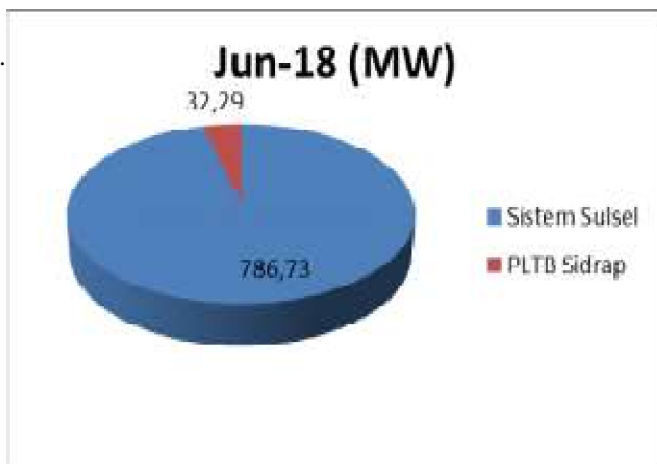
Gambar 8 Perbandingan Beban PLTB Sidrap dengan Beban Sistem Sulawesi Selatan April 2018



Gambar 11 Perbandingan Beban PLTB Sidrap dengan Beban Sistem Sulawesi Selatan Juli 2018



Gambar 9 Perbandingan Beban PLTB Sidrap dengan Beban Sistem Sulawesi Selatan Mei 2018



Gambar 10 Perbandingan Beban PLTB Sidrap dengan Beban Sistem Sulawesi Selatan Juni 2018

Berdasarkan data pada gambar 8 - gambar 11 maka diperoleh kontribusi PLTB Sidrap rata-rata perbulan terhadap beban sistem Sulawesi Selatan yang ditunjukkan tabel 1.

TABEL I
PERSENTASE PLTB SIDRAP TERHADAP BEBAN
SISTEM SULAWESI SELATAN

Bulan	Persentase PLTB Sidrap
April 2018	1,25 %
Mei 2018	4,22 %
Juni 2018	4,10 %
Juli 2018	5,09 %

Data pada tabel 1 menunjukkan bahwa kontribusi PLTB Sidrap rata-rata perbulan terhadap beban sistem Sulawesi Selatan paling rendah berada pada bulan April 2018 dan paling tinggi berada pada bulan Juli 2018. Besar kecilnya komposisi PLTB ini sesuai dengan data pada gambar 3, dimana pada bulan April 2018 besarnya daya yang dibangkitkan paling rendah, sedangkan pada bulan Juli 2018 dihasilkan daya yang paling tinggi dengan kondisi yang tidak stabil (selang-seling).

Nilai selang-seling (*intermitten*) pembangkit dalam suatu sistem akan mempengaruhi kestabilan pada sistem tersebut. Dimana semakin besar komposisi *intermitten* dalam sistem, maka kestabilan sistem akan semakin rentan, karena ramping rate pembangkit *intermitten* mengganggu kestabilan frekuensi sistem.

Data pada tabel 1 menunjukkan bahwa kontribusi PLTB Sidrap rata-rata perbulan terhadap sistem Sulawesi Selatan mengalami peningkatan dari 1,25 % pada bulan April 2018 menjadi 5,09 % pada bulan Juli 2018. Persentase yang meningkat ini menunjukkan nilai *intermitten* yang semakin besar pula pada sistem. Hasil persentase tersebut menyatakan bahwa PLTB Sidrap mempengaruhi kestabilan frekuensi sistem Sulawesi Selatan.

V. KESIMPULAN

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu adalah salah satu pembangkit energi terbarukan yang sangat bergantung dengan kondisi angin. Hal inilah yang menyebabkan daya yang dibangkitkan menjadi tidak stabil dan memberi efek *intermittent* yang signifikan pada kestabilan sistem. Kontribusi PLTB Sidrap rata-rata perbulan terhadap sistem Sulawesi Selatan yang meningkat dari 1,25% menjadi 5,09% menunjukkan bahwa komposisi *intermittent* PLTB semakin meningkat dari periode April-Juli 2018. Persentase yang meningkat ini menunjukkan nilai *intermittent* yang semakin besar pula pada sistem. Semakin besar nilai *intermittent* suatu sistem maka frekuensi sistem menjadi tidak stabil. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dinyatakan bahwa masuknya PLTB Sidrap mempengaruhi kestabilan frekuensi pada sistem kelistrikan Sulawesi Selatan.

REFERENSI

- [1] Roger C. Dugan, Mark F. Mc Granaghan, Surya Santoso, H. Wayne Beaty. 2004. "Electrical Power Systems Quality". Digital Engineering Library, Second Edition.
- [2] Yunfeng Liu, Jian Zhang. 2018. "Research on The Effects of Wind Power Grid to The Distribution Network of Henan Province". AIP Conference Proceeding 1955, 030005 (2018).
- [3] Made Dwi Noviantara, I Nengah Suweden, I Made Mataram. 2018. " Analisis Stabilitas Sistem Tenaga Listrik dengan *Automatic Generation Control (AGC) Dua Area* menggunakan Metode *Fuzzy Logic Controller*". Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol 17, No. 2, Mei - Agustus 2018.
- [4] A.Kusiak. 2009. "Prediction of Wind Farm Power Ramp Rates: A Data- Mining". Journal of Solar Energy Engineering, University of Iowa.
- [5] Cristobal Gallego-Castillo, Alvaro Cuerva-Tejero, Oscar Lopez-Garcia. 2014. "A review on the recent history of windpower ramp forecasting". DAVE-ETSIAE, Universidad Politecnica Madrid, Pza Cardenal Cisneros, 3, 28040 Madrid, Spain.
- [6] Dede Subakti, Director, Operations Engineering Services. 2018. "Renewable Energy Market and Transactions Mechanism". California ISO.
- [7] Guodong Liu, Kevin Tomsovic. 2012. "Quantifying Spinning Reserve in Systems With Significant Wind Power Penetration". IEEE Transactions On Power Systems, Vol. 27 No. 4 November 2012.
- [8] Miguel Angel Ortega Vazquez. 20016. "Optimizing the Spinning Reserve Requirement". University of Manchester for the degree of Doctor of Philosophy in the Faculty of Engineering and Physical Science
- [9] Stephen Rose and Jay Apt. 2015. "The Cost of Curtailing Wind Turbines for Frequency Regulation and Ramp-Rate Limitation". Carnegie Mellon Electricity Industry Center Department of Engineering and Public Policy and Tepper School of Business Carnegie Mellon University.
- [10] Yih-huei Wan. 2011. "Analysis of Wind Power Ramping Behavior in ERCOT". Technical Report NREL/TP-5500-49218, National Renewable Energy Laboratory 1617 Cole Boulevard Golden, Colorado 80401
- [11] Haijiao Wang, Zhe Chen, Quanyuan Jiang. 2015. " Optimal Control Method for Wind Farm to Support Temporary Primary Frequency Control with Minimised Wind Energy Cost". IET Renewable Power Generation, 2015, Vol. 9 Iss. 4, pp. 350-359.
- [12] S. Janarthanan. 2017. " Analysis of Grid Connected DFIG based Wind Farms for Reactive Power Compensation". International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS), Volume VI, Issue VI, June 2017.
- [13] Ahmed F. Zobaa, Ibrahim Ahmed, Shady H.E., Abdel Aleem. 2019. "A Comprehensive Review of Power Quality Issues and Measurement for Grid-integrated Wind Turbines". Recent Advances in Electrical & Electronic Engineering, 2019, 12, 210-222.
- [14] D. Zappala, N. Sarma, S. Djurovic, C.J. Crabtree, A. Mohammad, P.J. Tavner. 2019. " Electrical & Mechanical Diagnostic Indicators of Wind Turbine Induction Generator Rotor Faults". Elsevier Ltd. Renewable Energy 131 (2019) 14-24.



{ Halaman ini sengaja dikosongkan }