

Penentuan Lokasi Pembangkit Listrik Sistem Sulsebar dengan Pendekatan Sekuriti

Hestikah Eirene Patoding, Matius Sau, dan Rombe
Universitas Kristen Indonesia Paulus

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 13 Daya, Makassar
e-mail: hestikah@ukipaulus.ac.id; matiussau@ukipaulus.ac.id

Abstrak—Sistem kelistrikan di Sulawesi Selatan yang dikenal dengan sistem Sulsebar melayani dua propinsi yaitu Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Suplai daya listrik yang dikenal dengan system pembangkitan berjauhan dengan beban sehingga dibutuhkan kontinuitas pelayanan yang maksimal. Makalah ini bertujuan untuk meningkatkan kontinuitas penyaluran daya listrik ke konsumen dengan memperhatikan sekuritas dan stabilitas tenaga listrik pada sistem Kelistrikan Sulsebar dan menentukan lokasi pembangkit yang optimum secara simulasi. Metode simulasi yang dilakukan dengan tiga skenario yaitu pada kondisi sebelum penambahan pembangkitan, penambahan pembangkitan di Baru dan penambahan pembangkitan di Bontoala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontinuita penyaluran daya listrik ke konsumen pada sistem Sulsebar menjadi lebih baik (meningkat) pada saat penambahan kapasitas pembangkitan di Barru dibandingkan dengan kondisi sebelum penambahan pembangkitan. Dengan demikian maka Sekuritas dan stabilitas tenaga listrik pada sistem Sulsebar menjadi lebih baik dari segi tegangan maupun rugi-rugi daya yang terjadi namun masih ada beberapa bus yang berada di luar batas toleransi. Lokasi penambahan pembangkitan yang optimum ditunjukkan pada lokasi Bontoala (bus 33) secara simulasi, baik dari segi sekuritas, stabilitas maupun dari rugi-rugi daya yang ada.

Kata Kunci: *kontinuitas, sekuritas, stabilitas*

Abstract—*The electricity system in South Sulawesi, known as the South Sulawesi system, serves two provinces, South Sulawesi and West Sulawesi. Electric power source, known as the generation system far apart with the load so that maximum service continuity is needed. This paper aims to improve the continuity of electricity distribution to consumers by paying attention to the security and stability of electric power in the South and West Sulawesi (Sulsebar) Electricity system and determine the optimum location of the generator in a simulation. The simulation method is carried out with three scenarios, namely the conditions before the addition of generation, addition of generation in Baru and addition of generation in Bontoala. The results of the study show that the electricity supply to consumers in the South Sulawesi system is better (increasing) when increasing the generation capacity in Barru compared to the conditions before the addition of the generation. Thus, the security and stability of electric power in the South Sulawesi system is better in terms of voltage and power losses that occur, but there are still some buses that are outside the tolerance limit. The location of the addition of the optimum generation is shown in the location of Bontoala (bus 33) in a simulation, both in terms of securities, stability and power losses.*

Key Words: *continuous, securities, stability*

I. PENDAHULUAN

Besarnya kebutuhan akan energi listrik dengan jenis beban yang berbeda-beda (bervariasi) menyebabkan makin kompleksnya struktur dan pengoperasian suatu sistem tenaga. Hal ini dapat menimbulkan masalah dalam memenuhi persyaratan yang diperlukan.

Pengembangan dan pemanfaatan energi listrik didasarkan pada kebijakan energi secara menyeluruh dan terpadu dengan memperhitungkan peningkatan kebutuhan dan kemampuan pembangkitan yang ada.

Perencanaan pembangunan pembangkitan pada sistem kelistrikan Sulsebar 2015-2024 untuk kondisi tahun 2017 berlokasi di Jeneponto, Barru, Bakaru dan Sengkang. Kondisi ini dibutuhkan skenario penempatan pembangkitan agar suplai daya listrik ke konsumen menjadi handal dan memenuhi standar sekuritas sistem dari segi rugi-rugi daya dan stabilitas sistem. Kebutuhan energi listrik di Indonesia

khususnya Sulsebar terus meningkat seiring dengan pembangunan di berbagai sektor. Hal ini berdampak pada krisis energi listrik sehingga terjadi pemadaman bergilir namun demikian kondisi tersebut telah diminimalkan dengan penambahan kapasitas pembangkit

Studi aliran daya dapat dianalisis mengenai kontinuitas penyaluran daya listrik, sekuritas dan kestabilan sistem. Suatu sistem dikatakan kontinuitas dalam penyalurannya bila suplai daya dari pembangkitan sampai ke beban tidak mengalami kegagalan (padam). Hal ini tergantung pada kemampuan suatu pembangkit dan total beban yang akan disuplai. Berbicara mengenai kontinuitas tidak lepas dari suatu keandalan system tenaga yang dinyatakan dengan kemampuan suatu sistem tenaga listrik untuk mensuplai energi listrik ke beban secara kontinyu dalam periode waktu tertentu dan energi listrik tersebut harus tersedia saat

dibutuhkan. Sehubungan dengan kontinuitas suatu penyaluran daya berarti dibutuhkan analisis sekuritas dan stabilitas sistem.

II. STUDI PUSTAKA

A. Pendekatan Sekuriti

Suatu sistem tenaga dapat dikatakan memiliki sistem yang aman jika tidak ada pelanggaran terhadap kendala-kendala sekuritinya, dalam hal ini dapat berupa kendala sekuriti statik ataupun kendala sekuriti dinamik. Kendala sekuriti yang diperhatikan dalam penelitian ini adalah kendala sekuriti statis saat terjadi beban puncak [11].

Kendala-kendala sekuriti statik merupakan batasan-batasan operasi yang harus dipenuhi dalam pengoperasian sistem tenaga. Kendala-kendala yang harus dipenuhi adalah:

a. Tegangan.

Batasan operasi yang harus dipenuhi tegangan di setiap bus beban (PQ bus) adalah:

$V_i^m \leq V_i \leq V_i^M$ dengan V_i^m dan V_i^M masing-masing merupakan tegangan minimum dan tegangan maksimum yang diperkenankan di bus-i.

b. Aliran daya di saluran.

Batasan operasi yang harus dipenuhi oleh daya yang mengalir melalui saluran T adalah: $-T_L \leq S_T \leq T_L$ dengan S_T merupakan daya total yang mengalir di saluran T sedangkan T_L merupakan batasan operasi termal dari saluran T.

c. Pembangkitan daya aktif.

Batasan operasi untuk pembangkitan daya aktif adalah: $P_k^m \leq P_k \leq P_k^M$ dengan P_k^m dan P_k^M masing-masing merupakan daya minimum dan daya maksimum pembangkit di bus-k.

d. Pembangkitan daya reaktif.

Batasan operasi untuk pembangkitan daya reaktif adalah: $Q_k^m \leq Q_k \leq Q_k^M$ dengan Q_k^m dan Q_k^M masing-masing merupakan daya minimum dan daya maksimum pembangkit di bus-k.

B. Kestabilan Sistem

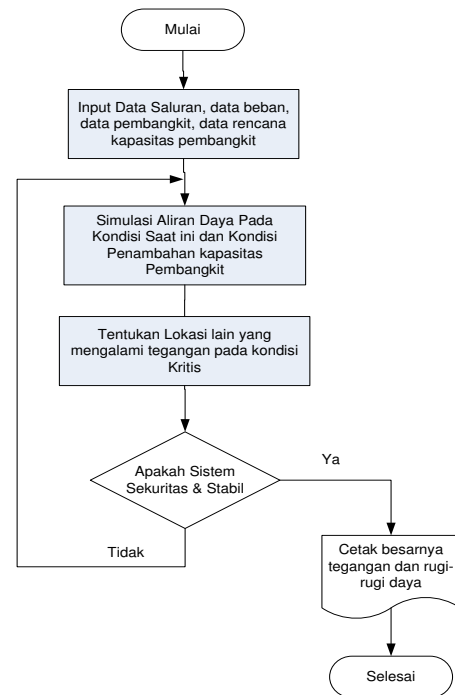
Suatu sistem dikatakan stabil bila tegangan pada setiap bus tidak melebihi atau kurang dari standar yang ada yaitu memiliki tegangan nominal tidak melampaui batasan tegangan yang ditetapkan sebesar $\pm 5\%$ dari tegangan normal. Untuk mengetahui bahwa system dalam kondisi stabil maka dibutuhkan studi aliran daya seperti dijelaskan sebelumnya. Hasil aliran daya ini akan menunjukkan bus-bus yang dapat mengalami kenaikan atau penurunan tegangan dari batas toleransi yang ada.

III. METODE

Gambar 1 memperlihatkan tahapan penelitian yang dilakukan untuk menentukan lokasi optimal pembangkit pada sistem Sulselbar sebagai berikut:

- a. Simulasi aliran daya menggunakan Metode Newton Raphson dalam aplikasi ETAP

- b. Hasil simulasi ETAP tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kontinuitas penyaluran daya listrik, kemudian dilanjutkan untuk mengetahui sekuritas dan satabilitas sistem.
- c. Berdasarkan point b maka dilanjutkan menganalisis lokasi penempatan pembangkit yang optimum dari segi rugi-rugi-rugi daya.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi sebelum penambahan kapasitas pembangkit

Hasil simulasi aliran daya sebelum penambahan pembangkit, menunjukkan bahwa total beban puncak sebesar 1050 MW dan total daya mampu sebesar 1240 MW sesuai dengan data operasi tahun 2017, dan total rugi-rugi yang ada adalah 18.853 MW dan 41.291 MVAR. Nilai ini masih dibawah batas toleransi rugi-rugi daya sebesar 10% dari total daya yang dibangkitkan

Analisis sekuritas sistem

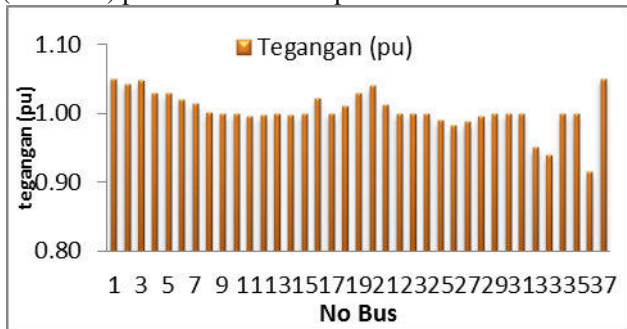
Nilai tegangan menunjukkan bahwa pada bus 33 dan bus 36, tegangannya di bawah batas toleransi yang diijinkan yakni $\pm 5\%$ dari tegangan nominalnya

Aliran daya pada setiap saluran menunjukkan bahwa daya yang dilewatkan pada setiap saluran masih dalam batas toleransi yang ada yakni tergantung pada kapasitas maksimum daya dilewatkan.

Daya aktif dan daya reaktif yang dibangkitkan oleh setiap generator masih pada batas daya mampu, artinya bahwa mesin dioperasikan pada kondisi normal karena belum melampaui batas daya mampu dari generator.

Analisis Ketabilan Sistem

Dari hasil simulasi, diperoleh besaran tegangan mengalami drop pada bus 36 (Brawaja) dan bus 33 (Bontoala) pada kondisi beban puncak malam.



Gambar 2. Besarnya tegangan terhadap no bus sistem Sulselbar

B. Kondisi saat penambahan PLTU 1 x 50 MW di Barru

Analisis Sekuritas Sistem

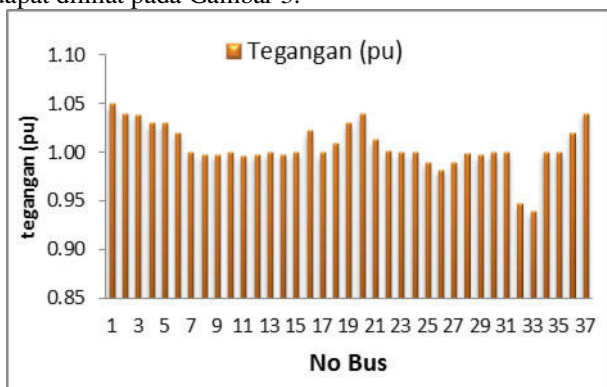
Penambahan pembangkitan di Barru sebesar 50 MW, kondisi bus 32 dan bus 33 masih di bawah batas toleransi, namun demikian tegangan pada bus 36 (Barawaja) menjadi stabil dari 0.92 pu menjadi 1.02 pu, dengan rugi-rugi sebesar 17.218 MW dan 30.171 MVAR. Hal ini menunjukkan bahwa rugi-rugi daya mengalami penurunan dari 18.853 MW dan 41.291 MVAR atau turun sebesar 1.635 MW (8.7%) dari rugi-rugi daya sebelum penambahan pembangkitan di Barru.

Aliran daya pada setiap saluran (lampiran 4) menunjukkan bahwa daya yang dilewatkan pada setiap saluran masih dalam batas kapasitas saluran yang ada.

Daya aktif dan daya reaktif yang dibangkitkan oleh setiap generator masih pada batas daya mampu dari setiap generator, artinya bahwa mesin dioperasikan pada kondisi normal karena belum melampaui batas daya mampu dari generator.

Analisis Ketabilan Sistem

Dari hasil simulasi, diperoleh besaran tegangan mengalami drop pada bus 32 (Tallo lama 70 kV) dan bus 33 (Bontoala) pada kondisi beban puncak malam, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.

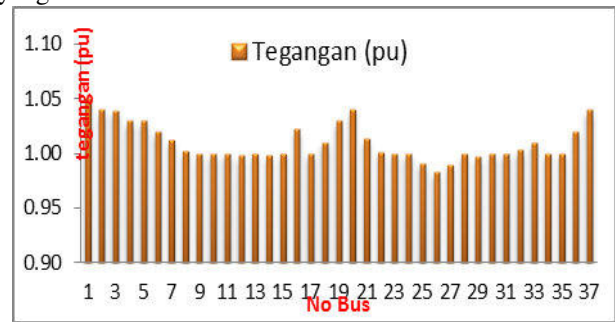


Gambar 3. Besarnya tegangan terhadap no bus sistem Sulselbar setelah penambahan kapasitas 50 MW

C. Lokasi Penambahan pembangkitan di Bontoala

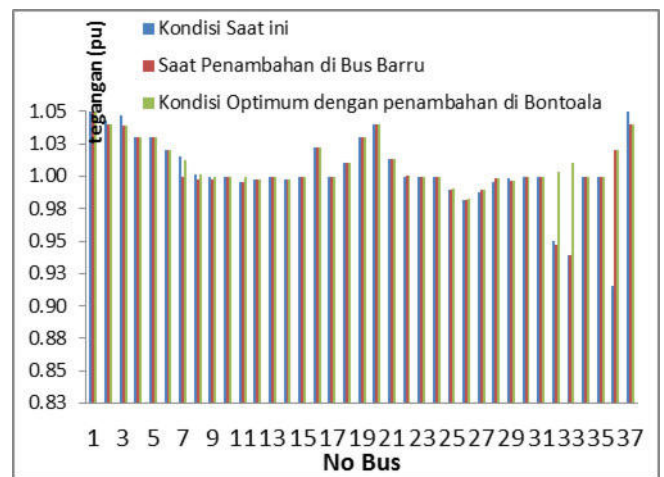
Pada saat lokasi penambahan pembangkitan ditempatkan pada bus 33 (bus Bontoala), tegangan sistem

yang sebelumnya drop menjadi stabil pada batas toleransi yang ada.



Gambar 4. Besarnya tegangan terhadap no bus sistem Sulselbar pada kondisi optimum

Ketiga hasil simulasi tersebut di atas dapat dilihat pada gambar 4 perbandingan tegangan sistem pada ketiga kondisi tersebut.



Gambar 5. Perbandingan tegangan sistem untuk tiga kondisi.

Besarnya ugi-rugi daya yang ada sebesar 15.682 MW dan 11.68 MVAR. Nilai ini lebih kecil dari rugi-rugi daya saat penambahan pembangkit di bus 7 (Barru).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi lewat skenario yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kuantinuitas penyaluran daya listrik ke konsumen pada system Sulselbar sebelum penambahan kapasitas pembangkit kurang stabil karena ada beberapa bus yang tidak stabil bahkan sampai kritis, namun demikian pada scenario penambahan kapasitas pembangkitan di Barru, kondisi system menjadi lebih baik karena tegangan yang kritis menjadi normal tetapi masih bus yang masih di luar batas toleransi sehingga dilakukan scenario dengan penambahan kapasitas pembangkit di Bontoala (bus 33) dan hasilnya menunjukkan bahwa system menjadi stabil dengan rugi-rugi daya yang minimum. Dengan demikian dapat ditunjukkan bahwa system Sulselbar dari segi sekuritas dan stabilitas secara simulasi.

REFERENSI

- [1] Allan J. Wood, 1996. Power generation, opration and control, second edition, Bruce F. Wollenberg, John wiley & Sons. Inc.
- [2] Anonim, 2000. User Manual Wien Automatic System Planning (WASP) Package, WASP-IV, International Atomic Energy Agency.
- [3] Anonim, 2000. Standar PLN (PUIL 2000), Jakarta.
- [4] Djiteng Marsudi, 2009 Operasi Sistem Tenaga Listrik, edisi kedua, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [5] Eugene A. Feinberg, Dora Genethliou, Load Forecasting, State University of New York, Stony Brook (diakses Oktober 2010)
- [6] Hadi Saadat, 2004 Power system Analysis , McGraw Hill.
- [7] Johan Karim, 2010 Perencanaan Jalur Tengah Sistem Interkoneksi Sulselbar, Universitas Hasanuddin , Makasar.
- [8] Kathleen Ann Cullen, 1999 Forecasting Electricity Demand using Regression Simulation Under Conditions of Insufficient Data, Agriculture and Natural Resource Economics, Morgantown, West Virginia. (Diakses Oktober 2016)
- [9] Ratnasari Sjamsuddin, 2008. Analisis Pengembangan Pembangkitan Sistem Kalimantan, Universitas Indonesia. (diakses, Mei 2017)
- [10] X. Wang, J.R. McDonald, 1994 Modern Power System Planning, McGraw Hill Book Company.
- [11] Yusri Ambabunga, 2010. Studi keandalan system tenaga listrik Sulselbar dengan pendekatan sekuriti, Universitas Hasanuddin, Makasar.