

Analisis Pengaruh Frekuensi Jaringan Listrik Terhadap Perubahan Beban PLTGU

Wahyu Hanaldi,¹Rhezal Agung Ananto,²Chandra Arie Nugrahanto,³

¹Akademi Komunitas Olat Maras, Sumbawa, 0852 39123444

²Politeknik Negeri Malang, Malang, 0341 404424

³Akademi Komunitas Olat Maras, Sumbawa, 0852 39123444

e-mail: wahyu.hanaldi@akoms.ac.id

Abstrak

Frekuensi jaringan listrik merupakan parameter penting dalam kestabilan sistem tenaga listrik. Perubahan frekuensi dapat berdampak langsung terhadap operasi pembangkit, khususnya pada pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU) yang memiliki karakteristik dinamis. PLTGU yang memiliki konfigurasi 1-1-1 yang terdiri atas turbin gas, HRSG dan turbin uap dilengkapi LFC dan governor pada turbin gasnya sedangkan turbin uap hanya akan menjadi follower dari turbin gas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan frekuensi terhadap perubahan beban yang ditanggung oleh PLTGU. Metodologi penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data historis dari sistem pembangkit. Hasil analisis menunjukkan bahwa penurunan frekuensi cenderung meningkatkan beban pada turbin gas dan turbin uap karena sistem kontrol pembangkit berusaha menjaga kestabilan daya. Sebaliknya, peningkatan frekuensi menurunkan respons beban. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam perencanaan sistem kendali frekuensi yang lebih adaptif untuk pembangkit beban menengah seperti PLTGU.

Kata Kunci: frekuensi sistem, beban listrik, PLTGU, kestabilan jaringan, sistem kendali

1. Pendahuluan

Frekuensi jaringan listrik idealnya dijaga konstan di sekitar 50 Hz (untuk sistem Indonesia). Namun, dalam kondisi beban dinamis dan gangguan jaringan, frekuensi dapat berubah, yang berdampak pada pembangkit (kundur,1994). PLTGU, yang menggabungkan turbin gas dan turbin uap dalam satu siklus, memiliki respon unik terhadap fluktuasi ini (sadaat,2002). Penelitian ini penting mengingat PLTGU banyak digunakan dalam sistem kelistrikan modern karena efisiensi dan fleksibilitasnya. PLTGU memiliki komponen utama yaitu turbin gas, HRSG dan turbin uap. Turbin gas dan turbin uap masing-masingnya terhubung dalam satu poros dengan satu unit generator listrik. Sedangkan HRSG merupakan suatu komponen yang menghubungkan antara turbin gas dengan turbin uap karena prinsip kerjanya adalah memanfaatkan gas buang pada turbin gas yang memiliki suhu yang tinggi sehingga potensi energi tersebut

diubah menjadi energi kinetik berbentuk uap air. Uap air tersebutlah yang digunakan untuk memutar turbin uap (horlock,2012).

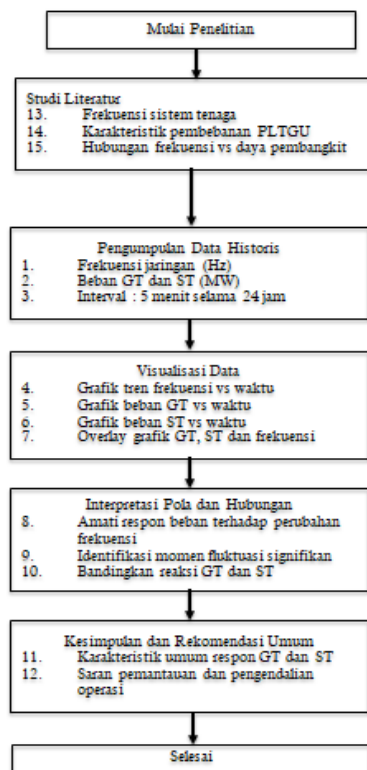
Frekuensi pada sistem listrik menjadi indikasi langsung terhadap keseimbangan antara daya pembangkit dengan beban yang ada seluruh sistem yang terhubung (machowski,2008). Frekuensi yang rendah mengindikasikan bahwa daya yang dibangkitkan oleh pembangkit listrik lebih rendah dibandingkan beban pada sistem. Sebaliknya jika frekuensi naik maka daya yang dibangkitkan terlalu tinggi dibandingkan beban.

Pembangkit listrik pada umumnya dilengkapi dengan sistem kendali yang berfungsi dalam mempertahankan frekuensi (IEEE Std,2011). Sistem governor dan Load Frequency Controller (LFC) merupakan jenis sistem kendali yang ada pada pembangkit. Sistem governor akan merespon perubahan frekuensi secara instan berdasarkan setingan deadband yang telah ditetapkan. Sedangkan LFC dalam merespon perubahan frekuensi dengan cara mengatur daya keluaran

generator secara manual oleh operator (MHPS,2020).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara perubahan frekuensi dengan perubahan beban. Selain itu juga penelitian ini juga kita mengetahui dampak frekuensi rendah atau pun tinggi terhadap performa suatu pembangkit. Sehingga dari penelitian ini bisa memberikan rekomendasi dalam pengendalian frekuensi untuk PLTGU.

1. Metode Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

1.1. Data Historis

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data dari PLTGU XYZ yang memiliki pola operasi 1-1-1 (satu turbin gas, satu HRSG dan satu turbin uap) selama satu hari. Data beban dalam satu hari pada suatu sistem saat normal terdiri atas beban rendah dimana pada jam tertentu tidak banyak beban yang muncul. Sedangkan saat beban puncak maka tingginya beban pada sistem atau tingginya pemakaian

listrik pada suatu sistem. Biasanya terjadi saat industri bekerja maupun saat malam hari dimana penerangan banyak dibutuhkan.

1.2. Parameter Yang Diamati

Parameter yang digunakan adalah frekuensi sistem (Hz), beban turbin gas (MW) dan beban turbin uap (MW). Frekuensi sistem secara langsung sudah terbaca pada sistem atau DCS (Digital Control System) karena pada suatu pembangkit listrik akan dilengkapi dengan synchroscope yang memiliki fungsi dalam menyinkronkan jaringan dengan generator pembangkit. Daya keluaran generator pada turbin gas dipengaruhi oleh inputan beban dari AGC maupun dari LFC akan tetapi turbin gas juga dilengkapi dengan sistem governor yang menjadi sistem kendali primer dari turbin gas (sugiharto dkk,2022). Turbin uap dalam hal ini berbeda dengan turbin gas tidak dilengkapi oleh sistem kendali tersebut, hal ini dikarenakan turbin uap bersifat follower terhadap turbin gas. Artinya semakin tinggi daya keluaran dari turbin gas maka semakin tinggi pula panas yang diserap oleh HRSG dan semakin tinggi pula daya keluaran dari generator turbin uap serta berlaku sebaliknya.

3.1 Hasil Dan Pembahasan

3.2 Data Beban GT, ST dan Frekuensi

Penelitian menggunakan data satu hari (24 jam) untuk beban GT, ST dan frekuensi dari PLTGU yang ditunjukkan pada tabel 1

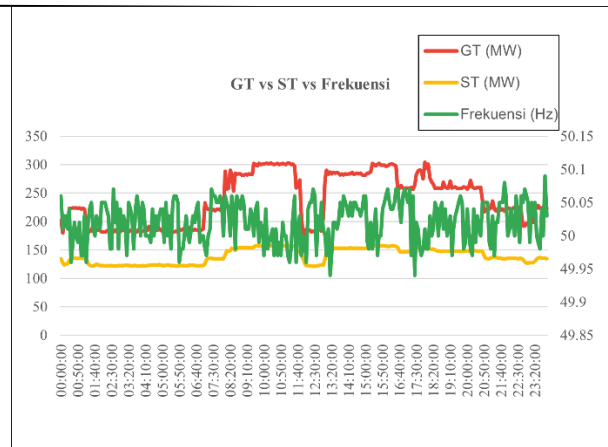
Tabel 1 Data beban GT, ST dan frekuensi PLTGU

Waktu	GT (M W)	ST (MW)	Frekuensi (Hz)
00:00:00	202	134.5	50.06
01:00:00	222	135	49.97
02:00:00	182	122.5	50.05
03:00:00	186	122.4	50.01
04:00:00	183	122.4	50.05
05:00:00	183	122.4	50.04
06:00:00	186	122.5	49.98

07:00:00	187	122.4	50
08:00:00	221	134.8	50
09:00:00	281	154	50.05
10:00:00	301	157.1	49.97
11:00:00	301	157	50
12:00:00	185	126.1	49.99
13:00:00	275	133.8	50
14:00:00	284	152.9	50.05
15:00:00	282	153	50.06
16:00:00	297	157	50.06
17:00:00	259	146.8	50.06
18:00:00	293	155.4	49.98
19:00:00	259	147.9	50
20:00:00	257	148.3	50.04
21:00:00	222	134.6	50.05
22:00:00	224	134.9	50
23:00:00	197	127.1	50.05
00:00:00	224	134.8	50.03

3.3 Korelasi Frekuensi vs Beban

Ditemukan korelasi negatif dimana penurunan frekuensi menyebabkan beban naik. Hal ini terlihat pada gambar 2 jam 00.00 sampai jam 00.50 menunjukkan frekuensi bernilai dibawah 50 Hz sedangkan beban GT dan ST menunjukkan kenaikan. Ketika beban telah sesuai makan frekuensi cenderung stabil pada nilai nominalnya. Pada jam 00.50 sampai 01.40 frekuensi mengalami kenaikan kemudian beban GT mengalami sedikit penurunan sedangkan ST tidak terlihat penurunan yang berarti. Sedangkan pada jam 08.20 hingga 11.40 frekuensi mengalami penurunan cukup lama kemudian diikuti oleh kenaikan beban GT dan ST yang cukup tinggi. Hal ini berarti frekuensi akan berhenti bereaksi ketika daya keluaran pembangkit yang telah dicapai sesuai dengan kebutuhan beban.



Gambar 2 Grafik perbandingan daya keluaran (MW) terhadap frekuensi

3.4 Peran Governor dan AGC

Sistem governor merespon perubahan dengan cepat tetapi kestabilan jangka menengah ditentukan oleh AGC. Sistem governor merespon perubahan dengan cepat dikarenakan masukannya menggunakan inputan dari frekuensi. Nilai frekuensi yang digunakan ditentukan oleh deadband yaitu nilai frekuensi yang ditentukan untuk direspon oleh governor. Ketika nilai frekuensi menyentuh nilai deadband, maka governor akan merespon dan mengubah daya generator yang dikeluarkan. Deadband ini diatur dalam dua batasan yaitu atas dan bawah. Ketika frekuensi menyentuh deadband atas atau lebih maka governor akan mengurangi daya keluaran generator dan berlaku sebaliknya.

4.1 Diskusi

PLTGU lebih sensitif terhadap penurunan frekuensi dibandingkan dengan pembangkit konvensional seperti PLTU karena karakteristik respon cepat turbin gas. Turbin uap memiliki proses konversi energi yang lebih panjang dibandingkan dengan turbin gas.

5.1 Simpulan Dan Saran

Perubahan frekuensi berpengaruh signifikan terhadap beban PLTGU, terutama pada bagian turbin gas. Turbin uap bersifat follower jadi akan merespon berdasarkan gas buang dari turbin gas. Diperlukan pengaturan sistem kendali yang lebih

adaptif dalam menghadapi fluktuasi frekuensi. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi gejolak yang sangat besar pada pembangkit listrik dan mengurangi dampak yang lebih besar terhadap sistem jaringan. Rekomendasi yang bisa diterapkan adalah berupa integrasi sistem AGC dengan prediktor frekuensi untuk meningkatkan respons pembangkit terhadap gangguan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] MHPS. (2020). Design Manual (Power Plant) Manual No TPB-19058.
- [2] Horlock, J. H. (2012). Combined Cycle System for Near-Zero Emission Power Generation. Woodhead Publishing.
- [3] IEEE Std 1547-2018, IEEE Standar for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources.
- [4] Kundur, P. (1994). Power System Stability and Control. McGraw-Hill.
- [5] Machowski, J., Bialek, J. W., & Bumby, J. R. (2008). Power System Dynamics : Stability and Control. Wiley
- [6] Sadaat, H. (2002). Power System Analysis. McGraw-Hill.
- [7] Sugiharto, A., dkk. (2022). Analisis Kinerja PLTGU Terhadap Gangguan Sistem. Jurnal Keteknikan Energi.