

ANALISIS SETTING SPEED DROOP DAN DEADBAND GOVERNOOR UNIT 1 PLTA MANINJAU SEBAGAI PENGATURAN FREKUENSI PADA SISTEM 150 KV

Vina Tri Wahyuni¹, Bambang Puguh Manunggal², Alvera Apridialianti Melkias³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : Vina.tri.tken19@polban.ac.id Email : bambang.puguh@polban.ac.id E-mail: alveramelkias@polban.ac.id

Abstrak

Kestabilan daya aktif dan frekuensi antara pembangkit dengan sistem jaringan harus dijaga karena dapat menyebabkan kerusakan pada pembangkit. Kestabilan frekuensi dipengaruhi oleh setting *speed droop* dan *deadband*. *Speed droop* merupakan suatu bilangan presentase yang menyatakan kepekaan sebuah unit pembangkit dalam merespon perubahan frekuensi, sedangkan *deadband* merupakan nilai perubahan frekuensi di mana governor mulai merespon untuk menambah atau mengurangi keluaran daya aktif generator, semakin kecil setting *speed droop* maka governor semakin peka terhadap perubahan frekuensi dan rentang kerja *deadband* geovernor juga semakin kecil. Ketidaktepatan dalam penyetingan *speed droop* dan *deadband* dapat mempengaruhi kerja dari unit pembangkit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh setting *speed droop* dan *deadband* governor unit 1 PLTA Maninjau. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan Teknik analisis deskriptif. Adapun sumber data yang digunakan adalah data operasional PLTA Maninjau unit 1. Data akan dianalisis berdasarkan ketetapan nilai *speed droop* dan *deadband* yang mempengaruhi frekuensi dan daya keluaran pembangkit. Berdasarkan sumber data yang didapatkan dari PLTA, ketetapan setting *speed droop* dan *deadband* itu sebesar 8% dan 4% untuk *speed droop* sedangkan untuk *deadband* disetting 0.6 % dan 0.2 %. Berdasarkan aturan selisih frekuensi yang diizinkan yaitu sebesar 1% atau 0,5 Hz dan jika dilihat pada data operasional PLTA Maninjau unit 1, tidak ada selisih frekuensi yang lebih besar dari 0,5 Hz. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh rentang kerja *deadband* (respon governor) pada pengaturan setting *speed droop* 1%. Pada pengaturan ini PLTA Unit 1 dapat merespon perubahan frekuensi sehingga pengaturan speed drop pada pembangkit pada *speed droop* 1%.

Kata Kunci: Beban, *Speed droop*, *Deadband*, Frekuensi

I. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik terdiri dari pembangkit, jaringan transmisi, jaringan distribusi, dan kemudian disalurkan kepada konsumen yang merupakan beban listrik. Sistem tenaga listrik yang baik harus dapat menyediakan energi listrik secara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Dalam menyalurkan energi listrik ke beban tentunya harus dengan tegangan dan frekuensi yang stabil. Indonesia menggunakan standar frekuensi yaitu 50 Hz dalam penyaluran energi listrik.

Permintaan beban listrik yang berubah-ubah setiap waktunya mempengaruhi nilai frekuensi yang tidak stabil. Perubahan kebutuhan daya aktif dalam operasi sistem mengakibatkan terjadinya perubahan frekuensi. Apabila kebutuhan beban lebih besar dari pada daya yang dibangkitkan atau terjadinya gangguan pada sistem maka frekuensi sistem akan turun. Jika daya yang dibangkitkan lebih besar dari pada kebutuhan beban maka frekuensi akan naik. Frekuensi yang berubah dari nilai nominalnya harus selalu berada

dalam batas toleransi. Untuk mempertahankan frekuensi yang stabil dan berada dalam batas toleransi, daya aktif yang dibangkitkan sistem harus sesuai dengan kebutuhan daya pada beban.

Pengaturan penyediaan daya aktif dilakukan dengan mengatur kopel mekanis yang diperlukan sebagai penggerak generator. Rotor generator pada suatu pembangkit listrik dikopel dengan suatu turbin. Pengaturan frekuensi dilakukan dengan menambah atau mengurangi jumlah energi yang akan menggerakkan turbin dan dilakukan dengan menggunakan sistem *governor*.

Sistem *governor* adalah sistem kontrol yang digunakan untuk menstabilkan putaran turbin. Pengontrolan putaran turbin berfungsi untuk menjaga nilai nominal frekuensi sebesar 50 Hz karena sistem tenaga listrik di Indonesia menggunakan frekuensi 50 Hz. Apabila frekuensi tidak stabil di angka 50 Hz maka akan menyebabkan kerusakan alat – alat kelistrikan pada pelanggan maupun kerusakan pada unit pembangkit. Salah satu metode operasi *governor* adalah dengan setting nilai *speed droop*, dan

deadband. *Speed droop* merupakan perbandingan antara beban listrik dengan frekuensi. Nilai dari *speed droop* menyatakan seberapa peka pengaturan putaran (*governor*) terhadap perubahan frekuensi. Nilai *speed droop* harus dalam rentang yang sekecil mungkin untuk keandalan kerja *governor*. Dalam menjaga kestabilan sistem *governor* dengan *setting speed droop* akan berpengaruh terhadap perubahan frekuensi akibat beban listrik yang tidak stabil.

Deadband merupakan nilai perubahan frekuensi di mana *governor* mulai merespon untuk menambah atau mengurangi keluaran daya aktif generator. *Deadband* frekuensi tergantung dari rentang frekuensi yang diizinkan dimana turbin generator dapat beroperasi sesuai dengan karakteristiknya.

Ketidak tepatan penyetingan *speed droop* dan *deadband* akan berpengaruh kepada bukaan *guide vane* dalam menstabilkan perubahan frekuensi agar sinkron dengan sistem jaringan 150 kV, dan juga berpengaruh kepada efisiensi *guide vane* dan turbin.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan Teknik analisis deskriptif. Adapun sumber data yang digunakan adalah data operasional PLTA. Penelitian ini dilakukan di PLTA Unit 1 Maninjau Sumatera Barat. Data diambilkan dari melakukan kunjungan lapangan dan dilakukan pengambilan data sampling untuk mendapatkan gambaran pengaruh setting sistem pengendalian *governor* dengan teknik *speed droop* yang dipasangkan pada Unit Pembangkit.

Selain pengaruh *speed droop* juga diamati pengaruh *setting dead band* pada pengaturan respon *governor*. Respon *governor* terhadap *speed droop* dan *dead band* pada pengaturan frekuensi pada *governor* menjadi menarik untuk dianalisis sehingga didapatkan nilai yang dapat disarankan untuk nilai setting yang baik pada pengaturan *governor* pembangkit Tenaga Air (PLTA) Unit 1 Maninjau sebagai objek studi.

III. HASIL DAN ANALISIS

Perubahan frekuensi setiap waktu, diakibatkan oleh perubahan beban, semakin besar beban maka frekuensi pembangkit akan turun, sebaliknya semakin kecil beban maka frekuensi pembangkit akan meningkat. Pada grafik pada Gambar 3.1 terlihat bahwa frekuensi paling kecil sebesar 49.96 Hz.



Gambar 3.1 Grafik Perubahan Frekuensi Terhadap Waktu



Gambar 3. 1 Grafik Perubahan Beban Pembangkit tiap Satuan Waktu

Pada grafik 3.2 terlihat bahwa beban puncak terjadi sekitar pukul 20.00 dan 21.00 WIB yaitu sebesar 16,1 MW, pada keadaan ini frekuensi akan menurun dari nilai normalnya yaitu 50 Hz, sehingga menyebabkan ketidak sinkronan antara frekuensi pembangkit dengan frekuensi sistem.



Gambar 3. 2 Grafik Perubahan Putaran Turbin Terhadap waktu

Semakin tinggi beban listrik maka kecepatan putar pada turbin juga semakin rendah sehingga frekuensi semakin kecil. Hal ini bisa dikatakan bahwa putaran Generator berbanding lurus dengan frekuensi dan berbanding terbalik dengan beban listrik.



Gambar 2 Grafik Pengaruh Frekuensi Terhadap Beban

Grafik pada Gambar 4 di atas memperlihatkan bahwa beban berbanding terbalik dengan frekuensi, semakin besar beban maka frekuensi akan semakin turun. Grafik diatas memperlihatkan bahwa beban puncak sebesar 16.1 MW dengan frekuensi 49.98 Hz.

3.1 Karakteristik Speed droop



Gambar 5 Panel Kontrol Governor Unit 1 PLTA Maninjau

PLTA maninjau unit 1 memiliki setting speed droop 8 %, dan 4 %. Dari hasil perhitungan putaran dan frekuensi pada saat beban penuh dengan setting speed droop 8% dan 4 %, terlihat bahwa semakin kecil setting speed droop maka respon governor semakin peka terhadap perubahan frekuensi, hal ini terlihat dari selisih dari frekuensi pada saat beban penuh dengan frekuensi normal 50 Hz.

Speed droop dapat diketahui dengan persamaan

$$SD = \frac{n_1 - n_2}{n} \times 100\% \quad (1)$$

3.2 Pengaruh Pengoperasian Speed Droop Governor.

PLTA Maninjau unit 1 memiliki kapasitas daya 17 MW, dengan karakteristik speed droop yang dimiliki 4% dan 8 %, sedangkan settingan deadband yang dimiliki sebesar 0.2% dan 0.6%. settingan ini akan mempengaruhi respon pembangkit terhadap perubahan nilai frekuensi

terhadap perubahan beban dengan cara mengontrol bukaan guide vane.

Untuk mengetahui pengaruh pengoperasian speed droop dengan menggunakan rumus seagai berikut:

$$\Delta P = \frac{\Delta freq (\%)}{SD (\%)} \times P_0 (MW) \quad (2)$$

Tabel 1 Pengaruh Pengoperasian Speed droop Governor

Speed droop (%)	Po (MW)	Δf (%)	ΔP (MW)
1	17	1	17,00
2	17	1	8,50
3	17	1	5,67
4	17	1	4,25
5	17	1	3,40
6	17	1	2,83
7	17	1	2,43
8	17	1	2,13
9	17	1	1,89
10	17	1	1,70

Dari perhitungan kedua setting speed droop terlihat bahwa perubahan frekuensi yang sama dengan nilai setting speed droop yang kecil menyebabkan kerja unit pembangkit lebih berat dibandingkan dengan setting speed droop yang lebih besar. Hal ini dapat dilihat dari perubahan daya (penambahan atau pengurangan daya) yang besar yang disebabkan dari setting speed droop.

3.3 Pengaruh perubahan daya aktif terhadap nilai frekuensi.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Daya Aktif Kebutuhan Konsumen Dengan Frekuensi

Kesenjangan daya aktif antara pembangkit dengan daya aktif kebutuhan konsumen dapat mempengaruhi frekuensi sistem, Hz dengan frekuensi normalnya sebesar 50 Hz.

Dari Gambar 3.2 terlihat bahwa daya aktif kebutuhan konsumen berbanding terbalik dengan frekuensi pembangkit, yang mana daya aktif dan frekuensi ini berubah setiap waktunya. Semakin tinggi

daya aktif kebutuhan konsumen maka frekuensi pembangkit semakin menurun, begitu juga sebaliknya, semakin kecil kebutuhan daya aktif kebutuhan konsumen maka frekuensi pembangkit semakin tinggi.

Frekuensi distabilkan pada pembangkit ini agar sinkron dengan frekuensi sistem yaitu 50 Hz, maka governor merespon guide vane sesuai settingan *speed droop* dan *deadband* dengan cara menambah dan mengurangi bukaan agar daya aktif yang dikeluarkan generator dapat menyeimbangkan atau memenuhi daya aktif yang dibutuhkan konsumen, sehingga frekuensi pembangkit dapat sinkron dengan frekuensi sistem.

3.4 Deadband frekuensi.

Deadband frekuensi adalah nilai perubahan frekuensi di mana governor mulai merespon untuk menambah atau mengurangi keluaran daya aktif generator. *Deadband* frekuensi tergantung dari rentang frekuensi yang diizinkan dimana turbin generator dapat beroperasi sesuai dengan karakteristiknya.

Efek *deadband* terhadap respon governor tergantung pada nilai perubahan frekuensi (Δf). Jika perubahan nilai frekuensi lebih kecil dari *deadband*, maka governor tidak akan merespon perubahan frekuensi. rentang nilai frekuensi batas kerja *deadband* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Respon Governor} = f_0 \times SD \quad (3)$$

Tabel 2 Respon Governor

Speed droop (%)	Respon Governor	f0 (Hz)	Rentang Frekuensi (Hz)
1	0,5	50	49,5 - 50,5
2	1	50	49 - 51
3	1,5	50	48,5 - 51,5
4	2	50	48 - 52
5	2,5	50	47,5 - 52,5
6	3	50	47 - 53
7	3,5	50	46,5 - 53,5
8	4	50	46 - 54
9	4,5	50	45,5 - 54,5
10	5	50	45 - 55

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel disimpulkan bahwa semakin kecil karakteristik nilai *speed droop* maka governor semakin peka terhadap perubahan nilai frekuensi dan sebaliknya semakin besar karakteristik nilai *speed droop* maka semakin lama governor akan merespon terhadap perubahan nilai frekuensi. Jika terjadi penurunan atau kenaikan nilai frekuensi melebihi rentang frekuensi yang diizinkan maka pengaturan pembebanan dan pengaturan frekuensi berada diluar batas kerja *deadband*, maka governor tidak dapat merespon

perubahan frekuensi dan berubah frekuensi direspon dengan regulasi sekunder.

3.5 Sistem Interkoneksi Jaringan 150 KV.

Berdasarkan aturan Menteri energi dan sumber daya alam nomor 37 Tahun 2008 mengenai aturan jaringan sistem tenaga listrik sumatera menetapkan frekuensi nominal sebesar 50 Hz diusahakan untuk tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz. Tegangan sistem 150 KV harus dipertahankan dalam Batasan paling rendah 135 KV dan paling tinggi 165 KV. Apabila kondisi pembangkit lebih rendah dari aturan tersebut maka sistem pembangkit tidak akan sinkron dengan sistem jaringan sehingga beban listrik tidak dapat dilayani oleh pembangkit, dan pembangkit tidak terhubung dengan pembangkit pembangkit lain yang saling terhubung.

Berdasarkan aturan selisih frekuensi yang diizinkan yaitu sebesar 1% atau 0,5 Hz dan jika dilihat pada data operasional PLTA Maninjau unit 1, tidak ada selisih frekuensi yang lebih besar dari 0,5 Hz. Dari perhitungan rentang kerja *deadband* (respon governor) terlihat bahwa dengan setting *speed droop* 1% sudah bisa merespon perubahan frekuensi pada PLTA unit 1, maka dari itu PLTA Maninjau dapat menyeting *speed droop* pada settingan 1% dengan rentang kerja *deadband* (49,5 - 50,5) Hz tanpa harus menetapkan penyetingan sebesar 8 % atau 4 %.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengolahan data dan penganalisaan dari hasil pengolahan data dapat disimpulkan:

1. Governor PLTA Maninjau unit 1 merupakan governor yang memiliki karakteristik *speed droop* yang mana bergantung kepada settingan *speed droop* dan *dead band*, dengan setting *speed droop* PLTA Maninjau Unit 1 sebesar 8% dan 4% sedangkan setting *Deadband* PLTA Maninjau unit 1 sebesar 0.6% dan 0.2%.
2. Setting *speed droop* 8% maka governor dapat merespon perubahan nilai frekuensi sebesar 4 Hz, dengan perubahan daya yang terjadi sebesar 2.125 MW. Sedangkan dengan setting *speed droop* 4% governor dapat merespon perubahan nilai frekuensi sebesar 2 Hz, dengan perubahan daya yang terjadi sebesar 4.24 MW.
3. Setting *speed droop* 8% maka rentang kerja *deadband* (nilai perubahan frekuensi) sebesar (46 – 54) Hz. Sedangkan dengan setting *speed droop* 4 % Maka rentang kerja *deadband* (nilai perubahan frekuensi) sebesar (48 – 52) Hz.

4. Jika rentang nilai perubahan frekuensi berada di luar rentang kerja *deadband*, maka governor tidak dapat merespon perubahan frekuensi, semakin kecil setting *speed droop* maka rentang kerja *deadband* semakin kecil, sedangkan semakin besar setting *deaband* maka rentang kerja *deadband* semakin besar pula.
5. Semakin kecil setting *speed droop* maka respon governor akan semakin peka terhadap perubahan nilai frekuensi. Akan tetapi semakin kecil setting *speed droop* dapat menyebabkan umur peralatan semakin pendek karena Ketika terjadi penurunan frekuensi sedikit saja, maka *guide vane* langsung merespon menambah atau mengurangi bukaan agar turbin dan generator menambah daya yang besar.

4.2 Saran

PLTA Maninjau Unit 1 memiliki karakteristik nilai *speed droop* diatur sebesar 8% dan 4% dengan rentang frekuensi yang dapat direspon oleh governor adalah ± 4 Hz dan ± 2 Hz. Sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 03 Tahun 2007, seharusnya ketetapan karakteristik nilai *speed droop* bisa diatur lebih kecil sekitar 3% - 4% agar governor lebih cepat merespon perubahan frekuensi pada sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Lukas, Rohi, D., & Tumbelaka, H. H. (2017). *Studi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Air PLTA di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas*. Surabaya.
- Nurhadian, D. (2021). *Analisa Pengaruh Guide Vane Open (GVO) Terhadap Performa Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Batang Agam Unit 2 Sumatera Barat*. pekanbaru.
- Pamundra, K. A. (2020). *Analisis Speed Droop Governor Sebagai Pengaturan Frekuensi Pada Sistem Tenaga Listrik PLTU Muara Karang Unit 5*. jakarta utara.
- Patriandari. (2010). *Analisis Pengoperasian Speed droop Governor Sebagai Pengaturan Frekuensi Pada Sistem Kelistrikan PLTU Gresik*. Surabaya.
- Tangkilisan, P. Y. (2015). *Analisa Perhitungan Specific Water Consumption Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air Di Sistem Minahasa*. Manado.
- Wanel, L. S. (2021). *Studi Analisa Pengaruh Setting Speed Droop Governor Terhadap Frekuensi di PLTA Maninjau*. Padang.