

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Mini hidro (PLTMH) menjadi salah satu solusi alternatif untuk mendapatkan energi listrik yang secara mandiri, khususnya di wilayah terpencil yang belum terjangkau oleh jaringan listrik konvensional akibat keterbatasan infrastruktur.

Didalam sistem tenaga listrik terdapat 2 macam gangguan yaitu gangguan yang bersifat transien (putus jaringan atau hubung singkat) dan gangguan yang bersifat dinamik (disekitar titik kerja yang diakibatkan oleh perubahan yang relative kecil). Gangguan dinamis dapat mengakibatkan kinerja dinamik menjadi tidak baik, bahkan dapat membawa sistem tidak stabil.

Untuk menjaga kestabilan tersebut sistem PLTMH umumnya menggunakan *speed droop governor*, yang berfungsi sebagai pengendali primer. Governor ini menyesuaikan daya keluaran berdasarkan perubahan frekuensi akibat fluktuasi beban. Mekanisme ini bekerja berdasarkan prinsip penurunan atau peningkatan frekuensi sistem, yang secara proporsional akan memicu perubahan posisi katup pengatur aliran air ke turbin, sehingga daya output dapat disesuaikan.

Dalam sistem PLTMH yang bersifat sederhana dan memiliki inersia rendah, diperlukan komponen untuk menjaga kestabilan frekuensi untuk menjaga kualitas dan keandalan listrik yakni *speed droop governor*. Governor ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa perubahan beban akan direspon dengan perubahan kecepatan turbin, dan secara otomatis akan menyesuaikan pembukaan katup air

agar daya yang dihasilkan seimbang (Patriandari,2016). Namun sistem ini memiliki keterbatasan dalam menjaga frekuensi tetap pada nilai nominal. Respon dari *speed droop* terhadap perubahan beban tidak selalu cepat, dan seringkali menyebabkan adanya penyimpangan frekuensi yang menetap (*steady-state error*), serta menghasilkan overshoot atau undershoot yang cukup besar.

Melihat keterbatasan dari kinerja *speed droop governor* nya dibutuhkan sebuah metode untuk mengontrol *speed droop governor* tersebut yakni dengan metode pengendali PID karna pengendali ini mampu memperbaiki performa governor agar lebih akurat dalam menjaga kestabilan frekuensi (Hamdani dkk.,2021). Dengan adanya kontrol PID, deviasi frekuensi akibat perubahan beban dapat direspon lebih akurat karena mampu merespon kesalahan dengan lebih cepat. Dalam menggunakan pengendali PID dalam mengontrol sistem *speed droop* governya sinyal dari kendali PID dapat diharapkan untuk mengatur aktuator governor untuk membuka atau menutup kutup air dengan tingkat presisi yang lebih tinggi. Dengan demikian, sistem *speed droop governor* nya tidak hanya lebih responsif terhadap perubahan beban, tetapi juga mampu meminimalkan deviasi frekuensi dan meningkatkan kestabilan operasional.

Penelitian ini akan disimulasikan dan bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa sistem PLTMH yang hanya menggunakan *speed droop governor* dengan sistem pengontrol yang menggunakan kontrol PID. Simulasi dilakukan menggunakan MATLAB/Simulink untuk memperoleh data frekuensi aktual, *overshoot*, *settling time*, dan *steady-state error*. Evaluasi ini akan memberikan gambaran seberapa seberapa besar pengaruh dari kendali PID ini

terhadap peningkatan responsif terhadap perubahan frekuensi dikarenakan fluktuasi beban pada sistem PLTMH Aek Silang 1 Hutaraja yang menggunakan *speed droop* governor.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang terdapat pada penelitian yang akan dilakukan, identifikasi masalahnya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Frekuensi sistem PLTMH cenderung tidak stabil ketika terjadi perubahan beban secara tiba-tiba.
2. Keterbatasan *speed droop* governor untuk mengembalikan frekuensi ke nilai nominal secara otomatis saat terjadi perubahan beban.
3. Diperlukan metode pengendalian kontrol PID untuk mempercepat waktu respon dalam meminimalkan *overshoot*, dan menghilangkan *steady-state error* agar kestabilan frekuensi dapat tercapai lebih baik.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan ruang lingkup penelitian ini agar lebih terarah dan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *MATLAB/Simulink*, tanpa implementasi langsung pada sistem fisik PLTMH.
2. Kontrol PID digunakan sebagai pengendali untuk mengontrol *speed droop* governor untuk meminimalkan deviasi frekuensi akibat perubahan beban.
3. Sistem pembangkit yang dimodelkan merupakan sistem PLTMH satu unit

generator dengan pembebanan variable.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan governor terhadap kestabilan frekuensi pada PLTMH Aek Silang 1 Hutaraja?
2. Seberapa efektif kontrol PID dalam meningkatkan kestabilan frekuensi pada sistem PLTMH Aek Silang 1 Hutaraja dibandingkan dengan sistem tanpa control PID?
3. Seberapa besar perbedaan parameter performa sistem seperti *frekuensi actual*, *overshoot*, *setting time*, dan *steady-state error (SSE)* antara sistem yang menggunakan *speed drop* governor saja dan sistem yang dikombinasikan dengan control PID?

1.5 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dari penelitian ini:

1. Menganalisis pengaruh penggunaan *speed droop* governor terhadap perubahan frekuensi pada sistem PLTMH Aek Silang 1 Hutaraja akibat variasi beban.
2. Merancang pemodelan sistem PLTMH Aek Silang 1 Hutaraja yang dilengkapi *speed drop* governor dan kontrol PID pada Matlab.
3. Menganalisa dan membandingkan performa sistem PLTMH Aek Silang 1 Hutaraja dalam menjaga kestabilan frekuensi antara kondisi menggunakan *speed drop* governor saja dan menggunakan kontrol PID.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yaitu:

1. Memberikan Gambaran penerapan kontrol PID dalam menjaga kestabilan frekuensi pada sistem PLTMH Aek Silang 1 Hutaraja dengan speed droop.
2. Menunjukkan efektivitas kontrol PID dalam meredam deviasi frekuensi akibat perubahan beban pada sistem PLTMH Aek Silang 1 Hutaraja.
3. Menjadi referensi dalam pengembangan sistem pengendalian frekuensi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) agar lebih efektif.