

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar belakang

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu alternatif penghasil listrik yang murah dan ramah lingkungan. Umumnya PLTMH dibangun untuk keperluan komunitas kecil dengan memanfaatkan laju aliran sungai. Listrik yang dihasilkan oleh PLTMH harus mempunyai frekuensi dan tegangan yang selalu berada pada daerah kerja yang diperbolehkan.

Frekuensi dan tegangan listrik yang dihasilkan generator sangat dipengaruhi oleh kecepatan putar generator. Sedangkan kecepatan putar generator dipengaruhi oleh beban. Pada malam hari (diatas jam 11) 90% rumah mematikan lampu, maka beban mikrohidro menjadi turun. Hal ini akan mengakibatkan roda gerak berputar lebih cepat. Akibatnya frekuensi listrik akan naik dan bila terlalu tinggi akan merusak alat-alat elektronik yang digunakan di rumah-rumah.

Oleh karena itu, pengendalian frekuensi agar selalu berada pada daerah kerja antara 49 Hz – 51 Hz sangat diperlukan. Mekanisme pengontrolan dilakukan secara otomatis yaitu dengan mengatur posisi bukaan *gate* sehingga aliran air yang masuk dapat disesuaikan dengan beban.

Ada beberapa Sistem pengendalian frekuensi pada sistem PLTMH diantaranya adalah pengaturan secara konvensional dengan menggunakan mekanik-hidrolik governor atau elektro hidrolik, karena sulit dalam hal perawatan dan sangat mahal sehingga tidak cocok untuk pembangkit listrik skala kecil.[1] Sistem pengaturan yang relatif murah dan banyak dipakai pada PLTMH adalah *Electronic load controller* (ELC). Bagian utama dari sistem kontrol ini terdiri dari panel kontrol dan *ballast load*. Prinsip pengaturannya adalah menyeimbangkan antara daya yang dihasilkan oleh generator dengan beban (daya) konsumen. Pada saat beban konsumen berkurang, kelebihan daya yang dihasilkan generator akan dipindahkan ke *ballast load* sehingga beban total pada generator tidak berubah.[2] Namun ELC banyak membuang energi yang berguna yang

seharusnya dapat dimanfaatkan. Sistem pengaturan lain yang cukup baik, murah dan mudah dalam perawatan yaitu menggunakan dc servomotor sebagai aktuator untuk pengaturan posisi bukaan gate.[3] Namun dengan menggunakan dc servomotor sistem akan menjadi lebih kompleks dan karakteristik sistem menjadi sangat tidak linier.

Untuk mengendalikan sistem yang kompleks dan tidak linier diperlukan suatu metode pengendali yang dapat bekerja secara optimal untuk mendapatkan nilai frekuensi yang selalu berada pada spesifikasi yang diinginkan. Metode yang dipilih adalah *Model Predictive Control* (MPC).

Dengan menggunakan MPC keluaran sistem dapat diprediksi dalam rentang waktu yang telah ditentukan sehingga respon sistem cepat. MPC juga dapat memprediksi gangguan yang terukur sehingga waktu yang diperlukan sistem dalam mengatasi perubahan beban menjadi lebih cepat. Di samping itu, MPC dapat menyuguhkan nilai lebih berupa kemampuannya dalam memberikan batasan-batasan (*constraints*) baik untuk sinyal kendali maupun untuk keluaran sistem. Hal ini tentunya akan sangat berguna pada proses pengendalian sistem jika dibandingkan dengan metode pengendali lainnya seperti Pengendali PID.

Pada penelitian ini akan dirancang algoritma MPC untuk pengendalian frekuensi pada sistem PLTMH dengan dc servomotor sebagai penggerak *gate*. Sistem PLTMH akan dimodelkan dengan metode pemodelan fisik yaitu dengan menggunakan prinsip dasar persamaan diferensial dan melakukan linierisasi pada titik kesetimbangan. Hasil linierisasi berupa persamaan matematika dalam bentuk ruang keadaan (*state space*). Hasil linierisasi inilah yang akan digunakan sebagai model untuk merancang pengendali. Untuk menunjukkan kehandalan pengendali MPC, juga akan dilakukan perbandingan kinerja pengendalian dengan pengendali PID dan formula Ackermann.

## 1.2 Tujuan Penulisan

Pembahasan dalam tesis ini bertujuan untuk merancang algoritma *Model Predictive Control* tanpa *constraint* dan Observer yang akan diaplikasikan pada sistem PLTMH yang menyuplai beban lokal. Perancangan Pengendalian ini dibuat agar sistem PLTMH dapat menghasilkan kecepatan putar (frekuensi) generator

Universitas Indonesia

yang konstan walaupun terjadi perubahan beban. Pengendalian dilakukan dengan cara mengatur bukaan *gate* servomotor sehingga aliran air yang masuk ke turbin dapat disesuaikan dengan kecepatan yang diinginkan.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Tesis ini membahas perancangan pengendali Model *Predictive Control* tanpa *constraint* dan estimasi variabel keadaan (*state*) menggunakan *full-order* observer pada pengendalian frekuensi di sistem PLTMH

### 1.4 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah:

1. Studi literature : mencari dan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan algoritma model *predictive control* dan observer
2. Membuat algoritma pengendali MPC tanpa *constraint*
3. Membuat algoritma pengendali observer
4. Melakukan simulasi sistem pengendali menggunakan *software* Matlab
5. Membandingkan kehandalan kinerja sistem antara pengendali MPC tanpa *constraint*, MPC tanpa *constraint* dengan observer, dan PID.

### 1.5 Susunan Penulisan

Penulisan laporan tesis ini dibagi dalam lima bab yang akan menjelaskan secara bertahap mengenai keseluruhan isi tesis ini.

Bab satu merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab dua membahas dasar teori yaitu tentang dasar teori *Model Predictive Control* dan observer. Bab tiga membahas mengenai pemodelan system fisik pembangkit listrik tenaga mikrohidro, perancangan algoritma pengendali MPC, dan langkah-langkah perancangan observer. Bab empat membahas hasil uji coba dan analisa terhadap hasil pengendalian yang dilakukan. Bab lima merupakan kesimpulan dari keseluruhan pembahasan dalam laporan tesis ini.