

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan berbagai industri hingga kebutuhan rumah tangga. Oleh karena itu diperlukan suatu pembangkit tenaga listrik yang kontinu pelayanannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Pusat-pusat pembangkit listrik yang ada harus dapat selalu memenuhi kebutuhan beban yang berubah-ubah serta daya yang tersedia dalam sistem tenaga listrik haruslah cukup untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik untuk pelanggan. Masalah yang unik dalam operasi sistem tenaga listrik adalah daya yang dibangkitkan atau yang diproduksi haruslah selalu sama dengan daya yang dikonsumsi oleh pemakai tenaga listrik yang secara teknis umumnya dikatakan sebagai beban sistem. Daya yang tersedia tergantung kepada daya yang terpasang pada unit - unit pembangkit dalam sistem dan juga tergantung dari kesiapan operasi unit tersebut. Beberapa faktor seperti kerusakan dan pemeliharaan rutin menyebabkan unit pembangkit tidak siap beroperasi.

Sistem tenaga listrik harus mampu menyediakan tenaga bagi pelanggan dengan frekuensi yang praktis konstan. Penyimpangan frekuensi dari nilai nominal harus selalu dalam batas toleransi yang diperbolehkan. Sehubungan dengan ini, maka untuk mempertahankan frekuensi dalam batas toleransi yang diperbolehkan, penyediaan atau pembangkitan daya aktif dalam sistem harus disesuaikan dengan beban daya aktif. Penyesuaian daya aktif dilakukan dengan mengatur besarnya kopel penggerak generator. Penambahan beban secara mendadak mempunyai dampak penurunan frekuensi sistem, begitu pula apabila ada unit pembangkit yang terganggu dan trip (jatuh) dari sistem dampaknya juga akan menurunkan frekuensi.

Dalam sistem tenaga listrik, gangguan ada yang bersifat peralihan seperti putusnya salah satu jaringan atau terjadinya hubung singkat dan gangguan yang bersifat kecil seperti perubahan beban kecil. Gangguan yang bersifat kecil disebut dengan gangguan dinamik. Kestabilan frekuensi ini dilakukan untuk mengetahui

dan mempelajari tanggapan frekuensi sistem didaerah titik kerjanya. Dalam kenyataannya memang nilai frekuensi sistem tersebut selalu berubah di sekitar titik kerjanya. Dengan demikian kestabilan frekuensi ini merupakan salah satu indikator kestabilan sistem tenaga listrik saat terjadi gangguan kecil. Usaha untuk memperbaiki kinerja dinamik pada mesin tunggal dan multimesin akibat perubahan beban dengan menggunakan metoda kendali optimal dilakukan dengan menginvestigasi kendali governor menghasilkan sinyal stabilitas yang optimal dan memuaskan. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan diantaranya :

- Ramanand Kashyap, S.S. Sankeswari, dan B. A. Patil (2013) dengan judul "***Load Frequency Control Using Fuzzy PI Controller Generation of Interconnected Hydro Power Sistem***" Penelitian ini membahas tentang perancangan dan analisa pengendalian *Load frequency control (LFC)* untuk kendali frekuensi interkoneksi sistem tenaga listrik dengan menggunakan kontroler proportional-integral (PI) dan fuzzy logic controller (FLC). Adapun analisa yang dilakukan dalam penelitian yaitu membandingkan performansi sistem dalam domain waktu antara sistem konvensional dengan sistem setelah pemasangan kontroler proportional-integral dan *fuzzy controller*.
- Nilaykumar N. Shah dan Chetan D. Kotwal (2012) dengan judul "***The State Space Modeling of Single, Two and Three ALFC of Power Sistem Using Integral Control and Optimal LQR Control Method***". Penelitian ini membahas tentang perancangan dan analisa pengendalian frekuensi sistem tenaga listrik multimesin satu, dua dan tiga area dengan integral dan sistem kontrol optimal yakni metoda *Linear Quadratic Regulator (LQR)* untuk mendisain sistem *load frequency control (LFC)* penelitian menggunakan MATLAB.
- K.P. Singh Parmar, S. Majhi, dan D.P. Kothari (2012) dengan judul "***Improvement of Dynamic Performance of LFC of the Two Area Power Sistem: An Analysis using MATLAB***". Penelitian ini membahas tentang perancangan model dinamik dari load frequency control (LFC) untuk dua area sistem tenaga yang berasal dari berbagai sumber pembangkit tenaga listrik. simulasi sistem tenaga menggunakan MATLAB simulink dan

penyelesaian dari masalah pengontrolan menggunakan program MATLAB. settingan penguatan optimal pada kontroler umpan balik output dengan dan tanpa DC pada saluran seri dengan sistem yang bersifat non linear. metode umpan balik output adalah teknik yang sangat rasional dengan respon dinamik saat kondisi sistem berubah terhadap waktu.

Dalam pengendalian sistem kendali frekuensi tenaga listrik multimesin ini, ada banyak gangguan yang mungkin sehingga perlu studi kestabilan dinamik di sekitar titik operasinya dan mencoba menganalisa tingkah laku kestabilan frekuensi sistem tenaga listrik multimesin menggunakan metoda *Linear Quadratic Regulator (LQR)* dan metoda *Linear Quadratic Regulator* dengan fungsi bobot pada keluaran(LQRy). Analisa dilakukan dalam domain waktu, domain frekuensi, analisa kestabilan dan analisa kekokohan didaerah titik kerjanya. Penelitian ini merupakan perancangan tahap awal sistem kendali linier untuk mengendalikan frekuensi sistem tenaga listrik multimesin dalam bentuk simulasi. Syarat menggunakan diatas adalah model sistem kendali frekuensi tenaga listrik multimesin harus bersifat linier. Untuk mendapatkan model linier tersebut, model sistem dilinierisasi di titik operasi tertentu. Dengan demikian diharapkan nantinya akan diperoleh bahan informasi untuk perancangan pengendali frekuensi multimesin yang bersifat optimal.

Dalam menyelesaikan persoalan sistem kendali optimal pada pengendalian frekuensi tenaga listrik multimesin ini, akan ditentukan suatu ukuran untuk menentukan perancangan sistem kendali dengan beberapa kendala tertentu yang akan meminimumkan suatu ukuran simpangan dan perilaku idealnya. Ukuran ini biasanya ditetapkan berdasarkan kriteria indeks performansi. Indeks performansi didefinisikan sebagai suatu fungsi yang harganya menunjukkan seberapa baik performansi sistem yang sebenarnya mendekati performansi yang diinginkan. Indeks performansi ini penting untuk menentukan sifat kendali optimal frekuensi tenaga listrik multimesin yang diperoleh. Jadi kendali yang diperoleh mungkin linier, nonlinier, stasioner atau berubah terhadap waktu tergantung pada bentuk indeks performansinya.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini akan membahas hubungan antara variabel-variabel yang terkait. Hubungan variabel-variabel yang terkait ini akan digunakan dalam analisa pemodelan dinamik sistem tenaga listrik multimesin dengan gangguan kecil dalam hal ini, objek kendali frekuensi dengan pengendalinya yaitu pengaturan sisi turbin. Untuk mendapatkan sistem kendali yang optimal maka

- Model yang digunakan adalah model sistem multimesin yang dilinierisasi dengan interaksi antar mesin melalui jaringan interkoneksi dan diformulasikan ke dalam bentuk persamaan matematis.
- Setelah model persamaan matematis diperoleh kemudian diformulasikan menjadi persamaan gerak dari sistem ke dalam bentuk vektor matrik sehingga diperoleh variabel keadaan dari persamaan gerak sistem yang merupakan besaran yang akan diukur.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk memperoleh informasi desain pengendali yang dapat menjaga performansi, kestabilan dan kekokohan dari perubahan frekuensi sistem multimesin.
2. Menentukan penguatan umpan balik untuk memperbaiki performansi, kestabilan dan kekokohan dari perubahan frekuensi sistem multimesin.
3. Membandingkan sistem tenaga listrik dengan menggunakan metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR), metoda *Linear Quadratic Regulator* dengan fungsi bobot pada keluaran (LQRy) dan tanpa pengendali. Sehingga membuktikan bahwa perancangan pengendali dengan pemahaman yang sesuai dapat memperbaiki atau mempercepat tanggapan kestabilan dinamik suatu sistem tenaga listrik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat antara lain :

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi untuk perancangan pengendali dengan metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR) yang mengendalikan perubahan frekuensi untuk sistem multimesin.
2. Memberikan kontribusi dalam model perbaikan kinerja sistem multimesin dengan penerapan umpan balik optimal untuk pengendalian perubahan frekuensi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pada penelitian ini model sistem multimesin bersifat linear dan tidak berubah terhadap waktu.
2. Model sistem multimesin dinyatakan dalam bentuk persamaan keadaan.
3. Metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR) yang digunakan terdiri dari metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR) dan metoda *Linear Quadratic Regulator* dengan fungsi bobot pada keluaran (LQRy).
4. Model LFC yang digunakan yaitu sistem governor dengan frekuensi loop kontrol untuk unit generator uap yang tidak dipanaskan kembali.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB.I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB.II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang pemodelan Sistem kendali frekuensi banyak masukan banyak keluaran, sistem kendali, analisa sistem kendali, metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR). Untuk analisa sistem kendali yang meliputi analisa performansi domain waktu, analisa performansi domain frekuensi, analisa kestabilan dan analisa kekokohan.

BAB.III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan diagram alir penelitian, langkah-langkah penelitian dan perhitungan persamaan keadaan sistem Sistem kendali frekuensi banyak masukan banyak keluaran.

BAB.IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang analisa sistem kendali frekuensi banyak masukan banyak keluaran dengan menggunakan metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR). Analisa dilakukan meliputi analisa performansi dalam domain waktu, analisa performansi dalam domain frekuensi, analisa kestabilan, analisa kekokohan dan analisa sensitifitas. Hasil analisa sistem Sistem kendali frekuensi banyak masukan banyak keluaran dengan menggunakan metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR) juga akan dibandingkan dengan analisa sistem kendali frekuensi banyak masukan banyak keluaran tanpa metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR).

BAB.V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.