

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan dalam melakukan kegiatan sehari-hari, karena perkembangan teknologi di era digital ini membuat energi listrik menjadi kebutuhan utama dalam segala aspek kehidupan. Untuk memastikan agar kebutuhan sumber listrik dapat terpenuhi, diperlukan agar sistem tenaga listrik dapat beroperasi dengan baik untuk memaksimalkan kinerjanya agar tidak terjadi gangguan dinamik, yaitu perubahan beban pada sistem tenaga listrik secara tiba – tiba. Jika perubahan beban ini terus terjadi secara terus menerus setiap waktu akan berakibat terjadinya perubahan parameter – parameter pada sistem tenaga listrik terutama tegangan dan frekuensi dari sistem tenaga listrik tersebut[1]. Gangguan tersebut menyebabkan kestabilan generator terganggu, yang dimana kestabilan adalah kemampuan sistem untuk kembali normal atau stabil setelah mengalami gangguan. Karena generator tidak merespon gangguan tersebut secara cepat, hal ini menyebabkan terjadinya osilasi pada generator berupa osilasi frekuensi dan sudut rotor[2]. Peningkatan level osilasi meningkatkan fluktuasi beban yang tinggi yang menyebabkan ketidak-stabilan pada sistem.

Kestabilan sistem tenaga listrik dapat dinyatakan sebagai kemampuan dari sistem untuk kembali bekerja secara normal setelah mengalami suatu gangguan[3]. Penyebab terjadinya ketidak-stabilan pada generator diantaranya yaitu dikarenakan keadaan sinkronisasi, dimana selisih daya mekanik dan daya elektrik dari generator tidak sama dengan nol. Tantangan utama dalam menjaga kestabilan suatu sistem tenaga listrik adalah mengendalikan perubahan kecepatan sudut atau rotasi pada sistem tersebut. Perubahan ini akan menghasilkan osilasi dan bisa menyebabkan generator kehilangan sinkronisasinya dan berakibat sistem *blackout*.

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Single Machine Infinite Bus* (SMIB). model SMIB ini menggambarkan sistem sederhana yang terdiri dari satu generator yang dihubungkan ke bus dalam jumlah tak terhingga. Untuk menjaga agar sistem single machine infinite bus (SMIB) berjalan sesuai dengan titik operasinya, maka perlu dilakukan analisa *single machine infinite bus* (SMIB) terutama performansinya terhadap gangguan. dengan menggunakan metoda *linear quadratic regulator* (LQR) dan data – data sistem *single machine infinite bus* (SMIB) akan dilakukan analisa performansi. Hasil analisa digunakan untuk mendapatkan performansi sistem *single machine infinite bus* (SMIB) yang bersifat lebih baik.

Beberapa penelitian sebelumnya tentang sistem *Single Machine Infinite Bus* (SMIB) di antaranya:

Muhammad Ruswandi Djalal dan Nasrun Kadir (2021), dengan judul "Penalaan Optimal Kontroler PSS-PID Pada Sistem *Single Machine Infinite Bus* Menggunakan *Ant Colony Optimization*" penelitian ini membahas tentang penggunaan metode cerdas berbasis *Ant Colony* untuk mendapatkan parameter PSS-PID yang optimal untuk mendapat respon frekuensi dan sudut rotor sistem SMIB yang optimal[2].

Jibril Yamlecha, Hermawan, dan Susatyo Handoko (2012), dengan judul "Perbandingan Desain Optimal *Power System stabilizer*(PSS) Menggunakan PSO (*Particleswarm Optimization*) Dan GA (*Genetic algorithm*) Pada *Single Machine Infinite Bus*(SMIB)" penelitian ini membahas tentang kestabilan sudut rotor dan frekuensi generator ketika mengalami gangguan kecil menggunakan PSS dan parameter PSS menggunakan metode optimasi stokastik yaitu *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Genetic Algorithm* (GA) untuk mendapatkan redaman yang optimal[4].

Penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk menganalisis sistem pada model *single machine infinite bus* (SMIB) dengan mempertimbangkan variasi parameter sinkronisasi dan redaman torsi dan analisa kestabilan dari sistem *single machine infinite bus* (SMIB) dengan metoda *linear quadratic regulator* (LQR). Alat yang digunakan untuk simulasi menggunakan simulasi komputer yaitu dengan menggunakan software MATLAB sebagai alat utama untuk menganalisis respon dinamis model SMIB terhadap perubahan parameter tersebut. Simulasi ini akan membantu dalam memahami bagaimana parameter sinkronisasi dan redaman torsi mempengaruhi sistem kendali, terutama dalam hal menjaga stabilitas sistem tenaga listrik.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tanggapan sistem *Single Machine Infinite Bus* dengan metoda *Linear Quadratic Regulator* terhadap perubahan sudut rotor dan kecepatan sudut rotor untuk mendapatkan sistem pada *Single Machine Infinite Bus* dengan kestabilan yang lebih baik.
2. Bagaimana pengaruh variasi parameter sinkronisasi dan redaman torsi terhadap kinerja sistem kendali menggunakan model *Single Machine Infinite Bus* (SMIB).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh informasi tanggapan kestabilan, peralihan, dan tanggapan domain frekuensi dari sistem *Single machine Infinite Bus* (SMIB) dengan metoda *Liner Quadratic Regulator* (LQR).
2. Mengidentifikasi dampak perubahan parameter koefisien redaman torsi terhadap gangguan perubahan kecepatan sudut rotor dan perubahan sudut rotor untuk mendapatkan respon dinamis sistem *Single Machine Infinite Bus* (SMIB) dengan pengendali *Liner Quadratic Regulator* (LQR).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini yakni memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana pengaruh pengendali LQR dan perubahan nilai koefisien redaman torsi terhadap stabilitas sudut rotor dan kecepatan sudut rotor pada model linear SMIB. Informasi ini akan berguna dalam mengidentifikasi potensi resiko dan tantangan dalam pengoperasian sistem tenaga listrik terutama dalam menghadapi fluktuasi atau gangguan beban yang mungkin terjadi serta menghasilkan pengetahuan tentang cara mengoptimalkan konfigurasi LQR untuk merancang desain sistem kendali yang lebih efisien.

1.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Fokus penelitian hanya sebatas menganalisis pengaruh perubahan parameter sistem kendali model *Single Machine Infinite Bus* (SMIB) dengan menggunakan pengendali *Linear Quadratic Regulator* (LQR).
2. Penelitian ini hanya sebatas memahami dampak perubahan parameter terhadap kestabilan dan kinerja sistem kendali dalam rangka menghadapi fluktuasi atau gangguan beban pada operasional sistem tenaga listrik.
3. Analisa dilakukan dalam tanggapan domain waktu, domain frekuensi, dan kestabilan sistem.
4. Analisa dilakukan dalam tahap simulasi pada perangkat lunak Matlab.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika tertentu, sistematika laporan ini sebagai berikut :

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab I ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini berisikan tentang tinjauan pustaka yang mencakup landasan teori yang mendukung penulisan dan pustaka-pustaka yang telah dipublikasikan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III ini menjelaskan tentang metode penelitian yang mencakup bahan/tempat penelitian, literature, jalannya penelitian, diagram alur penelitian dan cara pengolahan data.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini berisi tentang analisis dari penelitian yang dilakukan.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian beserta saran yang disampaikan penulis berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian.

