



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan dalam bidang elektronika maka pengendalian mesin listrik mengalami terobosan dengan digunakannya motor induksi dalam dunia industri. Perkembangan penggerak motor induksi didasari atas keinginan untuk mempermudah operasi dan kinerja dari motor induksi sehingga dapat menggantikan peran motor DC sebagai penggerak elektrik (**Rusdianto, 2015**). Terdapat dua jenis motor induksi yaitu motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa, motor induksi satu fasa memiliki kelemahan pada segi konsumsi arus yang lebih besar, sementara motor induksi tiga fasa konsumsi arusnya jauh lebih kecil.

Berdasarkan hal tersebut, sebagai alat penggerak motor induksi tiga fasa banyak digunakan di dunia industri. Penggunaan motor induksi tiga fasa juga disebabkan karena konstruksinya yang sederhana, kokoh, dengan harga yang relatif murah serta perawatannya yang mudah. Namun, kelemahan motor induksi tiga fasa adalah tidak mampu mempertahankan kecepatannya dengan konstan apabila terjadi perubahan beban, apabila beban bertambah maka kecepatan motor induksi tiga fasa akan semakin menurun (**Ratna, 2007**).

Permasalahan perubahan beban yang berdampak pada sulitnya motor induksi tiga fasa dalam mempertahankan kecepatannya telah menjadi topik di beberapa penelitian. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ridho, pengendalian motor induksi dilakukan dengan metode kendali *sliding mode*. Dari penelitian ini, motor induksi tiga fasa menunjukkan respon yang baik. Masalah muncul ketika motor induksi tiga fasa diberi gangguan beban. Pada saat diberi gangguan beban, pengendali *sliding mode* berhasil mempercepat waktu sistem dalam mencapai *set point*, tetapi masih memiliki kekurangan yaitu terjadi *overshoot* sebesar 7.3% ditambah dengan munculnya *chattering* yang menimbulkan osilasi sehingga menimbulkan *error steady state* (**Ridho, 2014**). Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Karsino, yang meneliti tentang kecepatan motor induksi tiga fasa menggunakan pengendali PID. Dari penelitian ini respon motor induksi tiga fasa menunjukkan hasil yang cukup baik, namun saat



diuji dengan gangguan beban terjadi *overshoot* sebesar 12.75% walaupun *rise time* yang dihasilkan cukup cepat yaitu sebesar 2.3 detik. *Overshoot* yang muncul menandakan pengendali belum kokoh dalam mengatasi gangguan berupa beban (Karsino, 2002). Dua penelitian tersebut menyatakan masih terdapat kesulitan untuk mendapatkan kestabilan motor induksi tiga fasa yang baik jika terdapat gangguan beban.

Masalah yang perlu diatasi pada motor induksi tiga fasa adalah penurunan kestabilan kecepatan motor induksi tiga fasa yang disebabkan adanya perubahan beban, maka dibutuhkan pengendali yang mampu membuat kecepatan motor induksi tiga fasa menjadi lebih stabil walaupun terdapat gangguan beban. Pengendali yang terkenal akan kemampuannya dalam menjaga kestabilan sistem adalah kendali *Linear Quadratic Regulator* (LQR) yang merupakan salah satu kendali optimal. Hal ini disebutkan pada penelitian yang dilakukan oleh Arifin, Badri dan Chandra. (Arifin, 2006) (Badri, dkk, 2008) (Chandra, 2014). Secara umum perancangan sistem kendali optimal mempunyai dua tujuan yaitu sebagai regulator dan *tracker*. Regulator berfungsi untuk menstabilkan sistem agar berada pada kondisi konstan walaupun terdapat gangguan, dan *tracker* berfungsi mengendalikan sistem agar mampu mengikuti perubahan *setpoint*. (Arifin, 2006).

Pada kendali optimal untuk menyelesaikan permasalahan regulator dapat menggunakan metode *Linear Quadratic Regulator* (LQR), sementara untuk permasalahan *tracker* dapat digunakan pengendali *Linear Quadratic Gaussian* (LQG). Melihat hal tersebut kendali optimal menggunakan metode LQR dapat diterapkan pada sistem motor induksi tiga fasa, karena permasalahan utama pada motor induksi tiga fasa adalah kestabilan dalam mencapai *setpoint* yang konstan, dengan adanya gangguan berupa perubahan beban. Hal ini ternyata telah diterapkan di beberapa penelitian. Chandara, Ilham dan Fernaza dalam penelitiannya menyebutkan untuk menyelesaikan permasalahan regulator pada pengendalian kecepatan putaran motor, dapat digunakan pengendali LQR karena memiliki kestabilan yang baik terhadap berbagai sistem. (Chandra, 2014) (Ilham, 2012) (Fernaza, 2012). Namun, disebutkan pula pada beberapa penelitian tersebut pengendali LQR memiliki kelemahan dalam hal kecepatan respon waktu.

Kelemahan pengendali LQR dalam hal kecepatan respon waktu terutama respon *rise time*, membutuhkan penambahan pengendali lain yang mampu meningkatkan respon sistem. Diketahui bahwa pengendali yang dapat meningkatkan kecepatan respon waktu terhadap



sistem adalah pengendali *Proportional-Integral-Derivatif* (PID). Karena pengendali PID mengandung konstanta proporsional yang dapat mempercepat *rise time* sistem. Hal ini disebutkan dalam Ogata dalam bukunya dan linus pada jurnal penelitiannya. (Ogata, 2002) (Linus A. Aloo, dkk, ISSN, 2016). Pengendali PID sendiri merupakan kendali yang paling umum digunakan pada pengendalian motor, baik motor DC maupun motor induksi (Ardana, 2008). Sistem pengendalian dengan menggunakan pengendali PID sudah lama digunakan untuk industri karena mempunyai keandalan yang baik (Chee, dkk. IEEE, 1997). Namun, penggunaan PID saja belum mampu mengatasi kestabilan yang dibutuhkan oleh motor induksi tiga fasa. Sehingga, pengendali PID akan digunakan untuk meningkatkan kecepatan respon dari sisi waktu.

Oleh sebab itu, perlu adanya penelitian untuk menggabungkan kedua pengendali tersebut yaitu pengendali LRQ dengan nilai *Integral Absolut Error* (IAE) terkecil yang efektif menekan *error* untuk mendapatkan respon yang optimal dan pengendali PID dalam mengendalikan kecepatan motor induksi tiga fasa sehingga dapat menghasilkan pengendali handal dan memiliki performa tinggi yang dibuktikan dengan respon waktu yang cepat dan kestabilan yang baik. Untuk itu pada kesempatan ini penulis akan melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “**Desain Kendali Optimal *Linear Quadratic Regulator* (LQR)-PID pada Motor Induksi Tiga Fasa untuk Pengendalian Kecepatan**”.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang pengendali optimal LQR-PID untuk mendapatkan kestabilan dengan respon waktu yang cepat untuk pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa dengan adanya perubahan beban dan gangguan sinyal kendali.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang pengendali optimal LQR-PID untuk mendapatkan performansi kestabilan yang optimal dari pergerakan kecepatan motor induksi tiga fasa dengan adanya perubahan beban dan gangguan sinyal kendali yang akan dibuktikan dengan





#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

melakukan empat jenis *test* yaitu kemampuan mencapai *setpoint*, kemampuan mencapai *setpoint* dengan waktu tunak yang lebih cepat dibandingkan dengan hanya menggunakan pengendali LQR ataupun PID saja, kemampuan untuk kembali menuju nilai *setpoint* ketika diberikan gangguan sinyal kendali serta kemampuan untuk mengikuti perubahan *setpoint*.

2. Mendapatkan respon waktu yang cepat untuk mencapai *set point* dengan prioritas parameter *rise time* menggunakan pengendali LQR-PID untuk pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa.

### 1.4 Batasan Masalah

Pembahasan penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pemodelan *plant* motor induksi tiga fasa menggunakan metode respon grafik sistem yaitu metode *smith* dengan variasi beban 0 V, 120 V dan 220 V.
2. Variabel yang di kendalikan pada penelitian ini adalah kecepatan.
3. Harga matriks pembobot kendali R dibuat konstan yaitu  $R=1$ .
4. Penalaan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  menggunakan metode heuristik.
5. Simulasi menggunakan *Matlab R2013a*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini adalah :

1. Bagi penulis  
Menambah dan memperkaya pengetahuan mengenai perancangan sistem dengan kendali optimal LQR-PID untuk pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa dengan metode respon grafik *smith*.
2. Bagi mahasiswa Teknik Elektro dan pembaca
  - a) Menjadi acuan bagi mahasiswa lain untuk menambah referensi penulisan tugas akhir mengenai analisa sistem kendali terutama untuk pengendalian motor induksi tiga fasa.
  - b) Menjadi referensi tambahan untuk tentang pengendali LQR dengan penambahan PID.



- c) Memberikan pandangan baru mengenai Teknik Elektro sebagai pembentuk pola pikir dan problem *Solving*.
3. Bagi Universitas  
Menambah koleksi buku referensi yang ada di perpustakaan jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.