

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perancangan sistem kendali umumnya dimulai dengan pengujian sistem secara *loop* terbuka untuk mengetahui perilaku sistem yang akan dikendalikan. Kesulitan yang dihadapi ketika mewujudkan simulasi sistem tersebut adalah menemukan atau menurunkan model matematis yang valid. Model matematis dapat diperoleh dengan dua cara, yang pertama dengan menurunkan rumusan berdasarkan hukum – hukum fisika, kimia dan matematika yang berlaku pada sistem tersebut. Kelemahannya adalah perancang harus mengetahui secara detail tentang hukum – hukum tersebut, sementara perancang bukanlah orang yang ahli di bidang tersebut, sehingga kebenaran dari model matematis sistem yang tidak diturunkan oleh ahlinya akan sedikit diragukan. Kemudian yang kedua dengan mengidentifikasi sistem yang sebenarnya. Kelemahannya adalah memperoleh data sistem yang sebenarnya sangatlah sulit.

Seiring dengan berkembangnya teknologi telah ditemukan modul – modul *training* yang dapat digunakan untuk menguji parameter yang akan dikendalikan. Salah satu contoh modul *training* adalah modul PCT-100. PCT-100 merupakan modul *training* kendali proses yang dilengkapi dengan sensor dan aktuator untuk aplikasi dari suatu proses. Parameter yang dapat diuji secara *loop* terbuka pada sistem PCT-100 antara lain *level*, *temperature*, *flow* dan *pressure* [1].

Masing – masing parameter tersebut memiliki peranan penting dalam proses produksi. Sehingga, parameter – parameter tersebut perlu untuk dikendalikan agar proses produksi berjalan sesuai yang diinginkan. Parameter yang dipilih untuk dikendalikan adalah *level*. Pemilihan *level* didasari oleh alasan pengukuran *level* yang harus senantiasa dijaga agar sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan. Ketelitian yang tinggi, harga yang konstan untuk selang waktu yang tertentu, perbandingan yang tetap antara dua variabel, merupakan kondisi yang diperlukan untuk mengukur parameter *level*. Untuk mencapai kondisi tersebut tidak cukup hanya dengan dilakukannya pengukuran saja, tetapi diperlukan suatu sistem kendali yang dapat membuat suatu proses berjalan dengan lancar dan menjadi lebih optimal.

Beberapa penelitian yang melibatkan PCT- 100 dalam mengendalikan parameter *level* antara lain : Penelitian yang menggunakan kontroler PID dan metode *Gain Scheduling*. Pada penelitian ini pengendali PID dikombinasikan dengan pengendali *Gain*

Scheduling. *Gain Scheduling* berperan dalam mendapatkan parameter P, I, dan D dalam setiap perubahan kondisi *level* pada modul *training* PCT-100. [1]. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dilakukan tahap identifikasi sistem, indentifikasi sistem adalah tahap menggambarkan perilaku sistem ataupun mencari pemodelan matematika dari sistem. Sistem terlebih dahulu diidentifikasi secara *open loop* dengan respon yang digunakan adalah respon *set point* 50%, dengan menggunakan metode Viteckova orde 1. Pemilihan metode viteckova orde 1 ini didasari berdasarkan nilai ISE terkecil yaitu 0,8762 dari 7 metode berdasarkan *paper* penelitian Raharjo dkk [1]. Hasil dari penelitiannya terdapat kelemahan pada respon kerja yang lambat saat perubahan *level* dimana waktu simulasi yang digunakan adalah 2500 detik sehingga menghasilkan *rise time* yang sangat lambat. Pada kondisi ketinggian 25% *rise time* tercapai pada waktu 2327,57 detik, untuk ketinggian 50% *rise time* tercapai di 1240,97 detik, untuk ketinggian 75% *rise time* terjadi pada detik ke 790,99, dan kondisi ketinggian 100% *rise time* terjadi pada detik ke 600,77 [2].

Selanjutnya penelitian yang membahas tentang perancangan sistem pengendalian *level* pada PCT – 100 menggunakan pengendali *Hybrid Sliding Mode Control* dan PID *Gain Scheduling* menunjukkan bahwa respon kerja untuk menghasilkan *rise time* masih sangat lambat. Hal ini dapat dilihat dari nilai *settling time* (t_s), *rise time* (t_r), *delay time* (t_d) dan *error steady state* (e_{ss}). Pada kondisi ketinggian 25% diperoleh $t_s = 3953,97s$, $t_r = 2328,44s$, $t_d = 1965,05s$ dan $e_{ss} = 0,53$, untuk kondisi ketinggian 50% diperoleh $t_s = 2107,308s$, $t_r = 1240,97s$, $t_d = 1047,29s$ dan $e_{ss} = -0,01$, untuk kondisi ketinggian 75% diperoleh $t_s = 1343,199s$, $t_r = 790,99s$, $t_d = 667,54s$ dan $e_{ss} = -0,13$, dan untuk ketinggian 100% diperoleh $t_s = 1020,1835s$, $t_r = 600,77s$, $t_d = 507,01s$ dan $e_{ss} = -0,03$ [2]. Hasil simulasi menunjukkan belum tercapainya respon yang optimal karena rata – rata waktu *rise time* yang cukup lambat, dan masih dapat ditingkatkan lagi. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dipilih pengendali optimal *Linear Quadratic Regulator* (LQR).

Pemilihan pengendali optimal LQR didasari pada kemampuannya dalam mempercepat respon sistem. Hal ini dibuktikan pada beberapa penelitian diantaranya penelitian tentang pengendalian *level* pada *steam drum boiler* menggunakan pengendali LQR. Informasi yang diperoleh pada penelitian ini adalah pengendali LQR mampu membuat sistem mencapai setpoint pada detik ke 1,5 dari total waktu simulasi selama 10 detik. Namun, masih terdapat error sebesar 0,02% [3]. Penelitian selanjutnya membahas tentang pengendalian rasio bahan bakar dan udara pada *steam drum boiler* menggunakan

pengendali LQR, yang difokuskan pada pengendalian tekanan dan *level* pada *steam drum boiler*. Untuk pengendalian *level* sangat cepat sehingga sistem stabil sesaat sesudah *steam drum boiler* mulai bekerja. Artinya pengendali optimal LQR mampu mempercepat respon sistem [4]. Untuk itu, pengendali LQR cocok diterapkan untuk mengendalikan *level* pada modul training PCT -100.

Setelah pengujian dilakukan pada modul training PCT – 100 menggunakan pengendali LQR secara simulasi, diperoleh respon keluaran belum sesuai karakteristik LQR yang mampu mempercepat respon waktu. Respon pengendalian *level* yang dihasilkan LQR mempunyai *settling time* (t_s) sebesar 300s, *rise time* (t_r) sebesar 10,037s, *delay time* (t_d) sebesar 100s dan *error steady state* (e_{ss}) sebesar 44,5593 dengan total waktu simulasi selama 100 detik. Besar kemungkinan hal ini disebabkan oleh karakteristik sistem yang berbeda. Penyelesaian permasalahan ini dilakukan dengan menambahkan pengendali PID, karena PID memiliki efek *proportional* yang mampu mempercepat respon, memiliki *integral* yang mampu menghilangkan error dan memiliki *derivatif* yang mampu meredam osilasi.

Berdasarkan studi literatur dan pengujian simulasi yang dilakukan penulis akan mengkombinasikan pengendali optimal LQR dan pengendali PID agar kinerja LQR menjadi lebih baik dan optimal. Optimal difokuskan pada respon waktu yang cepat dengan error minimum. Sehingga tema yang diajukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir adalah Desain Pengendali Optimal Metode LQR hybrid PID untuk mengendalikan *level* pada modul *training* PCT -100.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan *rise time* (t_r) yang cepat dengan error minimum dengan menggunakan pengendali LQR yang dikombinasikan dengan pengendali PID.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang pengendali optimal LQR dan mengkombinasikan dengan PID untuk mendapatkan respon waktu yang cepat dan error minimum dalam mengendalikan *level*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan agar pembahasan tidak terlalu luas, maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penurunan model matematis sistem dengan menggunakan metode Viteckova orde 1 dan parameter proses *level* dirujuk dari penelitian Rachmad Dwi Raharjo,
2. Simulasi yang dibuat berupa simulasi menggunakan *software* MATLAB,
3. Aplikasi yang digunakan untuk mensimulasikan model matematis dari sistem PCT-100 dan hasil perancangan dari pengendali *Linear Quadratic Regulator* (LQR) adalah *Matlab R2011b*,
4. Tidak membahas perangkat keras *Process Control Technology – 100* (PCT-100).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu :

1. Menghasilkan sebuah rancangan sistem kendali yang menggunakan pengendali *Linear Quadratic Regulator* (LQR) untuk mengatur posisi pada sistem *Process Control Technology – 100* (PCT-100) , dan
2. Dapat dijadikan referensi dalam mengaplikasikan sistem kendali pada proses industri.