

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem kendali pada suatu sistem semakin berkembang pesat saat ini dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama di bidang instrumentasi dan proses pengendali. Hal ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat yang menyebabkan produksi industri juga meningkat. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu menghasilkan produk dengan kuantitas dan kualitas yang sesuai dengan kebutuhan. Pada umumnya suatu sistem terdiri dari rangkaian *plant* dan sistem pengendali di dalamnya. *Plant* merupakan seperangkat perangkatan (objek fisik) yang digunakan untuk melakukan suatu operasi tertentu. Pengguna sistem kendali otomatis merupakan kebutuhan yang sangat utama, karena sistem kendali mampu mengatur proses produksi yang sesuai direncanakan. Tujuan utama sistem kendali adalah mengendalikan sistem agar keluaran yang dihasilkan sesuai dengan referensi yang diberikan (*setpoint tracking / servo*) dan menjaga keluaran sistem dari gangguan (*regulator / disturbance rejection*).

Salah satu sistem yang membutuhkan pengendali adalah pendulum. Pendulum merupakan salah satu sistem non linier yang menjelaskan tentang kestabilan yang bersifat sangat tidak stabil sehingga diperlukan teknik pengendali yang tidak mudah jika dibandingkan dengan teknik pengendali pada sistem yang linier dan stabil [3].

Pada pendulum yang berperan penting untuk menjaga kestabilan adalah *Inverter* pendulum. Pada umumnya inverter pendulum berfungsi untuk menjaga keseimbangan batang pendulum agar tetap pada posisi yang diinginkan atau menstabilkan pada posisi terbalik dengan cara kereta mengikuti arah jatuhnya pendulum [1].

Stabilisasi dengan *Inverter* Pendulum disini adalah menjaga batang pendulum agar tetap stabil pada posisi terbalik namun pada *Inverter* Pendulum memiliki kekurangan yaitu apabila *Rotary Inverter* Pendulum tidak dikendalikan dengan tepat akan mempengaruhi kestabilan sistem dan pendulum akan kehilangan keseimbangan. Oleh karena itu diperlukan metode kendali bersifat kokoh untuk menjaga kestabilan pada *Inverter* Pendulum[2].

Pada saat ini berbagai jenis pengendali digunakan di dunia industri, diantaranya adalah pengendali *proportional-integral-derivative* (PID). Pengendali PID merupakan

pengendali konvensional yang telah lama digunakan pada industri sampai saat ini karena mampu menghasilkan stabilitas yang baik dan dapat diterapkan pada *high order plant* [4].

Kendali PID memiliki struktur kendali yang sederhana dan dapat dimengerti dengan mudah oleh operator atau teknisi sehingga masih sulit untuk mengganti kendali PID dengan kendali lain. Kendali PID memiliki kekurangan tidak dapat bekerja dengan baik apabila terjadi ketidakpastian dan ketidaklinieran pada sistem terutama pada sistem orde tinggi, sebab jika menggunakan aksi kendali PID, suatu kendali di set ingin mempercepat waktu respon, maka *overshoot/undershoot* yang dihasilkan akan semakin tinggi, sehingga *osilasi* yang ditimbulkan akan lebih tinggi, sedangkan bila kendali di set dengan mereduksi waktu respon maka terjadinya *overshoot/undershoot* dapat diperkecil, tetapi waktu yang dibutuhkan akan semakin lama. Meskipun demikian sistem kendali PID memiliki respon waktu yang baik dengan memperbaiki *error steady state* yang terdapat pada sistem serta kompatibilitas dengan sistem kendali lainnya, sehingga dapat dikombinasikan dengan sistem kendali lain seperti *fuzzy control*, *adaptive control*, *sliding mode control*, dan *robust control* untuk menghasilkan performa yang lebih baik [3].

Pada aplikasinya penerapan PID pada Pendulum mengalami *overshoot* pada waktu transien yang dapat dibuktikan pada penelitian Muntari yaitu mengalami *overshoot* yang besar sebelum mencapai stabil. Waktu yang diperlukan untuk menstabilkan sudut α dan sudut θ yaitu 0,5190 detik sudut α dan 0,4581 detik untuk sudut θ . Serta nilai maksimum *overshoot* sebesar 9,4664% untuk sudut α dan 7,7107% untuk sudut θ . Selain itu, tampak juga bahwa *disturbance* akan muncul setiap 5 detik sebesar 1 derajat. Sehingga sistem *rotary pendulum* dengan menggunakan kendali PID tidak kokoh dalam mengendalikan sistem pendulum pada saat diberi gangguan. maka dari itu dibutuhkan pengendali yang kokoh[4].

Salah satu pengendali yang dapat bekerja dengan baik apabila terjadi ketidakpastian dan ketidaklinieran pada sistem adalah *Sliding mode control (SMC)* yaitu suatu metode kendali yang mampu bekerja baik pada sistem linier maupun sistem non linier. Metode ini menggunakan sistem kendali penyaklaran berkecepatan tinggi untuk *men-drive trayektori state* dari plant menuju permukaan khusus yang ditentukan dari ruang state yang disebut permukaan luncur (proses ini disebut dengan *reaching mode*) dan kemudian mempertahankan *trayektori state* dari plant tetap berada sepanjang permukaan luncur (gerak tersebut disebut *sliding mode*) [2].

Telah banyak penelitian berkaitan dengan penelitian ini diantaranya penelitian dengan Membandingkan kemampuan antar SMC, dan *PD-PID* kendali untuk sistem inverted pendulum yang tidak linier[7]. Desain PID-SMC untuk sebuah *couple tank*[8]. Sebuah PID-SMC untuk sistem *ropeless elevator maglev guiding* [9].

Melihat dari penelitian sebelumnya terbukti pengendali PID dalam mengendalikan *Inverter* Pendulum memiliki kekurangan yaitu tidak dapat bekerja dengan baik apabila terjadi ketidakpastian dan ketidaklinieran pada sistem terutama pada sistem orde tinggi, dan juga terjadi *overshoot* maka dari itu penulis melakukan penelitian dengan *hybrid* PID dan SMC dalam mengendalikan *rotary inverter pendulum* dengan alasan SMC mampu mengatasi kekuarangan PID karena SMC memiliki karekteristik yang kokoh terhadap gangguan. Pada penelitian ini penulis melakukan penelitian dengan tujuan memperbaiki kekurangan pada pengendali PID dalam mengendalikan *rotary inverter pendulum*, maka dari itu penulis melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Sistem Kendali *Hybrid* PID-SMC(*Sliding Mode Control*) Pada Sistem *Rotary Inverter Pendulum* Berdasarkan *Time Response*”**. Pada penelitian ini diharapkan pengendali mampu mempercepat dan memperkokoh respon waktu serta mampu mengatasi gangguan yang diberikan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini rumusan masalahnya adalah:

1. Bagaimana cara mengendalikan *rotary inverter pendulum* sehingga mampu menjaga batang pendulum agar tetap stabil.
2. Bagaimana mengatasi kekurangan kendali PID yaitu tidak dapat bekerja dengan baik apabila terjadi ketidakpastian dan ketidaklinieran yang mengakibatkan ketidak stabilan sistem pendulum.
3. Bagaimana mempercepat dan memperkokoh respon waktu serta mampu mengatasi gangguan yang diberikan.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membuat simulasi unjuk kerja pengendali *hybrid* PID - SMC.
2. Analisis pengendali *hybrid* PID-SMC pada saat mengendalikan sistem *rotary inverter pendulum* berdasarkan respon waktu.
3. Mendapatkan pengendali yang baik yaitu diukur dari kekokohan sistem terhadap gangguan yang diberikan pada saat menggunakan pengendali *hybrid* PID-SMC

1.4 Batasan Masalah

Dengan adanya permasalahan yang harus diselesaikan dalam pengerjaan Tugas Akhir, maka dalam proyek akhir ini dibatasi masalah sebagai berikut:

1. Sistem yang diterapkan adalah *rotary inverter pendulum*
2. Yang akan dikendalikan adalah kestabilan pendulum
3. Menggunakan software MATLAB dalam melakukan simulasi.

1.5 anfaat Penelitian

- 2 Mengatasi kelemahan PID dalam mengendalikan *Rotary Inverter Pendulum*.
- 3 Meningkatkan performansi pengendali dalam mengendalikan *Rotary Inverter Pendulum* yang kemudian bisa diterapkan pada sistem yang sebenarnya.
- 4 Dapat memberi pengetahuan dan keilmuan tambahan di bidang pengendalian *Rotary Inverter Pendulum*.
- 5 Memberikan pengetahuan tambahan pada calon Insinyur Kendali dalam mempertimbangkan pengendali yang cocok terkait dengan pendulum.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan secara singkat tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, serta Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan penelitian yang terdahulu berhubungan dengan kendali PID dan *Hybrid PID-SMC*, teori tentang kendali PID dan *Hybrid PID-SMC*, dan sistem *rotary inverter pendulum*.

BAB III METODOLOGI

Berisi tentang tahapan pengerjaan yang dilakukan dalam penyelesaian tugas akhir.

BAB IV ANALISA DAN HASIL

Berisi tentang analisa dari penelitian yang dilakukan kemudian dari penelitian tersebut didapatkanlah hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang referensi – referensi, mulai dari buku, *e-book*, *e-jurnal*, tugas akhir pendahulu, maupun halaman *website* yang dijadikan acuan dalam menyelesaikan tugas akhir.

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.

