

**DESAIN AKSI KENDALI PID PADA PERMUKAAN LUNCUR *DECOUPLE*
SLIDING MODE CONTROLLER PADA SISTEM *NON LINIER* MULTIVARIABEL
*CONTINUOUS STIRRED TANK REACTOR (CSTR)***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro



Oleh:

BOY PUTRA RAMANDA
10955005700

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2014

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN AKSI KENDALI PID PADA PERMUKAAN LUNCUR *DECOUPLE*
SLIDING MODE CONTROLLER PADA SISTEM *NON LINIER* MULTIVARIABEL
*CONTINUOUS STIRRED TANK REACTOR (CSTR)***

TUGAS AKHIR

Oleh :

BOY PUTRA RAMANDA

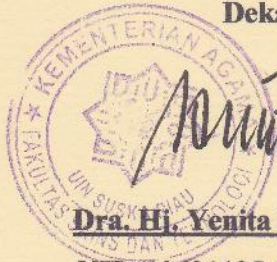
10955005700

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 24 Januari 2014

Pekanbaru, 24 Januari 2014

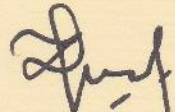
Mengesahkan,

Dekan



Dra. Hj. Yenita Morena, M.Si
NIP. 19601125 198503 2 002

Plt. Ketua Jurusan



Zulfatri Aini, ST., MT
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Dr. Teddy Purnamirza, ST., M.Eng

Sekretaris : Dian Mursyitah, MT

Anggota : Aulia Ullah, M.Eng

Anggota : Zulfatri Aini, MT

***PID ACTION CONTROL DESIGN ON THE SLIDING SURFACE OF DECOUPLE
SLIDING MODE CONTROLLER TO THE SYSTEM OF NON LINEAR
MULTIVARIABLE CONTINUOUS STIRRED TANK REACTOR (CSTR)***

**BOY PUTRA RAMANDA
10955005700**

Date of Final Exam : January 24th 2014

Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru - Indonesia

ABSTRACT

These study proposed of level controlling and concentrate on non- linear multivariable CSTR systems . The main problem was the presence of the coupled system and the Error Steady State (ESS) which caused of system instability . The problem of coupled system has been solved with decouple design . Meanwhile, the problems of steady-state error (ESS) was completed with the election of a sliding mode controller (SM) . The selection of sliding mode controllers based on their solidity toward interference . However , the sliding mode controller has the disadvantage which was chattering that caused the Error Steady State. To overcome these shortcomings, the PID control action was designed on a sliding surface of sliding mode control. From the research results obtained concluded that the sliding mode controller with PID sliding surface could reduce the ESS from -0.0002 to -0.0200 in level and 0.0106 to 0,0008 in concentration

Keywords : Chattering , CSTR , Steady State Error , PID , Sliding Mode .

**DESAIN AKSI KENDALI PID PADA PERMUKAAN LUNCUR *DECOUPLE*
SLIDING MODE CONTROLLER PADA SISTEM *NON LINIER MULTIVARIABEL*
*CONTINUOUS STIRRED TANK REACTOR (CSTR)***

BOY PUTRA RAMANDA
10955005700

Tanggal Sidang : 24 Januari 2014

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Penelitian ini mengajukan pengendalian *level* dan konsentrasi pada sistem *non linier multivariabel CSTR*. Permasalahan utama adalah adanya *coupled system* dan *Error Steady State (ESS)* yang dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem. Permasalahan *coupled system* telah diselesaikan dengan perancangan *decoupler*. Sementara itu permasalahan *error steady state* diselesaikan dengan pemilihan pengendali *Sliding Mode (SM)*. Pemilihan pengendali *sliding mode* didasari atas kekokohannya terhadap gangguan. Namun, pengendali *sliding mode* memiliki kekurangan yaitu *Chattering* yang menyebabkan *error steady state*. Untuk mengatasi kekurangan tersebut didesain aksi kendali PID pada permukaan luncur pengendali *sliding mode*. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa pengendali *sliding mode* dengan permukaan luncur PID dapat mengurangi ESS dari -0.0200 menjadi -0.0002 untuk level dan 0.0106 menjadi 0.0008 untuk konsentrasi.

Kata kunci: *chattering, CSTR, error steady state, PID, sliding mode.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat beriring salam buat junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Desain Aksi Kendali PID Pada Permukaan Luncur *Decouple Sliding Mode Controller* Pada Sistem *Non* Linier Multivariabel *Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)*”

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi UIN SUSKA RIAU harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana.

Oleh sebab itu sudah sewajarnya penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta, yang telah memberikan semangat, dukungan moril maupun materil dan doa kepada penulis serta keluarga besar penulis yang selalu mendoakan penulis.
2. Prof. Dr. H. Nazir Karim selaku rektor UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
3. Dra. Hj. Yenita Morena, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.
4. Zulfatri Aini, ST., MT selaku ketua jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau yang telah membuat proses administrasi menjadi lebih efektif sehingga penulis lebih mudah dalam melengkapi berkas-berkas untuk Tugas Akhir dan pengalaman-pengalaman luar biasa beliau yang penulis rasakan.
5. Dian Mursyitah, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan

penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Zulfatri Aini ST., MT dan Aulia Ullah ST., M.Eng selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Irfan Nurdianto, Afif Saifuddin, Eko Priyanto, Setyawan, Julpan Welman, serta teman-teman penulis lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi dorongan, motivasi dan sumbangan pemikiran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Kakanda dan Adinda Teknik Elektro yang telah memberikan dorongan kepada penulis.

Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN <i>COVER</i>	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SIMBOL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-2
1.4 Batasan Masalah.....	I-2
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Dasar Teori.....	II-2

2.2.1 <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (CSTR)	II-2
2.2.2 Pengendali Sliding Mode	II-7
2.2.3 Persamaan <i>Lyapunov</i>	II-8
2.2.4 Permukaan Luncur.....	II-9
2.2.5 Sinyal Kendali	II-10
2.2.6 Kondisi Chattering.....	II-10
2.2.7 Metode Decouple.....	II-12
2.2.8 Pengendali Proportional Integral Derivative (PID)	II-15
2.2.9 Sistem Pengendalian.....	II-16

BAB III METODA PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Metoda Penelitian.....	III-1
3.2 Uji Open Loop Plan CSTR	III-2
3.2.1 Pengujian Coupled System	III-4
3.2.2 Perancangan Decoupler	III-8
3.3 Konsep Sistem	III-13
3.3.1 Perancangan Pengendali Sliding Mode	III-14
3.3.2 Perancangan Pengendali Sliding Mode dengan PID Sliding Surface	III-18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kestabilan Sistem Berdasarkan Persamaan Lyapunov	IV-1
4.1.1 Pengujian Kestabilan Untuk Pengendali Sliding Mode.....	IV-2
4.1.2 Pengujian Kestabilan Untuk Pengendali Sliding Mode dengan PID Sliding Surface.....	IV-3
4.2 Simulasi Sistem CSTR.....	IV-5
4.2.1 Simulasi Pengendali Sliding Mode dalam mencapai Setpoint.....	IV-5
4.2.2 Simulasi Pengendali Sliding Mode dengan permukaan luncur PID dalam mencapai setpoint	IV-8

4.2.3 Perbandingan respon SMC dan SMC PID dalam mencapai setpoint	IV-10
4.2.4 Simulasi Pengendali dalam mengatasi perubahan setpoint	IV-12
4.2.5 Perbandingan respon SMC dan SMC PID dalam mempertahankan perubahan setpoint.....	IV-15
4.2.6 Simulasi Pengendali dalam mengatasi konsentrasi yang bervariasi pada sistem CSTR	IV-16
4.2.7 Perbandingan respon SMC dan SMC PID dalam mengatasi konsentrasi yang bervariasi	IV-18
4.2.8 Simulasi Pengendali dalam mengatasi gangguan pada sinyal kendali	IV-20
4.2.9 Perbandingan respon SMC dan SMC PID dalam mengatasi gangguan pada sinyal kendali.....	IV-22

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP