

**SIMULASI SISTEM KONTROL KOLOM DISTILASI MENGGUNAKAN
ROBUST DENGAN H INFINITY**

Daniel Ananta Kusuma / 0622011

E-mail : ak_daniel@yahoo.com

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri 65

Bandung 40164, Indonesia

ABSTRAK

Sistem kolom distilasi merupakan sebuah proses fisika yang banyak digunakan di industri kimia ataupun industri perminyakan. Tujuan dari proses ini adalah untuk memisahkan sebuah campuran berdasarkan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) suatu unsur. Dalam memodelkan suatu sistem kolom distilasi sulit didapatkan model yang ideal, karena model yang ideal menyebabkan orde yang tinggi dan sistem tersebut non linier. Pereduksian dari orde yang tinggi akan memunculkan masalah *unmodeled dynamics* dan *uncertainty factors*.

Kontrol robust dengan H Infinity menjadi metode kontrol yang digunakan pada Tugas Akhir ini. Metode ini digunakan karena dalam perancangannya menyertakan *unmodeled dynamics* dan *uncertainty factors* dalam model sehingga diharapkan mampu mengatasi masalah-masalah yang bisa timbul akibat kedua faktor tersebut.

Berdasarkan hasil simulasi, kontrol robust dengan H Infinity terbukti berhasil untuk mengatasi ketidakpastian dan gangguan yang telah dimodelkan. Sinyal kontrolnya juga tetap stabil. Sedangkan untuk ketidakpastian dan gangguan di luar spesifikasi, kontrol robust dengan H Infinity tidak dapat mengatasinya.

Kata Kunci : kolom distilasi, ketidakpastian, kontrol robust, H Infinity

***SIMULATION OF DISTILLATION COLUMN SYSTEM USING H INFINITY
ROBUST CONTROL***

Daniel Ananta Kusuma / 0622011

E-mail : ak_daniel@yahoo.com

**Electrical Engineering, Faculty of Engineering , Maranatha Christian
University**

**Prof. Drg. Suria Sumantri 65 Street
Bandung 40164, Indonesia**

ABSTRACT

Distillation column system is a physical process that is widely used in chemical industries or petroleum industries. The purpose of this process is to separate a mixture based on the speed or evaporating rate (volatility) of an element. Modeling of an ideal distillation columns system will results in a very high order and non linier model. This model is not suitable for control design purpose, therefor a reduced order model is necessary. However, reduction of high order will bring up the issue unmodeled dynamics and uncertainty factors.

H Infinity Robust control is used in this Final Project. This method is used because in designing, unmodeled dynamics and uncertainty factors are considered. It expected, this controller can overcome the problems that arise due to these factors.

The simulation results shows that H Infinity robust control can overcome the uncertainty and disturbances that has been modeled successfully. Control signals also remain stable. As for the uncertainty and disturbances outside the specification, robust control with H Infinity unable to cope.

Keywords : distillation column, uncertainty, robust control, H Infinity

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix

BAB I PENDAHULUAN

1

I.1	Latar Belakang	1
I.2	Perumusan Masalah	2
I.3	Tujuan	2
I.4	Pembatasan Masalah	3
I.5	Sistematika Penulisan	3

BAB II DASAR TEORI KOLOM DISTILASI.....

6

II.1	Tinjauan Umum	6
II.2	Macam-Macam Distilasi	7
II.2.1	Distilasi Berdasarkan Proses Masuknya Umpan	7
II.2.2	Distilasi Berdasarkan Basis Tekanan Operasinya.....	8
II.2.3	Distilasi Berdasarkan Komponen Penyusunnya	8
II.2.4	Distilasi Berdasarkan Sistem Operasinya	8
II.3	Bagian-Bagian Kolom Distilasi	9
II.4	Prinsip Umum Kolom Distilasi.....	11
II.5	Diagram Titik Didih pada Distilasi Biner	13
II.6	Diagram Keseimbangan Uap-Cair	15
II.7	Persamaan Matematis Kolom Distilasi	15

BAB III	TEORI KONTROL ROBUST	22
III.1	Norm dari Sinyal dan Sistem	22
III.1.1	Norm dari Vektor dan Norm dari Sinyal	22
III.1.2	Norm dari Sistem	23
III.2	Memodelkan Ketidakpastian Sistem.....	24
III.2.1	Ketidakpastian yang Tidak Terstruktur.....	24
III.2.2	Ketidakpastian Parametrik	27
III.2.3	<i>Linier Fractional Transformation</i> (LFT).....	27
III.3	Spesifikasi Perancangan Robust	29
III.3.1	Teorema <i>Small-Gain</i> dan Stabilisasi Robust	30
III.3.2	Pertimbangan Kinerja	32
III.3.3	Struktur Nilai Singular	34
III.4	Desain H^∞	35
III.4.1	Optimasi Sensitivitas Gabungan H^∞	36
III.4.2	Perancangan <i>2-Degree-of-Freedom</i> H^∞	38
III.4.3	Solusi H^∞ Suboptimal	40
	Perumusan Solusi untuk Sistem Ternormalisasi	41
BAB IV	PERANCANGAN SISTEM KOLOM DISTILASI DENGAN PENGONTROL ROBUST.....	44
IV.1	Prosedur Perancangan Sistem Kolom Distilasi dengan Pengontrol Robust	44
IV.2	Memodelkan Dinamika Kolom Distilasi dengan Ketidakpastiannya .45	
	Model Kolom Distilasi dengan Orde 82	45
	Linierisasi Model Kolom Distilasi dengan Orde 82	48
	Menskalakan Model.....	49
	Mereduksi Model Menjadi Orde 6.....	49
	Memodelkan Ketidakpastian	50
IV.3	Mencari Solusi Pengontrol Robust	53
	Spesifikasi Kinerja dari Sistem Loop Tertutup.....	53

	Fungsi Pembobotan Kinerja dan Aksi Kontrol	53
	Fungsi Pembobotan Noise	57
	Interkoneksi Sistem Loop Terbuka	58
	Mencari Solusi Pengontrol Menggunakan Metode H^∞	59
BAB V	SIMULASI DAN ANALISIS	60
V.1	Simulasi 1	61
V.2	Simulasi 2	64
BAB VI	SIMPULAN DAN SARAN	68
VI.1	Simpulan	68
VI.2	Saran	68
	DAFTAR PUSTAKA	70
	LAMPIRAN A PROGRAM MATLAB	
	LAMPIRAN B SIMULINK DARI SISTEM KOLOM DISTILASI	
	LAMPIRAN C MATRIKS PLANT DAN MATRIKS PENGONTROL	

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Notasi Kolom Distilasi.....	47
Tabel IV.2	Data Kolom Distilasi.....	47
Tabel V.1	Variasi Gangguan.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Kolom Distilasi Secara Sederhana.....	11
Gambar II.2	Kolom Distilasi dengan N Tray	12
Gambar II.3	Diagram Titik Didih pada Distilasi Biner	14
Gambar II.4	Kurva Kesetimbangan Uap-Cair	15
Gambar II.5	Sistem Kolom Distilasi	16
Gambar III.1	<i>Additive Perturbation</i>	25
Gambar III.2	<i>Inverse Additive Perturbation</i>	25
Gambar III.3	<i>Input Multiplicative Perturbation</i>	25
Gambar III.4	<i>Output Multiplicative Perturbation</i>	26
Gambar III.5	<i>Inverse Input Multiplicative Perturbation</i>	26
Gambar III.6	<i>Inverse Output Multiplicative Perturbation</i>	26
Gambar III.7	Konfigurasi Standard M- Δ	28
Gambar III.8	Konfigurasi LLFT	28
Gambar III.9	Konfigurasi Umpan Balik	30
Gambar III.10	Penambahan Gangguan.....	31
Gambar III.11	Konfigurasi Loop Tertutup G dan K.....	33
Gambar III.12	<i>A mixed sensitivity consideration</i>	36
Gambar III.13	Konfigurasi Standar H^∞	37
Gambar III.14	Konfigurasi Desain 2DOF	39
Gambar IV.1	Sistem Kolom Distilasi	46
Gambar IV.2	Nilai Singular dari G dan G_4	50
Gambar IV.3	Kolom Distilasi dengan <i>Input Multiplicative Uncertainty</i>	51
Gambar IV.4	Pendekatan dari Ketidakpastian <i>Time Delay</i>	52
Gambar IV.5	Struktur Interkoneksi Loop Tertutup dari Sistem Kolom Distilasi	54
Gambar IV.6.	Respon Frekuensi Model M.....	55
Gambar IV.7	Invers dari Fungsi Pembobotan Kinerja	56
Gambar IV.8	Fungsi Pembobotan Aksi Kontrol.....	57

Gambar IV.9	Fungsi Pembobotan untuk Noise	58
Gambar IV.10	Interkoneksi Sistem Loop Terbuka Kolom Distilasi	59
Gambar IV.11	Diagram Skematik Interkoneksi Loop Terbuka.....	59
Gambar V.1	Hasil Simulasi 1 untuk Respon Komposisi y_D	61
Gambar V.2	Hasil Simulasi 1 untuk Respon Komposisi y_B	62
Gambar V.3	Hasil Simulasi 1 untuk Sinyal Kontrol u_1	63
Gambar V.4	Hasil Simulasi 1 untuk Sinyal Kontrol u_2	64
Gambar V.5	Hasil Simulasi 2 untuk Respon Komposisi y_D	65
Gambar V.6	Hasil Simulasi 2 untuk Respon Komposisi y_B	65
Gambar V.7	Hasil Simulasi 2 untuk Sinyal Kontrol u_1	67
Gambar V.8	Hasil Simulasi 2 untuk Sinyal Kontrol u_2	67