

Simulasi Pengontrolan Plant Kolom Distilasi Menggunakan UPC (Unified Predictive Control)

ABSTRAK

Hermadi Gunawan / 0322060
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. Drg. Surya Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia
E-mail: hermadigunawan@yahoo.com
Telepon: 628562220706

Pabrik-pabrik industri umumnya memiliki plant-plant yang memiliki *deadtime*, salah satu cara untuk mengontrol plant-plant yang memiliki *deadtime* adalah dengan Kontrol Prediktif, dan salah satu kontrol prediktif yang dibuat dalam tugas akhir ini adalah UPC (*Unified Predictive Control*).

Mendisain pengontrol UPC, diperlukan pemodelan proses dari sistem yang akan ditinjau terlebih dahulu, yang dinyatakan dalam model fungsi alih dan dalam *domain z* (diskrit).

Keluaran proses dari sistem yang ditinjau kemudian dilakukan estimasi dan dilakukan perhitungan polinomial-polinomial pengontrol untuk menghitung keluaran pengontrol. Setelah melakukan estimasi keluaran proses dan menghitung keluaran pengontrol maka dilakukan perhitungan polinomial-polinomial R, S, dan T, nilai-nilai polinomial R, S, dan T tersebut kemudian dimasukkan dalam SIMULINK untuk mendapatkan hasil respon keluaran sistem yang memiliki waktu mantap (t_s) dan tahanan maksimum (M_p) terkecil.

Nilai parameter H_p untuk sistem yang diuji pada penelitian ini minimal setengah kali *deadtime* dari pemodelan proses sistem yang ditinjau, nilai parameter H_m semakin mendekati nilai H_p kinerja-nya semakin baik, nilai parameter H_c sama dengan satu, dan nilai parameter ρ untuk sistem tanpa gangguan sama dengan nol.

Kata kunci: Prediktif Kontrol, UPC, Kolom Distilasi.

Simulation of Controller Distillation Column Plant Using UPC (Unified Predictive Control)

ABSTRACT

Hermadi Gunawan / 0322060

Department of Electrical Engineering Maranatha Christian University

Prof. Drg. Surya Sumantri 65 Street, Bandung 40164, Indonesia

E-mail: hermadigunawan@yahoo.com

Contact: 628562220706

Industrial factories generally have many plants with dead time, one of the ways to control plants with dead time is with predictive control, and one of the predictive controls made in this final project is UPC (Unified Predictive Control).

Designing UPC controller, we need modeling process from evaluated system, which declared from transfer function model and domain z (discreet).

Then, the output process of the system is being estimated and calculates the controller polynomials calculation to calculate the controller output, and then the values of R , S and T polynomials are being calculated. Then the values of R , S and T polynomials are being process in SIMULINK to get the system's output response which has minimum settling times (t_s) and maximum overshoot (M_p).

The value of H_p parameter for this system which tested in this detailed examination is at least half of dead time of the system's modeling process. The closer the value between H_m parameter and H_p , the better it is. The value of H_c parameter is equal with 1 and the value of parameter ρ for system without disturbances is equal with 0.

Keyword: Predictive Control, UPC, Distillation Column.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2

BAB II DASAR TEORI

2.1 Konsep Kontrol Prediktif.....	4
2.2 Model Proses dan Prediksi.....	7
2.2.1 Pemodelan Proses.....	8
2.2.2 Model Proses dan Prediksi saat tidak ada Gangguan.....	11
2.2.3 Prediksi dari Keluaran Proses yang dimodelkan.....	12
dengan Fungsi Alih	
2.2.4 Model Proses dan Prediksi dengan Gangguan.....	13
2.3 Fungsi Kriteria.....	17
2.3.1 Fungsi Kriteria UPC.....	17
2.4 Hukum Kontrol Prediktif.....	18
2.4.1 Hukum Kontrol UPC.....	18
2.5 Trayektori Referensi.....	21
2.6 Parameter-Parameter Disain.....	22
2.7 Kinerja Sistem Kontrol.....	24

BAB III PERANCANGAN

3.1	Pemodelan Proses.....	27
3.2	Perancangan Pengontrol Prediktif.....	28
3.3	Flowchart Disain UPC.....	29
3.4	Simulasi dengan SIMULINK.....	30

BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISA

4.1	Simulasi Penalaan Horison Prediksi.....	32
4.2	Simulasi Penalaan Horison Minimum-Cost.....	37
4.3	Simulasi Penalaan Kontrol Horison.....	47
4.4	Simulasi Penalaan Faktor Pembebanan.....	49
4.5	Simulasi Penalaan Horison Prediksi untuk Plant yang Berbeda.....	50
4.6	Simulasi Penalaan Horison Minimum-Cost untuk Plant yang Berbeda	58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan.....	81
5.2.	Saran.....	82

DAFTAR PUSTAKA.....	83
---------------------	----

LAMPIRAN A m-FILE.....	A-1
------------------------	-----

LAMPIRAN B PENGONTROL PI.....	B-1
-------------------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram Blok Model Kontrol Awal.....	5
Gambar 2.2. Hubungan Horison Prediksi dengan Pengontrol.....	6
Gambar 2.3. Blok Diagram dari Kolom Distilasi.....	8
Gambar 2.4. Diagram Blok dari Prediksi Langkah i Maju Persamaan (2.11).....	13
Gambar 2.5. Sistem Lup Tertutup.....	21
Gambar 2.6. Diagram Blok Ilustrasi Disain Pengontrol Prediktif.....	23
Gambar 2.7. Blok Diagram dari Sistem Lup Tertutup.....	23
Gambar 2.8. Respon Transien Sistem Lup Tertutup.....	25
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian.....	30
Gambar 3.2. Blok Diagram SIMULINK.....	31
Gambar 3.3. Blok Diagram Sub-System UPC.....	31
Gambar 4.1. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 2$	33
Gambar 4.2. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 3$	33
Gambar 4.3. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 4$	34
Gambar 4.4. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 5$	34
Gambar 4.5. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 6$	34
Gambar 4.6. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 7$	35
Gambar 4.7. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 8$	35
Gambar 4.8. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 9$	35
Gambar 4.9. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 10$	36
Gambar 4.10. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 2$ dan $H_m = 1$	37
Gambar 4.11. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 2$ dan $H_m = 2$	37
Gambar 4.12. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 3$ dan $H_m = 1$	38
Gambar 4.13. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 3$ dan $H_m = 2$	38
Gambar 4.14. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 3$ dan $H_m = 3$	39
Gambar 4.15. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 4$ dan $H_m = 1$	39
Gambar 4.16. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk $H_p = 4$ dan $H_m = 2$	39

Gambar 4.17. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 4$ dan $H_m = 3$	40
Gambar 4.18. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 4$ dan $H_m = 4$	40
Gambar 4.19. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 5$ dan $H_m = 1-3$	40
Gambar 4.20. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 5$ dan $H_m = 4-5$	41
Gambar 4.21. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 6$ dan $H_m = 1-3$	41
Gambar 4.22. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 6$ dan $H_m = 4-6$	41
Gambar 4.23. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 7$ dan $H_m = 1-4$	42
Gambar 4.24. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 7$ dan $H_m = 5-7$	42
Gambar 4.25. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 8$ dan $H_m = 1-4$	42
Gambar 4.26. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 8$ dan $H_m = 5-8$	43
Gambar 4.27. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 9$ dan $H_m = 1-3$	43
Gambar 4.28. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 9$ dan $H_m = 4-6$	43
Gambar 4.29. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 9$ dan $H_m = 7-9$	44
Gambar 4.30. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 10$ dan $H_m = 1-4$	44
Gambar 4.31. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 10$ dan $H_m = 5-8$	45
Gambar 4.32. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk	$H_p = 10$ dan $H_m = 9-10$	45
Gambar 4.33. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....		47
	$H_p = 10$, $H_m = 5$ dan $H_c = 1$	
Gambar 4.34. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk		47
	$H_p = 10$, $H_m = 5$ dan $H_c = 2$	
Gambar 4.35. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk		48
	$H_p = 10$, $H_m = 5$ dan $H_c = 3$	
Gambar 4.36. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....		48
	$H_p = 10$, $H_m = 5$ dan $H_c = 4$	
Gambar 4.37. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....		48
	$H_p = 10$, $H_m = 5$ dan $H_c = 5$	
Gambar 4.38. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....		49

$H_p = 7$, $H_m = 6$, $H_c = 1$, dan $\rho = 0 - 2$	
Gambar 4.39. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	49
$H_p = 7$, $H_m = 6$, $H_c = 1$, dan $\rho = 3 - 5$	
Gambar 4.40. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	50
$H_p = 7$, $H_m = 7$, $H_c = 1$, dan $\rho = 0 - 2$	
Gambar 4.41. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	50
$H_p = 7$, $H_m = 7$, $H_c = 1$, dan $\rho = 3 - 5$	
Gambar 4.42. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	51
$H_p = 2$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.43. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	52
$H_p = 3$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.44. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	52
$H_p = 4$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.45. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	53
$H_p = 5 - 7$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.46. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	53
$H_p = 8 - 10$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.47. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	54
$H_p = 2$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.48. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	54
$H_p = 3$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.49. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	55
$H_p = 4$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.50. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	55
$H_p = 5$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.51. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	56
$H_p = 6 - 8$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	

Gambar 4.52. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	56
$H_p = 9-10$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.53. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	58
$H_p = 2$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.54. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	58
$H_p = 2$, $H_m = 2$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.55. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	59
$H_p = 3$, $H_m = 1$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.56. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	59
$H_p = 3$, $H_m = 2-3$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.57. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	60
$H_p = 4$, $H_m = 1-4$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.58. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	60
$H_p = 5$, $H_m = 1-3$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.59. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	61
$H_p = 5$, $H_m = 4-5$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.60. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	61
$H_p = 6$, $H_m = 1-3$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.61. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	62
$H_p = 6$, $H_m = 4-6$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.62. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	62
$H_p = 7$, $H_m = 1-4$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.63. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	63
$H_p = 7$, $H_m = 5-7$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.64. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	63
$H_p = 8$, $H_m = 1-4$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.65. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	64
$H_p = 8$, $H_m = 5-8$, dan $H_c = 1$	

Gambar 4.66. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	64
$Hp = 9$, $Hm = 1 - 4$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.67. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	65
$Hp = 9$, $Hm = 5 - 9$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.68. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	65
$Hp = 10$, $Hm = 1 - 4$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.69. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	66
$Hp = 10$, $Hm = 5 - 7$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.70. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	66
$Hp = 10$, $Hm = 8 - 10$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.71. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	68
$Hp = 2$, $Hm = 1$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.72. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	68
$Hp = 2$, $Hm = 2$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.73. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	69
$Hp = 3$, $Hm = 1$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.74. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	69
$Hp = 3$, $Hm = 2$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.75. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	69
$Hp = 3$, $Hm = 2$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.76. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	70
$Hp = 3$, $Hm = 3$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.77. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	70
$Hp = 4$, $Hm = 1$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.78. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	71
$Hp = 4$, $Hm = 2$, dan $Hc = 1$	
Gambar 4.79. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	71
$Hp = 4$, $Hm = 3$, dan $Hc = 1$	

Gambar 4.80. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	71
$H_p = 4$, $H_m = 4$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.81. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	72
$H_p = 5$, $H_m = 1 - 3$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.82. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	72
$H_p = 5$, $H_m = 4 - 5$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.83. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	73
$H_p = 6$, $H_m = 1 - 3$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.84. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	73
$H_p = 6$, $H_m = 4 - 6$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.85. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	74
$H_p = 7$, $H_m = 1 - 4$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.86. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	74
$H_p = 7$, $H_m = 5 - 7$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.87. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	75
$H_p = 8$, $H_m = 1 - 4$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.88. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	75
$H_p = 8$, $H_m = 5 - 8$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.89. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	76
$H_p = 9$, $H_m = 1 - 3$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.90. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	76
$H_p = 9$, $H_m = 4 - 6$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.91. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	77
$H_p = 9$, $H_m = 7 - 9$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.92. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	77
$H_p = 10$, $H_m = 1 - 4$, dan $H_c = 1$	
Gambar 4.93. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk.....	78
$H_p = 10$, $H_m = 5 - 8$, dan $H_c = 1$	

Gambar 4.94. Keluaran Sistem dan Pengontrol untuk..... 78

$$H_p = 10, H_m = 9 - 10, \text{ dan } H_c = 1$$

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Parameter Disain Kontrol Prediktif.....	22
Tabel 3.1 Harga Awal Parameter Disain.....	28
Tabel 4.1 Kinerja Keluaran Sistem untuk $2 \leq Hp \leq 10$	36
Tabel 4.2 Kinerja Keluaran Sistem untuk $Hm \leq Hp$, $2 \leq Hp \leq 10$	46
Tabel 4.3 Kinerja Keluaran Sistem untuk $2 \leq Hp \leq 10$	57
Tabel 4.4 Kinerja Keluaran Sistem untuk $Hm \leq Hp$, $2 \leq Hp \leq 10$	67
Tabel 4.5 Kinerja Keluaran Sistem untuk $Hm \leq Hp$, $2 \leq Hp \leq 10$	79