

# **PERANCANGAN KENDALI MULTI-MODEL ADAPTIF UNTUK SISTEM TRANSMISI FLEKSIBEL**

**Yohanes Mulyadi / 0322135**

**Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha**

**Jln. Prof. Drg. Surya Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia**

**Email : yohanesmulyadi@hotmail.com**

## **ABSTRAK**

Penggunaan material ringan pada sistem yang bersifat fleksibel, dapat meningkatkan performa dinamis yang cepat dan mengurangi konsumsi energi, tetapi pada sistem-sistem tersebut dapat terjadi getaran yang mengganggu kinerja sistem tersebut. Oleh karena itu dalam tugas akhir ini, getaran yang terjadi pada sistem transmisi fleksibel akan dihilangkan.

Sistem transmisi fleksibel adalah sebuah plant yang memiliki perubahan harga parameter yang besar dan berubah secara tiba-tiba. Plant yang memiliki perubahan harga parameter yang besar dan berubah secara tiba-tiba, biasanya sangat sulit untuk dikendalikan. Pengendali adaptif tradisional tidak cukup cepat untuk mengatasi perubahan parameter yang besar dan tiba-tiba, sehingga terjadi respon transien dari sistem yang tidak diharapkan. Sedangkan kendali tetap biasanya menghasilkan performa yang tidak sesuai dengan harapan.

Dalam tugas akhir ini, akan dirancang pengendali untuk sistem transmisi fleksibel dengan menggunakan metode pengendali multi-model dikombinasikan dengan metode pengendali adaptif. Tujuan dari pengendalian adalah menghilangkan respon transien dari sistem yang tidak diharapkan. Penggunaan pengendali multi-model adaptif pada sistem dapat menghilangkan respon transien yang tidak diharapkan. Sehingga getaran yang terjadi pada sistem dapat dikurangi.

*Katakunci: adaptif, multi-model, pengendali R-S-T*

# **MULTI-MODEL ADAPTIVE CONTROL DESIGN FOR FLEXIBLE TRANSMISSION SYSTEM**

**Yohanes Mulyadi / 0322135**

**Department of Electric Engineering, Faculty of Technique, Maranatha  
Christian University, Jln. Prof. Drg. Surya Sumantri 65, Bandung 40164  
Indonesia**

**Email : yohanesmulyadi@hotmail.com**

## **ABSTRACT**

The use of lightweight material on the flexible structure, causing a fast dynamic performance and reduce energy demands, but these structures are subject to detrimental vibration. Therefore, in this final project, the vibration on the flexible transmission system is the subject to be controlled.

Flexible transmission system is a plant subjected to abrupt and large parameter variations. The plants subjected to abrupt and large parameter variations are generally very difficult to control. A classical adaptive controller or a fixed robust controller encounter the difficulties to solve this problem. An adaptive controller is not fast enough to follow the parameter variations, therefore unacceptable transients response is performed. Whereas a fixed robust controller normally leads to poor performance due to the large uncertainties.

In this final project, controller for flexible transmission system is designed using multi-model control method combined with adaptive control method. The subject of controlling is to reduce the unacceptable transients response of the system. The unacceptable transient response of the system using multi-model adaptive control can be reduced. Therefore, detrimental vibration of the system can be reduced too.

*keyword: adaptive, multi-model, R-S-T controller*

## DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	ii
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Gambar.....	ix
Bab I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang Masalah.....	1
I.2 Perumusan Masalah.....	1
I.3 Tujuan.....	2
I.4 Pembatasan Masalah.....	3
I.5 Sistematika Penulisan.....	3
Bab II LANDASAN TEORI.....	5
II.1 Penempatan Pole R-S-T .....	5
II.1.1 Struktur.....	5
II.1.2 Regulasi.....	6
II.2 Metode Kendali Adaptif .....	7
II.2.1 <i>Indirect Adaptive Control</i> .....	8
II.2.2 <i>Direct adaptive control</i> .....	9
II.2.3 <i>Parameter Adapatation Algorithm Menggunakan</i> <i>Recursive Least Squares</i> .....	10
II.3 <i>Multi-Model Control (MMC)</i> .....	12
II.3.1 Supervisor .....	13
II.4 <i>Multi-Model Adaptive Control (MMAC)</i> .....	15
II.5 Metode Penghitungan Amplituda Getaran.....	16

Bab III PERANCANGAN .....	17
III.1 Plant.....	17
III.2 Perancangan Pengendali Dengan Metode Penempatan Pole R-S-T.....	20
III.3 <i>Multi-Model Control</i> (MMC).....	29
III.4 Kendali Adaptif .....	34
III.5 <i>Multi-model Adaptive Control</i> (MMAC).....	35
 Bab IV SIMULASI, DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA.....	 37
IV.1 Pengendalian dengan Pengendali Penempatan Pole RST .....	37
IV.1.1 Model 0 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 0....	38
IV.1.2 Model 0 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 0...	39
IV.1.3 Model 0 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 0...	40
IV.1.4 Model 6 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 6...	41
IV.1.5 Model 6 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 6...	41
IV.1.6 Model 6 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 6...	42
IV.1.7 Model 12 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 12	43
IV.1.8 Model 12 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 12	44
IV.1.9 Model 12 Dikendalikan Oleh Pengendali R-S-T Model 12	44
IV.2 Pengendalian Dengan Metode Multi-model, Adaptif, dan Multi-model Adpatif.....	49
IV.2.1 Variasi Perubahan Plant 1.....	49
IV.2.1.1 Pengendalian Dengan Pengendali Mutli-model.....	50
IV.2.1.2 Pengendalian Dengan Pengendali Adaptif.....	51
IV.2.1.3 Pengendalian Dengan Pengendali Multi-model Adaptif.....	52
IV.2.2 Variasi Perubahan Plant 2.....	56
IV.2.2.1 Pengendalian Dengan Pengendali Mutli-model.....	57
IV.2.2.2 Pengendalian Dengan Pengendali Adaptif.....	58
IV.2.2.3 Pengendalian Dengan Pengendali Multi-model Adaptif.....	59

Bab V KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
V.1 Kesimpulan.....	64
V.2 Saran.....	64
Daftar Pustaka.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Identifikasi plant untuk beban yang berbeda	19
Tabel 3.2	Faktor redaman yang dimiliki oleh sistem	22
Tabel 3.3	Frekuensi natural yang dimiliki oleh sistem	23

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Struktur transmisi fleksibel	2
Gambar 2.1	Struktur pengendalian dengan metode penempatan pole R-S-T	6
Gambar 2.2	Blok diagram <i>Self Tuning Regulator</i>	9
Gambar 2.3	Blok diagram pengestimasian harga parameter secara <i>on-line</i>	10
Gambar 2.4	Struktur rekrusif dari <i>parameter adaptation algorithm</i> (PAA)	11
Gambar 2.5	Skema pengendali multi-model	13
Gambar 2.6	Skema <i>Multi-Model Adaptive Control</i> (MMAC)	16
Gambar 3.1	Sistem transmisi fleksibel	19
Gambar 3.2	Skema sistem transmisi fleksibel	18
Gambar 3.3	Respon frekuensi untuk model 0, model 6, dan model 12	20
Gambar 3.4	Blok diagram pengendali R-S-T secara umum	30
Gambar 3.5	Diagram blok pengendali multi-model pada sistem transmisi fleksibel	31
Gambar 3.6	<i>Plant switcher</i>	31
Gambar 3.7	<i>Input</i>	32
Gambar 3.8	<i>Plant</i>	33
Gambar 3.9	Supervisor untuk tiga masukan	34
Gambar 3.10	<i>Unit Delay</i>	34
Gambar 3.11	Diagram blok pengendali adaptif untuk sistem transmisi fleksibel	35
Gambar 3.12	Diagram blok <i>multi-model adaptive control</i> untuk sistem transmisi fleksibel	36
Gambar 3.13	Supervisor untuk empat masukan	37
Gambar 4.1	Model 0 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 0	40
Gambar 4.2	Model 0 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 6	40
Gambar 4.3	Model 0 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 12	41
Gambar 4.4	Model 6 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 0	42
Gambar 4.5	Model 6 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 6	43
Gambar 4.6	Model 6 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 12	43
Gambar 4.7	Model 12 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 0	44

Gambar 4.8	Model 12 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 6	45
Gambar 4.9	Model 12 dikendalikan oleh pengendali R-S-T model 12	46
Gambar 4.10	Pengendalian model 0	47
Gambar 4.11	Perbesaran pengendalian model 0	47
Gambar 4.12	Pengendalian model 6	48
Gambar 4.13	Perbesaran pengendalian model 6	48
Gambar 4.14	Pengendalian model 12	49
Gambar 4.15	Perbesaran pengendalian model 12	49
Gambar 4.16	<i>Time-line</i> plant yang akan digunakan pada simulasi pertama	50
Gambar 4.17	Pengendalian dengan <i>multi-model control</i> untuk variasi perubahan plant 1	51
Gambar 4.18	Posisi <i>switch</i> pada pengendalian dengan <i>multi-model control</i> untuk variasi perubahan plant 1	52
Gambar 4.19	Pengendalian dengan pengendali adaptif untuk variasi perubahan plant 1	53
Gambar 4.20	Pengendalian dengan <i>multi-model adaptive control</i> untuk variasi perubahan plant 1	54
Gambar 4.21	Posisi <i>switch</i> pada pengendalian dengan <i>multi-model adaptive control</i> untuk variasi perubahan plant 1	55
Gambar 4.22	Perbandingan hasil pengendalian pada simulasi dengan variasi perubahan plant 1	56
Gambar 4.23	Perbesaran Perbandingan hasil pengendalian sistem dengan variasi perubahan plant 1	56
Gambar 4.24	<i>Time-line</i> plant yang akan digunakan pada simulasi kedua	57
Gambar 4.25	Pengendalian dengan <i>multi-model control</i> untuk variasi perubahan plant	58
Gambar 4.26	Posisi <i>switch</i> pada pengendalian dengan <i>multi-model control</i> untuk variasi perubahan plant 1	59
Gambar 4.27	Pengendalian dengan pengendali adaptif untuk variasi perubahan plant 2	60



Gambar 4.28	Pengendalian dengan <i>multi-model adaptive control</i> untuk variasi perubahan plant 2	61
Gambar 4.29	Posisi <i>switch</i> pada pengendalian dengan <i>multi-model adaptive control</i> untuk variasi perubahan plant 2	62
Gambar 4.30	Perbandingan hasil pengendalian pada simulasi dengan variasi perubahan plant 2	63
Gambar 4.31	Perbesaran perbandingan hasil pengendalian pada simulasi dengan variasi perubahan plant 2	63