

# **Desain dan Simulasi *Multiple Model Fuzzy Logic Control* pada *Tower Crane***

**Torang Simamora / 0722092**

**E-mail : torangsimamora@gmail.com**

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

**Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri 65**

**Bandung 40164, Indonesia**

## **ABSTRAK**

*Tower crane* adalah salah satu mesin pengangkut yang umumnya digunakan dalam industri transportasi untuk memindahkannya suatu beban ke tempat yang diinginkan, sehingga pemindahan beban yang berat akan jauh lebih cepat. Pada saat sistem *tower crane* memindahkan sebuah beban, terdapat kompleksitas gangguan yang dialami oleh *crane* sepanjang lintasan seperti angin, hujan. Dalam Tugas Akhir ini, contoh ketidakpastian model yang dibahas adalah perubahan massa beban pada saat dipindahkan. Hal ini dapat menyebabkan kenonlinieran pada respon dinamika sistem sepanjang lintasan yang dilalui oleh *crane*.

*Fuzzy Logic Controller* merupakan salah satu jenis *controller* yang mampu untuk menangani kenonlinieran sistem, akan tetapi untuk daerah kerja sistem *tower crane* yang luas dengan *highly nonlinear dynamics* sepanjang lintasan satu *Fuzzy Logic Controller* saja tidak cukup. Oleh karena itu digunakan metoda *Multiple Model* untuk membagi daerah kerja sistem *Fuzzy Logic Controller* sehingga mampu untuk menangani kompleksitas gangguan yang dialami oleh *crane* sepanjang lintasan. Langkah desain sistem control dinamika *tower crane* menggunakan *Fuzzy Logic Controller* dengan atau tanpa *Multiple Model* terdiri dari pemodelan sistem *tower crane*, mendapatkan *state space liniear* yang kemudian digunakan untuk model bank, desain *Fuzzy Logic Controller* untuk masing - masing model, dan yang terakhir adalah desain *Supervisor*.

Berdasarkan hasil simulasi, *Fuzzy Logic Controller* menggunakan *Multiple Model* terbukti lebih baik untuk mengatasi respon transien yang dialami oleh beban dibandingkan dengan tanpa menggunakan *Multiple Model* dan berhasil menekan kenonlinieran pada respon dinamika yang diakibatkan adanya perubahan massa beban pada saat dipindahkan. *Multiple Model* juga terbukti mengoptimalkan kinerja dari *Fuzzy Logic Controller* dalam menangani adanya ketidakpastian pada model.

Kata kunci : *Tower Crane. Multiple model, Fuzzy Logic Controller*

***Design and Simulation Multiple Model Fuzzy Logic Control for Tower Crane***

**Torang Simamora / 0722092**

**E-mail : torangsimamora@gmail.com**

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

**Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri 65**

**Bandung 40164, Indonesia**

**ABSTRACT**

Tower crane is one of the tools used in industry to carry heavy loads and cargo from one spot to another. When transferring the loads, the crane is experienced disturbances, such as rain and wind. In this final project, model uncertainty is considered as load changes. It affects to nonlinearity in dynamics response system.

Fuzzy Logic Controller is one type of controller to overcome the nonlinearity of the system, but in large areas systems with highly nonlinear dynamics along the trajectory, one Fuzzy Logic Controller is not enough. Therefore, Multiple Models used to divide the area Fuzzy Logic Controller systems to handle the complexity of interference experienced by the crane along the track. The steps in designing this controller are: modelling tower crane system, gets the linear state space for model bank, design fuzzy controller for each models, and design the supervisor.

The simulation results show that fuzzy logic controller with multiple model is better than fuzzy logic controller without multiple model in improving transient response and overcoming the nonlinearity. Multiple model can also optimize the fuzzy logic controller's performance with model uncertainty.

**Keywords :** *Tower Crane. Multiple model, Fuzzy Logic Controller*

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1    Latar Belakang Masalah.....	1
I.2    Identifikasi Masalah.....	3
I.3    Tujuan.....	3
I.4    Pembatasan Masalah.....	3
I.5    Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1    Tinjauan umum sistem <i>Tower Crane</i> .....	5
II.2    Dinamika <i>Tower Crane</i> dan Kenonlinieran .....	7
II.3 <i>Rigid- Body</i> dan <i>Lagrange Equation</i> .....	7
II.4 <i>Liniearisasi</i> dan <i>State Space Model</i> .....	8
II.4.1 <i>Matrix Jacobian</i> .....	9
II.4.2 Fungsi Linmod .....	10
II.5    Multimodel.....	10
II.5.1 <i>Supervisor</i> .....	11
II.6 <i>Fuzzy Logic Controler</i> .....	12
II.6.1 <i>Fuzzy Inference System</i> ..	12
II.6.2 Struktur <i>Fuzzy Controller</i> .....	16
II.6.2.1 Fuzifikasi.....	17
II.6.2.2 Inference Mechanism.....	19

II.6.2.3 Defuzzifikasi.....	19
II.6.3 <i>Clustering</i> .....	20
 BAB III PERANCANGAN	
III.1 Pemodelan Tower Crane.....	22
III.2 Spesifikasi Tower Crane.....	23
III.3 Model Matematis Dinamika Tower Crane.....	23
III.4 Perancangan pada Simulink.....	26
III.5 Perancangan Model Bank.....	27
III.6 Perancangan <i>Fuzzy Controller</i> .....	31
III.7. Perancangan <i>Supervisor</i> .....	37
 BAB IV SIMULASI DAN ANALISA	
IV.1 Analisa Respon dari Model Matematis Tower Crane.....	38
IV.2 Analisa Hasil Sistem Kontrol Dinamika Tower Crane Menggunakan <i>Fuzzy Controller</i> dengan atau tanpa <i>Multiple Model</i> .....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN A BLOK DIAGRAM DINAMIKA SISTEM TOWER CRANE	
LAMPIRAN B DESAIN FUZZY LOGIC CONTROLLER PADA MATLAB	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Model Sistem Tower Crane .....	6
Gambar 2.2	<i>Multiple Model</i> Blok .....	11
Gambar 2.3	<i>Fuzzy Inference System Editor</i> .....	13
Gambar 2.4	<i>Membership Function Editor</i> .....	14
Gambar 2.5	<i>Rule Editor</i> .....	15
Gambar 2.6	Struktur <i>Fuzzy Controller</i> .....	17
Gambar 2.7	Kurva segitiga.....	18
Gambar 2.8	Kurva trapesium.....	18
Gambar 3.1	Skema fisik dinamika dari <i>Tower Crane</i> .....	24
Gambar 3.2	<i>Subsystem fixed</i> model sistem <i>Tower Crane</i> .....	26
Gambar 3.3	Model bank sistem <i>tower crane</i> .....	30
Gambar 3.4	FIS editor untuk variabel <i>input</i> dan <i>output</i> .....	31
Gambar 3.5	Fungsi keanggotaan <i>input</i> dan <i>output fuzzy controller</i> pada sistem <i>tower crane</i> .....	32
Gambar 3.6	Blok “ <i>Fuzzy Logic Contrller</i> ” .....	36
Gambar 3.7.a	Blok “Embedded MATLAB Function” .....	37
Gambar 3.7.b	Blok “Supervisor” .....	37
Gambar 4.1	untuk massa beban yang dipindahkan berbeda dengan besar input gaya (F) sama .....	39
Gambar 4.2	Respon simpangan pada beban ( $\emptyset$ ) untuk massa beban yang dipindahkan berbeda dengan besar input gaya (F) sama .....	39
Gambar 4.3	Respon jarak yang ditempuh <i>trolley</i> (x) untuk massa beban yang dipindahkan besar input gaya (F) berbeda.....	40
Gambar 4.4	Respon simpangan pada beban ( $\emptyset$ ) untuk massa beban yang dipindahkan sama dengan besar input gaya (F) berbeda .....	40

Gambar 4.5.a	Respon perubahan massa beban untuk $m=1000$ kg, berubah menjadi 800 kg, 700 kg hingga 1100 kg dengan besar gaya $(F) = 100$ N.....	42
Gambar 4.5.b	Respon skema <i>switching</i> untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 800 kg,700 kg hingga 1100 kg dengan besar gaya $(F) = 100$ N.....	42
Gambar 4.5.c	Respon jarak yang ditempuh <i>trolley</i> ( $x$ ) untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 800 kg,700 kg hingga 1100 kg dengan besar gaya $(F) = 100$ N.....	42
Gambar 4.5.d	Respon simpangan pada beban ( $\emptyset$ ) untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 800 kg,700 kg hingga 1100 kg dengan besar gaya $(F) = 100$ N.....	42
Gambar 4.6 .a	Respon perubahan massa beban untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 800 kg hingga 700 kg dengan besar gaya $(F) = 80$ N. ....	44
Gambar 4.6 .b	Respon skema <i>switching</i> untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 800 kg hingga 700 kg dengan besar gaya $(F) = 80$ N. ....	44
Gambar 4.6.c	Respon jarak yang ditempuh <i>trolley</i> ( $x$ ) untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 800 kg hingga 700 kg dengan besar gaya $(F) = 80$ N. ....	44
Gambar 4.6.d	Respon simpangan pada beban ( $\emptyset$ ) untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 800 kg hingga 700 kg dengan besar gaya $(F) = 80$ N. ...	44
Gambar 4.7.a	Respon perubahan massa beban untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 1200 kg, 700 kg hingga 1100 kg dengan besar gaya $(F) = 100$ N....	46
Gambar 4.7.b	Respon skema <i>switching</i> untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 1200 kg,700 kg hingga 1100 kg dengan besar gaya $(F) = 100$ N....	46
Gambar 4.7.c	Respon jarak yang ditempuh <i>trolley</i> ( $x$ ) untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 1200 kg,700 kg hingga 1100 kg dengan besar gaya $(F) = 100$ N. ....	46
Gambar 4.7.d	Respon simpangan pada beban ( $\emptyset$ ) untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 1200 kg,700 kg hingga 1100 kg dengan besar gaya	

(F) = 100 N. ....	46
Gambar 4.8.a Respon perubahan massa beban untuk saat $m= 1000$ kg, berubah menjadi 1100 kg,1200 kg hingga 1300 kg dengan besar gaya	
(F) = 80 N. ....	48
Gambar 4.8 .b Respon skema <i>switching</i> untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 1100 kg,1200 kg hingga 1300 kg dengan besar gaya (F) = 80 N. ..	48
Gambar 4.8.c Respon jarak yang ditempuh <i>trolley</i> (x) untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 1100 kg,1200 kg hingga 1300 kg dengan besar gaya	
(F) = 80 N. ....	48
Gambar 4.8.d Respon simpangan pada beban ( $\emptyset$ ) untuk $m= 1000$ kg, berubah menjadi 1100 kg,1200 kg hingga 1300 kg dengan besar gaya	
(F) = 80 N. ....	48
Gambar 4.9.a Respon massa beban saat tidak ada perubahan .....	50
Gambar 4.9.b Respon jarak yang ditempuh <i>trolley</i> (x) saat tidak ada perubahan massa beban.....	50
Gambar 4.9.c Respon simpangan pada beban ( $\emptyset$ ) saat tidak ada perubahan massa beban.....	50
Gambar 4.9.d Respon simpangan pada beban ( $\emptyset$ ) saat tidak ada perubahan massa beban sampai lama – lama simpangan menjadi lebih kecil .....	50