

PENGENDALIAN *CRANE* MELALUI KONFIGURASI PARAMETER MENGGUNAKAN SIMULASI ALGORITMA *ANTI SWAY*

Kevin Jonathan

NRP : 1522005

e-mail : kj961997@gmail.com

ABSTRAK

Crane biasa digunakan dalam proses manufaktur atau pemeliharaan. Produktivitas dan keamanan dianggap sebagai persyaratan paling penting pada *crane*. Beban yang berayun saat *crane* konvensional bergerak adalah masalah utama yang mempengaruhi kemampuannya beroperasi secara efisien. Produksi dapat meningkat jika banyaknya ayunan berkurang. Keamanan beban, keamanan mesin, dan keamanan sumber daya manusia meningkat karena tidak terjadi ayun. Jika eksperimen *crane anti sway* dilakukan secara *real*, akan membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang besar, sehingga dilakukan simulasi agar waktu yang dibutuhkan singkat dan biaya yang dibutuhkan kecil. Konfigurasi parameter pada pengendalian *crane* dibutuhkan agar *crane* dapat mengurangi sudut *sway* dan mengurangi waktu berhenti *crane*.

Pada tugas akhir ini dilakukan pengendalian *crane* melalui konfigurasi parameter menggunakan simulasi algoritma *anti sway*. Berdasarkan hasil analisis simulasi didapat bahwa batas jarak tempuh minimal *crane* 2,5m dan panjang tali yang dikonfigurasi pada sistem *crane real* adalah 3m. Berdasarkan data kecepatan motor *crane anti sway* di lapangan dan dilakukan simulasi dengan plant *crane*, didapat sudut *sway* $0,015^\circ$ dan *crane* dapat berhenti dalam waktu 3,3detik. Berdasarkan data kecepatan motor *crane* tanpa *anti sway* di lapangan dan dilakukan simulasi dengan plant *crane*, didapat sudut *sway* $0,045^\circ$ dan *crane* dapat berhenti dalam waktu 7detik.

Hasil pengujian sudut *sway crane* di lapangan dilakukan dengan kamera *smartphone android*. Dari data gambar pergerakan *crane*, terbukti sudut *sway crane* dengan *anti sway* lebih kecil dari sudut *sway crane* tanpa *anti sway*. Dapat disimpulkan bahwa hasil sudut *sway* berdasarkan simulasi sesuai dengan hasil sudut *sway* di lapangan.

Kata kunci: hukum newton, *crane*, *open loop*, *anti sway*

CRANE CONTROL THROUGH PARAMETER CONFIGURATION USING SIMULATION ANTI SWAY ALGORITHM

Kevin Jonathan

NRP : 1522005

e-mail : kj961997@gmail.com

ABSTRACT

Cranes are used in manufacturing or maintenance processes. Productivity and safety are considered the most important requirements on the crane. The load that swings while a conventional crane is moving is a major problem affecting its ability to operate efficiently. Production can increase if the number of swings decreases. Load safety, machine safety, and human resource security increase because there is no swing. If the anti-sway crane experiment is carried out in real terms, it will require a long time and a large cost, so the simulation is carried out so that the time needed is short and the cost required is small. Parameter configuration on crane control is needed so that the crane can reduce the sway angle and reduce the crane stop time.

In this final project, crane control is done through parameter configuration using an anti-sway algorithm simulation. Based on the results of simulation analysis, it is found that the minimum mileage distance of the crane is 2,5m and the length of the rope configured on the real crane system is 3m. Based on the data of anti-sway motor crane speed in the field and conducted simulations with plant cranes, the sway angle of $0,015^\circ$ is obtained and the crane can stop in 3,3 seconds. Based on the data of the motor crane speed without anti-sway in the field and carried out simulations with a plant crane, the sway angle of $0,045^\circ$ is obtained and the crane can stop within 7 seconds.

Sway crane angle test results in the field are done with an android smartphone camera. From the crane motion picture data, it is proven that the angle of sway crane with anti-sway is smaller than the angle of sway crane without anti-sway. It can be concluded that the results of the sway angle based on the simulation are in accordance with the sway angle results in the field.

Keywords: *newton law, crane, open loop, anti sway*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR	
ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan	2
I.4 Pembatasan Masalah	2
I.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
II.1 Jenis-Jenis <i>Crane</i>	4
II.2 Sistem Pengendalian pada <i>Crane</i>	6
II.2.1 Pengendalian <i>crane</i> dengan sistem <i>Closed loop</i>	6
II.2.2 Pengendalian <i>Crane</i> dengan Sistem Mekanik	8
II.2.3 Pengendalian <i>Crane</i> dengan Sistem <i>Open loop</i>	9
II.3 Pengendalian <i>Crane</i> menggunakan Algoritma <i>Anti sway</i>	9

II.3.2 Penurunan Persamaan <i>Anti sway</i>	11
II.4 Konverter Frekuensi	16
BAB III PERANCANGAN	19
III.1 Tahapan Pengendalian <i>Sway Crane</i>	19
III.2 Simulasi Sistem <i>Anti sway Crane</i> menggunakan Simulink	20
III.2.1 Simulasi Membandingkan Amplituda Percepatan	23
III.2.2 Simulasi Membandingkan Perioda Antar Pulsa Percepatan	27
III.2.3 Simulasi <i>Input</i> Percepatan Saat Deselerasi Berbeda	33
III.2.4 Simulasi Menentukan Batas Jarak <i>Crane</i>	40
III.3 Persiapan Pengambilan Data	47
III.3.1 Simulasi menentukan Panjang Tali	47
III.3.2 Perancangan Implementasi Sistem Pengendalian <i>Anti sway</i>	51
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	53
IV.1 Hasil Uji Coba Lapangan dari Sistem <i>Anti sway</i>	53
IV.1.1 Data <i>Crane</i> dengan Parameter Parameter <i>Acceleration</i> dan <i>decceleration time 10s</i> dan <i>Swinging period 3s</i>	54
IV. 1.2 Data <i>Crane</i> Tanpa <i>Anti sway</i>	56
IV. 1.3 Data <i>Anti sway</i> dengan Parameter <i>Acceleration</i> dan <i>decceleration time 10s</i> dan <i>Swinging period 3,3s</i>	59
IV. 1.4 Data <i>Anti sway</i> dengan Parameter <i>Acceleration</i> dan <i>decceleration time 10s</i> dan <i>Swinging period 2,7s</i>	62
IV. 1.5 Data <i>Anti sway</i> dengan Parameter <i>Acceleration</i> dan <i>Deceleration time 9s</i> dan <i>Swinging period 3s</i>	65
IV. 1.6 Data <i>Anti sway</i> dengan Parameter <i>Acceleration</i> dan <i>decceleration time 11s</i> dan <i>Swinging period 3s</i>	68
IV.2 Perbandingan Sudut <i>Sway</i> Hasil Uji Coba Lapangan dan Simulasi	70
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	73

V.1 Simpulan	73
V.2 Saran.....	74
DAFTAR REFERENSI	75
Lampiran A BLOK DIAGRAM SIMULINK.....	A-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur <i>EOT Crane</i> ^[2]	5
Gambar II.2 <i>Overhead Crane</i>	6
Gambar II.3 <i>Anti sway Crane</i> dengan Sistem Mekanik ^[2]	8
Gambar II.4 Sistem Peredam <i>Sway</i> Pada Sistem <i>Anti sway</i> Mekanik ^[2]	8
Gambar II.5 <i>Sway</i> Beban <i>Crane</i> yang Bergerak	9
Gambar II.6 <i>Crane</i> Mengalami Percepatan ^[3]	10
Gambar II.7 Akselerasi Trolley Vs Waktu ^[3]	10
Gambar II.8 Struktur Dasar <i>VSD</i> ^[5]	16
Gambar II.9 <i>Rectifier Circuit</i> ^[5]	16
Gambar II.10 Ilustrasi Gelombang <i>Input</i> dan <i>Output Intermediate Circuit</i> ^[5]	17
Gambar II.11 <i>Inverter Circuit</i> ^[5]	17
Gambar III.1 Tahapan-Tahapan Pengendalian <i>Sway Crane</i> dengan Algoritma <i>Anti sway</i>	19
Gambar III.2 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu (1 pulsa)	20
Gambar III.3 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> (1 pulsa)	20
Gambar III.4 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu	21
Gambar III.5 <i>Input</i> dalam Bentuk Kecepatan Terhadap Waktu	21
Gambar III.6 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i>	22
Gambar III.7 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady state</i>	22
Gambar III.8 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu ($a=2\text{m/s}^2$)	23
Gambar III.9 <i>Input</i> dalam Bentuk Kecepatan Terhadap Waktu ($a=2\text{m/s}^2$)	23
Gambar III.10 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> ($a=2\text{m/s}^2$)	24
Gambar III.11 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> ($a=2\text{m/s}^2$) Keadaan <i>Steady State</i>	24
Gambar III.12 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu ($a=0,5\text{m/s}^2$)	25
Gambar III.13 <i>Input</i> dalam bentuk Kecepatan Terhadap Waktu ($a=0,5\text{m/s}^2$)	25
Gambar III.14 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> ($a=0,5\text{m/s}^2$)	26
Gambar III.15 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> ($a=0,5\text{m/s}^2$) Keadaan <i>Steady State</i>	26

Gambar III.16 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu (T=2s)	27
Gambar III.17 <i>Input</i> dalam Bentuk Kecepatan Terhadap Waktu (T=2s).....	27
Gambar III.18 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> (T=2s)	28
Gambar III.19 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady State</i> (T=2s)...	28
Gambar III.20 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu (T=1,8s)	29
Gambar III.21 <i>Input</i> dalam Bentuk Kecepatan Terhadap Waktu (T=1,8s).....	29
Gambar III.22 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> (T=1,8s)	30
Gambar III.23 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady State</i> (T=1,8s)	30
Gambar III.24 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu (T=2,2s)	31
Gambar III.25 <i>Input</i> dalam bentuk Kecepatan Terhadap Waktu (T=2,2s)	31
Gambar III.26 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> (T=2,2s)	32
Gambar III.27 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady State</i> (T=2,2s)	32
Gambar III.28 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu (Akselerasi 1m/s^2 dan Deselerasi 1m/s^2).....	33
Gambar III.29 <i>Input</i> dalam Bentuk Kecepatan Terhadap Waktu	33
Gambar III.30 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i>	34
Gambar III.31 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady</i>	34
Gambar III.32 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu (Akselerasi 1m/s^2 dan Deselerasi $0,5\text{m/s}^2$).....	35
Gambar III.33 <i>Input</i> dalam Bentuk Kecepatan Terhadap Waktu	35
Gambar III.34 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i>	36
Gambar III.35 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady</i>	36
Gambar III.36 <i>Input</i> berupa Percepatan Terhadap Waktu (Akselerasi 1m/s^2 dan Deselerasi 2m/s^2).....	37
Gambar III.37 <i>Input</i> dalam bentuk Kecepatan Terhadap Waktu	37
Gambar III.38 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i>	38
Gambar III.39 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady</i>	38
Gambar III.40 <i>Input</i> dalam bentuk Percepatan Terhadap Waktu (5m).....	40
Gambar III.41 <i>Input</i> dalam bentuk Kecepatan Terhadap Waktu (5m)	40
Gambar III.42 Jarak yang Ditempuh <i>Crane</i> (5m).....	41
Gambar III.43 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady</i> (5m).....	41
Gambar III.44 <i>Input</i> dalam bentuk Percepatan Terhadap Waktu (3m).....	41

Gambar III.45 <i>Input</i> dalam Bentuk Kecepatan Terhadap Waktu (3m).....	42
Gambar III.46 Jarak yang Ditempuh <i>Crane</i> (3m).....	42
Gambar III.47 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady</i> (3m).....	42
Gambar III.48 <i>Input</i> dalam bentuk Percepatan Terhadap Waktu (2,5m).....	43
Gambar III.49 <i>Input</i> dalam Bentuk Kecepatan Terhadap Waktu (2,5m).....	43
Gambar III.50 Jarak yang Ditempuh <i>Crane</i> (2,5m).....	44
Gambar III.51 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady</i> (2,5m).....	44
Gambar III.52 <i>Input</i> dalam bentuk Percepatan Terhadap Waktu (2m).....	44
Gambar III.53 <i>Input</i> dalam bentuk Kecepatan Terhadap Waktu(1m)	45
Gambar III.54 Jarak yang Ditempuh <i>Crane</i> (2m).....	45
Gambar III.55 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> Keadaan <i>Steady</i> (1m).....	45
Gambar III.56 <i>Input</i> dalam bentuk Percepatan Terhadap Waktu (Lebar Pulsa 2s)	48
Gambar III.57 <i>Output</i> berupa Sudut <i>Sway Crane</i> (Lebar Pulsa 2s).....	48
Gambar III.58 Skema Komunikasi antara Komputer, <i>Drive</i> , dan <i>Crane</i>	51
Gambar III.59 <i>Input</i> berupa Pulsa Percepatan sebagai Referensi Pembanding Data <i>Real</i>	52
Gambar III.60 <i>Output</i> berupa Sudut sebagai Referensi Pembanding Data <i>Real</i> ..	52
Gambar IV.1 Grafik Kecepatan Keluaran Motor <i>Crane Anti sway</i> di Lapangan	54
Gambar IV.2 <i>Input</i> Simulasi Kecepatan <i>Crane</i> dengan MATLAB.....	55
Gambar IV.3 <i>Input</i> Percepatan <i>Crane</i> Dengan <i>Anti sway</i>	55
Gambar IV.4 <i>Output</i> Sudut <i>Sway</i> Simulasi <i>Crane Anti sway</i>	56
Gambar IV.5 <i>Output</i> Sudut <i>Sway</i> Simulasi <i>Crane Anti sway</i> (Keadaan <i>Steady State</i>)	56
Gambar IV.6 Grafik Kecepatan Keluaran Motor <i>Crane</i> Tanpa <i>Anti sway</i> di lapangan	57
Gambar IV.7 <i>Input</i> Simulasi Kecepatan <i>Crane</i> dengan MATLAB Tanpa <i>Anti sway</i>	57
Gambar IV.8 <i>Input</i> Percepatan <i>Crane</i> Tanpa <i>Anti sway</i>	58
Gambar IV.9 <i>Output</i> Sudut <i>Sway</i> Simulasi <i>Crane</i> Tanpa <i>Anti sway</i>	58

Gambar IV.10 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Tanpa Anti sway (Keadaan Steady State)</i>	59
Gambar IV.11 <i>Kecepatan Keluaran Motor Crane Anti sway</i>	59
Gambar IV.12 <i>Input Simulasi Kecepatan Crane dengan MATLAB</i>	60
Gambar IV.13 <i>Input Percepatan Crane (Swinging period 3,3s)</i>	60
Gambar IV.14 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Anti sway (Swinging period 3,3s)</i>	61
Gambar IV.15 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Anti sway</i>	61
Gambar IV.16 <i>Kecepatan Keluaran Motor Crane Anti sway</i>	62
Gambar IV.17 <i>Input Simulasi Kecepatan Crane dengan MATLAB (Swinging period 2,7s)</i>	62
Gambar IV.18 <i>Input Percepatan Crane (Swinging period 2,7s)</i>	63
Gambar IV.19 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Anti sway (Swinging period 2,7s)</i>	63
Gambar IV.20 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Anti sway</i>	63
Gambar IV.21 <i>Kecepatan Keluaran Motor Crane Anti sway</i>	65
Gambar IV.22 <i>Input Simulasi Kecepatan Crane dengan MATLAB (Acceleration dan deceleration time 9s)</i>	65
Gambar IV.23 <i>Input Percepatan Crane</i>	66
Gambar IV.24 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Anti sway (Acceleration dan Deceleration time 9s)</i>	67
Gambar IV.25 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Anti sway</i>	67
Gambar IV.26 <i>Kecepatan Keluaran Motor Crane Anti sway</i>	68
Gambar IV.27 <i>Input Simulasi Kecepatan Crane dengan MATLAB (Acceleration dan Deceleration time 11s)</i>	68
Gambar IV.28 <i>Input Percepatan Crane</i>	69
Gambar IV.29 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Anti sway (Acceleration dan Deceleration time 11s)</i>	70
Gambar IV.30 <i>Output Sudut Sway Simulasi Crane Anti sway</i>	70
Gambar IV.31 <i>Sway Crane dengan Anti sway (Acceleration dan Deceleration time 10s dan Swinging period 3s)</i>	71
Gambar IV.32 <i>Sway Crane tanpa Anti sway</i>	72

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Persamaan Gerak Untuk Percepatan Linear Konstan dan Percepatan Sudut Konstan	11
Tabel II.2 Perbandingan Aplikasi <i>Drive Crane</i>	18
Tabel III.1 Hasil Simulasi Mengubah <i>Input</i> Perlambatan.....	39
Tabel III.2 Hasil Simulasi untuk Menentukan Batas Jarak <i>Crane</i>	46
Tabel III.3 Data Sudut <i>Sway Crane</i> dengan <i>Input</i> Sistem Berbagai Periode Percepatan (Lebar Pulsa Kembar 2detik).....	48
Tabel III.4 Data Sudut <i>Sway Crane</i> dengan <i>Input</i> Sistem Berbagai Periode Percepatan (Lebar Pulsa Kembar 3 detik).....	48
Tabel III.5 Data Sudut <i>Sway Crane</i> dengan <i>Input</i> Sistem Berbagai Periode Percepatan (Lebar Pulsa Kembar 4 detik).....	49
Tabel III.6 Rata-Rata Sudut <i>Sway</i>	49
Tabel III.7 Rata-Rata Waktu Berhenti <i>Crane</i>	49
Tabel III.8 Data Sudut <i>Sway Crane</i> dengan Perubahan Panjang Tali (Lebar Pulsa Kembar 2 detik).....	50
Tabel IV.1 Spesifikasi Motor AC <i>Crane</i> EOT.....	53
Tabel IV.2 Sudut <i>Sway Crane</i> (Keadaan <i>Steady</i>) di Lapangan	71
Tabel IV.3 Data <i>Real Crane</i> di Lapangan Menggunakan Bantuan Kamera <i>Smartphone Android</i>	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A *BLOK DIAGRAM SIMULINK*.....A-1

