

SKRIPSI

PERBANDINGAN ANTARA MODEL *TIME SERIES* DAN MODEL DUANE UNTUK PERBAIKAN KERUSAKAN SUATU SISTEM



No. INDUK	
TGL TERIMA	16-07-2007
B.F. I	
M. B. I. H	FT-1
No. BUKU	
KOPI KE	

DISUSUN OLEH :

LIE CIN HAN

5303003022

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2007

LEMBAR PENGESAHAN

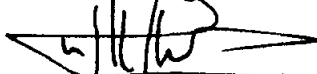
Skripsi dengan judul “Perbandingan antara Model *Time Series* dan Model Duane untuk Perbaikan Kerusakan suatu Sistem” yang disusun oleh mahasiswa :

- Nama : Lie Cin Han
- Nomor Pokok : 5303003022
- Tanggal Ujian : 15 Januari 2007

dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum Jurusan Teknik Industri guna memperoleh gelar Sarjana Teknik bidang Teknik Industri.

Surabaya, 18 Januari 2007

Pembimbing I



Suhartono, S.Si., MSc.
NIK. 321. LB. 0189

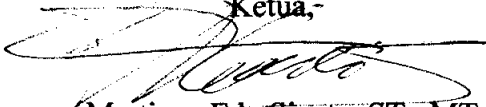
Pembimbing II



Joko Mulyono, STP., MT.
NIK. 531.98.0325

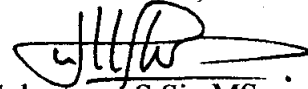
Dewan Penguji,

Ketua,



Martinus Edy Sianto, ST., MT.
NIK. 531.98.0305

Sekretaris,



Suhartono, S.Si., MSc.
NIK. 321. LB. 0189

Anggota,

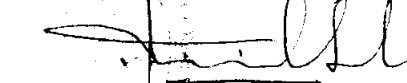
Wahyono Kuntohadi, MSc., QM.
NIK. 531. LB. 0470

Anggota,

Anastasia Lidya M., ST., MSc., MMT.
NIK. 531.03.0564

Mengetahui / Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Rasional Sitepu, M. Eng.
NIK. 511.89.0154

Ketua Jurusan Teknik Industri,



Julius Mulyono, ST., MT.
NIK. 531.97.0299



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi dengan judul “Perbandingan antara Model *Time Series* dan Model Duane untuk Perbaikan Kerusakan Suatu Sistem”.

Skripsi disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. terselesaikannya Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, yang telah membantu penulis selama menyusun Skripsi ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih secara khusus kepada:

1. Bapak Ir.Rasional Sitepu M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala.
2. Bapak Julius Mulyono, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala.
3. Ibu Anastasia Lidya Maukar, ST, MSc., MMT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala dan selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberikan saran bagi penulis sejak awal perkuliahan.
4. Bapak Suhartono S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak memberikan petunjuk, saran, dan koreksi yang berharga.
5. Bapak Joko Mulyono, STP., MT. selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak memberikan petunjuk, saran, dan koreksi yang berharga.
6. Seluruh Dosen Teknik Industri yang selama masa perkuliahan telah memberikan ide, semangat, dan tambahan wawasan bagi penulis.
7. Seluruh keluarga dan saudara yang telah memberikan bantuan, semangat, serta dukungan moril bagi penulis.
8. Teman-teman yang telah memberikan bantuan, semangat, serta dukungan moril bagi penulis.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang dapat menyempurnakan Skripsi ini.

Surabaya, 18 Januari 2007

Penulis

ABSTRAKSI

Penentuan waktu perbaikan atau penggantian komponen yang rusak atau sudah tidak layak pakai untuk suatu sistem produksi sering menjadi permasalahan utama dalam suatu perusahaan atau industri. Ada beberapa model analisis keandalan yang dapat digunakan pada data waktu antar kerusakan yang tidak independen, antara lain model Duane, model *time series*, model NHPP (*Non-Homogeneous Poisson Process*) tradisional, dan sebagainya. Model Duane adalah model dalam analisis keandalan yang cocok digunakan pada suatu data kerusakan yang mempunyai fluktuasi tidak berubah sepanjang waktu atau mempunyai pola tren naik ataupun turun yang monoton. Secara umum terdapat dua variasi model Duane yaitu model Duane dengan T sebagai waktu pengamatan terjadinya kerusakan dan T sebagai urutan terjadinya kerusakan. Sedangkan model *time series*, khususnya model ARIMA, dapat digunakan untuk memodelkan data kerusakan yang mempunyai fluktuasi berubah-ubah sepanjang waktu. Perusahaan-perusahaan sering kesulitan mendapatkan data waktu antar kerusakan atau data jumlah kerusakan yang mereka alami dalam kurun waktu yang lama, karena perusahaan-perusahaan terutama industri kecil pada umumnya jarang mencatat data kerusakannya atau bahkan tidak sama sekali. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan dilakukan suatu pemodelan dari data kerusakan simulasi dan data kerusakan sekunder dari *paper* atau jurnal, dengan membandingkan dua model analisis keandalan yang dapat digunakan pada data kerusakan yang tidak independen yaitu model Duane dan model *time series* ARIMA. Karena tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji model Duane dan model *time series* ARIMA untuk analisis keandalan pada sistem produksi dan untuk mendapatkan suatu model yang lebih tepat untuk memprediksi atau memperkirakan terjadinya kerusakan pada periode yang akan datang, maka digunakan beberapa data kerusakan simulasi dengan nilai parameter model Duane yang berbeda dan data kerusakan untuk model *time series* ARIMA mengikuti data kerusakan yang dihasilkan oleh model Duane serta membandingkan *Mean Square Error* (MSE) kedua model untuk data kerusakan simulasi dan data kerusakan sekunder. Dari penelitian ini didapatkan kajian model Duane dan model *time series* ARIMA untuk analisis keandalan pada sistem produksi dan penentuan model yang lebih tepat untuk memprediksi terjadinya kerusakan untuk setiap kasus pada data kerusakan simulasi dan untuk data kerusakan sekunder sebagai studi kasus riil.

Kata kunci: model Duane, ARIMA, keandalan.

ABSTRACT

Determination of repair time or replacement of component which breakdown or have improper wearing for a system producing often becoming main problems in an company or industrial. There are some reliability analysis model available for applied at dependent time between failures data, for example Duane model, time series model, NHPP (Non-Homogeneous Poisson Process) traditional model, etcetera. Duane model is model in reliability analysis applied compatible at a particular failures data having fluctuation doesn't change over time or have monotonically improving or deteriorating pattern. In general there are two various Duane model that is Duane model with T as total accumulated unit hours of test and T as sequence the happening of failure. While time series model, specially ARIMA, applicable to modelling failures data having fluctuation fluctuate over time. Companys often difficulties get time between failures data or number of failures data of their experiencing in long times, because companys especially small industries generally seldom note the failures data or even not at all. On that account, in this research will be done a modelling from simulation failures data and secondary failures data from journal, by comparing two reliability analysis model available for applied at dependent failures data that is Duane model and time series ARIMA model. Because intention of this research is study Duane model and time series ARIMA model for reliability analysis at production system and

get a model which more precise for predicting or estimate the happening of failure at period which will come, hence applied some simulations failures data with parameters values Duane model are different and failures data for time series ARIMA model follow failures data yielded by Duane model and also compare Mean Square Error (MSE) both model for simulation failures data and secondary failures data. From this research got study of Duane model and time series ARIMA model for reliability analysis at production system and determination of model which more precise for predicting the happening of failure for every case at simulation failures data and secondary failures data as real case study.

Keyword: Duane Model, ARIMA, reliability.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAKSI.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Perumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian	4
I.5 Asumsi	4
I.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II : LANDASAN TEORI.....	6
II.1 Model Duane	6
II.1.1 Taksiran parameter untuk Model Duane	9
II.1.2 <i>Least Squares</i> (Regresi Linear) untuk Model Duane	12
II.1.3 Variasi Model Duane.....	14
II.2 Model ARIMA	16
II.2.1 Fungsi Autokorelasi (ACF) dan Fungsi Autokorelasi Parsial	17
II.2.2 Identifikasi Model ARIMA	18
II.2.3 Estimasi Parameter Model ARIMA	18
II.2.4 Pengujian Kesesuaian Model ARIMA	19
II.2.4.1 Pengujian Kenormalan Kolmogorov-Smirnov.....	20
II.2.5 Peramalan Dengan Model ARIMA	24
II.3 Ketepatan Metode Peramalan.....	24

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	25
III.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	25
III.2 Rancangan Penelitian	26
BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	32
IV.1 Data hasil simulasi	32
IV.1.1 Data Simulasi mengikuti Model Duane dengan T adalah Waktu pengamatan terjadinya kerusakan	32
IV.1.2 Data Simulasi mengikuti Model Duane dengan T adalah urutan terjadinya kerusakan.....	39
IV.1.3 Model ARIMA dengan Data Simulasi yang mengikuti Model Duane dengan T adalah Waktu pengamatan terjadinya kerusakan..	44
IV.1.4 Model ARIMA dengan Data Simulasi yang mengikuti Model Duane dengan T adalah Urutan terjadinya Kerusakan.....	52
IV.2 Data Riil	57
IV.2.1 Model Duane dengan Data Riil dari <i>Paper</i> Xie dan Ho (1999)	57
IV.2.2 Model ARIMA dengan Data Riil dari Paper Xie dan Ho (1999) ..	62
BAB V : ANALISA DATA	69
V.1 Analisa data hasil simulasi	69
V.1.1 Analisa Data Simulasi yang mengikuti Model Duane dengan T adalah Waktu pengamatan terjadinya kerusakan	69
V.1.2 Analisa Data Simulasi yang sesuai Model Duane dengan T adalah Urutan terjadinya Kerusakan.....	73
V.2 Analisa Data Riil	76
V.2.1 Analisa Data Waktu antar Kerusakan Sistem Mesin Fotocopy	76
V.2.2 Analisa Data Waktu antar Kerusakan <i>Software</i> Kegagalan Sistem	77
V.2.3 Analisa Hasil Perbandingan Kedua Model dari <i>Paper</i> Xie dan Ho (1999) dengan Hasil dari Pengolahan dan Analisa Penelitian	78
BAB VI : PENUTUP	81
VI.1 Kesimpulan	81
VI.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83

LAMPIRAN A.....	A1
LAMPIRAN B.....	B1
LAMPIRAN C.....	C1
LAMPIRAN D.....	D1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai sampel untuk kemiringan (α) dengan berbagai peralatan	12
Tabel 2.2 Proses Perhitungan T (waktu pengamatan terjadinya kerusakan).....	15
Tabel 2.3 Penjelasan T sebagai urutan terjadinya kerusakan.....	15
Tabel 2.4 Pola ACF dan PACF Model ARIMA (p,d,q).....	18
Tabel 4.1 Hasil Simulasi dan Perhitungan untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	33
Tabel 4.2 Hasil Analisis Regresi untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	35
Tabel 4.3 Hasil Simulasi dan Perhitungan untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.5$	38
Tabel 4.4 Hasil Simulasi dan Perhitungan untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 1.25$	39
Tabel 4.5 Hasil Simulasi dan Perhitungan untuk $b = 100$ dan $\alpha = 0.5$	40
Tabel 4.6 Hasil Simulasi dan Perhitungan untuk $b = 100$ dan $\alpha = 1.5$	42
Tabel 4.7 Estimasi Parameter untuk tiap-tiap Model ARIMA beserta Hasil Uji Signifikansinya untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	49
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kerandoman <i>Error</i> Model ARIMA pada $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	51
Tabel 4.9 Estimasi Parameter untuk tiap-tiap Model ARIMA beserta Hasil Uji Signifikansinya untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.5$	51
Tabel 4.10 Estimasi Parameter untuk Tiap-tiap Model ARIMA beserta Hasil Uji Signifikansinya untuk $b = 100$ dan $\alpha = 0.5$	53
Tabel 4.11 Estimasi Parameter untuk Model ARIMA (0,1,1) beserta Hasil Uji Signifikansinya untuk $b = 100$ dan $\alpha = 1.5$	56
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan untuk Sistem Mesin Fotocopy	58
Tabel 4.13 Hasil Analisis Regresi untuk Data Waktu antar Kerusakan Sistem Mesin Fotocopy	59
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan untuk <i>Software</i> Kegagalan Sistem.....	61
Tabel 4.15 Estimasi Parameter untuk Model ARIMA (0,1,1) beserta Hasil Uji Signifikansinya untuk Sistem Mesin Fotocopy.....	65
Tabel 4.16 Estimasi Parameter untuk tiap-tiap Model ARIMA beserta Hasil Uji Signifikansinya untuk <i>Software</i> Kegagalan Sistem	68

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan <i>Error Model Duane</i> untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	70
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan <i>Error Model Duane</i> untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.5$	70
Tabel 5.3 Hasil Perhitungan <i>Error Model Time Series ARIMA</i> untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	71
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan <i>Error Model Time Series ARIMA</i> untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.5$	71
Tabel 5.5 Hasil Perbandingan <i>Error Kedua Model</i> untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$.	72
Tabel 5.6 Hasil Perbandingan <i>Error Kedua Model</i> untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.5$...	72
Tabel 5.7 Hasil Perbandingan <i>Error Kedua Model</i> untuk $b = 100$ dan $\alpha = 0.5$	74
Tabel 5.8 Hasil Perbandingan <i>Error Kedua Model</i> untuk $b = 100$ dan $\alpha = 1.5$	75
Tabel 5.9 Hasil Perbandingan <i>Error Kedua Model</i> untuk Data Waktu antar Kerusakan Sistem Mesin Fotocopy	77
Tabel 5.10 Hasil Perbandingan <i>Error Kedua Model</i> untuk Data Waktu antar Kerusakan <i>Software</i> Kegagalan Sistem.....	78
Tabel 5.11 Hasil Perbandingan <i>Error Kedua Model</i> dari <i>paper</i> Xie dan Ho (1999) untuk Data Waktu antar Kerusakan Sistem Mesin Fotocopy	79
Tabel 5.12 Hasil Perbandingan <i>Error Kedua Model</i> dari <i>paper</i> Xie dan Ho (1999) untuk Data Waktu antar Kerusakan <i>Software</i> Kegagalan Sistem	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 MTBF Kumulatif vs. Waktu pengujian Kumulatif yang didalilkan oleh Duane.....	6
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	25
Gambar 3.2 Contoh plot $MTBF_{(T)}$ versus T beserta keterangan data simulasi untuk <i>error</i> validasi	30
Gambar 4.1 Plot $\hat{M}c_{(T)}$, $Mc_{(T)}$ versus T untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	34
Gambar 4.2 Plot $MTBF_{(T)}$ versus T untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	34
Gambar 4.3 Plot $\hat{M}c_{(T)}$ versus T untuk $\alpha = 0.251912$	35
Gambar 4.4 <i>Normality test</i> untuk <i>Error</i> Duane dengan $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	36
Gambar 4.5 ACF (<i>Autocorrelation Function</i>) untuk <i>Error</i> Duane dengan $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	37
Gambar 4.6 Plot $\hat{\lambda}c_{(T)}$ versus T untuk $b = 100$ dan $\alpha = 0.5$	41
Gambar 4.7 Plot $\hat{\lambda}c_{(T)}$ versus T untuk $b = 100$ dan $\alpha = 1.5$	42
Gambar 4.8 Plot $Mc_{(T)}$ versus T untuk berbagai α (α).....	43
Gambar 4.9 <i>Time Series</i> Plot Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($MTBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	44
Gambar 4.10 Box-Cox Plot Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($MTBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	45
Gambar 4.11 <i>Time Series</i> Plot Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($MTBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $\alpha = 0.25$ setelah ditransformasi.....	46
Gambar 4.12 ACF (<i>Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($MTBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $\alpha = 0.25$ setelah ditransformasi.....	46
Gambar 4.13 <i>Time Series</i> Plot Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($MTBF_{(T)}$) Hasil Transformasi setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1	47

Gambar 4.14 ACF (<i>Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($MTBF_{(T)}$) Hasil Transformasi setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1	47
Gambar 4.15 PACF (<i>Partial Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($MTBF_{(T)}$) Hasil Transformasi setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1	48
Gambar 4.16 <i>Normality test</i> untuk <i>Error</i> ARIMA dengan $b=0.02$ dan $\alpha=0.25$	50
Gambar 4.17 <i>Time Series</i> Plot Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $b = 100$ dan $\alpha = 1.5$	54
Gambar 4.18 Box-Cox Plot Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $b = 100$ dan $\alpha = 1.5$	54
Gambar 4.19 <i>Time Series</i> Plot Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $\alpha=1.5$ setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1 ...	55
Gambar 4.20 ACF (<i>Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $\alpha = 1.5$ setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1	55
Gambar 4.21 PACF (<i>Partial Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) untuk Model Duane dengan $\alpha = 1.5$ setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1	56
Gambar 4.22 Plot $TBF_{(T)}$ versus T dengan Data Waktu antar Kerusakan Sistem Mesin Fotocopy	58
Gambar 4.23 Plot $Mc_{(T)}$ versus T dengan Data Waktu antar Kerusakan Sistem Mesin Fotocopy	58
Gambar 4.24 Plot $\hat{Mc}_{(T)}$, $Mc_{(T)}$ versus T dengan Data Waktu antar Kerusakan Sistem Mesin Fotocopy	60
Gambar 4.25 Plot $\hat{TBF}_{(T)}$, $TBF_{(T)}$ versus T dengan Data Waktu antar Kerusakan Sistem Mesin Fotocopy	60
Gambar 4.26 <i>Time Series</i> Plot Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) Sistem Mesin Fotocopy	62

Gambar 4.27 ACF (<i>Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) Sistem Mesin Fotocopy	63
Gambar 4.28 <i>Time Series Plot</i> Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) Sistem Mesin Fotocopy setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1	64
Gambar 4.29 ACF (<i>Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) Sistem Mesin Fotocopy setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1	64
Gambar 4.30 PACF (<i>Partial Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) Sistem Mesin Fotocopy setelah di- <i>difference</i> dengan Orde 1	64
Gambar 4.31 <i>Time Series Plot</i> Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) <i>Software Kegagalan Sistem</i>	66
Gambar 4.32 ACF (<i>Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) <i>Software Kegagalan Sistem</i>	66
Gambar 4.33 PACF (<i>Partial Autocorrelation Function</i>) Data Waktu antar Kerusakan <i>Actual</i> ($TBF_{(T)}$) <i>Software Kegagalan Sistem</i>	67
Gambar 5.1 Plot <i>Error Duane</i> dan <i>Error ARIMA</i> versus T untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.25$	72
Gambar 5.2 Plot <i>Error Duane</i> dan <i>Error ARIMA</i> versus T untuk $b = 0.02$ dan $\alpha = 0.5$	73
Gambar 5.3 Plot <i>Error Duane</i> dan <i>Error ARIMA</i> versus T untuk $b = 100$ dan $\alpha = 0.5$	74
Gambar 5.4 Plot <i>Error Duane</i> dan <i>Error ARIMA</i> versus T untuk $b = 100$ dan $\alpha = 0.5$	75