

**KAJIAN RELIABILITAS DAN AVAILABILITAS
PADA SISTEM KOMPONEN PARALEL**



SKRIPSI

Oleh :

RIANA AYU ANDAM PRADEWI

J2E 009 012

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2014

**KAJIAN RELIABILITAS DAN AVAILABILITAS
PADA SISTEM KOMPONEN PARALEL**

Oleh :

RIANA AYU ANDAM PRADEWI

J2E 009 012

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains pada Jurusan Statistika

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2014

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Kajian Reliabilitas dan Availabilitas pada Sistem Komponen Paralel

Nama : Riana Ayu Andam Pradewi

NIM : J2E 009 012

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 24 Desember 2013 dan dinyatakan lulus pada tanggal 21 Februari 2014.

Semarang, Februari 2014

Mengetahui,

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua Jurusan Statistika

Ketua,

FSM UNDIP



[Signature]
Dia Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si
NIP. 195709141986032001

[Signature]
Diah Safitri, S.Si, M.Si
NIP. 197510082003122001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Kajian Reliabilitas dan Availabilitas pada Sistem Komponen Paralel

Nama : Riana Ayu Andam Pradewi

NIM : J2E 009 012

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 24 Desember 2013.

Semarang, Februari 2014

Dosen Pembimbing I



Drs. Sudarno, M.Si
NIP. 196407091992011001

Dosen Pembimbing II



Dra. Suparti, M.Si
NIP. 196509131990032001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir berikut yang berjudul “Kajian Reliabilitas dan Availabilitas pada Sistem Komponen Paralel”.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak, terutama kepada :

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro,
2. Bapak Drs. Sudarno, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dra.Supart, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi, arahan, dan bimbingan,
3. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro atas ilmu yang diberikan,
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga penulisan laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Februari 2014

Penulis

ABSTRAK

Reliabilitas dan availabilitas merupakan ukuran dari performa suatu komponen atau sistem. Reliabilitas sistem dan availabilitas sistem diperoleh dari perhitungan reliabilitas dan availabilitas komponen pada sistem. Reliabilitas komponen pada sistem dipengaruhi oleh waktu kegagalan (TTF), sedangkan availabilitas komponen pada sistem dipengaruhi oleh rata-rata waktu kegagalan (MTTF) dan rata-rata waktu perbaikan (MTTR). Dengan data waktu pengamatan mesin pengangkat yang terdiri dari 2 komponen yang terangkai dalam sistem paralel, yaitu motor troli dan motor penggerak naik turun, diukur nilai reliabilitas dan availabilitas sistemnya. Nilai parameternya ditentukan dengan metode regresi linier sederhana dan metode maximum likelihood. Selanjutnya uji distribusi data waktu pengamatan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Distribusi data waktu kegagalan motor troli adalah eksponensial dengan parameter $\hat{\lambda} = 0,00023$ dan distribusi waktu perbaikannya adalah normal dengan parameter $\hat{\mu} = 45,70$ dan $\hat{\sigma} = 13,1356$. Distribusi waktu kegagalan motor penggerak naik turun adalah weibull dengan parameter $\hat{\beta} = 1,6059$ dan $\hat{\eta} = 6497,8893$ dan distribusi waktu perbaikannya adalah lognormal dengan parameter $\hat{\mu}_l = 3,7717$ dan $\hat{\sigma}_l = 0,7948$. Semakin tinggi nilai t_i maka nilai reliabilitas sistem akan semakin rendah dan mesin dapat bertahan hidup sampai waktu yang ditentukan. Dengan MTTF sebesar 4000 jam dan MTTR 45,70 jam, availabilitas motor troli sebesar 98,87%. Availabilitas motor penggerak naik turun sebesar 98,84% diperoleh dari MTTF sebesar 5821,61 jam dan MTTR 67,80 jam. Availabilitas sistem paralel sebesar 99,986% yang artinya ketersediaan rangkaian tersebut mengangkat beban pada saat yang dikehendaki sebesar 99,986%.

Kata Kunci: Reliabilitas, Availabilitas, MTTF, MTTR, Paralel, Metode Maximum Likelihood.

ABSTRACT

Reliability and availability is a measure of item or system performance. System reliability and system availability obtained from the calculation of reliability and availability of the components in the system. Reliability of components in the system are affected by the time to failure (TTF). While the availability of components in the system are affected by the mean time to failure (MTTF) and mean time to repair (MTTR). Given observed time data of lifting machines consists of trolley drive and hoist in parallel, is measured its system availability. Parameter values determined using simple linear regression and maximum likelihood estimation. Furthermore observation time test data distribution using the Kolmogorov-Smirnov test. Trolley drive has exponential distribution for failure time data with $\hat{\lambda} = 0,00023$ while repair time data is normal distribution with $\hat{\mu} = 45,70$ and $\hat{\sigma} = 13,1356$. Hoist has weibull failure time data with $\hat{\beta} = 1,6059$ and $\hat{\eta} = 6497,8893$ while lognormal repair time data has $\hat{\mu}_l = 3,7717$ and $\hat{\sigma}_l = 0,7948$. The higher value of t_i , system reliability value will be close to 0 and the engine can survive until the specified time. Due to MTTF is 4000 hours and MTTR is 45,70 hours, trolley drive's availability is 98,87%. Availability of hoist is 98,84% from MTTF is 5821,61 hours and MTTR is 67,80 hours. The parallel system availability is 99,986% means the probability of system is in the state of functioning at given time is 99,986%.

Keywords: Reliability, Availability, MTTF, MTTR, Parallel, Maximum Likelihood Estimator.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan.....	3
1.3. Tujuan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Ruang Sampel	4
2.2. Distribusi Peluang	4
2.2.1. Distribusi Peluang Diskrit	4
2.2.2. Distribusi Peluang Kontinu	5
2.3. Distribusi Eksponensial	5
2.4. Distribusi Weibull	6
2.5. Distribusi Normal	7
2.6. Distribusi Lognormal	8

2.7. Uji Distribusi (Uji Kolmogorov-Smirnov)	9
2.8. Regresi Linier	10
2.9. Regresi Linier Distribusi Weibull	13
2.10. Metode Maksimum Likelihood (MLE)	14
2.11. Reliabilitas Sistem	14
2.12. <i>Mean Time to Failure</i> dan <i>Mean Time to Repair</i>	15
2.13. Availabilitas Sistem	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Jenis dan Sumber Data.....	17
3.2. Metode Penelitian	17
3.3. Teknik Pengolahan Data	17
3.4. Pendefinisian Variabel	17
3.5. Metode Analisis Analisis	18
3.6. Diagram Alir Analisis	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Susunan Sistem (Paralel).....	20
4.2. Fungsi Bentuk	20
4.3. Data Waktu Kegagalan dan Waktu Perbaikan pada Mesin Pengangkat	21
4.4. Estimasi Parameter	24
4.4.1. Estimasi Parameter Distribusi Weibull dengan Analisis Regresi	24
4.4.2. Estimasi Parameter Distribusi Eksponensial dengan MLE ..	26
4.4.3. Estimasi Parameter Distribusi Normal dengan MLE	27

4.4.4. Estimasi Parameter Distribusi Lognormal dengan MLE	29
4.5. Uji Kecocokan Distribusi dengan Kolmogorov-Smirnov	34
4.6. Fungsi Reliabilitas Sistem Paralel	37
4.7. Nilai Reliabilitas Komponen dan Sistem	38
4.8. Waktu Rata-Rata Kegagalan (MTTF) dan Waktu Rata-Rata Perbaikan (MTTR)	41
4.8.1. Waktu Rata-Rata Kegagalan	41
4.8.2. Waktu Rata-Rata Perbaikan	42
4.9. Nilai Availabilitas Sistem Paralel	43
BAB V KESIMPULAN	44
DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR SIMBOL

- t_i : Data waktu pengamatan ke- i
- $f(x)$: Fungsi densitas peluang
- $F(x)$: Fungsi distribusi kumulatif
- $E(X)$: nilai rata-rata data
- MTTF : *Mean Time to Failure*
- MTTR : *Mean Time to Repair*
- $S(x)$: Fungsi distribusi empiris
- $F_0(x)$: Fungsi distribusi yang dihipotesiskan
- D_n : Nilai uji Kolmogorov-Smirnov
- $\hat{F}(t_i)$: Estimasi distribusi kumulatif dari t_i
- $R_i(t)$: Reliabilitas komponen ke- i pada sistem pada waktu t
- $R_s(t)$: Reliabilitas sistem paralel pada waktu t
- $F_s(t)$: Fungsi kegagalan sistem pada waktu t
- $A_i(t)$: Availabilitas komponen ke- i dari sistem pada waktu t
- $A_s(t)$: Availabilitas sistem paralel pada waktu t

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data Waktu Kegagalan dan Waktu Perbaikan pada Mesin Pengangkat	22
Tabel 4.2. Analisis Regresi Data Waktu Kegagalan Komponen 2	24
Tabel 4.3. Perhitungan D Data Waktu Kegagalan Komponen 1	34
Tabel 4.4. Perhitungan D Data Waktu Perbaikan Komponen 1	35
Tabel 4.5. Perhitungan D Data Waktu Kegagalan Komponen 2	36
Tabel 4.6. Perhitungan D Data Waktu Perbaikan Komponen 2	37
Tabel 4.7. Fungsi Padat Peluang dan Fungsi Reliabilitas Setiap Komponen ...	38
Tabel 4.8. Nilai Reliabilitas pada Sistem Paralel	41
Tabel 4.9. Rata-Rata Waktu Kegagalan dan Rata-Rata Waktu Perbaikan Setiap Komponen	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin dapat diuraikan menjadi komponen-komponen tersendiri seperti baut-sekrup, pasak, poros, kopling, rem, bantalan, roda-gigi, torak, keran penutup, dan sebagainya. Dapat disusun sebuah sistem mesin dengan menyusun komponen-komponen mesin menjadi sebuah kesatuan. Namun, kesatuan yang telah diperoleh itu dapat diterapkan sebagai sebuah bagian atau sebuah komponen lagi dari sistem yang lebih besar (Hagendoorn, 1989). Untuk membuat sebuah mesin dibutuhkan komponen-komponen yang terangkai dan terintegrasi secara tepat. Tujuan dari proses rancangan mesin adalah untuk mendapatkan desain faktor yang tepat, sehingga dapat dipastikan komponen yang terangkai aman (Mott, 1985).

Sistem adalah kumpulan dari komponen-komponen, subsistem atau rakitan yang disusun dalam pola tertentu untuk memperoleh fungsi yang diinginkan dengan kinerja dan reliabilitas yang dapat diterima. Terdapat beberapa jenis rangkaian sistem, salah satunya sistem paralel (Kumar, et al., 2006). Pada dunia industri, salah satu mesin yang bekerja dalam sistem paralel adalah mesin pengangkat. Mesin pengangkat digunakan untuk mengangkat, memindahkan serta menurunkan suatu benda ke tempat lain dengan jangkauan operasi terbatas. Mesin pengangkat terdiri dari motor troli dan motor penggerak naik turun. Sistem paralel adalah sistem dimana kegagalan sistem hanya akan terjadi ketika semua komponen dalam sistem gagal (Kumar, et al., 2006).

Kegagalan sistem terjadi pada saat item (mesin) berhenti menjalankan fungsi yang diperlukan. Kegagalan juga dapat diklasifikasikan menjadi kegagalan mendadak dan kegagalan bertahap (Birolini, 2007). Ketika suatu mesin gagal atau mengalami kerusakan, maka diperlukan suatu pemeliharaan agar mesin dapat bekerja kembali. Ada dua jenis pemeliharaan, yaitu *preventive maintenance* disebut juga perawatan, bertujuan untuk meningkatkan lamanya masa hidup mesin dan *corrective maintenance* disebut juga perbaikan, bertujuan untuk memperbaiki mesin yang gagal bekerja (Blischke dan Murthy, 2003).

Suatu sistem yang gagal tidak menguntungkan bagi penggunanya bahkan dapat merugikan dari segi biaya. Dengan adanya kerugian yang disebabkan tersebut, para pengguna sistem berkeinginan untuk dapat memastikan bahwa sistem akan tetap berjalan hingga tuntutan waktu yang diberikan. Peralatan-peralatan manufaktur yang digunakan seharusnya dapat menjamin bahwa ukuran reliabilitas dan pemeliharaan yang telah ditetapkan oleh pengguna dapat tercapai selama proses produksi sehingga ukuran availabilitas peralatan-peralatan tersebut tercapai. Reliabilitas adalah kemampuan suatu produk atau item yang diperlukan untuk mempertahankan sistem selama jangka waktu tertentu di bawah kondisi operasi. Availabilitas adalah ukuran dari kinerja sistem dan ukuran efek gabungan dari reliabilitas, pemeliharaan dan dukungan logistiknya pada efektivitas operasional sistem (Kumar, et al., 2006). Dalam penulisan Tugas Akhir ini akan dijelaskan tentang sistem reliabilitas dan sistem availabilitas dari dua komponen mesin yang terangkai dalam sistem paralel dengan distribusi waktu kegagalan dan waktu perbaikan tertentu.

1.2 Permasalahan

Kinerja suatu sistem dapat dilihat berdasarkan waktu yang dicapai masing-masing komponen dari awal bekerja hingga mengalami kerusakan dan lama waktu yang dibutuhkan komponen tersebut untuk diperbaiki. Sehingga dengan adanya kedua waktu tersebut dapat digunakan untuk mengukur availabilitas sistem. Untuk mengukur reliabilitas sistem dibutuhkan waktu kegagalan. Dalam penulisan tugas akhir ini ingin diketahui tingkat reliabilitas dan availabilitas dari rangkaian dua komponen mesin yang terangkai dalam sistem paralel.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan distribusi waktu kegagalan dan waktu perbaikan komponen.
2. Mencari estimator parameter dari distribusi waktu kegagalan dan waktu perbaikan komponen.
3. Mengukur reliabilitas komponen yang terangkai dalam sistem paralel
4. Menghitung rata-rata waktu kegagalan (MTTF) dan rata-rata waktu perbaikan (MTTR) komponen.
5. Mengukur availabilitas komponen yang terangkai dalam sistem paralel.