



TUGAS AKHIR – TI 091324

**ANALISIS KEANDALAN INFRASTRUKTUR JARINGAN  
KOMPUTER  
(STUDI KASUS: LEMBAGA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI  
SISTEM INFORMASI ITS SURABAYA)**

RIZKI ROUSTANTYO

NRP 2508100134

Dosen Pembimbing

H. Hari Supriyanto, MSIE.

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2014



FINAL PROJECT – TI 091324

**RELIABILITY ANALYSIS OF A COMPUTER NETWORK  
INFRASTRUCTURE  
(CASE STUDY: LEMBAGA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI  
SISTEM INFORMASI ITS SURABAYA)**

RIZKI ROUSTANTYO

NRP 2508100134

Supervisor

H. Hari Supriyanto, MSIE.

Department of Industrial Engineering

Faculty of Industrial Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2014

# LEMBAR PENGESAHAN

## ANALISIS KEANDALAN INFRASTRUKTUR JARINGAN KOMPUTER (STUDI KASUS: LEMBAGA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI SISTEM INFORMASI ITS SURABAYA)

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

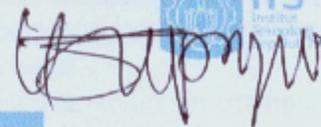
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RIZKI ROUSTANTYO**  
NRP. 2508 100 134

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



**H. Hari Supriyanto, MSIE.**  
NIP. 196002231985031002

**SURABAYA, JULI 2014**



# ANALISIS KEANDALAN INFRASTRUKTUR JARINGAN KOMPUTER (STUDI KASUS: LEMBAGA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI SISTEM INFORMASI ITS SURABAYA)

Nama mahasiswa : Rizki Roustantyo  
NRP : 2508100134  
Pembimbing : H. Hari Supriyanto, MSIE.

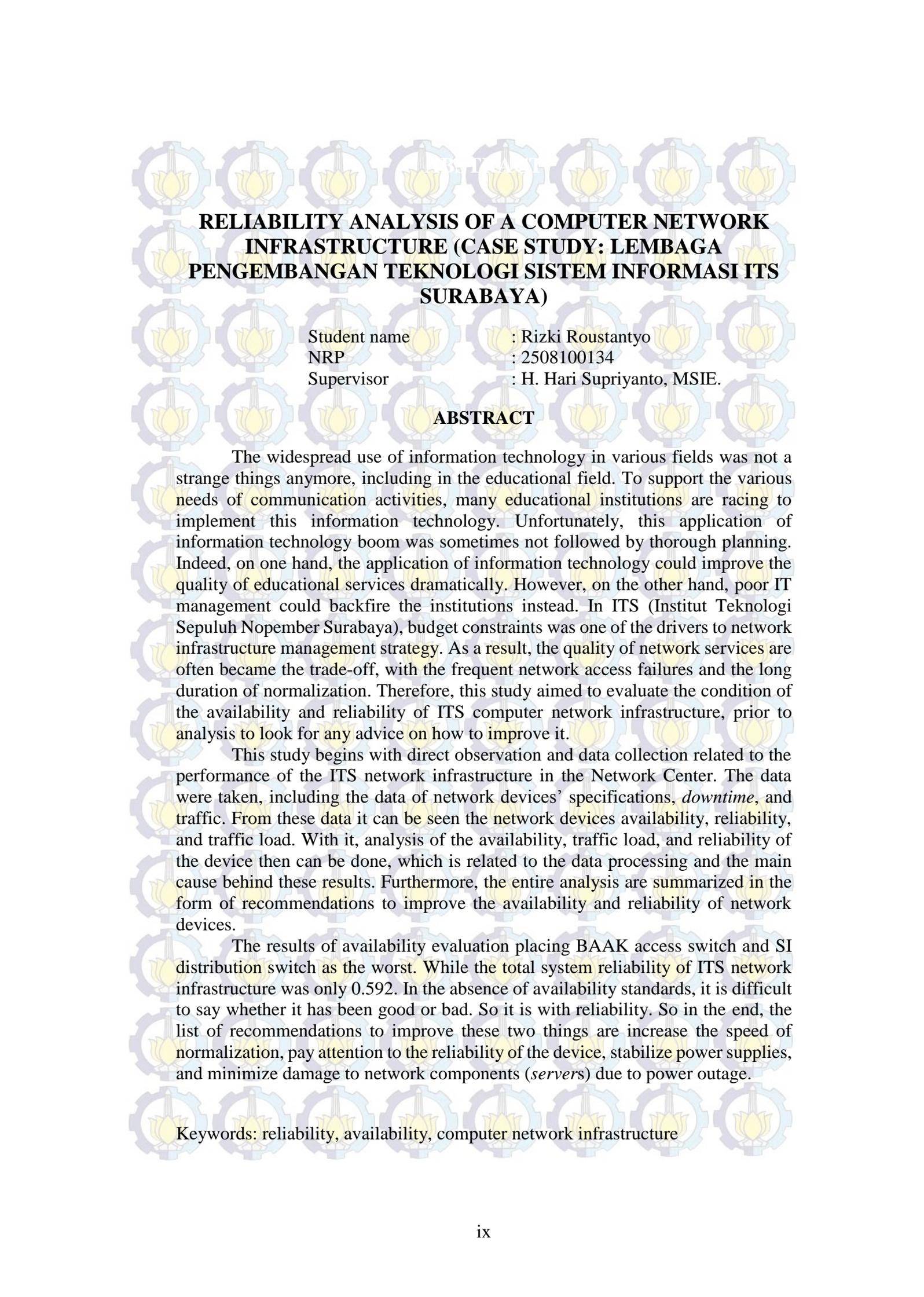
## ABSTRAK

Maraknya penggunaan teknologi informasi di berbagai bidang bukan merupakan hal yang asing lagi, termasuk di bidang pendidikan. Untuk menunjang berbagai kebutuhan aktivitas komunikasi, banyak institusi pendidikan berlomba untuk menerapkan teknologi informasi. Sayangnya, *booming* penerapan teknologi informasi ini kadang tidak diikuti dengan perencanaan (*planning*) yang matang. Memang di satu sisi, penerapan teknologi informasi dapat meningkatkan kualitas pelayanan pendidikan secara dramatis. Akan tetapi, di sisi lain, pengelolaan yang buruk dapat menjadi bumerang bagi institusi pendidikan itu sendiri. Di ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember), keterbatasan anggaran merupakan salah satu faktor penentu (*driver*) strategi pengelolaan infrastruktur jaringan. Akibatnya, kualitas layanan jaringan seringkali menjadi korban, dengan seringnya jaringan mati (*down*) dan lamanya durasi normalisasi. Karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi availabilitas dan reliabilitas infrastruktur jaringan komputer ITS, sebelum dianalisis untuk dicari rekomendasi cara meningkatkannya.

Penelitian ini diawali dengan melakukan observasi langsung dan pengambilan data terkait performa infrastruktur jaringan ITS di Pusat Jaringan. Data-data yang diambil, yakni data spesifikasi, data *downtime*, dan data *traffic* perangkat jaringan. Dari data-data tersebut dapat diketahui availabilitas, reliabilitas, dan beban *traffic* perangkat jaringan. Dengan itu, kemudian dilakukan analisis terhadap availabilitas, beban *traffic*, dan reliabilitas perangkat, yakni terkait hasil pengolahan data dan penyebab utama dibalik hasil tersebut. Selanjutnya, seluruh analisis dirangkum dalam bentuk rekomendasi untuk meningkatkan availabilitas dan reliabilitas perangkat jaringan.

Hasil evaluasi kondisi availabilitas menempatkan *switch* akses BAAK dan *switch* distribusi SI sebagai yang terburuk. Sedangkan reliabilitas total sistem jaringan ITS hanya sebesar 0,592. Dengan tidak adanya standar availabilitas, maka sulit untuk mengatakan availabilitas yang dimiliki tersebut sudah baik atau buruk. Begitu pula dengan reliabilitas. Sehingga pada akhirnya, rekomendasi untuk meningkatkan dua hal tersebut adalah meningkatkan kecepatan normalisasi, memperhatikan reliabilitas perangkat, menstabilkan pasokan listrik, dan meminimalkan kerusakan komponen jaringan (*server*) akibat *power outage*.

Kata kunci: reliabilitas, availabilitas, infrastruktur jaringan komputer



# RELIABILITY ANALYSIS OF A COMPUTER NETWORK INFRASTRUCTURE (CASE STUDY: LEMBAGA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI SISTEM INFORMASI ITS SURABAYA)

Student name : Rizki Roustantyo  
NRP : 2508100134  
Supervisor : H. Hari Supriyanto, MSIE.

## ABSTRACT

The widespread use of information technology in various fields was not a strange thing anymore, including in the educational field. To support the various needs of communication activities, many educational institutions are racing to implement this information technology. Unfortunately, this application of information technology boom was sometimes not followed by thorough planning. Indeed, on one hand, the application of information technology could improve the quality of educational services dramatically. However, on the other hand, poor IT management could backfire the institutions instead. In ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya), budget constraints was one of the drivers to network infrastructure management strategy. As a result, the quality of network services are often became the trade-off, with the frequent network access failures and the long duration of normalization. Therefore, this study aimed to evaluate the condition of the availability and reliability of ITS computer network infrastructure, prior to analysis to look for any advice on how to improve it.

This study begins with direct observation and data collection related to the performance of the ITS network infrastructure in the Network Center. The data were taken, including the data of network devices' specifications, *downtime*, and traffic. From these data it can be seen the network devices availability, reliability, and traffic load. With it, analysis of the availability, traffic load, and reliability of the device then can be done, which is related to the data processing and the main cause behind these results. Furthermore, the entire analysis are summarized in the form of recommendations to improve the availability and reliability of network devices.

The results of availability evaluation placing BAAK access switch and SI distribution switch as the worst. While the total system reliability of ITS network infrastructure was only 0.592. In the absence of availability standards, it is difficult to say whether it has been good or bad. So it is with reliability. So in the end, the list of recommendations to improve these two things are increase the speed of normalization, pay attention to the reliability of the device, stabilize power supplies, and minimize damage to network components (*servers*) due to power outage.

Keywords: reliability, availability, computer network infrastructure

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat, rezeki, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Keandalan Infrastruktur Jaringan Komputer (Studi Kasus: Lembaga Pengembangan Teknologi Sistem Informasi (LPTSI) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya)” sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu (S-1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tak lupa pula *shalawat* dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat dan keluarga beliau.

Selama pelaksanaan dan pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis banyak menemui hambatan dan halangan, akan tetapi itu semua dapat dilewati berkat bimbingan, arahan, bantuan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut berperan dalam terselesaikannya penelitian Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Allah SWT, atas limpahan rahmat, berkah, kesehatan, serta hati dan pikiran yang lapang sehingga penulis selalu mendapatkan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Kedua orang tua tercinta penulis, Ayah (Suroso) dan Ibu (Tri Yulianti) tercinta, yang selalu membimbing, mengarahkan, memotivasi, memberikan kasih sayang, dan mendoakan dengan tiada putusnya demi kesuksesan penulis. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal untuk mereka berdua.
3. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri ITS.
4. Bapak H. Hari Supriyanto, MSIE., selaku dosen pembimbing penelitian tugas akhir penulis. Terima kasih atas bimbingan, arahan, petunjuk, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing penulis dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini, sehingga dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

5. Bapak Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng. selaku dosen wali yang terus memberikan dorongan moril kepada penulis. Beserta seluruh Bapak dan Ibu Dosen pengajar dan karyawan Teknik Industri ITS, atas segala ilmu, bimbingan dan pelajaran selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Teknik Industri ITS.
6. Bapak Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA. selaku Kepala LPTSI ITS beserta Tim ITS-Net (Mas Wicak dan kawan-kawan) terima kasih telah memberikan kesediaan izin, waktu dan tempat bagi penulis untuk dapat melakukan diskusi dan *sharing* mengenai obyek penelitian penulis.
7. Rekan-rekan S-2 Teknik Industri ITS (Mas Jawad, Danang, dan kawan-kawan), terima kasih atas *ukhuwah*, pembelajaran, dan dorongan yang tak kenal lelah yang diberikan kepada penulis.
8. Keluarga Besar Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja Teknik Industri ITS. Terima kasih atas waktu dan tempat yang diberikan.
9. Keluarga Besar Teknik Industri angkatan 2008 “08IE”, khususnya rekan-rekan “Pejuang Sarjana”. Terima kasih atas dukungan yang selalu diberikan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf, dan pada akhirnya, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2014

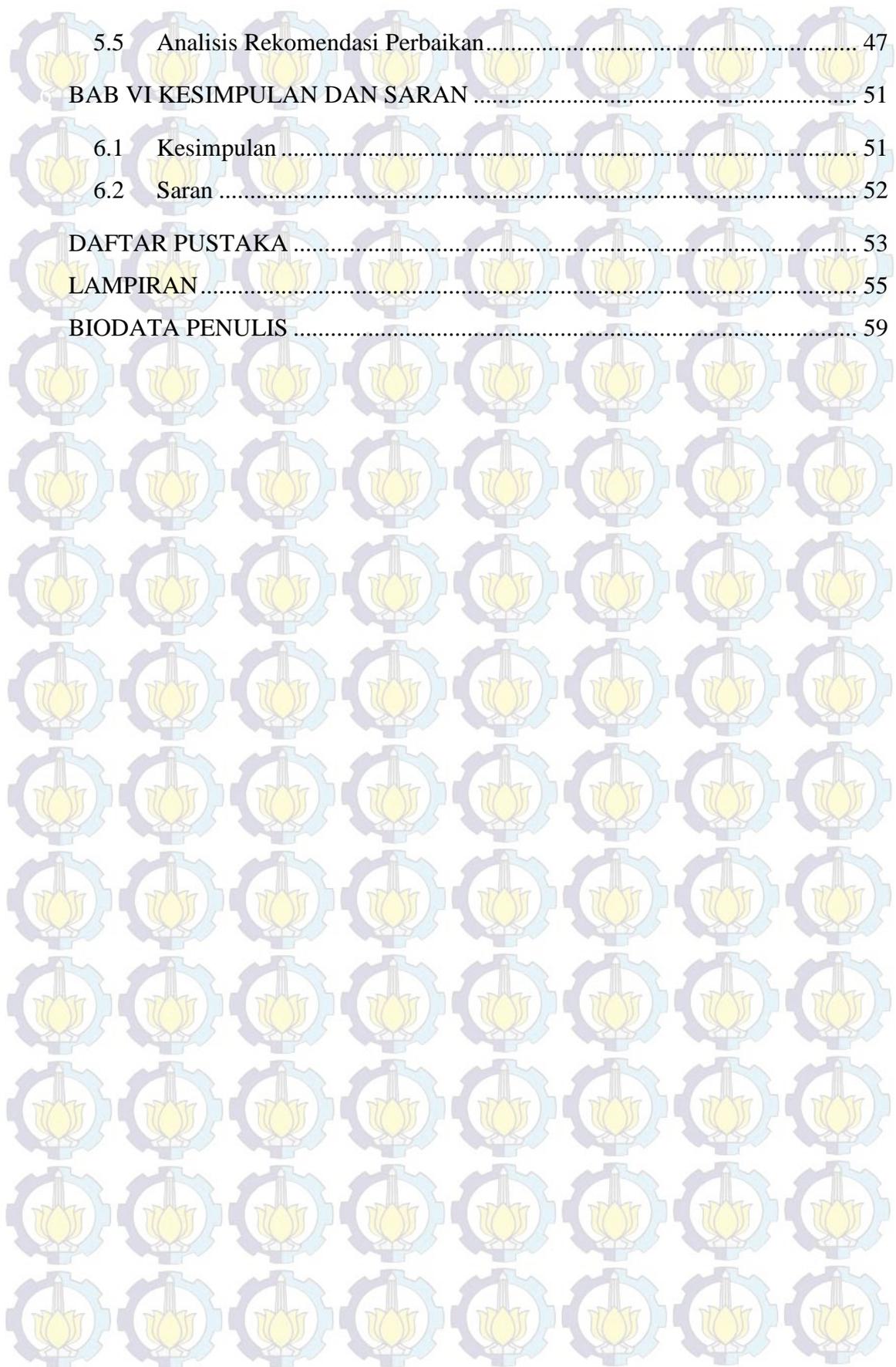
Rizki Roustantyo

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
1.5.1 Batasan .....	4
1.5.2 Asumsi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Konsep Keandalan ( <i>Reliability</i> ).....	5
2.2 Keandalan Sistem.....	6
2.2.1 Sistem Seri.....	6
2.2.2 Sistem Paralel .....	6
2.2.3 Sistem <i>Cross-Link</i> .....	7
2.2.4 Sistem <i>Bridge</i> .....	7
2.3 Model Matematis Keandalan .....	8
2.3.1 Fungsi Keandalan .....	8
2.3.2 Laju Kegagalan ( <i>Failure Rate</i> ).....	8

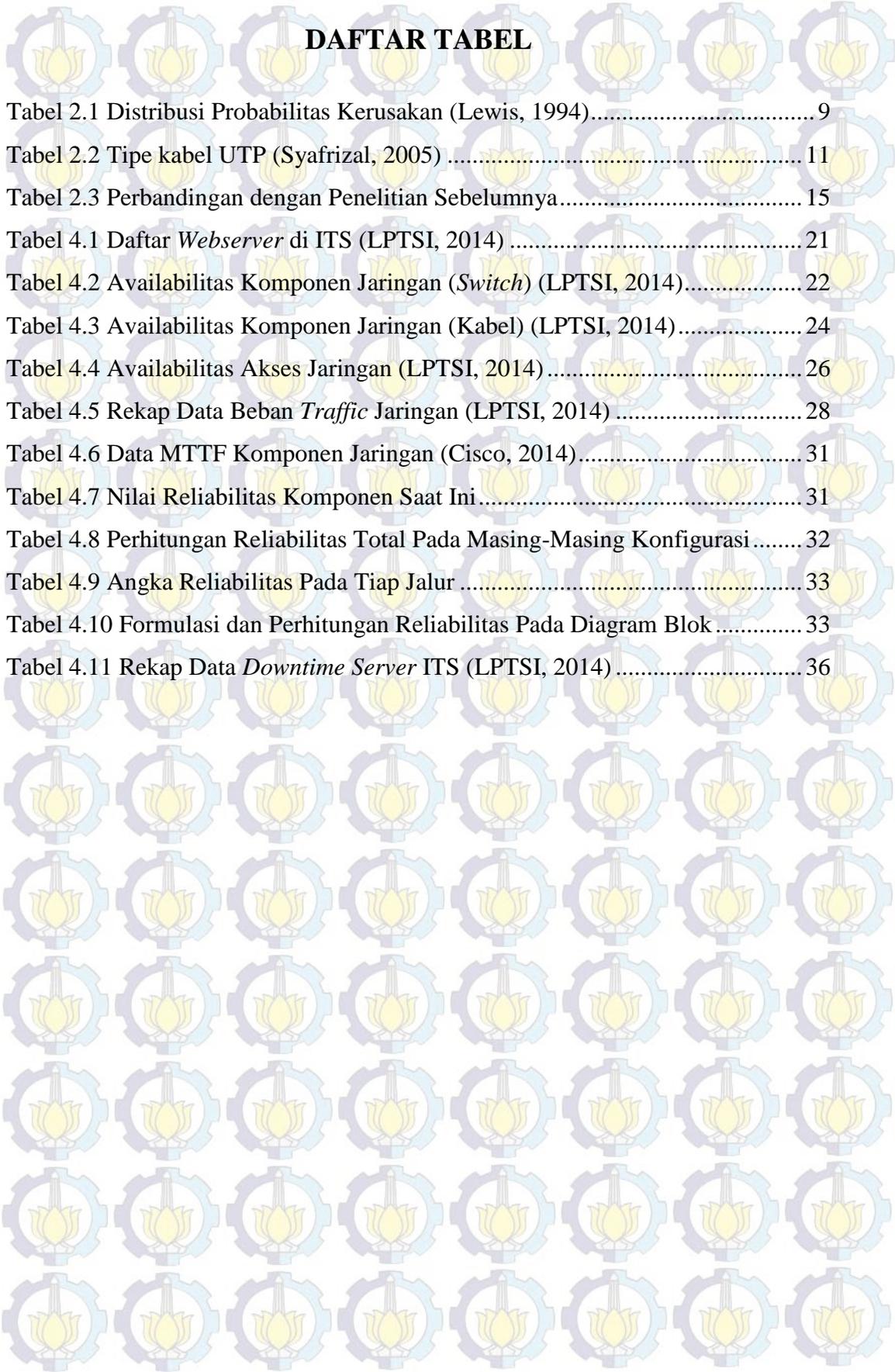
2.3.3	<i>Mean Time To Failure (MTTF)</i> .....	9
2.3.4	Distribusi Probabilitas Kerusakan.....	9
2.4	Infrastruktur Jaringan Komputer.....	10
2.4.1	Kabel.....	10
2.4.2	<i>Switch</i> .....	11
2.4.3	<i>Router</i> .....	12
2.4.4	Topologi (Arsitektur) Jaringan.....	12
2.4.5	<i>Server</i> .....	14
2.5	Penelitian Terdahulu.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1	Tahap Persiapan.....	17
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	17
3.3	Tahap Analisis dan Interpretasi Data.....	18
3.4	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Rekomendasi.....	18
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		19
4.1	Deskripsi Infrastruktur Jaringan Komputer ITS.....	19
4.2	Pengumpulan dan Pengolahan Data Jaringan Komputer ITS.....	21
4.2.1	Data Availabilitas.....	21
4.2.2	Data Beban Lalu Lintas ( <i>Traffic</i> ).....	28
4.2.3	Data Reliabilitas.....	30
4.3	Pengumpulan dan Pengolahan Data Availabilitas <i>Server</i> ITS.....	36
BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA.....		37
5.1	Analisis Availabilitas Jaringan.....	37
5.1.1	Analisis Availabilitas Perangkat Jaringan.....	37
5.1.2	Analisis Availabilitas Akses Jaringan.....	40
5.2	Analisis Beban <i>Traffic</i> Jaringan.....	43
5.3	Analisis Reliabilitas Jaringan.....	45
5.4	Analisis Availabilitas <i>Server</i> .....	46

5.5	Analisis Rekomendasi Perbaikan.....	47
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>51</b>
6.1	Kesimpulan.....	51
6.2	Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>55</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>		<b>59</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sebuah <i>Bathtub Curve</i> (Lab Sistem Manufaktur TI ITS, 2012) .....	5
Gambar 2.2 Konfigurasi komponen sistem secara seri (Dhillon, 2006) .....	6
Gambar 2.3 Konfigurasi komponen secara paralel (Dhillon, 2006) .....	6
Gambar 2.4 Konfigurasi <i>cross-link</i> (Lab Sistem Manufaktur TI ITS, 2012).....	7
Gambar 2.5 Konfigurasi <i>bridge</i> (Lab Sistem Manufaktur TI ITS, 2012).....	7
Gambar 2.6 Jenis-Jenis Topologi Jaringan (Syafrizal, 2005) .....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian .....	18
Gambar 4.1 Topologi Jaringan ITS (LPTSI ITS, 2012) .....	20
Gambar 4.2 Diagram Blok Konfigurasi Reliabilitas Infrastruktur Jaringan ITS ..	35
Gambar 5.1 Distribusi <i>Downtime</i> Total Tertinggi Perangkat <i>Switch</i> .....	38
Gambar 5.2 Distribusi <i>Downtime</i> Kritis Tertinggi Perangkat <i>Switch</i> .....	39
Gambar 5.3 <i>Downtime</i> Total Akses Jaringan pada Level 1 .....	41
Gambar 5.4 <i>Downtime</i> Kritis Akses Jaringan pada Level 1 .....	41
Gambar 5.5 <i>Downtime</i> Total Akses Jaringan pada Level 2 .....	42
Gambar 5.6 <i>Downtime</i> Kritis Akses Jaringan pada Level 2 .....	43
Gambar 5.7 Beban <i>Traffic</i> di <i>Distribution Switch</i> .....	44
Gambar 5.8 <i>Downtime</i> Total <i>Server</i> .....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Distribusi Probabilitas Kerusakan (Lewis, 1994).....	9
Tabel 2.2 Tipe kabel UTP (Syafriзал, 2005) .....	11
Tabel 2.3 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya.....	15
Tabel 4.1 Daftar <i>Websserver</i> di ITS (LPTSI, 2014) .....	21
Tabel 4.2 Availabilitas Komponen Jaringan ( <i>Switch</i> ) (LPTSI, 2014).....	22
Tabel 4.3 Availabilitas Komponen Jaringan (Kabel) (LPTSI, 2014).....	24
Tabel 4.4 Availabilitas Akses Jaringan (LPTSI, 2014) .....	26
Tabel 4.5 Rekap Data Beban <i>Traffic</i> Jaringan (LPTSI, 2014) .....	28
Tabel 4.6 Data MTTF Komponen Jaringan (Cisco, 2014).....	31
Tabel 4.7 Nilai Reliabilitas Komponen Saat Ini.....	31
Tabel 4.8 Perhitungan Reliabilitas Total Pada Masing-Masing Konfigurasi.....	32
Tabel 4.9 Angka Reliabilitas Pada Tiap Jalur .....	33
Tabel 4.10 Formulasi dan Perhitungan Reliabilitas Pada Diagram Blok .....	33
Tabel 4.11 Rekap Data <i>Downtime Server</i> ITS (LPTSI, 2014).....	36

# BAB I

## PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan hal-hal yang menjadi dasar dari penelitian tugas akhir ini, meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan, manfaat, dan ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan.

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan penggunaan teknologi informasi di berbagai bidang bukan merupakan hal yang asing lagi, salah satu contohnya di bidang pendidikan. Untuk menunjang berbagai kebutuhan akan aktivitas komunikasi, banyak institusi pendidikan berlomba untuk menerapkan teknologi informasi. Salah satu bentuk penerapan teknologi informasi yang dilakukan adalah pengembangan jaringan komputer beserta Sistem Informasi Manajerial (SIM) berskala institusi.

Sayangnya, *booming* penerapan teknologi informasi ini kadang tidak diikuti dengan perencanaan (*planning*) yang matang. Terlebih pada institusi pendidikan negeri (pemerintah) yang harus patuh pada aturan perundangan dengan segera, sehingga terlambat dalam perencanaan. Akibatnya, tidak sedikit permasalahan yang akhirnya muncul di kemudian hari bisa berakibat fatal bagi keberlangsungan teknologi informasi yang telah diterapkan. Beberapa di antaranya hanya mengalami penurunan kualitas, sedangkan beberapa lainnya dibiarkan tidak berfungsi dan dihentikan operasinya (*suspend*), karena keterbatasan dana untuk perbaikan. Salah satu contohnya adalah Inherent (Indonesia Higher Education Network), salah satu proyek Jejaring Pendidikan Nasional (Jardiknas), yang aktivitasnya dihentikan sampai batas waktu yang belum ditentukan.

Memang di satu sisi, penerapan teknologi informasi memberikan manfaat yang luar biasa, dan dapat meningkatkan produktivitas pelayanan pendidikan secara dramatis. Sistem-sistem *online*, yang menawarkan kecepatan dan kemudahan layanan, yang sekarang banyak tumbuh di sektor pendidikan merupakan hasil dari penerapan teknologi informasi. Akan tetapi, di sisi lain, pengelolaan yang buruk seakan menjadi bumerang bagi institusi pendidikan itu sendiri. Sebagai contoh,

ketika sistem *online* tidak berjalan, maka akan ada perubahan ke sistem manual yang akan mengecewakan pihak pengguna layanan. Selain itu, diperlukan biaya tambahan untuk menjalankan sistem manual tersebut, serta ekstra biaya perbaikan sistem *online* yang tidak berjalan. Sehingga, pada akhirnya jika biaya-biaya tersebut sudah tidak dapat dipenuhi, maka kualitas layanan yang akan dikorbankan. Karena itulah, pengelolaan (manajemen) teknologi informasi secara kontinu dibutuhkan untuk menjaga kualitas (layanan) sistem teknologi informasi, baik dari sisi perangkat lunak (*software*), maupun perangkat fisik (*hardware*).

Selain itu, infrastruktur jaringan (*network*) merupakan salah satu komponen paling penting dalam pengembangan teknologi informasi, terlebih lagi untuk skala institusi. Ini karena sebuah infrastruktur jaringan membutuhkan dana investasi yang tidak sedikit untuk membangunnya. Sehingga, tanpa pengelolaan yang baik secara kontinu, maka akan sangat merugikan. Pengertian dari infrastruktur jaringan sendiri adalah sekumpulan perangkat fisik (*hardware*) yang dibutuhkan untuk membangun dan menjalankan suatu jaringan komputer.

Di ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember), penerapan teknologi informasi institusinya dikelola oleh sebuah lembaga khusus yang bernama LPTSI (Lembaga Pengembangan Teknologi Sistem Informasi). Sedangkan pengelolaan infrastruktur jaringan komputernya, lebih spesifik, menjadi tugas dari Pusat Jaringan, atau yang lebih populer dengan sebutan ITS-Net.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, keterbatasan anggaran merupakan salah satu faktor penentu (*driver*) strategi pengelolaan infrastruktur jaringan komputer di ITS. Karena itu, tidak heran jika kualitas layanan yang dihasilkan oleh infrastruktur jaringan komputer ITS bukan menjadi prioritas utama. Sebagai contoh, Pusat Jaringan menerapkan strategi *run to failure* dalam sistem pemeliharaan infrastruktur jaringan, artinya perangkat-perangkat jaringan akan diganti jika mengalami rusak total, yang tidak dapat digunakan kembali. Akibatnya, selain berpengaruh terhadap keandalan sistem, strategi ini juga akan sangat berpengaruh terhadap availabilitas sistem dalam melayani penggunaannya. Yakni berupa, seringnya gangguan jaringan. Bahkan pada beberapa komponen jaringan, seperti *switch*, kerusakan baru dapat diketahui ketika terdapat keluhan langsung dari pengguna jaringan. Hal ini tentu saja semakin mengurangi availabilitas jaringan

komputer, karena dalam pemulihannya dibutuhkan waktu yang lebih lama, yang merugikan banyak pengguna jaringan di ITS. Apalagi ditambah dengan lamanya durasi perbaikan gangguan jaringan karena keterbatasan *resource*.

Selain itu, permasalahan lain yang timbul adalah kegagalan komputer *server*. *Server* merupakan komponen jaringan bertugas untuk menyimpan dan mengolah data-data dari seluruh jaringan komputer yang terhubung. Sehingga tanpa adanya *server*, mustahil data-data yang berasal dari jaringan dapat diakses oleh pengguna jaringan yang lain. Selain itu, *server* juga menjadi tempat penyimpanan berbagai *database* yang terekam pada setiap aplikasi dijalankan. Komputer *server* yang diletakkan terpusat pada Gedung Perpustakaan Pusat ITS Lantai 6 ini sering sekali mati secara tiba-tiba, tanpa ada pemberitahuan sebelumnya, sehingga aplikasi-aplikasi maupun data-data yang ada di dalamnya tidak dapat diakses oleh pengguna jaringan (*user*). Di samping itu, juga terdapat kemungkinan hilangnya data akibat kerusakan fungsi *storage* pada komputer *server*. Sehingga, kerusakan pada komponen *server* ini akan sangat berdampak pada kelancaran ketersediaan (*availability*) arus informasi, terutama pada aktivitas akademik yang sudah menjadi *core business* institusi pendidikan.

Oleh karena itu, penelitian ini dibuat untuk menganalisis kondisi eksisting sistem infrastruktur jaringan ITS yang sering terjadi permasalahan dari sisi availabilitas koneksi jaringan. Analisis keandalan kemudian dilakukan untuk melihat kondisi perangkat-perangkat pada jaringan komputer. Lalu, setelah itu, disusunlah rekomendasi yang bertujuan untuk meningkatkan reliabilitas dan availabilitas infrastruktur jaringan. Sehingga pada akhirnya, rekomendasi tersebut bisa dimanfaatkan untuk membantu LPTSI dalam pengelolaan dan pemeliharaan infrastruktur jaringan komputer ITS yang lebih baik.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana meningkatkan reliabilitas dan availabilitas infrastruktur jaringan komputer ITS.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- Mengetahui reliabilitas keseluruhan sistem infrastruktur jaringan komputer.
- Mengetahui komponen-komponen infrastruktur jaringan komputer yang memiliki availabilitas terendah.
- Mengetahui titik-titik akses dengan availabilitas koneksi jaringan terendah.
- Memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan reliabilitas dan availabilitas sistem infrastruktur jaringan komputer di ITS.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah hasil penelitian dapat dijadikan referensi bagi Lembaga Pengembangan Teknologi Sistem Informasi (LPTSI) ITS dalam mengelola sistem infrastruktur jaringan di ITS agar lebih baik.

### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian menjelaskan hal-hal yang menjadi batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

#### 1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Infrastruktur jaringan yang diteliti merupakan infrastruktur yang dimiliki oleh ITS dan dikelola oleh Lembaga Pengembangan Teknologi Sistem Informasi (LPTSI) ITS.
- Kondisi infrastruktur jaringan yang diteliti meliputi sistem *hardware* pada jaringan (*network*) komputer.

#### 1.5.2 Asumsi

Asumsi yang dipakai pada penelitian ini adalah:

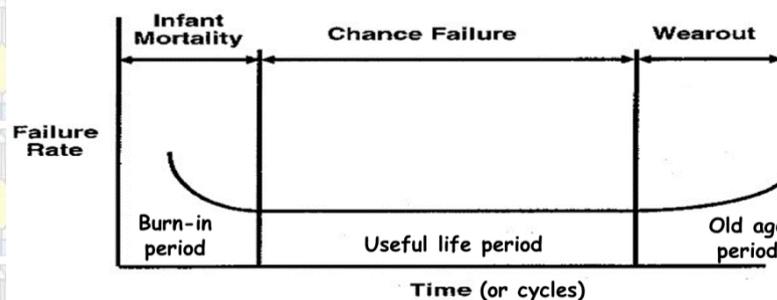
- Perubahan konfigurasi perangkat lunak (*firmware*) pada komponen dalam jaringan tidak berpengaruh terhadap reliabilitas komponen dalam sistem selama penelitian dilakukan.
- Tidak ada perubahan komponen dalam sistem jaringan selama penelitian dilakukan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori pustaka yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir, yakni tentang keandalan dan infrastruktur jaringan komputer. Selain itu, juga dibahas mengenai posisi penelitian ini terhadap penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya.

### 2.1 Konsep Keandalan (*Reliability*)

Keandalan atau reliabilitas merupakan probabilitas sebuah *item* dapat bekerja dengan baik sesuai fungsi yang diharapkan pada jangka waktu tertentu dan pada kondisi tertentu pula (Dhillon, 2006). Konsep keandalan umumnya digambarkan dalam bentuk *bathtub curve* yang menggambarkan tingkat kegagalan (*failure/hazard rate*) pada fungsi waktu. *Bathtub curve*, yang dapat dilihat pada Gambar 2.1, dibagi menjadi tiga fase, yakni berturut-turut Fase I, Fase II, dan Fase III. Pada Fase I (*burn-in period*), tingkat kegagalan (*failure rate*) cenderung tinggi, namun semakin menurun. Fase II (*useful life period*) memiliki tingkat kegagalan konstan. Sedangkan Fase III (*old age period*) memiliki tingkat kegagalan yang cenderung meningkat.



Gambar 2.1 Sebuah *Bathtub Curve* (Lab Sistem Manufaktur TI ITS, 2012)

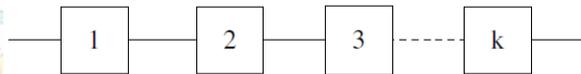
Jika diarahkan ke reliabilitas, maka tingkat kegagalan (*failure rate*) merupakan kebalikan dari reliabilitas. Dengan kata lain, pada Fase I, keandalan sebuah peralatan rendah, namun cenderung meningkat. Pada Fase II, keandalan bersifat konstan. Sedangkan pada Fase III, keandalan semakin menurun.

## 2.2 Keandalan Sistem

Pada sebuah sistem yang saling berhubungan antara satu peralatan dengan peralatan lainnya, keandalan yang dimiliki oleh sebuah sistem juga akan bergantung kepada bagaimana peralatan-peralatan tersebut digabungkan.

### 2.2.1 Sistem Seri

Sistem seri merupakan konfigurasi yang paling banyak digunakan. Pada konfigurasi ini, sistem akan berfungsi jika setiap bagian dalam sistem berfungsi (Gambar 2.2).



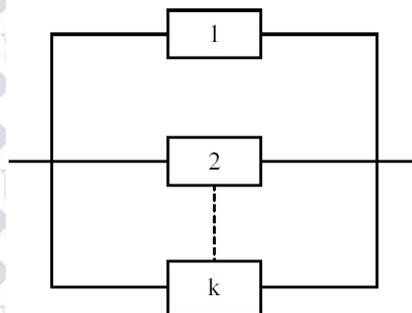
Gambar 2.2 Konfigurasi komponen sistem secara seri (Dhillon, 2006)

Jika keandalan pada tiap komponen adalah  $R_i$ , maka keandalan total sistem ( $R_T$ ) adalah perkalian dari semua  $R_i$ , seperti yang terdapat pada persamaan 2.1.

$$R_T = R_1 \times R_2 \times R_3 \times R_k \quad (2.1)$$

### 2.2.2 Sistem Paralel

Sistem paralel merupakan konfigurasi yang menciptakan *backup*, yakni sistem akan berfungsi jika salah satu bagian dalam sistem berfungsi (Gambar 2.3).



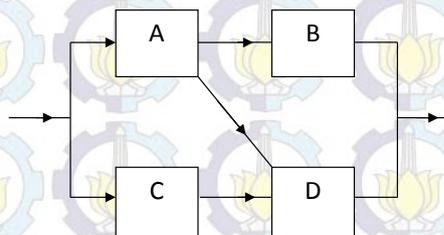
Gambar 2.3 Konfigurasi komponen secara paralel (Dhillon, 2006)

Jika keandalan pada tiap komponen adalah  $R_i$ , maka keandalan total sistem adalah  $R_T$  pada persamaan 2.

$$(1 - R_T) = (1 - R_1) \times (1 - R_2) \times (1 - R_3) \times (1 - R_k) \quad (2.2)$$

### 2.2.3 Sistem *Cross-Link*

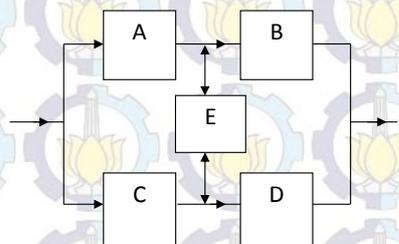
Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keandalan total sistem tanpa menambah komponen dalam sistem. Pada konfigurasi ini (Gambar 2.4), sistem akan berfungsi bahkan jika hanya komponen A dan D yang berfungsi. Untuk mengetahui keandalan total dari konfigurasi ini, umumnya digunakan *conditional probability*.



Gambar 2.4 Konfigurasi *cross-link* (Lab Sistem Manufaktur TI ITS, 2012)

### 2.2.4 Sistem *Bridge*

Sistem ini dapat meningkatkan keandalan total sistem dengan menambah satu komponen, yakni komponen E pada Gambar 2.5. Sistem akan berfungsi bahkan jika hanya komponen A, D, dan E yang berfungsi atau B, C, dan E yang berfungsi.



Gambar 2.5 Konfigurasi *bridge* (Lab Sistem Manufaktur TI ITS, 2012)

Untuk mengetahui keandalan total dari konfigurasi ini, umumnya digunakan *conditional probability*. Selain dengan *conditional probability*, keandalan total dari sistem jika keandalan komponen penyusunnya masing-masing identik adalah sebesar  $R_T$  pada Persamaan 2.3.

$$R_T = 2R^5 - 5R^4 + 2R^3 + 2R^2 \quad (2.3)$$

## 2.3 Model Matematis Keandalan

Beberapa model matematis yang umumnya penting digunakan dalam perhitungan keandalan suatu komponen atau sistem akan dijelaskan.

### 2.3.1 Fungsi Keandalan

Menurut Lewis (1994), pada tingkat kegagalan konstan (CFR), fungsi reliabilitas dapat direpresentasikan dengan persamaan di bawah ini, dengan  $t$  merupakan lama waktu berkerjanya sebuah peralatan, dan  $m$  merupakan rata-rata waktu antar kerusakan (MTBF). Fungsi keandalan menunjukkan probabilitas suatu peralatan dapat berfungsi dalam jangka waktu tertentu ( $t$ ).

$$R(t) = e^{-\frac{t}{m}} \quad (2.4)$$

Sedangkan probabilitas suatu peralatan mengalami kerusakan sebelum jangka waktu tertentu ( $t$ ) disebut sebagai CDF (*Cumulative Distribution Failure*).

### 2.3.2 Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Laju kerusakan ( $\lambda(t)$ ), menurut Lewis (1994), merupakan fraksi/bagian dari kerusakan komponen/peralatan tiap satuan waktu. Laju kerusakan mempunyai model yang menyesuaikan dengan fase-fase pada *bathtub curve*. Pada sistem yang berjalan terus-menerus, model laju kegagalan konstan (*constant failure rate*) merupakan model yang paling sering digunakan untuk menggambarkan fenomena reliabilitas.

### 2.3.3 Mean Time To Failure (MTTF)

Mean time to failure merupakan nilai ekspektasi untuk masa pakai dari suatu peralatan/aset. Nilai tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut (Lewis, 1994):

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt \quad (2.5)$$

### 2.3.4 Distribusi Probabilitas Kerusakan

Fungsi keandalan sangat bergantung kepada distribusi kerusakan suatu peralatan. Tiap peralatan memiliki waktu terjadinya kerusakan yang merupakan variabel random. Karena itu, sebelum menghitung nilai probabilitas keandalan suatu mesin/peralatan, maka perlu diketahui secara statistik, distribusi kerusakan dari peralatan tersebut. Beberapa distribusi umum yang digunakan untuk menghitung tingkat keandalan suatu peralatan terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Distribusi Probabilitas Kerusakan (Lewis, 1994)

	Ekspensial	Weibull	Lognormal
Karakteristik	Banyak digunakan untuk kerusakan peralatan yang disebabkan oleh kerusakan komponen penyusunnya.	Sering digunakan dalam teknik perhitungan keandalan. Terdapat parameter kemiringan ( $\beta$ ) dan parameter skala ( $\eta$ ).	Time to failure ( $t$ ) dari suatu komponen diasumsikan memiliki distribusi lognormal apabila $y = \ln(t)$ , mengikuti distribusi normal dengan rata-rata $t_0$ dan variansinya $s$ .
Fungsi keandalan	$R(t) = e^{-\lambda t}$	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$	$R(t) = 1 - \Phi\left[\frac{1}{s} \ln\left(\frac{t}{t_0}\right)\right]$
Probability density function (pdf)	$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$	$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$	$f(t) = \frac{1}{t \cdot s \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2s^2} [\ln(t - t_0)]^2\right\}$
Laju kerusakan	$h(t) = \lambda$	$h(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$	$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$
Mean time to failure (MTTF)	$MTTF = 1/\lambda$	$MTTF = \int_0^{\infty} e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} dt$	$MTTF = \exp(t_0 + 0,5 s^2)$

## 2.4 Infrastruktur Jaringan Komputer

Infrastruktur jaringan komputer adalah perangkat fisik (*hardware*) yang dibutuhkan untuk membangun suatu jaringan komputer. Jaringan komputer sendiri, menurut Syafrizal (2005) adalah himpunan interkoneksi antara dua komputer atau lebih yang terhubung dengan media transmisi kabel maupun nirkabel (*wireless*). Beberapa komponen penting dalam jaringan komputer akan dijelaskan pada subbab berikutnya.

### 2.4.1 Kabel

Kabel merupakan salah satu komponen paling vital dalam membangun sebuah jaringan komputer. Menurut Syafrizal (2005), kegagalan yang terjadi pada jaringan komputer, 85% diantaranya disebabkan karena adanya kesalahan pada media komunikasi yang digunakan, termasuk kabel dan konektor serta kualitas pemasangannya. Secara umum, jenis kabel dibedakan menjadi tiga, yakni kabel *coaxial*, kabel *twisted pair* dan kabel serat optik (*fiber optic*).

Kabel *coaxial* dibagi menjadi dua jenis tergantung pada diameternya, yakni *thick coax* (12 mm) dan *thin coax* (5 mm). Secara umum, penggunaan kabel jenis ini untuk jaringan komputer telah banyak ditinggalkan, sehingga penggunaannya saat ini lebih banyak sebagai kabel antena televisi.

Kabel berpilin (*twisted pair*) merupakan jenis kabel yang cukup populer digunakan untuk infrastruktur jaringan komputer. Kabel ini terdiri dari dua jenis, yakni kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) dan kabel STP (*Shielded Twisted Pair*). Perbedaan di antara keduanya hanya pada STP terdapat lapisan pelindung. Kabel UTP lebih umum digunakan karena harganya yang lebih murah dan pemasangan yang lebih praktis.

Tabel 2.2 Tipe kabel UTP (Syafrizal, 2005)

Tipe Kabel	Keterangan
UTP (Cat 1)	Analog
UTP (Cat 2)	1 Mbits transfer data
UTP/STP (Cat 3)	16 Mbits transfer data
UTP/STP (Cat 4)	20 Mbits transfer data
UTP/STP (Cat 5)	100 Mbits transfer data
UTP/STP (Cat 5 Enhanced)	1000 Mbits transfer data
UTP/STP (Cat 6)	2500 Mbits transfer data
UTP/STP (Cat 7)	10000 Mbits transfer data

Kabel serat optik (*fiber optic*) memiliki inti berupa serat kaca sebagai saluran untuk menyalurkan sinyal. Kabel optik lebih populer digunakan pada infrastruktur jaringan komputer *backbone*, yaitu jaringan kabel yang menghubungkan antar gedung untuk fasilitas telekomunikasi. Ini karena kabel optik memiliki keandalan dan performa yang lebih baik. Kabel optik secara umum dapat dibedakan menjadi dua jenis, yakni kabel optik *single-mode* dan kabel optik *multi-mode*.

Kabel optik *multi-mode* merupakan jenis kabel optik yang banyak digunakan untuk jaringan komputer antar gedung pada jarak yang relatif dekat. Ini dikarenakan kualitas transfer datanya yang semakin melemah jika digunakan untuk jarak yang relatif jauh. Sedangkan kabel optik *single-mode* lebih banyak diaplikasikan untuk pengiriman data yang membutuhkan ketepatan dan jarak yang lebih jauh. Karena menggunakan sinar laser sebagai pembawa sinyal, maka sinar tidak akan mudah terdispersi (menyebarkan) yang menyebabkan menurunnya kualitas transfer data. Untuk memudahkan identifikasi, warna jaket untuk kabel optik *single-mode* dan *multi-mode* berturut-turut adalah kuning dan oranye.

#### 2.4.2 Switch

*Switch* merupakan sebuah perangkat yang menyatukan kabel-kabel jaringan dari tiap *workstation*, *server*, atau perangkat lain. *Switch* memiliki banyak lubang

(port) RJ-45, mulai dari 4 hingga 24 port, atau bahkan bisa lebih. *Switch* memiliki kemampuan untuk mengelola *traffic* data dalam jaringan.

### 2.4.3 Router

*Router* merupakan sebuah perangkat yang mampu mengirimkan data/informasi dari satu jaringan ke jaringan lain yang berbeda. *Router* dapat mencari jalur terbaik untuk mengirimkan sebuah pesan yang memiliki alamat asal dan alamat tujuan, karena sebuah *router* mengetahui seluruh alamat dari tiap-tiap perangkat jaringan yang berada di lingkungannya. Sebuah *router* juga dapat mengatur jalur sinyal secara efisien, dan dapat mengatur aliran data yang melewati kabel optik, kabel UTP, maupun kabel coaxial.

### 2.4.4 Topologi (Arsitektur) Jaringan

Arsitektur atau topologi jaringan merupakan penggambaran hubungan antar komputer pada suatu jaringan komputer lokal yang umumnya dihubungkan dengan menggunakan kabel. Topologi jaringan dibedakan menjadi tujuh, yakni *bus*, *ring*, *star*, *linear*, *tree*, *mesh*, dan *hybrid*.

Topologi bus merupakan bentangan sebuah kabel yang ujungnya ditutup, dan di sepanjang kabel tersebut terdapat titik-titik sambungan ke tiap-tiap komputer dalam jaringan. Keuntungan yang didapat dari aplikasi topologi ini adalah biayanya yang murah dan tiap komputer dapat langsung saling berhubungan. Akan tetapi, kekurangan topologi ini adalah seringnya terjadi *hang/crash* karena hanya ada hanya ada satu jalur, dan harus bergantian.

Topologi cincin (*ring*) merupakan topologi jaringan yang membentuk sebuah lingkaran tertutup yang berisi titik-titik sambungan ke tiap-tiap komputer dalam jaringan. Dengan topologi ini, kegagalan koneksi akibat gangguan pada kabel dapat diatasi lewat jalur lain, dan membuat kesalahan transmisi data menjadi lebih kecil. Akan tetapi, apabila topologi ini diisi dengan banyak komputer, maka proses transmisi data akan semakin lambat karena harus melalui tiap-tiap komputer.

Topologi bintang (*star*) memiliki karakteristik titik pusat yang dapat berkomunikasi langsung dengan tiap-tiap komputer dalam jaringan. Keuntungan

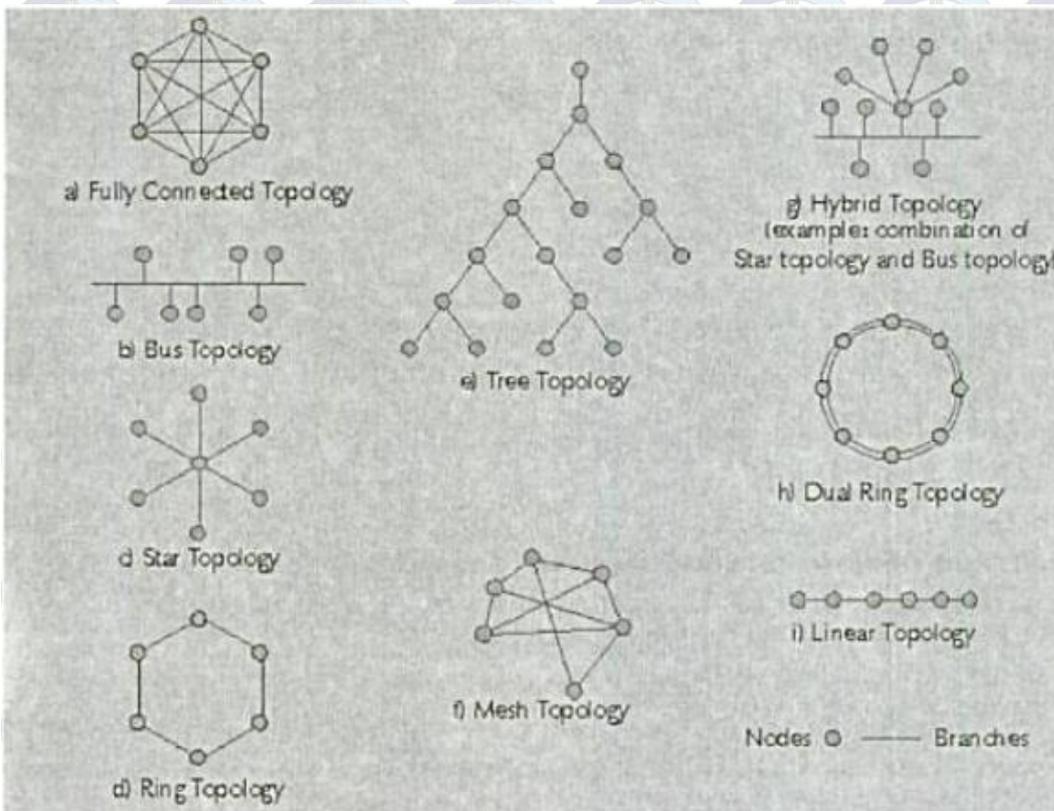
yang didapat dari topologi ini antara lain, (1) akses menjadi lebih cepat, (2) dapat menambah jumlah komputer dalam jaringan selama *port* pada titik pusat masih ada, (3) jumlah *port* pada titik pusat bisa ditambah dengan *stacking*, dan dengan begitu, (4) jumlah user (komputer dalam jaringan) dapat lebih banyak jika dibandingkan dengan topologi bus maupun topologi cincin. Hanya saja, bila *traffic* data cukup tinggi dan terjadi *collision*, maka semua komunikasi akan ditunda, dan kemudian akan dilanjutkan secara random saat *switch* mendeteksi ada jalur yang kosong.

Topologi linear merupakan perpaduan konsep antara topologi bus dan topologi cincin, yakni jenis koneksi yang ada pada bentuk cincin dipakai secara linier (tidak membentuk lingkaran). Topologi ini umumnya memiliki biaya instalasi dan pemeliharaan yang murah, meskipun keandalan topologi ini sangat kurang.

Topologi pohon (*tree*) merupakan perpaduan konsep antara topologi bintang dan topologi bus. Sesuai namanya, topologi ini berbentuk menyerupai pohon atau seperti susunan hierarki, sehingga terdapat komputer yang kedudukannya lebih tinggi dan ada yang lebih rendah. Kelebihan topologi ini adalah mempermudah pengelompokan jaringan komputer. Akan tetapi, kekurangannya terjadi jika titik (komputer) yang lebih tinggi tidak berfungsi, maka seluruh komputer di bawahnya juga akan menerima hal yang sama.

Topologi *mesh* merupakan topologi yang menghubungkan seluruh titik (komputer) dalam jaringan, sehingga tidak ada satu komputer pun yang tidak terhubung dengan komputer-komputer lain secara langsung. Dengan bentuk ini, sudah pasti koneksi antar komputer akan sangat cepat, karena terhubung langsung. Akan tetapi, secara umum, topologi ini sangat mahal dalam biaya pemasangan dan pengoperasiannya, terutama jika jumlah komputer dalam jaringan ditambah. Karena itu, topologi ini umumnya digunakan tidak dengan kabel (*wireless*).

Topologi *hybrid* merupakan topologi yang sifatnya memadukan dua atau lebih topologi yang ada di atas untuk mendapatkan keuntungan yang diinginkan.



Gambar 2.6 Jenis-Jenis Topologi Jaringan (Syafrizal, 2005)

### 2.4.5 Server

*Server* adalah sebuah sistem (komputer) yang melayani sejumlah *user* pada sebuah jaringan komputer. *Server* beroperasi pada arsitektur *client-server*, sehingga *server* dapat disebut sebagai sebuah komputer yang berjalan untuk melayani komputer *client*. *Server* sangat umum digunakan untuk menyediakan berbagai layanan pada sebuah jaringan komputer. Beberapa jenis *server*, antara lain *server database*, *server file*, *server surat*, *server print*, *server gaming*, dan *server aplikasi*. Penggunaan *server* secara intensif dan ekstensif pada suatu tempat tertentu dinamakan sebuah pusat data.

Perangkat yang beroperasi pada sebuah *server* juga tidak berbeda dengan perangkat pada sebuah komputer biasa. Hanya saja, spesifikasi komponen yang lebih tinggi dibutuhkan untuk menangani aliran data yang cepat dan terus menerus. Berbeda dengan komponen PC pada umumnya, komponen-komponen *server*

dibedakan sebagai komponen yang sangat reliabel, tangguh, serta lebih tahan lama dari komponen PC biasa.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Terdapat judul penelitian terdahulu yang erat kaitannya dengan penelitian tugas akhir yang akan dikerjakan, yakni penelitian dengan metode FMECA pada obyek sistem *backbone* universitas.

Tabel 2.3 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

No	Tahun	Nama	Judul	Metode	Obyek
1	2011	Elyasi-Komari, Iraj et al	<i>Analysis of Computer Network Reliability and Criticality: Technique and Features</i>	FMECA	Sistem <i>backbone</i> Universitas
2	2014	Roustantyo, Rizki	Analisis Keandalan Infrastruktur Jaringan Komputer di Badan Teknologi Sistem Informasi ITS	<i>Reliability analysis</i>	Sistem <i>backbone</i> Universitas

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Mengacu pada tahapan metode ilmiah, setiap penelitian memerlukan suatu kerangka berpikir sebagai acuan supaya proses penelitian dapat berjalan secara sistematis, terstruktur, dan terarah. Pada bab ini akan dijelaskan tentang semua metode beserta langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian tugas akhir ini.

#### **3.1 Tahap Persiapan**

Tahap ini dimulai dengan penentuan topik yang akan diteliti. Kemudian, dilakukan identifikasi masalah yang sering terjadi pada jaringan komputer di ITS. Selanjutnya, dilakukanlah pencarian referensi yang dikelompokkan menjadi studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur berisi konsep, definisi, dan metode yang akan digunakan dalam penelitian. Sedangkan studi lapangan berisi pencarian data primer maupun sekunder terkait kondisi eksisting yang riil di Pusat Jaringan LPTSI (Lembaga Pengembangan Teknologi Sistem Informasi) sebagai pengelola jaringan komputer di ITS. Kemudian dirumuskanlah tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini.

#### **3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data**

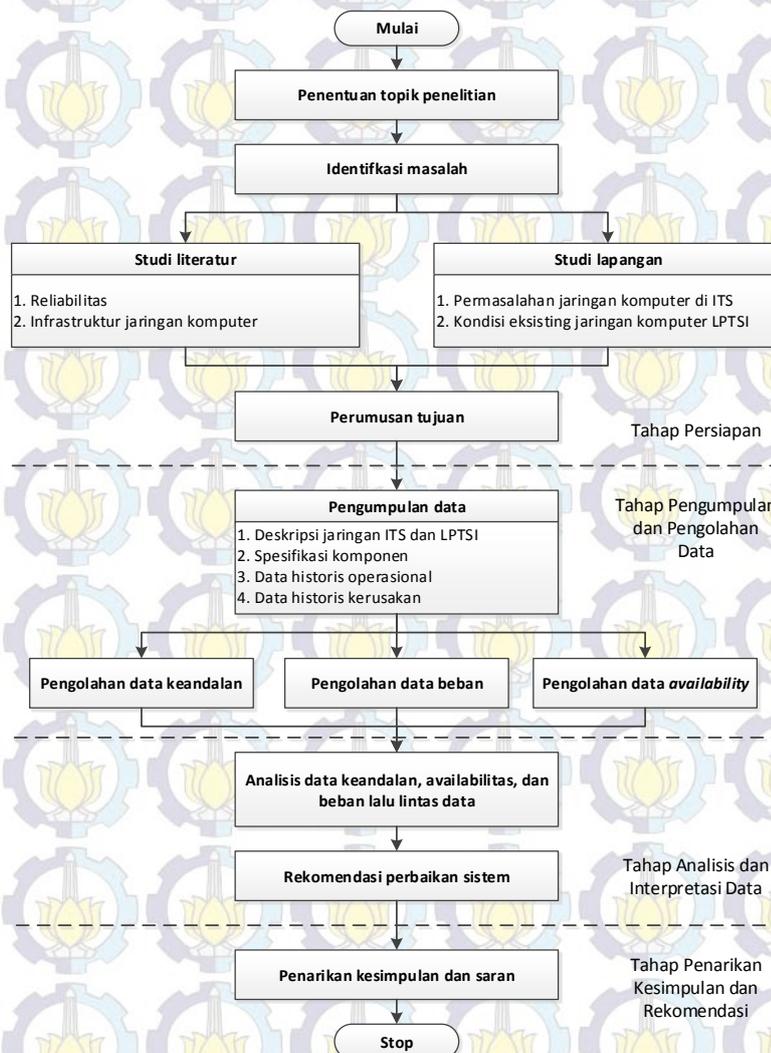
Tahap pengumpulan data akan dimulai dengan mengumpulkan data-data terkait kondisi eksisting jaringan komputer *backbone* ITS secara umum, yaitu deskripsi mengenai jaringan komputer di ITS. Selanjutnya, data-data terkait spesifikasi komponen dalam jaringan, data historis kerusakan (MTBF), dan data historis operasional komponen, terkait availabilitas dan beban lalu lintas data, dikumpulkan pada tahap pengumpulan data ini. Kemudian, dari data-data historis kerusakan dibuat pengolahan data keandalan. Lalu, dari data-data historis operasional dibuat pengolahan data *availability* dan beban *traffic*.

### 3.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap ini, akan dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data keandalan, *availability*, dan beban *traffic*. Selanjutnya, dirancanglah rekomendasi perbaikan terhadap sistem yang diterjemahkan dalam bentuk yang memudahkan penyampaian hasil analisis.

### 3.4 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Rekomendasi

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penelitian, yakni berupa pengambilan kesimpulan dan penyusunan beberapa saran yang dihasilkan selama proses penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

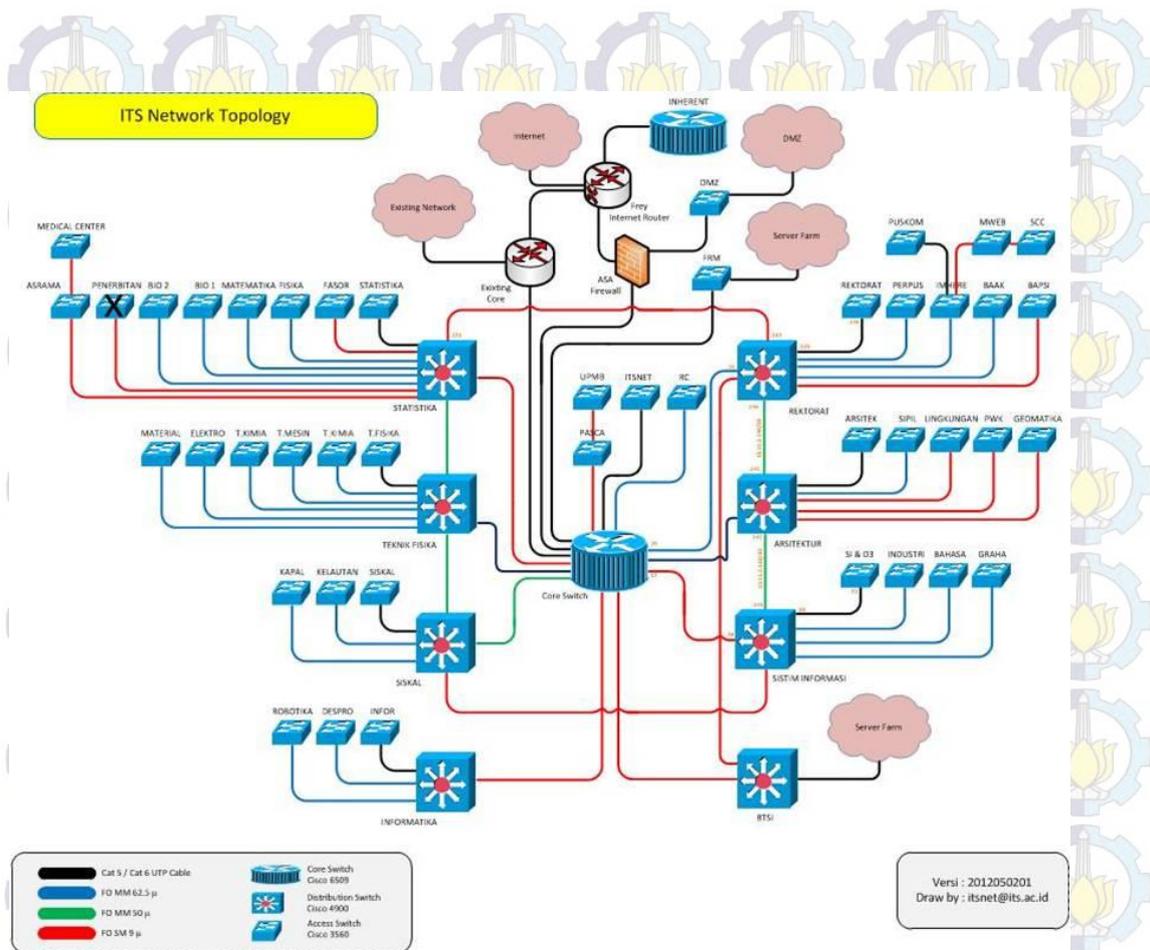
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data-data yang telah ditentukan sebelumnya. Data-data yang akan dijelaskan pada bab ini antara lain, data deskripsi infrastruktur jaringan komputer ITS, availabilitas, reliabilitas, dan beban lalu lintas jaringan komputer, serta availabilitas *server* ITS.

#### 4.1 Deskripsi Infrastruktur Jaringan Komputer ITS

Arsitektur jaringan komputer yang digunakan di ITS merupakan topologi *hybrid*, yakni perpaduan beberapa topologi dasar untuk mengoptimalkan kemudahan, performa, dan biaya sesuai dengan yang dibutuhkan oleh institusi pendidikan, seperti ITS. Beberapa topologi dasar yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 adalah topologi bintang, topologi cincin, dan topologi pohon.

Selain itu, untuk meningkatkan reliabilitas koneksi jaringan komputer di ITS, media penghubung kabel lebih banyak digunakan ketimbang *wireless*. Terdapat beberapa jenis kabel yang digunakan untuk membangun koneksi jaringan komputer di ITS ini, bergantung pada seberapa jauh kabel tersebut akan dibentangkan. Untuk koneksi dalam satu gedung (jarak dekat), digunakan kabel UTP *Category 5* dan *Category 6*. Sedangkan koneksi antar gedung yang tidak terlalu jauh (*medium-near*), digunakan kabel optik *multi-mode*. Untuk koneksi antar gedung yang jauh, digunakan kabel optik *single-mode*.

Untuk konsentrator kabel-kabel tersebut, digunakan beberapa *switch* sesuai dengan kapasitas dan posisinya pada skema hierarkis jaringan komputer ITS. Sebagai titik pusat, digunakan *Core Switch* Cisco 6509. Turun ke bawah hierarki, terdapat delapan buah *Distribution Switch* Cisco 4900, yang mewakili setiap region besar di wilayah ITS. Sedangkan untuk *switch* yang paling bawah, terdapat total sebanyak 44 unit *Access Switch* Cisco 3560. Semua *switch* yang terpasang pada infrastruktur jaringan komputer ITS ini merupakan *switch* kelas *enterprise* tipe *managed* yang sangat awet dan dapat diatur pengelolaan *traffic*-nya sehingga lebih baik performanya dari *switch* biasa.



Gambar 4.1 Topologi Jaringan ITS (LPTSI ITS, 2012)

Komponen penyusun infrastruktur jaringan lainnya adalah *Server*. Meskipun *server* memiliki peran penting dalam infrastruktur jaringan komputer di ITS, pengelolaannya masih terpisah-pisah, tidak terpusat pada satu tempat. Terdapat banyak sekali *webserver* di jaringan ITS. Sebagian besar di antaranya berada di ruangan *server* lantai 6 gedung Perpustakaan ITS, dan sebagian lainnya tersebar di masing-masing unit di ITS yang memerlukan sebuah *server* sendiri, seperti unit SAC. *Webserver* di ITS secara umum terbagi menjadi 5 kategori, yakni *webserver* yang dikelola LPTSI, *webserver* Integra ITS, *webserver* aplikasi, *webserver fingerprint*, dan *webserver* basis data akademik ITS. Dengan masing-masing *webserver* memiliki beberapa *webserver* di bawahnya.

Tabel 4.1 Daftar *Webserver* di ITS (LPTSI, 2014)

Kategori	Keterangan
LPTSI	Web ITS, Webmail ITS, Mail2 ITS, Unduh, <i>Webhosting</i> , Boyo, <i>Office</i> , NOC.
Integra ITS	Integra, Akademik, Keuangan, Kepegawaian, Simaru, Penalaran, Beasiswa.
Aplikasi	Digilib, LPSE, Share ITS.
<i>Fingerprint</i>	Akses <i>fingerprint</i> di seluruh ITS.
<i>Database</i> Akademik	Akses <i>database</i> data akademik.

## 4.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data Jaringan Komputer ITS

Sebagian besar data infrastruktur jaringan komputer ITS yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh dari Lembaga Pengembangan Sistem Informasi (LPTSI ITS), baik secara langsung (primer) maupun tidak langsung (sekunder). Hasil pengumpulan dan pengolahan data-data yang telah didapat tersebut akan dijelaskan pada subbab-subbab berikut ini.

### 4.2.1 Data Availabilitas

Data availabilitas jaringan komputer di ITS didapat dengan melihat rekaman aktivitas perbaikan jaringan, keluhan *user*, dan waktu terjadinya pemadaman listrik di Lantai 6 Gedung Perpustakaan ITS. Data yang diambil merupakan data sepanjang 12 bulan, mulai Juni 2013 hingga Mei 2014. Kemudian, data disajikan dalam dua jenis availabilitas, yakni availabilitas masing-masing komponen jaringan dan availabilitas akses jaringan di level terendah. Dengan setiap jenis availabilitas dieksplorasi lebih dalam dengan mencantumkan data availabilitas pada Juli-Agustus dan Januari-Februari, sebagai waktu-waktu kritis pentingnya availabilitas jaringan pada waktu-waktu tersebut.

Proses pengolahan data availabilitas di mulai dengan mengumpulkan data-data *downtime* tiap komponen dalam infrastruktur jaringan ITS, yakni berupa *switch* dan kabel. Data *downtime* selama 12 bulan tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan *downtime* total ( $D_T$ ) dalam satu tahun. Kemudian, dengan asumsi, 1

hari adalah 24 jam, dan 1 tahun adalah 365 hari, maka didapatkan *total desired uptime* ( $U_{max}$ ), yaitu jumlah waktu maksimum perangkat tersebut tersedia (*available*) dalam satuan jam. Setelah itu, barulah dihitung efisiensinya dengan membandingkan *total actual uptime* ( $U_{actual}$ ) dengan *total desired uptime* ( $U_{max}$ ). Angka *total actual uptime* ( $U_{actual}$ ) sendiri didapatkan dari *total desired uptime* ( $U_{max}$ ) dikurangi *downtime* total ( $D_T$ ). Jadi, *availabilitas total* pada Tabel 4.2 merupakan angka dari *total actual uptime* ( $U_{actual}$ ).

$$U_{actual} = U_{max} - D_T \quad (4.1)$$

$$Efisiensi (\%) = \frac{U_{actual}}{U_{max}} \quad (4.2)$$

Sedangkan untuk mencari *availabilitas kritis*, yakni *availabilitas* masing-masing komponen selama bulan Juli hingga Agustus dan Januari sampai Februari, tidak digunakan rumus yang terlalu berbeda. Hanya rentang waktunya saja yang berbeda, yaitu jika *availabilitas total* menangkap data *downtime* selama 12 bulan, maka *availabilitas kritis* hanya menangkap data *downtime* selama empat bulan saja.

Tabel 4.2 *Availabilitas Komponen Jaringan (Switch)* (LPTSI, 2014)

Jenis	#	Nama <i>Switch</i>	Availabilitas total		Availabilitas kritis	
			(jam)	(%)	(jam)	(%)
CS	1	Core	8578,183	97,92%	2888,833	99,48%
	2	Statistika	8757,75	99,97%	2901,75	99,92%
DS	3	Tekfis	8754,4	99,94%	2899	99,83%
	4	Siskal	8741,617	99,79%	2902,817	99,96%
	5	TC	8759,5	99,99%	2904	100,00%
	6	Rektorat	8747,233	99,85%	2891,983	99,59%
	7	Arsitektur	8750,917	99,90%	2902,333	99,94%
	8	SI	8491,683	96,94%	2792,167	96,15%
	9	LPTSI	8756	99,95%	2903,5	99,98%
AS	10	UPMB	8735,9	99,72%	2879,9	99,17%
	11	PASCA	8724,167	99,59%	2878,417	99,12%
	12	L6 Perpus	8758,083	99,98%	2904	100,00%
	13	RC	8758,133	99,98%	2904	100,00%
	14	Statistika	8706,85	99,39%	2904	100,00%
	15	Fasor	8760	100,00%	2904	100,00%

(lanjutan)

Jenis	#	Nama <i>Switch</i>	Availabilitas total		Availabilitas kritis	
			(jam)	(%)	(jam)	(%)
AS	16	Fisika	8754,8	<b>99,94%</b>	2900,75	<b>99,89%</b>
	17	Matematika	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	18	Bio 1	8637,217	<b>98,60%</b>	2880,55	<b>99,19%</b>
	19	Bio 2	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	20	Penerbitan	8755,55	<b>99,95%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	21	Asrama	8734,85	<b>99,71%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	22	Medcen	8687,417	<b>99,17%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	23	Tekfis	8757,783	<b>99,97%</b>	2902,85	<b>99,96%</b>
	24	Tekkim	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	25	Mesin	8750,7	<b>99,89%</b>	2903	<b>99,97%</b>
	26	Kimia MIPA	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	27	Tektro	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	28	Material	8758,417	<b>99,98%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	29	Siskal	8602,467	<b>98,20%</b>	2838,333	<b>97,74%</b>
	30	Kelautan	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	31	Tekpal	8752,967	<b>99,92%</b>	2902,383	<b>99,94%</b>
	32	TC	8759	<b>99,99%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	33	Despro	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	34	Robotik	8730,483	<b>99,66%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	35	Rektorat	8709,1	<b>99,42%</b>	2871,317	<b>98,87%</b>
	36	Perpus	8726,467	<b>99,62%</b>	2901,283	<b>99,91%</b>
	37	IMHERE	8757,167	<b>99,97%</b>	2902,417	<b>99,95%</b>
	38	Puskom	8638	<b>98,61%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	39	Mweb	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	40	SAC	8706,45	<b>99,39%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	41	SCC	8681,433	<b>99,10%</b>	2826,1	<b>97,32%</b>
	42	BAPSI	8701,633	<b>99,33%</b>	2868,4	<b>98,77%</b>
	43	BAAK	8380,967	<b>95,67%</b>	2628,283	<b>90,51%</b>
	44	Arsitek	8732,867	<b>99,69%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	45	Sipil	8734,017	<b>99,70%</b>	2903,95	<b>99,998%</b>
	46	Lingkungan	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	47	PWK	8606,667	<b>98,25%</b>	2904	<b>100,00%</b>
	48	Geomatik	8757,833	<b>99,98%</b>	2904	<b>100,00%</b>
49	SI	8727,133	<b>99,62%</b>	2904	<b>100,00%</b>	
50	D3	8635,75	<b>98,58%</b>	2782,417	<b>95,81%</b>	
51	Industri	8729,867	<b>99,66%</b>	2904	<b>100,00%</b>	
52	Bahasa	8729,417	<b>99,65%</b>	2904	<b>100,00%</b>	
53	Graha	8760	<b>100,00%</b>	2904	<b>100,00%</b>	

Pada Tabel 4.2, terdapat data availabilitas komponen jaringan *switch*. Seperti deskripsi topologi pada Gambar 4.1, *switch* di ITS terbagi menjadi tiga jenis, yakni *Core Switch* (CS), *Distribution Switch* (DS), dan *Access Switch* (AS). Dari data di atas, terdapat 11 unit *switch* yang tidak pernah mengalami gangguan selama 12 bulan, yang kesemuanya berupa AS (*Access Switch*). Sedangkan pada masa kritis (availabilitas kritis) terdapat lebih banyak *switch* yang bebas masalah, dengan total 29 unit. Selain itu, dari tabel di atas juga dapat terlihat unit *switch* yang paling sering *down* adalah AS (*Access Switch*) BAAK, baik dalam periode 12 bulan (95,67%), maupun dalam periode kritis (90,51%).

Tabel 4.3 Availabilitas Komponen Jaringan (Kabel) (LPTSI, 2014)

Jenis	#	Letak kabel		Availabilitas total		Availabilitas kritis	
		Dari	Ke	(jam)	(%)	(jam)	(%)
UTP	1	Core switch	L6 Perpus	8760	100%	2904	100%
	2	Core switch	ASA Firewall	8760	100%	2904	100%
	3	ASA Firewall	Internet router	8760	100%	2904	100%
	4	Statistika (dist)	Statistika (acc)	8760	100%	2904	100%
	5	Tekfis (dist)	Tekfis (acc)	8760	100%	2904	100%
	6	Siskal (dist)	Siskal (acc)	8760	100%	2904	100%
	7	TC (dist)	TC (acc)	8760	100%	2904	100%
	8	Rektorat (dist)	Rektorat (acc)	8760	100%	2904	100%
	9	Arsitek (dist)	Arsitek (acc)	8760	100%	2904	100%
	10	SI (dist)	SI (acc)	8760	100%	2904	100%
	11	LPTSI (dist)	Puskom	8760	100%	2904	100%
	12	IMHERE	Puskom	8760	100%	2904	100%
FO SM	13	Core switch	PASCA	8760	100%	2904	100%
	14	Core switch	SI	8757,75	99,97%	2901,75	99,92%
	15	Core switch	Statistik (dist)	8760	100%	2904	100%
	16	Core switch	TC (dist)	8760	100%	2904	100%
	17	Core switch	LPTSI (dist)	8760	100%	2904	100%
	18	PASCA	UPMB	8640,57	98,64%	2904	100%
	19	Statistik (dist)	Fasor	8760	100%	2904	100%
	20	Statistik (dist)	Penerbitan	8760	100%	2904	100%
	21	Statistik (dist)	Asrama	8760	100%	2904	100%
	22	Asrama	Medcen	8760	100%	2904	100%
	23	Rektorat (dist)	BAPSI	8735,27	99,72%	2879,27	99,1%
	24	IMHERE	Mweb	8760	100%	2904	100%
	25	Mweb	SCC	8760	100%	2904	100%

(lanjutan)

Jenis	#	Letak kabel		Avalabilitas total		Avalabilitas kritis	
		Dari	Ke	(jam)	(%)	(jam)	(%)
FO SM	26	Mweb	SAC	8760	100%	2904	100%
	27	Arsitek (dist)	Lingkungan	8760	100%	2904	100%
	28	Arsitek (dist)	PWK	8760	100%	2904	100%
	29	Arsitek (dist)	Geomatik	8760	100%	2904	100%
	30	Statistik (dist)	Rektorat (dist)	8760	100%	2904	100%
	31	Rektorat (dist)	LPTSI (dist)	8760	100%	2904	100%
	32	SI (dist)	Siskal (dist)	8760	100%	2904	100%
FO MM	33	Core switch	Siskal (dist)	8760	100%	2904	100%
	34	Rektorat (dist)	Arsitek (dist)	8760	100%	2904	100%
	35	Statistik (dist)	Tekfis (dist)	8760	100%	2904	100%
	36	Tekfis (dist)	Siskal (dist)	8760	100%	2904	100%
	37	Core switch	Tekfis (dist)	8760	100%	2904	100%
	38	Core switch	Arsitek (dist)	8760	100%	2904	100%
	39	Core switch	Rektorat (dist)	8760	100%	2904	100%
	40	Core switch	RC	8760	100%	2904	100%
	41	Statistika (dist)	Fisika	8760	100%	2904	100%
	42	Statistika (dist)	Matematik	8589,08	98,05%	2904	100%
	43	Statistika (dist)	Bio 1	8760	100%	2904	100%
	44	Statistika (dist)	Bio 2	8760	100%	2904	100%
	45	Tekfis (dist)	Material	8760	100%	2904	100%
	46	Tekfis (dist)	Tektro	8760	100%	2904	100%
	47	Tekfis (dist)	Tekkim	8760	100%	2904	100%
	48	Tekfis (dist)	Mesin	8760	100%	2904	100%
	49	Tekfis (dist)	Kimia MIPA	8760	100%	2904	100%
	50	Siskal (dist)	Tekla	8760	100%	2904	100%
	51	Siskal (dist)	Tekpal	8760	100%	2904	100%
	52	TC (dist)	Despro	8760	100%	2904	100%
53	TC (dist)	Robotika	8760	100%	2904	100%	
54	SI (dist)	Industri	8760	100%	2904	100%	
55	SI (dist)	Bahasa	8760	100%	2904	100%	
56	SI (dist)	Graha	8757,87	99,98%	2904	100%	
57	Arsitek (dist)	Sipil	8760	100%	2904	100%	
58	Rektorat (dist)	Perpus	8760	100%	2904	100%	
59	Rektorat (dist)	IMHERE	8760	100%	2904	100%	
60	Rektorat (dist)	BAAK	8734,9	99,71%	2904	100%	

Selanjutnya, pada Tabel 4.3, terdapat data availabilitas komponen jaringan berupa kabel, yakni kabel UTP, kabel optik Single-Mode (FO SM), dan kabel optik Multi-Mode (FO MM). Dari data di atas, berbeda dengan *switch*, availabilitas kabel jauh lebih baik. Terbukti dari 60 lokasi kabel yang ada, hanya terdapat 6 unit kabel yang pernah mengalami gangguan dalam kurun waktu 12 bulan, yakni sebanyak 3 unit berupa kabel FO SM (*Single-Mode*) dan 3 unit berupa kabel FO MM (*Multi-Mode*). Sedangkan pada masa kritis (availabilitas kritis) terdapat lebih sedikit unit kabel yang bermasalah, yakni sebanyak 2 unit kabel FO SM (*Single-Mode*). Selain itu, dari tabel di atas juga didapatkan unit kabel yang paling sering/lama *down* adalah kabel FO MM antara DS Statistika dan AS Matematika MIPA, untuk periode 12 bulan. Sedangkan dalam periode kritis, kabel FO SM antara DS Rektorat dan AS BAPSI adalah yang paling sering/lama *down*.

Sedikit berbeda dengan perhitungan untuk availabilitas komponen jaringan, perhitungan pada availabilitas akses jaringan (Tabel 4.4) melibatkan struktur hierarki jaringan komputer ITS yang terdapat pada Gambar 4.1. Sehingga seluruh komponen di level yang lebih rendah akan dipengaruhi oleh kondisi komponen di level yang lebih tinggi. Dengan demikian, availabilitas di komponen tertinggi akan tetap sama nilainya dengan hasil perhitungan availabilitas komponen pada Tabel 4.2. Sedangkan untuk DS (*Distribution Switch*) dan AS (*Access Switch*) nilai *downtime* total ( $D_T$ ) pada perhitungan sebelumnya akan ditambahkan dengan *downtime* total dari perangkat di atasnya secara hierarkis.

Tabel 4.4 Availabilitas Akses Jaringan (LPTSI, 2014)

Jenis	#	Nama	Availabilitas total		Availabilitas kritis	
			(jam)	(%)	(jam)	(%)
CS	1	Core	8578,18	<b>97,92%</b>	2888,83	<b>99,48%</b>
	2	Statistika	8575,93	<b>97,90%</b>	2886,58	<b>99,40%</b>
DS	3	Tekfis	8572,58	<b>97,86%</b>	2883,83	<b>99,31%</b>
	4	Siskal	8559,80	<b>97,71%</b>	2887,65	<b>99,44%</b>
	5	TC	8577,68	<b>97,92%</b>	2888,83	<b>99,48%</b>
	6	Rektorat	8565,42	<b>97,78%</b>	2876,82	<b>99,06%</b>
	7	Arsitektur	8569,10	<b>97,82%</b>	2887,17	<b>99,42%</b>
	8	SI	8309,87	<b>94,86%</b>	2777,00	<b>95,63%</b>
	9	LPTSI	8574,18	<b>97,88%</b>	2888,33	<b>99,46%</b>

(lanjutan)

Jenis	#	Nama	Avalabilitas total		Avalabilitas kritis	
			(jam)	(%)	(jam)	(%)
AS	10	UPMB	8398,82	95,88%	2839,15	97,77%
	11	PASCA	8542,35	97,52%	2863,25	98,60%
	12	L6 Perpus	8576,27	97,90%	2888,83	99,48%
	13	RC	8576,32	97,90%	2888,83	99,48%
	14	Statistika	8522,78	97,29%	2886,58	99,40%
	15	Fasor	8575,93	97,90%	2886,58	99,40%
	16	Fisika	8570,73	97,84%	2883,33	99,29%
	17	Matematika	8405,01	95,95%	2886,58	99,40%
	18	Bio 1	8453,15	96,50%	2863,13	98,59%
	19	Bio 2	8575,93	97,90%	2886,58	99,40%
	20	Penerbitan	8571,48	97,85%	2886,58	99,40%
	21	Asrama	8550,78	97,61%	2886,58	99,40%
	22	Medcen	8478,20	96,78%	2886,58	99,40%
	23	Tekfis	8570,37	97,84%	2882,68	99,27%
	24	Tekkim	8572,58	97,86%	2883,83	99,31%
	25	Mesin	8563,28	97,75%	2882,83	99,27%
	26	Kimia MIPA	8572,58	97,86%	2883,83	99,31%
	27	Tektro	8572,58	97,86%	2883,83	99,31%
	28	Material	8571,00	97,84%	2883,83	99,31%
	29	Siskal	8402,27	95,92%	2821,98	97,18%
	30	Kelautan	8559,80	97,71%	2887,65	99,44%
	31	Tekpal	8552,77	97,63%	2886,03	99,38%
	32	TC	8576,68	97,91%	2888,83	99,48%
	33	Despro	8577,68	97,92%	2888,83	99,48%
	34	Robotik	8548,17	97,58%	2888,83	99,48%
	35	Rektorat	8514,52	97,20%	2844,13	97,94%
	36	Perpus	8531,88	97,40%	2874,10	98,97%
	37	IMHERE	8562,58	97,75%	2875,23	99,01%
	38	Puskom	8440,58	96,35%	2875,23	99,01%
	39	Mweb	8562,58	97,75%	2875,23	99,01%
	40	SAC	8509,03	97,14%	2875,23	99,01%
	41	SCC	8484,02	96,85%	2797,33	96,33%
	42	BAPSI	8482,32	96,83%	2816,49	96,99%
	43	BAAK	8161,28	93,17%	2601,10	89,57%
	44	Arsitek	8541,97	97,51%	2887,17	99,42%
	45	Sipil	8543,12	97,52%	2887,12	99,42%
	46	Lingkungan	8569,10	97,82%	2887,17	99,42%
	47	PWK	8415,77	96,07%	2887,17	99,42%
48	Geomatik	8566,93	97,80%	2887,17	99,42%	

(lanjutan)

Jenis	#	Nama	Availabilitas total		Availabilitas kritis	
			(jam)	(%)	(jam)	(%)
AS	49	SI	8277,00	94,49%	2777,00	95,63%
	50	D3	8152,75	93,07%	2655,42	91,44%
	51	Industri	8279,73	94,52%	2777,00	95,63%
	52	Bahasa	8279,28	94,51%	2777,00	95,63%
	53	Graha	8307,74	94,84%	2777,00	95,63%

Dari Tabel 4.4 di atas, terlihat nilai-nilai availabilitas sesungguhnya dari sebuah sistem jaringan komputer secara utuh. Availabilitas terendah untuk availabilitas total dicatat oleh AS (*Access Switch*) D3, dengan 93,07%. Sedangkan untuk availabilitas kritis, AS (*Access Switch*) BAAK menjadi yang terburuk dengan 89,57%.

#### 4.2.2 Data Beban Lalu Lintas (*Traffic*)

Data beban *traffic* jaringan komputer ITS didapat dengan melihat rekaman data historis lalu lintas (*traffic*) data yang terjadi sepanjang 12 bulan, dari Juni 2013 hingga Mei 2014. Data *traffic* pada jaringan terdiri dari dua komponen yakni komponen *inbound* (masuk) dan *outbound* (keluar). Komponen *inbound* (masuk) merupakan jumlah arus data yang masuk ke dalam perangkat. Sedangkan komponen *outbound* (keluar) merupakan jumlah arus data yang keluar dari perangkat. Arus *traffic* yang terjadi selama 12 bulan akan dibedakan berdasarkan perangkat pada jaringan, dan dijelaskan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rekap Data Beban *Traffic* Jaringan (LPTSI, 2014)

Jenis	#	Nama	Rata-Rata Trafik Data per Bulan		
			Masuk (Mbps)	Keluar (Mbps)	Total (Mbps)
R	0	Router	279,51	240,91	520,42
CS	1	Core	282,408	182,64	465,048
DS	2	Statistika (dist)	51,914	51,928	103,842
	3	Tekfis (dist)			
	4	Siskal (dist)	19,151	19,158	38,309
	5	TC (dist)	31,03	31,04	62,07
	6	Rektorat (dist)	29,29	29,299	58,589

(lanjutan)

Jenis	#	Nama	Rata-Rata Trafik Data per Bulan		
			Masuk (Mbps)	Keluar (Mbps)	Total (Mbps)
DS	7	Arsitektur (dist)	27,231	27,223	54,454
	8	SI (dist)	56,016	91,795	147,811
	9	LPTSI (dist)			
AS	10	UPMB			
	11	PASCA	42,716	3,803	46,519
	12	L6 Perpus	99,689	190,913	290,602
	13	RC	0,207	0,167	0,374
	14	Statistika	2,946	2,067	5,013
	15	Fasor	4,03	3,057	7,087
	16	Fisika	8,54	7,255	15,795
	17	Matematika	8,24	2,31	10,55
	18	Bio 1	5,775	5,753	11,528
	19	Bio 2	0,4	0,375	0,775
	20	Penerbitan			
	21	Asrama	23,188	22,985	46,173
	22	Medcen	0,42	0,326	0,746
	23	Tekfis	14,361	16,769	31,13
	24	Tekkim	7,366	6,013	13,379
	25	Mesin	24,224	21,979	46,203
	26	Kimia MIPA	0,081	4,538	4,619
	27	Tektro			
	28	Material	6,711	3,954	10,665
	29	Siskal	7,41	0,397	7,807
	30	Kelautan	3,881	2,441	6,322
	31	Tekpal	5,613	4,249	9,862
	32	TC	49,332	44,932	94,264
	33	Despro	2,432	2,407	4,839
	34	Robotik	2,005	1,967	3,972
	35	Rektorat	3,573	4,114	7,687
	36	Perpus	4,45	0,317	4,767
	37	IMHERE			
	38	Puskom	8,806	13,743	22,549
	39	Mweb	0,207	0,167	0,374
	40	SAC			
	41	SCC			
	42	BAPSI	3,001	1,743	4,744
	43	BAAK	4,935	3,619	8,554
44	Arsitek	6,064	0,981	7,045	
45	Sipil	8,142	3,326	11,468	

(lanjutan)

Jenis	#	Nama	Rata-Rata Trafik Data per Bulan		
			Masuk (Mbps)	Keluar (Mbps)	Total (Mbps)
AS	46	Lingkungan	6,38	4,394	10,774
	47	PWK	1,946	0,732	2,678
	48	Geomatik	3,43	0,46	3,89
	49	SI	15,401	44,279	59,68
	50	D3			
	51	Industri	5,866	2,727	8,593
	52	Bahasa	0,262	0,216	0,478
	53	Graha	0,136	0,093	0,229

Pada Tabel 4.5, *Access Switch* Perpustakaan Lantai 6 merupakan yang tersibuk dengan *traffic* keluar - masuk rata-rata per bulannya sebesar 290,602 Mbps (*Mega bit per second*). Di sisi lain, *Access Switch* Graha ITS merupakan yang paling sedikit *traffic*-nya, yakni 0,23 Mbps. Untuk *Distribution Switch*, DS SI merupakan yang tersibuk dengan *traffic* keluar - masuk rata-rata per bulannya mencapai 147,811 Mbps. Sedangkan yang paling sepi *traffic*-nya adalah DS Sistem Perkapalan, dengan 38,31 Mbps.

Adanya baris-baris kosong yang terdapat pada Tabel 4.5 di atas disebabkan oleh kondisi alat pengukur *traffic* pada titik-titik tersebut. Hal ini dapat terjadi karena kerusakan alat yang sudah ada, namun belum diganti, atau karena titik-titik tersebut tergolong baru, sehingga belum ada pengukur *traffic*. Karena itu, perangkat-perangkat yang tidak tercatat *traffic*-nya tidak dapat disertakan dalam analisis.

### 4.2.3 Data Reliabilitas

Untuk mengetahui reliabilitas infrastruktur jaringan komputer ITS secara keseluruhan, diperlukan data MTTF (*Mean Time To Failure*) dari masing-masing komponen di dalam sistem, yang dalam hal ini adalah komponen *switch*. Nilai MTTF tersebut didapatkan dari data spesifikasi *hardware* yang terdapat pada dokumen masing-masing jenis perangkat *switch* (Tabel 4.6).

Tabel 4.6 Data MTTF Komponen Jaringan (Cisco, 2014)

#	Nama komponen	Jumlah unit	Tipe	MTTF (jam)
1	<i>Core Switch</i>	1	Cisco 6509	61.320
2	<i>Distribution Switch</i>	8	Cisco 4900	140.000
3	<i>Access Switch</i>	44	Cisco 3560	400.000

Di ITS, kerusakan komponen infrastruktur jaringan (*switch*) paling banyak disebabkan oleh faktor lingkungan (eksternal) yang tidak terduga. Sehingga, untuk mengetahui reliabilitasnya, digunakan asumsi CFR (*Constant Failure Rate*) dan distribusi probabilitas eksponensial sebagai *life distribution* dari komponen-komponen jaringan komputer ITS, dalam hal ini adalah *switch*. Dengan demikian, formulasi reliabilitas masing-masing jenis *switch* dapat diketahui menggunakan rumus pada Tabel 2.1. Dengan menghubungkan antara fungsi keandalan dan MTTF, maka didapatkan formulasi reliabilitas untuk masing-masing komponen.

Setelah diketahui formulasinya, nilai reliabilitas masing-masing *switch* saat ini didapat dengan memasukkan umur pemakaiannya ( $t$ ), dari 21 Oktober 2010 hingga 21 Juni 2014, yakni 1339 hari, yang setara dengan 32.136 jam. Rekapitulasi hasil perhitungan terdapat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai Reliabilitas Komponen Saat Ini

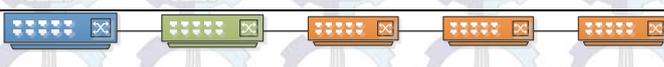
#	Nama komponen	$R(t)$	$R(32136)$
1	<i>Core Switch</i>	$e^{-1,63.10^{-5}t}$	0,592
2	<i>Distribution Switch</i>	$e^{-7,14.10^{-6}t}$	0,795
3	<i>Access Switch</i>	$e^{-2,5.10^{-6}t}$	0,923

Selanjutnya, nilai reliabilitas komponen saat ini tersebut akan digunakan dalam perhitungan reliabilitas jalur ( $R_i$ ) dan reliabilitas total sistem ( $R_T$ ). Dengan melihat topologi jaringan ITS pada Gambar 4.1, dapat diketahui hubungan antar perangkat dalam sistem. Secara umum, pada topologi bintang dan pohon dengan mudah dapat diidentifikasi sambungan antar komponennya terjadi secara seri. Adapun konfigurasi pada topologi cincin di antara 6 *switch* distribusi, nampak sebagai hubungan paralel. Maka dari itu perhitungan reliabilitas secara keseluruhan

akan dilakukan dengan menggambar diagram blok reliabilitas, untuk memudahkan perhitungan.

Untuk perhitungan reliabilitas tiap jalur, yang dalam hal ini terjadi secara seri, nilai tersebut didapatkan dengan mengalikan angka-angka reliabilitas pada *switch* pusat, *switch* distribusi, dan *switch* akses yang berhubungan. Perhitungan dan konfigurasinya terdapat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Reliabilitas Total Pada Masing-Masing Konfigurasi

#	Konfigurasi	Perhitungan Reliabilitas
1	 <p>Core Switch      Access Switch</p> <p>Contoh: Core Switch – AS Pascasarjana</p>	$R_i = R_{CS} \times R_{AS}$ $R_i = 0,592 \times 0,923$ $R_i = 0,546$
2	 <p>Core Switch      Access Switch      Access Switch</p> <p>Contoh: Core Switch – AS Pascasarjana – AS UPMB</p>	$R_i = R_{CS} \times R_{AS} \times R_{AS}$ $R_i = 0,592 \times 0,923^2$ $R_i = 0,504$
3	 <p>Core Switch      Distribution Switch      Access Switch</p> <p>Contoh: Core Switch – DS SI – AS SI</p>	$R_i = R_{CS} \times R_{DS} \times R_{AS}$ $R_i = 0,592 \times 0,795 \times 0,923$ $R_i = 0,434$
4	 <p>Core Switch      Distribution Switch      Access Switch      Access Switch</p> <p>Contoh: Core Switch – DS SI – AS SI – AS D3</p>	$R_i = R_{CS} \times R_{DS} \times R_{AS}^2$ $R_i = 0,592 \times 0,795 \times 0,923^2$ $R_i = 0,401$
5	 <p>Core Switch      Distribution Switch      Access Switch      Access Switch      Access Switch</p> <p>Contoh: Core Switch – DS Rektorat – AS IMHERE – AS MWeb – AS SCC</p>	$R_i = R_{CS} \times R_{DS} \times R_{AS}^3$ $R_i = 0,592 \times 0,795 \times 0,923^3$ $R_i = 0,37$

Jika dilihat pada Tabel 4.8, semakin banyak komponen yang terlibat dalam konfigurasi seri, maka akan semakin rendah reliabilitas rangkaiannya. Sebagai contoh, pada rangkaian (CS – DS SI – AS D3) reliabilitasnya sebesar 0,401. Artinya, dalam penggunaannya, rangkaian tersebut memiliki probabilitas *survive* (berjalan sesuai fungsinya) sebesar 0,401. Angka ini lebih baik daripada rangkaian dengan jumlah lima perangkat (CS – DS Rektorat – AS IMHERE – AS MWeb – AS SCC) yang probabilitas *survive*-nya sebesar 0,37. Rekapitulasi nilai reliabilitas untuk setiap jalur terdapat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Angka Reliabilitas Pada Tiap Jalur

Level	Jalur	Kuantitas ( $Q_i$ )	$R_i$
0-1	CS-AS	3	0,546
0-1-2	CS-DS-AS	35	0,434
	CS-AS-AS	1	0,504
0-1-2-3	CS-DS-AS-AS	4	0,401
0-1-2-3-4	CS-DS-AS-AS-AS	2	0,370

Adapun untuk menghitung reliabilitas keseluruhan infrastruktur jaringan adalah dengan membangun diagram blok rangkaian antar perangkatnya. Dengan diagram blok pada Gambar 4.2, akan terlihat hubungan seri atau paralel yang terjadi, sehingga memudahkan perhitungan reliabilitas totalnya pada Tabel 4.10 bawah ini.

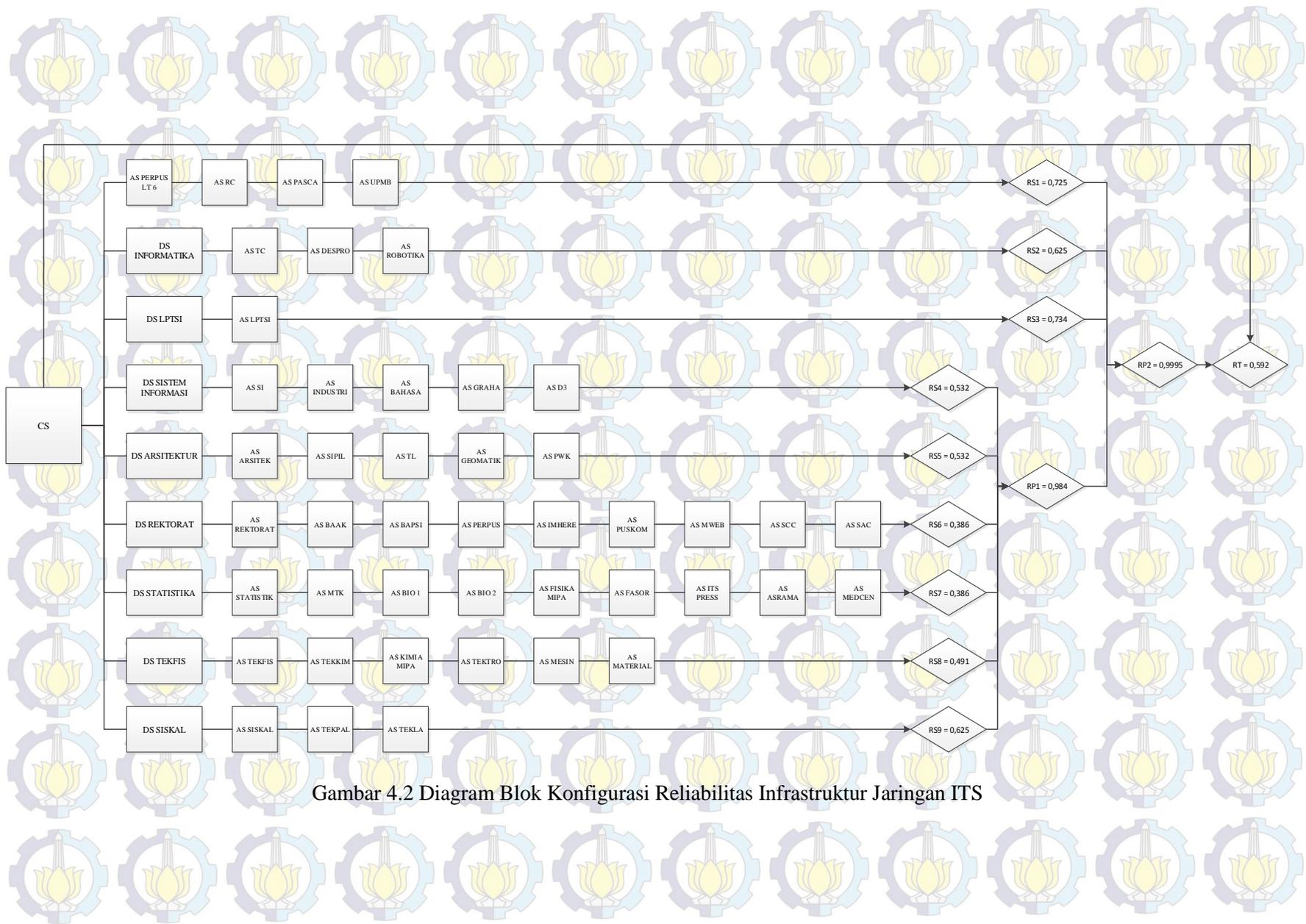
Tabel 4.10 Formulasi dan Perhitungan Reliabilitas Pada Diagram Blok

#	Formulasi Perhitungan	Hasil
1	$RS_1 = R_{AS}^4$	0,725
2	$RS_2 = R_{DS} \times R_{AS}^3$	0,625
3	$RS_3 = R_{DS} \times R_{AS}$	0,734
4	$RS_4 = R_{DS} \times R_{AS}^5$	0,532
5	$RS_5 = R_{DS} \times R_{AS}^5$	0,532
6	$RS_6 = R_{DS} \times R_{AS}^9$	0,386
7	$RS_7 = R_{DS} \times R_{AS}^9$	0,386

(lanjutan)

#	Formulasi Perhitungan	Hasil
8	$RS_8 = R_{DS} \times R_{AS}^6$	0,491
9	$RS_9 = R_{DS} \times R_{AS}^3$	0,625
10	$RP_1 = 1 - (1 - RS_4) \times (1 - RS_5) \times (1 - RS_6) \times (1 - RS_7) \times (1 - RS_8) \times (1 - RS_9)$	0,984
11	$RP_2 = 1 - (1 - RS_1) \times (1 - RS_2) \times (1 - RS_3) \times (1 - RP_1)$	0,9995
12	$RT = R_{CS} \times RP_2$	0,592

Dengan demikian, reliabilitas keseluruhan sistem infrastruktur jaringan komputer ITS adalah 0,592. Artinya, *total probability of survive*, atau probabilitas sistem jaringan komputer ITS dapat berjalan sesuai fungsinya adalah sebesar 0,592.



Gambar 4.2 Diagram Blok Konfigurasi Reliabilitas Infrastruktur Jaringan ITS

### 4.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data Availabilitas Server ITS

Pengumpulan data availabilitas *server* ITS dilakukan dengan mengumpulkan data historis pemadaman listrik yang terjadi di Gedung Perpustakaan Lantai 6, selama periode waktu 12 bulan, dari Juni 2013 hingga Mei 2014. Komputer *server* selalu mati ketika terjadi pemadaman listrik, disebabkan oleh kondisi UPS (*Uninterruptible Power Supply*) dan Genset (*Generator Set*) yang tidak dapat berfungsi optimal. Sedangkan data pendukung lainnya, seperti rekam data perbaikan *server* atau *downtime server* yang lain tidak tersedia.

Sama seperti pengumpulan data availabilitas sebelumnya, total *downtime* yang terjadi dibedakan menjadi *downtime* total dan kritis. *Downtime* kritis tersebut merupakan *downtime* yang terjadi pada bulan Juli, Agustus, Januari, dan Februari, yang merupakan empat bulan yang lebih tinggi tingkat penggunaannya bila dibandingkan dengan bulan-bulan lain.

Perhitungan availabilitas pada *server* (Tabel 4.11) tidak berbeda dengan perhitungan availabilitas yang dilakukan sebelumnya, yakni dengan menggunakan Persamaan 4.1 dan 4.2. Setelah itu, dapat diketahui *server* ITS tersedia selama 8584,683 jam (97,99%) dalam satu tahun. Sedangkan untuk availabilitas kritis, diketahui sebesar 2871,333 jam (99,7%) dalam kurun waktu empat bulan.

Tabel 4.11 Rekap Data *Downtime Server* ITS (LPTSI, 2014)

Periode	<i>Downtime</i> (jam)
Jun-13	20,583
Jul-13	0,500
Agu-13	-
Sep-13	0,750
Okt-13	0,750
Nov-13	18,267
Des-13	15,017
Jan-14	4,417
Feb-14	3,750
Mar-14	56,333
Apr-14	38,167
Mei-14	16,783
<b>Total</b>	<b>175,317</b>
<b>Kritis</b>	<b>8,667</b>

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

Hasil dari pengolahan data-data pada bab sebelumnya akan dianalisis di bab ini. Rinciannya antara lain, analisis availabilitas jaringan, analisis beban *traffic* jaringan, dan analisis reliabilitas jaringan. Selain itu, availabilitas *server* juga akan dianalisis pada akhir bab.

#### **5.1 Analisis Availabilitas Jaringan**

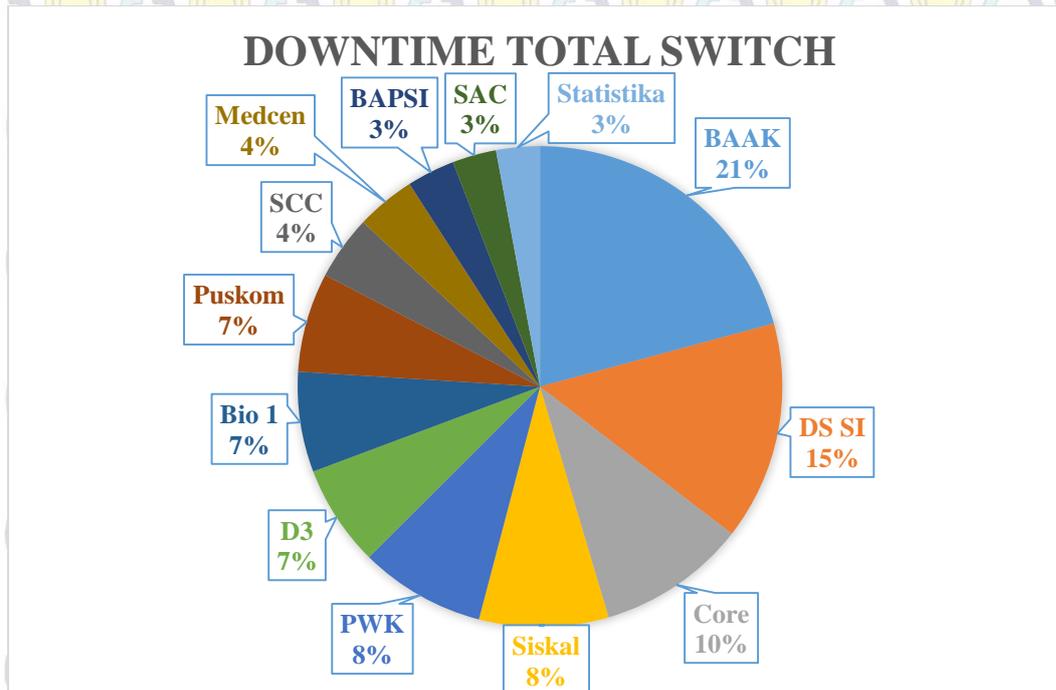
Availabilitas jaringan yang akan dianalisis akan dibagi menjadi dua bagian, yakni availabilitas perangkat jaringan dan availabilitas akses jaringan. Availabilitas perangkat jaringan akan menampilkan performa dari tiap-tiap perangkat jaringan secara independen. Sedangkan availabilitas akses jaringan akan menampilkan performa akses jaringan pada titik tersebut, sehingga memperhitungkan struktur topologi jaringan yang ada.

##### **5.1.1 Analisis Availabilitas Perangkat Jaringan**

Analisis ini menitikberatkan pada performa individual dari sebuah perangkat jaringan, yang dalam hal ini berupa *switch* dan kabel. Perangkat-perangkat yang memiliki performa yang paling rendah akan dianalisis lebih lanjut untuk diketahui permasalahan yang ada pada perangkat-perangkat tersebut. Untuk membantu dalam menentukan perangkat-perangkat yang memiliki performa terendah, maka digunakan aturan Pareto. Sedangkan untuk mengetahui permasalahan yang ada, maka digunakan teknik wawancara untuk menggali data terkait.

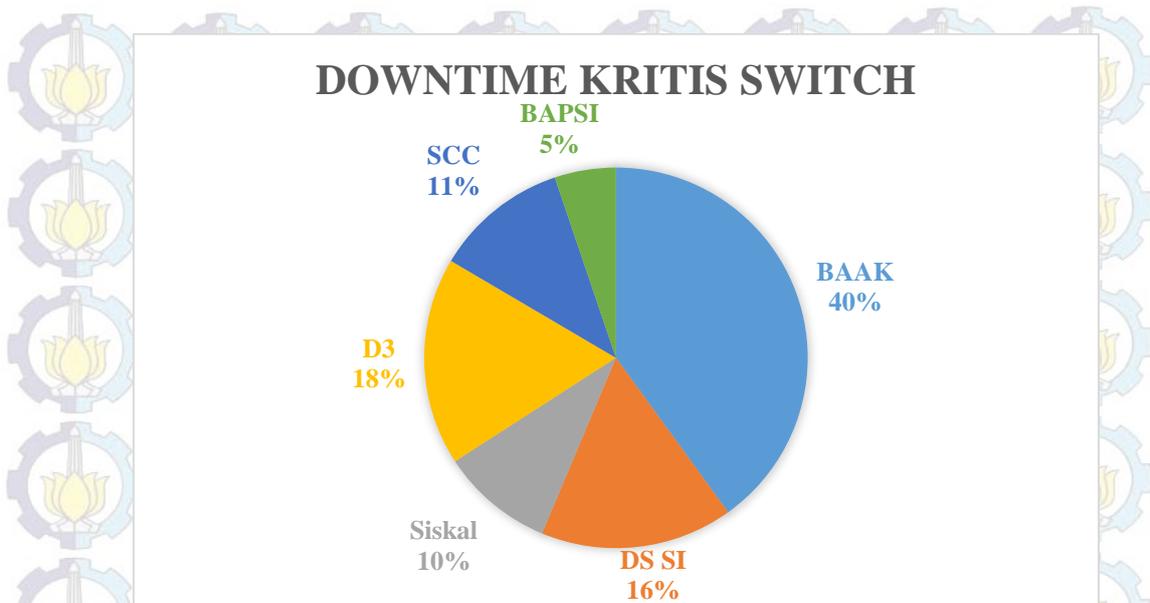
Tahapan pertama, setelah menggunakan aturan Pareto, didapatkan *switch* dengan *downtime* tertinggi sebanyak 13 perangkat untuk waktu total, dan 6 perangkat untuk waktu kritis. Sedangkan untuk komponen kabel, didapatkan 2 kabel untuk waktu total, dan 1 kabel untuk waktu kritis.

Pada Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa *Access Switch* BAAK merupakan perangkat yang memiliki *downtime* tertinggi (21%), yakni dengan rata-rata *downtime* per bulannya mencapai 31,59 jam. Berikutnya dengan 15% dan 10%, perangkat *Distribution Switch* Sistem Informasi dan *Core Switch* tercatat memiliki *downtime* rata-rata per bulannya mencapai 22,36 jam dan 15,15 jam.



Gambar 5.1 Distribusi *Downtime* Total Tertinggi Perangkat *Switch*

Sedangkan pada Gambar 5.2 yang menggambarkan kondisi pada masa kritis (bulan Juli, Agustus, Januari, dan Februari), AS BAAK kembali menjadi yang terburuk dengan mencatatkan *downtime* rata-rata per bulan sebesar 68,93 jam. Angka ini relatif jauh lebih besar bila dibandingkan dengan rata-rata *downtime* total pada gambar sebelumnya. Di tempat berikutnya yang terburuk, terdapat AS D3 (18%) dan DS Sistem Informasi (16%), dengan rata-rata *downtime* per bulannya mencapai 30,4 dan 27,96 jam. Angka ini juga jika dibandingkan dengan rata-rata *downtime* total pada gambar sebelumnya relatif lebih besar. Yang artinya, justru pada masa kritis, *availabilitas* perangkat menjadi lebih rendah, padahal pada masa kritis ini *availabilitas* perangkat jaringan sangat diperlukan dalam proses akademik.



Gambar 5.2 Distribusi *Downtime* Kritis Tertinggi Perangkat *Switch*

Untuk komponen jaringan yang berupa kabel, *downtime* total tertinggi dicatat oleh kabel FO MM yang menghubungkan DS Statistika dan AS Matematika yang sempat sekali putus pada bulan Desember, dan mencatat waktu normalisasi sebesar 170,92 jam, sehingga rata-rata *downtime* per bulannya mencapai 14,24 jam.

Juga terdapat kabel FO SM yang menghubungkan AS Pascasarjana dengan AS UPMB yang berkinerja terburuk kedua dengan rata-rata *downtime* per bulannya mencapai 9,95 jam. Selain itu, pada masa kritis, kabel FO SM lain yang menghubungkan DS Rektorat dan AS BAPSI menjadi satu-satunya yang terburuk availabilitasnya dengan tercatat memiliki rata-rata *downtime* per bulannya mencapai 6,18 jam.

Yang menjadi penyebab matinya perangkat-perangkat tersebut sudah pasti sangat beragam, baik penyebab internal maupun eksternal perangkat, akan tetapi sebagian besar perangkat ternyata memiliki penyebab yang umum. Dari sisi internal perangkat, sebagian besar disebabkan oleh fitur *autokill* bagi *port* tertentu yang mengalami *flooding*. *Flooding* (banjir) merupakan sebuah kondisi penuhnya suatu *port* dengan aliran data yang berulang-ulang dalam waktu singkat. Pada umumnya, *flooding* disebabkan banyak disebabkan oleh suatu program tertentu yang terdapat pada komputer pengguna jaringan sehingga menyebabkan aliran data yang tinggi pada *switch*. Pada kondisi normal, *port* akan diaktifkan kembali oleh *switch* secara

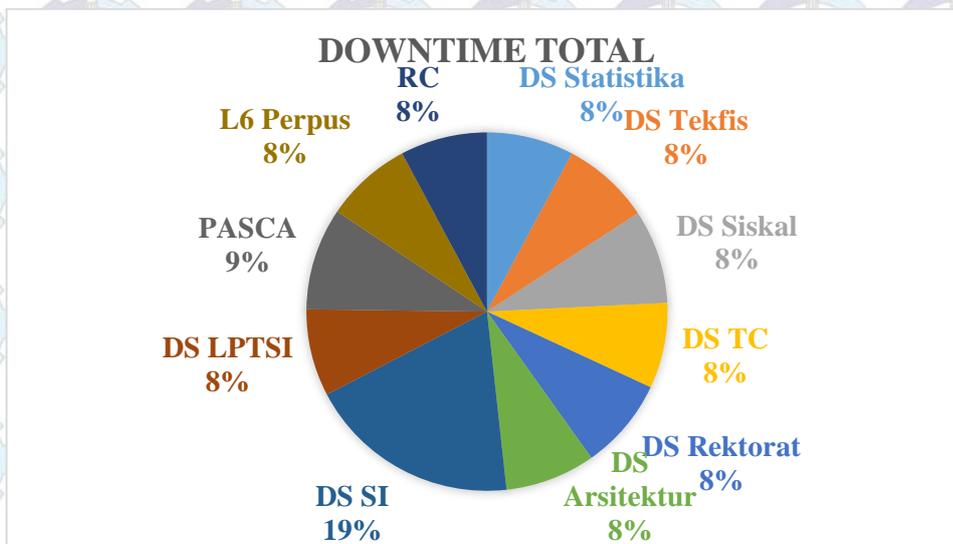
otomatis. Akan tetapi, beberapa yang terjadi tidak sesuai dengan kondisi normal, sehingga terpaksa diperbaiki secara manual. Selain itu, dari sisi eksternal, mayoritas permasalahan terjadi karena berhentinya pasokan daya (listrik). Matinya perangkat secara tiba-tiba diyakini menjadi penyebab beberapa *error* yang terjadi pada *switch*, termasuk gagal mengembalikan (*restore*) *port* setelah *flooding*.

### 5.1.2 Analisis Availabilitas Akses Jaringan

Pada analisis ini, availabilitas akses di masing-masing level hierarki jaringan akan dievaluasi untuk mencari perangkat-perangkat mana saja yang memiliki availabilitas akses jaringan yang paling rendah. Untuk lebih memudahkan dalam melihat perbedaan di antara perangkat dalam satu level yang akan dievaluasi, maka data *downtime* jaringan akan dipakai, dan disajikan dalam bentuk diagram lingkaran (*pie chart*).

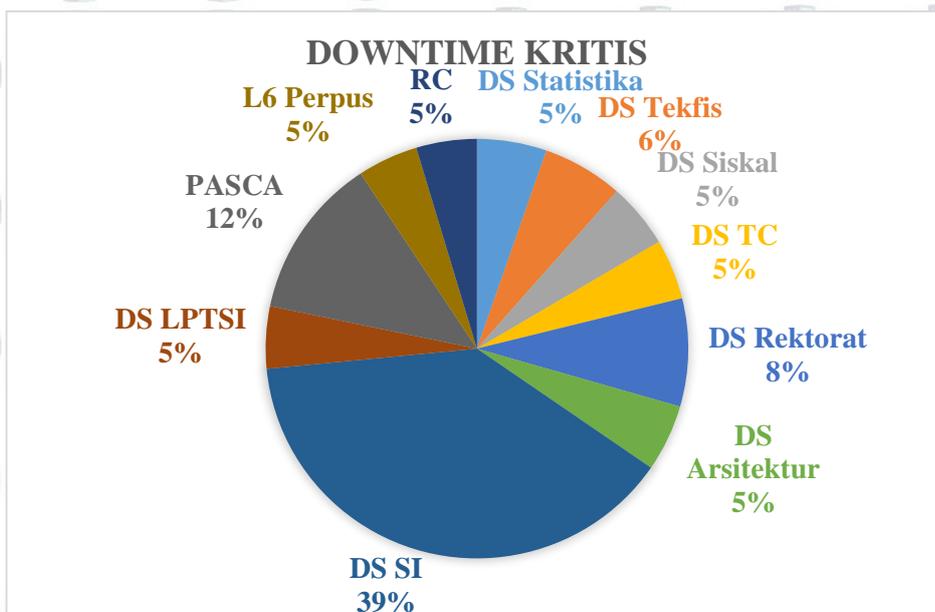
Yang pertama akan dievaluasi adalah *Core Switch*. Berada pada level 0 (nol), atau pada puncak hierarki membuat availabilitas *Core Switch* menjadi sangat vital karena akan memengaruhi availabilitas semua jaringan yang ada di bawahnya. Seperti pada Tabel 4.4, availabilitas total sebesar 97,92% merupakan akibat dari *downtime* total sebesar 15,15 jam per bulan, dalam 12 bulan. Sedangkan pada masa kritis, *downtime* per bulan yang hanya sebesar 3,79 jam menjadikan 99,48% availabilitas. Berdasarkan penelusuran data, hampir keseluruhan *downtime* yang terjadi di *Core Switch* diakibatkan oleh matinya aliran listrik (pemadaman).

Selanjutnya, pada level 1, yakni perangkat-perangkat jaringan yang berhubungan langsung dengan *Core Switch*, terdapat 8 *Distribution Switch* (DS) dan 3 *Access Switch* (AS). Gambar 5.3 menunjukkan bahwa DS Sistem Informasi mencatat *downtime* total paling tinggi, yakni 19% (37,5 jam per bulan) dibandingkan dengan 10 perangkat lainnya pada level 1 (satu). Di antara 10 perangkat tersebut, *Access Switch* Pascasarjana mencatatkan *downtime* total rata-rata tertinggi kedua, yakni sebesar 18,14 jam per bulan (9%). Meskipun mencatatkan angka *downtime* tertinggi kedua, angka ini masih cukup jauh dengan *downtime* yang dicatatkan DS Sistem Informasi.



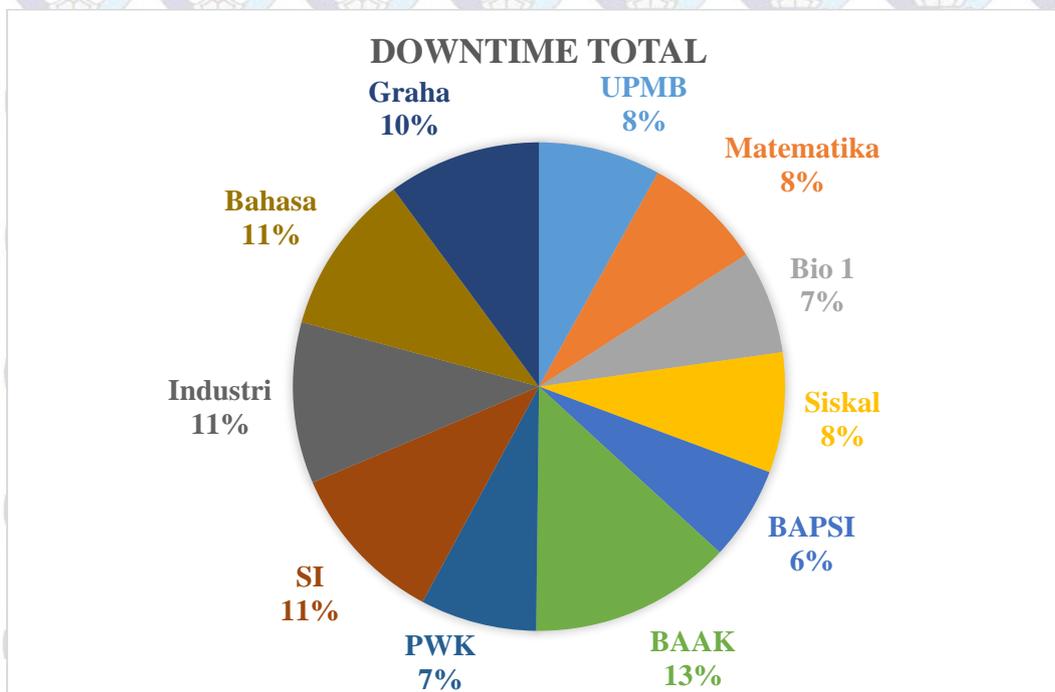
Gambar 5.3 Downtime Total Akses Jaringan pada Level 1

Seakan tidak puas dengan performa buruk tersebut, DS Sistem Informasi kembali menjadi yang terendah availabilitas akses jaringannya pada masa kritis, yakni dengan mencatatkan *downtime* tertinggi sebesar 39% (31,75 jam per bulan). Di tempat kedua juga masih tercatat AS Pascasarjana dengan *downtime* per bulan 10,19 jam (12%). Sedangkan DS Rektorat dan DS Teknik Fisika berturut-turut mencatat 6,8 jam (8%) dan 5,04 jam (6%) *downtime* per bulan.



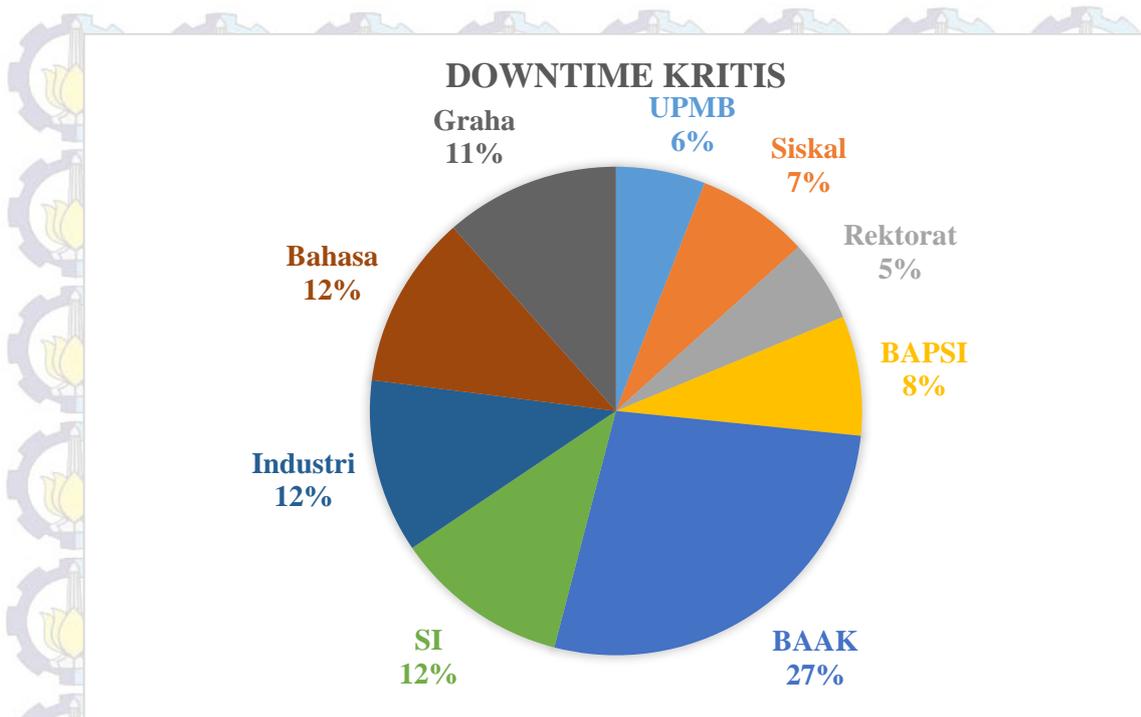
Gambar 5.4 Downtime Kritis Akses Jaringan pada Level 1

Dengan demikian, sudah dapat dipastikan untuk evaluasi pada level 2, perangkat-perangkat yang berada di bawah DS Sistem Informasi secara otomatis akan memiliki availabilitas akses jaringan yang relatif rendah meskipun sebenarnya tidak ada masalah pada perangkat-perangkat tersebut. Secara umum, level 2 pada jaringan komputer ITS ini terdiri dari 35 *Access Switch*, dengan *downtime* rata-rata sebesar 22,15 jam per bulan. Dari 35 *Access Switch* tersebut terdapat 11 di antaranya yang memiliki angka *downtime* di atas rata-rata.



Gambar 5.5 *Downtime* Total Akses Jaringan pada Level 2

Pada Gambar 5.5, *downtime* tertinggi dicatatkan *Access Switch* BAAK, yakni 49,89 jam per bulan (13%). Sedangkan pada posisi terburuk berikutnya, seperti yang sudah dipastikan sebelumnya bahwa 4 *Access Switch* di bawah DS Sistem Informasi akan muncul di sini, yakni AS SI (40,25 jam), Bahasa (40,06 jam), Industri (40,02 jam), dan Graha (39,69 jam). Sehingga dapat disimpulkan pada level 2 ini AS BAAK merupakan titik akses dengan availabilitas terendah, yakni 93,17%.

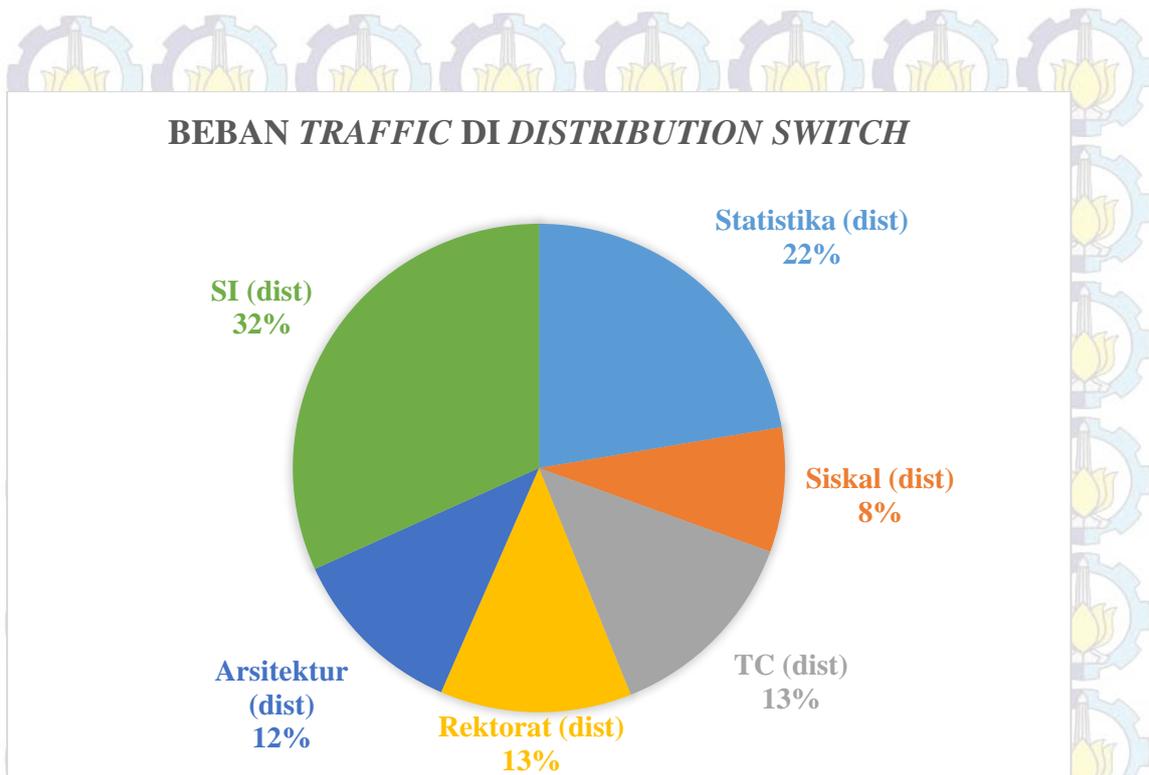


Gambar 5.6 Downtime Kritis Akses Jaringan pada Level 2

Sedangkan pada masa kritis, *downtime* rata-rata pada level 2 tercatat sebesar 11,55 jam per bulan. Dari 35 *Access Switch*, 9 di antaranya memiliki *downtime* di atas rata-rata. Gambar 5.6 menjelaskan tingkatan titik-titik akses dengan *downtime* tertinggi pada masa kritis. Hasilnya, seperti sebelumnya pada *downtime* total, *Access Switch* BAAK kembali menjadi yang terburuk, dengan rata-rata *downtime* per bulan sebesar 75,73 jam (27%). Angka ini lebih tinggi dari *downtime* per bulan selama periode 12 bulan (total), yang hanya sebesar 49,89 jam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada periode kritis, titik akses BAAK ini menjadi lebih rendah availabilitas akses jaringannya.

## 5.2 Analisis Beban *Traffic* Jaringan

Pada analisis ini akan dibahas mengenai perangkat mana yang memiliki beban *traffic* yang tertinggi dan terendah. Sehingga nantinya akan bisa dimanfaatkan untuk mengatur kuota *traffic* maupun mengoptimalkan beban *traffic* menjadi lebih merata. Selain itu, ketidaktersediaan data *traffic* seperti yang terdapat pada Tabel 4.5 akan dihilangkan dan tidak dibahas pada bab ini.



Gambar 5.7 Beban *Traffic* di *Distribution Switch*

Di *Distribution Switch*, perangkat yang paling sibuk adalah DS Sistem Informasi, yakni dengan *traffic* data sebesar 147,81 Mbps (*Mega bit per second*) per bulannya. Hal ini terlihat normal karena memang jurusan yang setiap hari berurusan dengan komputer dan jaringannya. Akan tetapi, di peringkat kedua sebagai DS yang paling sibuk justru ada di DS Statistika (103,84 Mbps), bukan di DS TC. Hal ini cukup menarik, dan perlu ditelusuri mengapa bisa seperti itu. Di sisi lain, DS Siskal merupakan DS yang relatif paling sepi di antara DS lainnya, dengan *traffic* data per bulannya hanya sebesar 38,31 Mbps.

Selanjutnya, beralih ke *Access Switch*, dari 44 titik akses yang ada, AS Perpustakaan Lantai 6 merupakan yang paling sibuk dengan beban *traffic* yang sangat tinggi, yakni mencapai 290,6 Mbps per bulannya. Jumlah ini sangat tinggi dikarenakan titik akses tersibuk kedua hanya mencatat beban *traffic* sebesar 94,26 Mbps per bulannya, yakni di AS Teknik Informatika (TC). Salah satu alasan mengapa AS Perpustakaan Lantai 6 jauh lebih sibuk dari AS TC adalah karena AS Perpustakaan Lantai 6 merupakan basis operasi kerja dari Pusat Jaringan LPTSI (ITS Net), yang merupakan pengelola seluruh jaringan komputer di ITS. Akan

tetapi, apakah hal tersebut memang menjadi satu-satunya alasan atas fenomena ini, masih belum ada penjelasan yang valid. Karena itu, fenomena ini menjadi salah satu hal yang menarik untuk ditelusuri lebih lanjut. Di sisi lain, AS Graha menjadi yang paling sepi *traffic*-nya dengan hanya 0,23 Mbps per bulan.

### 5.3 Analisis Reliabilitas Jaringan

Reliabilitas keseluruhan sistem infrastruktur jaringan komputer di ITS hingga (21 Juni 2014) tercatat sebesar 0,592. Melihat angka tersebut, tidak berlebihan jika dikatakan reliabilitas jaringan komputer tersebut layak diperhatikan.

Karena peluang terjadinya *failure* salah satu komponen pada rangkaian tersebut, yang menyebabkan terhentinya akses ke jaringan internet maupun intranet mencapai angka 41%.

Akan tetapi, karena pengelola jaringan di ITS menerapkan strategi *run-to-failure* pada pemeliharaan komponen-komponen komputer tersebut, maka tidak salah jika suatu komponen/perangkat tidak diganti sebelum perangkat tersebut benar-benar rusak.

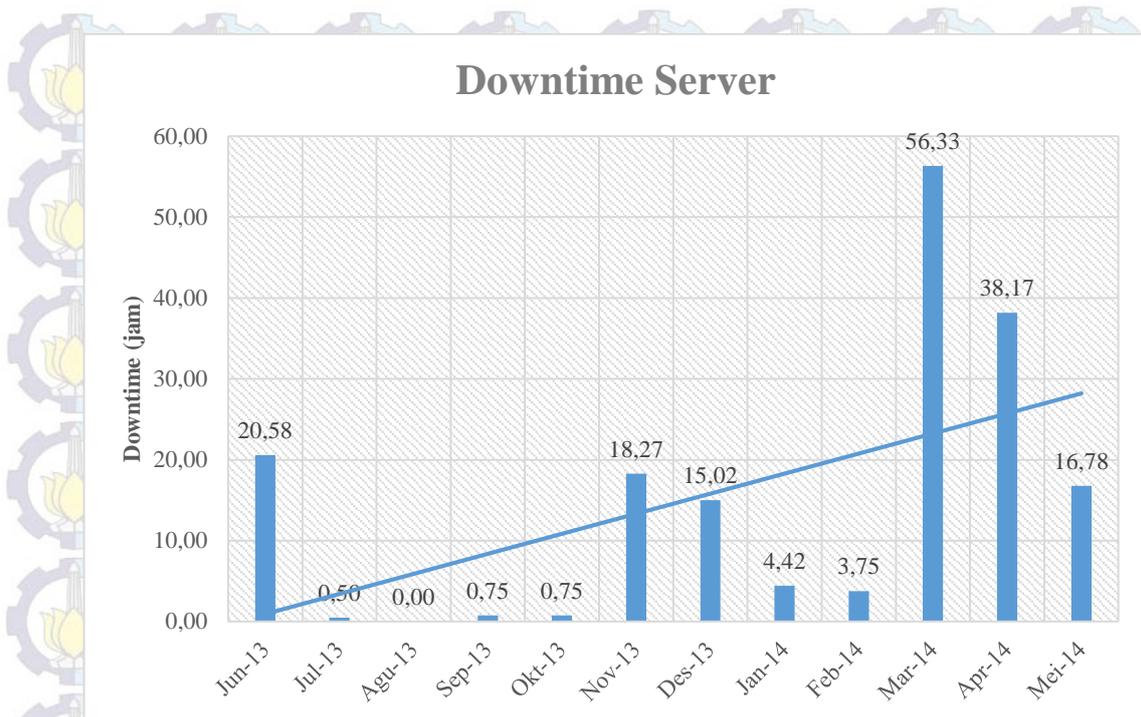
Strategi *run-to-failure* merupakan salah satu strategi yang logis diterapkan dalam pengelolaan jaringan komputer untuk institusi pendidikan. Karena dengan begitu, biaya *preventive maintenance* dapat ditekan. Akan tetapi, jika dilihat dari sisi kebutuhan akan koneksi jaringan, baik itu intranet maupun internet, strategi ini memang cukup merugikan. Ini dikarenakan, meskipun sebuah perangkat masih berfungsi, ketika angka reliabilitasnya belum mencapai nol, kondisi fungsionalitasnya sudah jauh berkurang jika dibandingkan dengan perangkat yang berada pada reliabilitas yang lebih tinggi. Kekurangan fungsionalitas ini dapat berupa terjadinya *error* lebih sering, yang dapat mengganggu kelancaran akses data pada jaringan komputer, seperti meningkatnya *downtime* akses jaringan dari waktu ke waktu. Selain itu, terjadinya *error* yang semakin sering juga akan mengganggu arus *traffic* yang ada. Beberapa *port* yang sudah terlalu sering *error* akan ditinggalkan, dan pada akhirnya jumlah *port* yang tersedia (*available*) dalam perangkat menjadi lebih sedikit.

Meski demikian, kondisi ini masih dapat ditingkatkan dengan beberapa cara. Yang pertama adalah menyediakan ekstra perangkat *switch* sebagai *backup* dari *switch* yang sedang berjalan. Ini yang dinamakan sistem *redundant*, yaitu ketika suatu saat *switch* utama mati, maka akan terjadi proses transfer kerja ke *switch backup*, sehingga nilai reliabilitas sistem jaringan secara total dapat lebih baik. Cara lainnya adalah dengan merancang sebuah topologi yang lebih reliabel, salah satunya adalah topologi *wireless*/nirkabel. Karena dengan topologi ini, jalur akses menjadi tidak terbatas pada kabel-kabel tertentu, sehingga tidak terlalu banyak komponen yang harus dilewati untuk mendapat akses jaringan. Meski demikian, untuk membuat topologi semacam ini diperlukan biaya investasi yang sangat tinggi, seperti yang diterapkan oleh *provider* jaringan internet seluler komersial. Selain itu, cara untuk meningkatkan reliabilitas juga dapat dilakukan dengan melakukan perawatan perangkat-perangkat jaringan secara berkala.

#### **5.4 Analisis Availabilitas Server**

Pada bab sebelumnya diketahui availabilitas *server* ITS sebesar 97,99% dan 99,7% pada masa kritis. Angka ini tidak terlalu buruk mengingat *downtime* rata-rata per bulan hanya sebesar 14,6 jam. Sedangkan untuk masa kritis, rata-rata per bulannya bahkan hanya sebesar 2,16 jam.

Jika dilihat pada Gambar 5.8, distribusi *downtime* terbesar, yakni 56,33 jam terjadi pada bulan Maret 2014. Bahkan, dalam 3 bulan terbaru, yakni Maret, April, dan Mei 2014, distribusi *downtime* tercatat sebesar 64% dari total 12 bulan data *downtime* yang direkap. Hal ini juga menjadi bukti terjadinya tren kenaikan rata-rata *downtime* di tahun 2014. Tentunya sangat tidak bagus jika hal ini dibiarkan terjadi begitu saja, tanpa ada perbaikan. Terlebih lagi, tingginya frekuensi dan durasi *downtime* dapat berakibat fatal terhadap komponen-komponen *server*, apalagi jika *protective device* (contohnya: UPS) tidak berfungsi. Komponen-komponen tersebut akan lebih cepat rusak, dan mengakibatkan keluarnya biaya penggantian maupun perbaikan.



Gambar 5.8 Downtime Total Server

Karena keseluruhan *downtime* yang terjadi disebabkan oleh matinya aliran listrik untuk Gedung Perpustakaan Lantai 6, maka perbaikan dapat dimulai dengan mencari penyebab dari sering dan lamanya waktu pemadaman aliran listrik. Tentunya hal tersebut bukan akibat pemadaman bergilir yang diterapkan oleh PT PLN. Permasalahannya bisa jadi berasal dari pengelolaan listrik PLN yang kurang optimal di ITS, sehingga menyebabkan semakin seringnya pemadaman listrik.

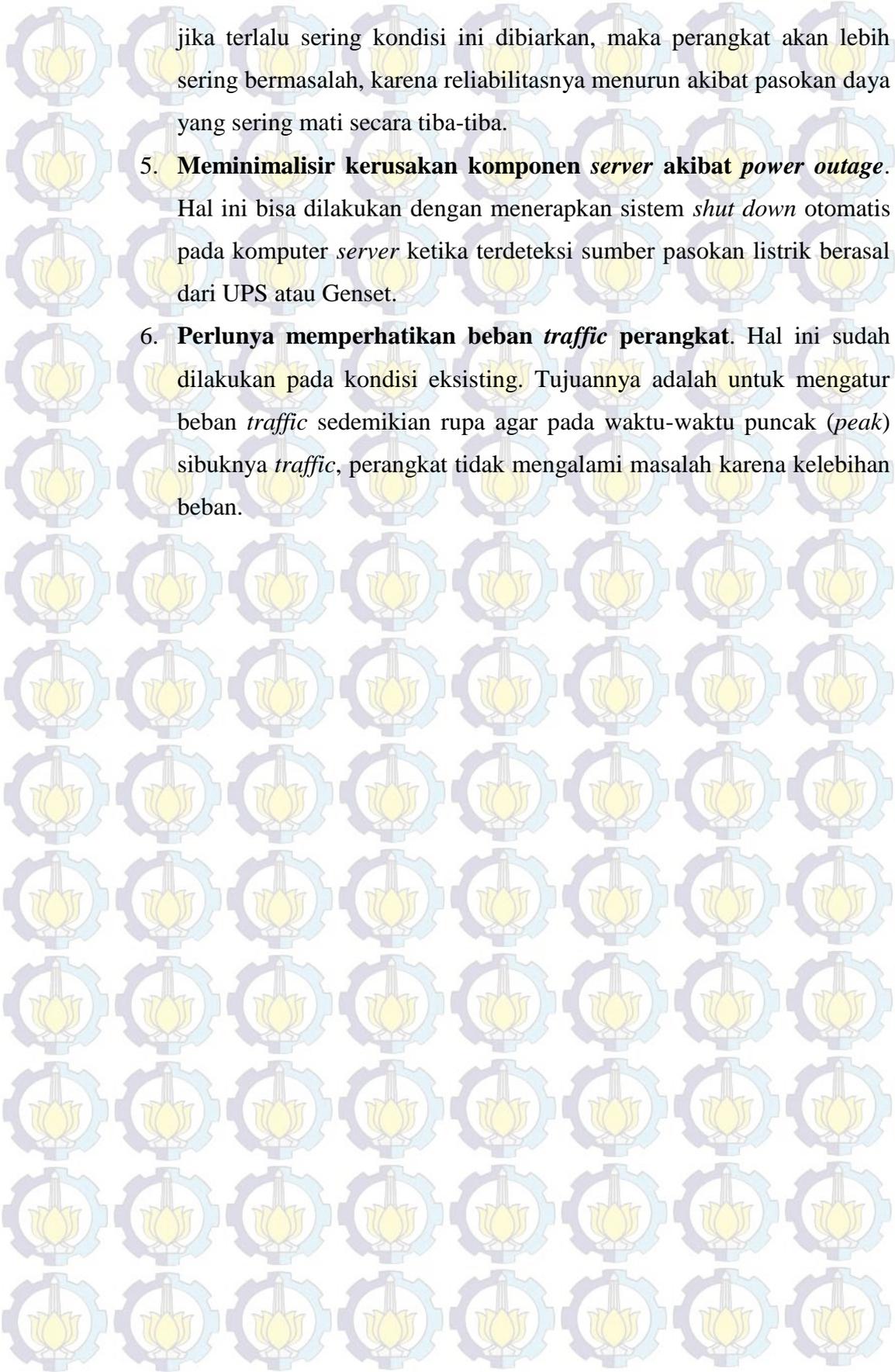
### 5.5 Analisis Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan disusun berdasarkan data dan hasil analisis pada subbab-subbab sebelumnya, yang disinkronisasi dengan masukan dari petugas yang ada di lapangan. Analisis ini dibuat untuk mencoba memberikan solusi yang *feasible* atas tiap permasalahan yang terjadi pada sistem infrastruktur jaringan komputer ITS yang tengah diteliti.

1. **Perlunya untuk menetapkan standar availabilitas jaringan komputer di ITS.** Karena selama standar availabilitas tersebut belum ditetapkan, penilaian kinerja (*performance*) jaringan komputer masih

akan bersifat subyektif, dan tidak mendukung terjadinya perbaikan. Sebagai contoh, menurut Cabarkapa et al (2011) perusahaan penyedia layanan jaringan pada masa modern ini menetapkan standar availabilitas sebesar 99,999% (*5 nine availability*). Yang berarti hanya 5 menit *downtime* dalam setahun.

2. **Perlunya peningkatan kecepatan normalisasi jaringan yang mengalami gangguan.** Karena selama ini yang terjadi, jumlah staf jaringan yang ada di LPTSI sangat terbatas, sehingga untuk melakukan perbaikan/normalisasi gangguan jaringan di seluruh ITS merupakan sesuatu yang cukup berat. Yang pada akhirnya berpotensi terjadinya penundaan perbaikan/normalisasi, yang sudah pasti akan semakin menambah *downtime*. Untuk itu, peningkatan kecepatan normalisasi jaringan bisa dilakukan, salah satunya, dengan menempatkan staf khusus yang kompeten di bidang jaringan untuk secara khusus menangani adanya gangguan jaringan di titik-titik akses yang availabilitasnya rendah. Yang dalam hal ini adalah DS Sistem Informasi dan AS BAAK, sehingga jika terjadi gangguan, maka staf tersebut akan segera merespons dengan cepat untuk menormalisasi gangguan.
3. **Perlunya memperhatikan kondisi reliabilitas perangkat.** Ini dikarenakan, perangkat dengan reliabilitas yang rendah akan lebih sering mengalami gangguan availabilitas, seperti seringnya *error* dan koneksi jaringan yang mati. Dengan memperhatikan reliabilitasnya, proses *replacement* akan lebih mudah, karena dapat diprediksi. Selain itu, penambahan sistem *redundant* juga dapat dilakukan pada perangkat-perangkat tertentu yang reliabilitasnya terendah, atau yang mendekati *failure*. Pemasangan sistem *redundant* memang tidak murah, oleh karena itu, cukup dilakukan pada perangkat-perangkat tertentu saja, tidak perlu semuanya.
4. **Perlunya mengupayakan kestabilan pasokan listrik untuk perangkat-perangkat jaringan dan server.** Karena, dengan meminimalkan frekuensi dan durasi *power outage*, perangkat-perangkat tersebut akan lebih bertahan lama, sesuai spesifikasinya. Akan tetapi,



jika terlalu sering kondisi ini dibiarkan, maka perangkat akan lebih sering bermasalah, karena reliabilitasnya menurun akibat pasokan daya yang sering mati secara tiba-tiba.

**5. Meminimalisir kerusakan komponen server akibat power outage.**

Hal ini bisa dilakukan dengan menerapkan sistem *shut down* otomatis pada komputer server ketika terdeteksi sumber pasokan listrik berasal dari UPS atau Genset.

**6. Perlunya memperhatikan beban traffic perangkat.** Hal ini sudah dilakukan pada kondisi eksisting. Tujuannya adalah untuk mengatur beban *traffic* sedemikian rupa agar pada waktu-waktu puncak (*peak*) sibuknya *traffic*, perangkat tidak mengalami masalah karena kelebihan beban.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan disajikan penarikan kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab beberapa tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Selain itu, beberapa saran juga akan ditambahkan pada bab ini, terkait penelitian yang telah dikerjakan.

### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat setelah melalui tahapan-tahapan penelitian akan dijelaskan pada subbab ini. Kesimpulan merupakan sebuah jawaban atas tujuan penelitian yang tercantum pada Pendahuluan (Bab I).

- Reliabilitas total infrastruktur jaringan komputer ITS adalah sebesar 0,592. Angka tersebut merupakan hasil pengukuran reliabilitas jaringan selama umur pemakaian perangkat jaringan, yakni 1.339 hari.
- Komponen-komponen infrastruktur jaringan komputer dengan availabilitas terendah antara lain, AS BAAK (95,67%) dan DS Sistem Informasi (96,94%). Sedangkan pada empat bulan kritis, komponen dengan availabilitas terendah masih terdapat AS BAAK (90,51%) dan DS SI (96,15%), ditambah dengan AS D3 (95,81%).
- Titik-titik akses dengan availabilitas koneksi jaringan terendah antara lain, AS BAAK (93,17%) dan AS D3 (93,07%). Sedangkan untuk empat bulan kritis juga masih terdapat AS BAAK (89,57%) dan AS D3 (91,44%).
- Reliabilitas dapat ditingkatkan dengan beberapa cara, akan tetapi sebelum itu perlu adanya *monitoring* reliabilitas perangkat jaringan. Karena hanya dengan adanya hal tersebut, berbagai solusi peningkatan reliabilitas dapat dilakukan. Seperti, pemeliharaan atau penggantian komponen jaringan secara berkala (*preventive maintenance*), atau pemasangan sistem *redundant*. Selain itu, menjaga kestabilan pasokan

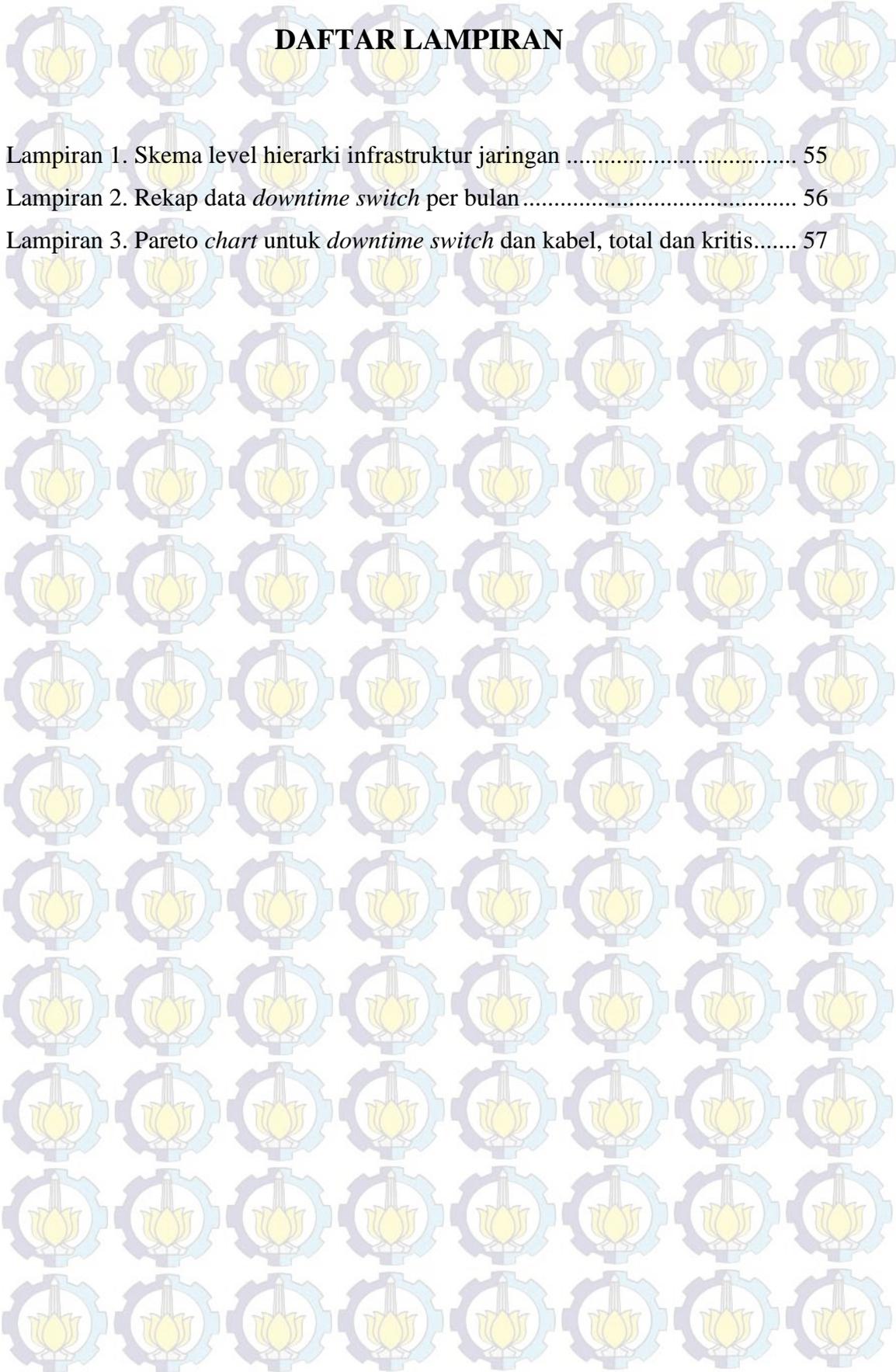
daya listrik untuk perangkat-perangkat jaringan dan *server* juga penting dalam meningkatkan *survivability*-nya.

- Availabilitas dapat ditingkatkan melalui cara-cara yang terdapat pada rekomendasi perbaikan (Subbab 5.5), yakni peningkatan kecepatan normalisasi jaringan bermasalah, mengupayakan kestabilan pasokan listrik, dan memperhatikan reliabilitas masing-masing perangkat. Akan tetapi itu semua tidak akan berguna jika tidak ada standar availabilitas layanan jaringan yang akan dicapai.

## 6.2 Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan yang sebaiknya dapat diperbaiki agar tidak terjadi lagi pada topik penelitian yang sama berikutnya. Berikut ini merupakan saran yang dapat dituliskan selama pelaksanaan penelitian ini.

- Penelitian mengenai nilai total reliabilitas sistem jaringan komputer membutuhkan disiplin ilmu teknik komputer lanjut (*advanced*). Karena dalam perhitungannya memiliki metrik yang berbeda dengan perhitungan pada disiplin ilmu teknik industri.
- Penelitian lebih lanjut mengenai perencanaan peningkatan reliabilitas sistem jaringan komputer dalam jangka menengah - panjang perlu dilakukan. Antara lain mengenai perencanaan penggantian komponen yang optimal, maupun aplikasi topologi baru.
- Penelitian mengenai sebab-sebab terjadinya tren matinya aliran listrik di ITS sebaiknya perlu dilakukan karena listrik merupakan salah satu sumber daya utama dari hampir seluruh kegiatan di ITS.



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema level hierarki infrastruktur jaringan .....	55
Lampiran 2. Rekap data <i>downtime switch</i> per bulan .....	56
Lampiran 3. Pareto <i>chart</i> untuk <i>downtime switch</i> dan kabel, total dan kritis.....	57

## LAMPIRAN

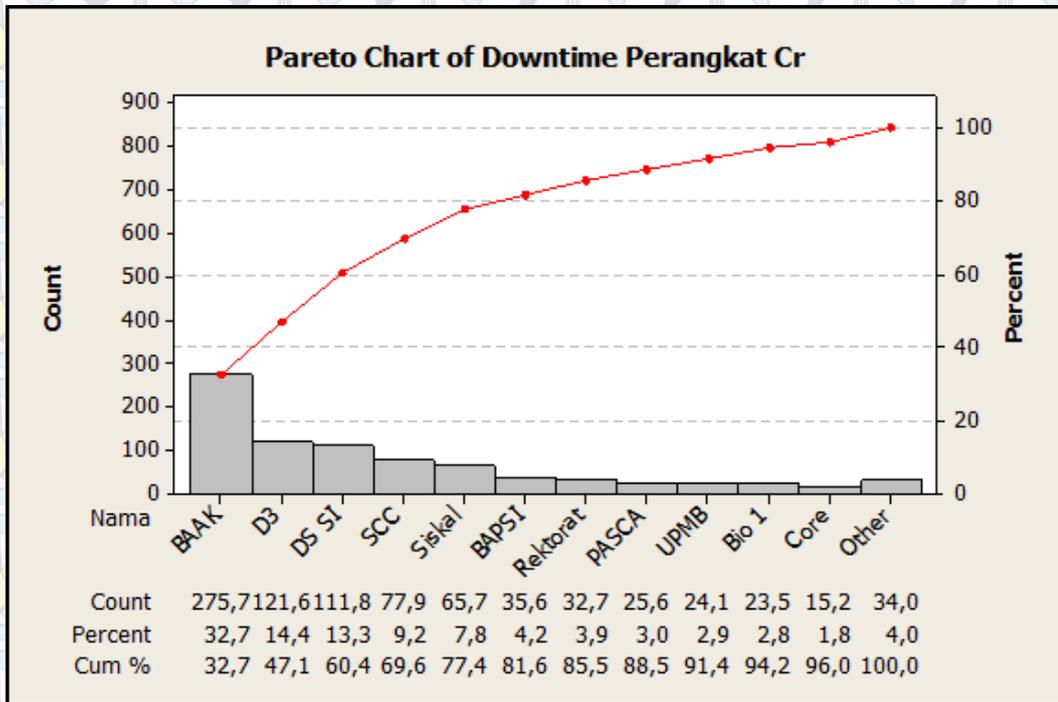
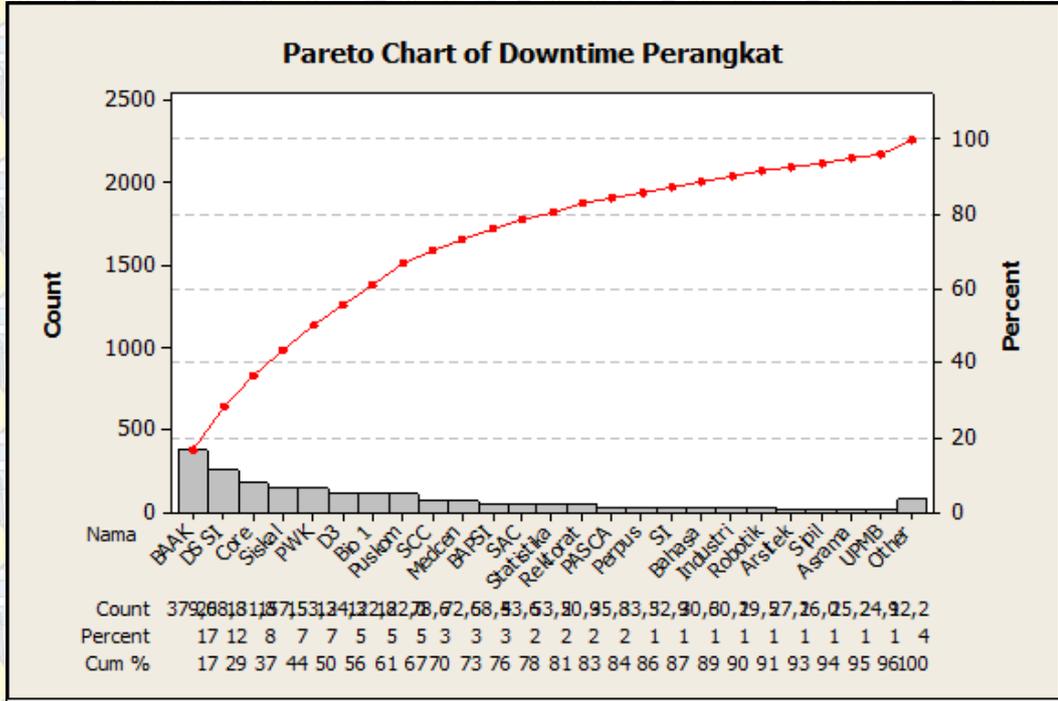
Lampiran 1. Skema level hierarki infrastruktur jaringan.

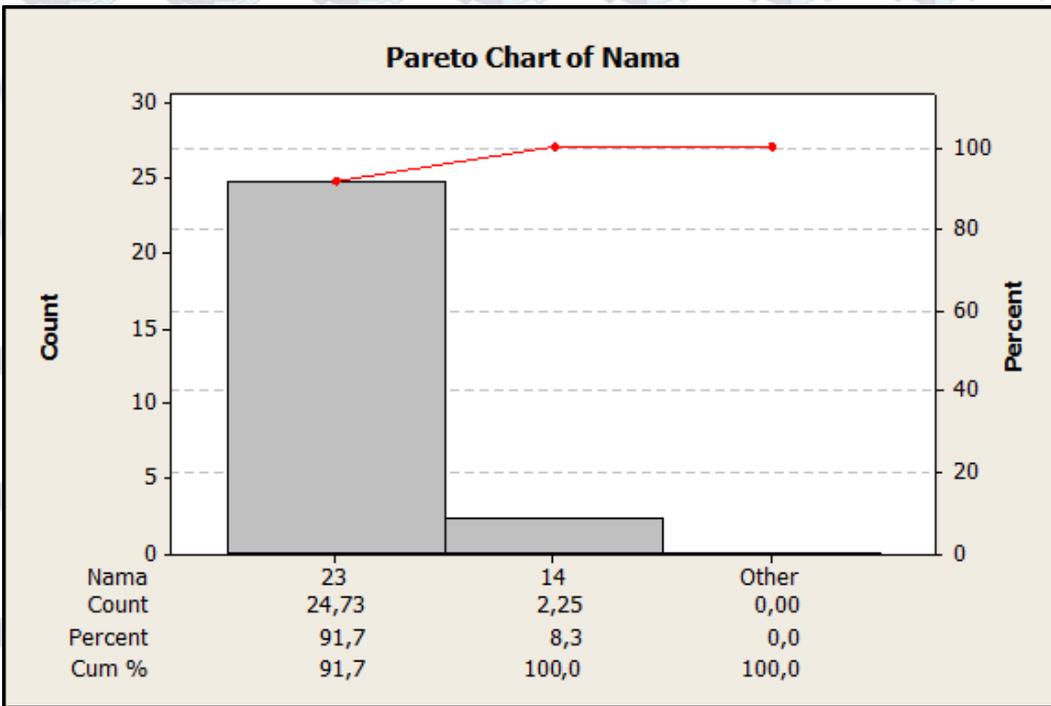
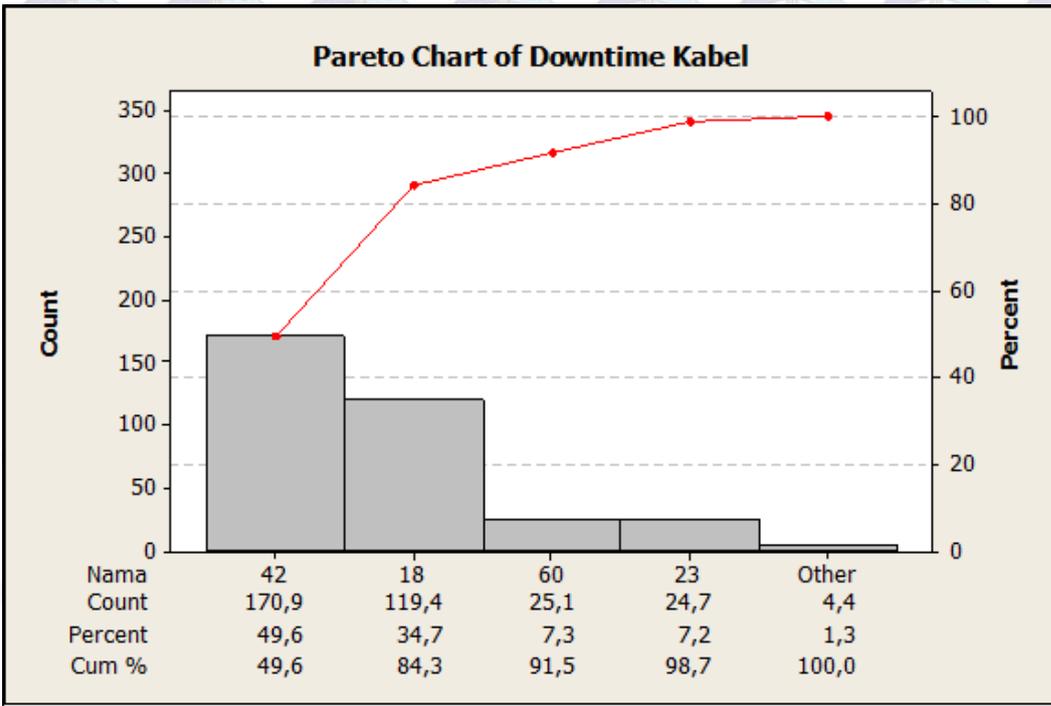
Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Core	Statistika (dist)	Statistika		
		Fasor		
		Fisika		
		Matematika		
		Bio 1		
		Bio 2		
		Penerbitan		
		Asrama	Medcen	
	Tekfis (dist)	Tekfis		
		Tekkim		
		Mesin		
		Kimia MIPA		
		Tektro		
		Material		
	Siskal (dist)	Siskal		
		Kelautan		
		Tekpal		
	TC (dist)	TC		
		Despro		
		Robotik		
	Rektorat (dist)	Rektorat		
		Perpus		
		IMHERE	Puskom	
			Mweb	SAC
		BAPSI		SCC
		BAAK		
	Arsitektur (dist)	Arsitek		
		Sipil		
		Lingkungan		
		PWK		
		Geomatik		
	SI (dist)	SI	D3	
		Industri		
		Bahasa		
		Graha		
	PASCA	UPMB		
	L6 Perpus			
	RC			
	LPTSI (dist)			

Lampiran 2. Rekap data *downtime switch* per bulan.

Jenis	#	Nama	Jun-13	Jul-13	Agu-13	Sep-13	Okt-13	Nov-13	Des-13	Jan-14	Feb-14	Mar-14	Apr-14	Mei-14	T-Down	T-Up	Ava	T-Down	T-Up	Ava	
CS	1	Core	20,5833	0,5	2,25	0,75	0,75	18,2667	15,0167	10,9167	3,75	56,3333	38,1667	16,7833	181,8167	8578,1833	97,92%	15,16667	2888,8333	99,4777%	
DS	2	DS Statistika			2,25	0,6									2,25	8757,75	99,97%	2,25	2901,75	99,9225%	
	3	DS Tekfis			5										5,6	8754,4	99,94%	5	2899	99,8278%	
	4	DS Siskal									1,18333	13,9833	3	0,21667	18,38333	8741,6167	99,79%	1,183333	2902,8167	99,9593%	
	5	DS TC													0,5	8759,5	99,99%	0	2904	100,0000%	
	6	DS Rektorat							0,75		12,0167				12,76667	8747,2333	99,85%	12,01667	2891,9833	99,5862%	
	7	DS Arsitektur	6,5								1,66667	0,91667			9,083333	8750,9167	99,90%	1,666667	2902,3333	99,9426%	
	8	DS SI		30							2,21667	79,6167	156,483		268,3167	8491,6833	96,94%	111,8333	2792,1667	96,1490%	
	9	DS LPTSI	3,5								24,1	0,5			4	8756	99,95%	0,5	2903,5	99,9828%	
	10	UPMB									24,1				24,1	8735,9	99,72%	24,1	2879,9	99,1701%	
	AS	11	PASCA	3,93333			0,21667	2,5			2,76667	22,8167		3,6		35,83333	8724,1667	99,59%	25,58333	2878,4167	99,1190%
12		L6 Perpus						1,91667							1,916667	8758,0833	99,98%	0	2904	100,0000%	
13		RC	1,86667												1,866667	8758,1333	99,98%	0	2904	100,0000%	
14		Statistika					23,2333								53,15	8706,85	99,39%	0	2904	100,0000%	
15		Fasor													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
16		Fisika				1,95					1,2	2,05			5,2	8754,8	99,94%	3,25	2900,75	99,8881%	
17		Matematika													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
18		Bio 1			23,45					99,3333					122,7833	8637,2167	98,60%	23,45	2880,55	99,1925%	
19		Bio 2													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
20		Penerbitan					2,25			2,2					4,45	8755,55	99,95%	0	2904	100,0000%	
21		Asrama							2,1	23,05					25,15	8734,85	99,71%	0	2904	100,0000%	
22		Medcen								72,5833					72,58333	8687,4167	99,17%	0	2904	100,0000%	
23		Tekfis							1,06667		1,15				2,216667	8757,7833	99,97%	1,15	2902,85	99,9604%	
24		Tekkim 1													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
25		Mesin									1	8,3			9,3	8750,7	99,89%	1	2903	99,9656%	
26		Kimia MIPA													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
27		Tekro													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
28		Material	1												0,58333	1,583333	8758,4167	99,98%	0	2904	100,0000%
29		Siskal							0,45	34,0333	31,6333		86,1667		5,25	157,5333	8602,4667	98,20%	65,66667	2838,3333	97,7388%
30		Kelautan													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
31		Tekpal									1,61667			5,41667	7,033333	8752,9667	99,92%	1,616667	2902,3833	99,9443%	
32		TC							1						1	8759	99,99%	0	2904	100,0000%	
33		Despro													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
34		Robotik											0,33333		29,1833	29,51667	8730,4833	99,66%	0	2904	100,0000%
35		Rektorat	13,4167	23,6833	9		3,23333	0,81667							0,75	50,9	8709,1	99,42%	32,68333	2871,3167	98,8745%
36		Perpus							2			2,71667	28,8167		33,53333	8726,4667	99,62%	2,716667	2901,2833	99,9065%	
37		IMHERE	0,7								1,28333	0,3			0,55	2,833333	8757,1667	99,97%	1,583333	2902,4167	99,9455%
38		Puskom							122						122	8638	98,61%	0	2904	100,0000%	
39		Mweb													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
40		SAC						53,55							53,55	8706,45	99,39%	0	2904	100,0000%	
41		SCC										77,9	0,66667		78,56667	8681,4333	99,10%	77,9	2826,1	97,3175%	
42		BAPSI									34,9333	0,66667			22,7667	58,36667	8701,6333	99,33%	35,6	2868,4	98,7741%
43		BAAK		89,3833					4,73333	71,15	149,033	37,3		27,4333	379,0333	8380,9667	95,67%	275,2167	2628,2833	90,5056%	
44		Arsitek							3,68333						27,13333	8732,8667	99,69%	0	2904	100,0000%	
45		Sipil				1	24,9333				0,05				25,98333	8734,0167	99,70%	0,05	2903,95	99,998%	
46		Lingkungan													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	
47		PWK							153,333						153,3333	8606,6667	98,25%	0	2904	100,0000%	
48		Geomatik							2,16667						2,166667	8757,8333	99,98%	0	2904	100,0000%	
49		SI	26,9167										2,2		32,86667	8727,1333	99,62%	0	2904	100,0000%	
50		D3									69,8	51,7833	2,66667			124,25	8635,75	98,58%	121,5833	2782,4167	95,8132%
51		Industri					2,75	27,3833								30,13333	8729,8667	99,66%	0	2904	100,0000%
52		Bahasa												30,5833	30,58333	8729,4167	99,65%	0	2904	100,0000%	
53		Graha													0	8760	100,00%	0	2904	100,0000%	

Lampiran 3. Pareto chart untuk *downtime switch* dan kabel, total dan kritis.





## DAFTAR PUSTAKA

Cabarkapa, M. et al. 2011. *Network Topology Availability Analysis*. Telfor Journal, 03(11), pp.23-27. Tersedia di: [http://journal.telfor.rs/Published/Vol3No1/Vol3No1\\_A5.pdf](http://journal.telfor.rs/Published/Vol3No1/Vol3No1_A5.pdf) [Diakses pada 27 Juni 2014].

Dhillon, B.S. 2006. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*. New York: Taylor & Francis.

Elyasi-Komari, I. 2011. *Analysis of Computer Network Reliability and Criticality: Technique and Features*. International J. of Communications, Network and System Sciences, 04(11), pp.720–726. Tersedia di: <http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/ijcns.2011.411088> [Diakses pada 21 Mei 2014].

Laboratorium Sistem Manufaktur. 2010. *Complex System*. Materi perkuliahan: Pemeliharaan dan Teknik Keandalan. Teknik Industri ITS. Surabaya.

Lewis, E.E. 1994. *Introduction to Reliability Engineering Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.

Router-Switch. 2014. *Cisco Catalyst 3560 Series Switches Data Sheet*. Tersedia di: <http://www.router-switch.com/cisco-catalyst-3560-series-switches-data-sheet-pd-55.html> [Diakses pada 20 Juni 2014].

Syafrizal, M. 2005. *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Rizki Roustantyo. Dilahirkan pada tanggal 28 November 1989 atau 28 Rabiul Akhir 1410 H. Penulis menempuh jenjang pendidikan di SD Muhammadiyah 4 Surabaya (1996-2002), SMPN 12 Surabaya (2002-2005), SMAN 2 Surabaya (2005-2008), dan S1 Teknik Industri ITS (2008-sekarang). Selama menempuh jenjang pendidikan S1 penulis aktif di berbagai organisasi, yaitu sebagai Staf Departemen Kaderisasi Masyarakat Studi Islam Ulul Ilmi Teknik Industri ITS (2009/2010), Kepala Departemen PSDI Masyarakat Studi Islam Ulul Ilmi (2010/2011), Anggota Teknik Industri *Magazine* (2009-2010), dan Pimpinan Redaksi Teknik Industri *Magazine* (2010-2012). Selain aktif di berbagai organisasi, penulis juga melengkapi kegiatan akademik dengan mengikuti beberapa pelatihan, baik yang bersifat teknis (*hardskill*) maupun mental (*softskill*). Di antaranya seperti, Pelatihan ESQ (2008), Pelatihan Autodesk AutoCAD (2008) dan 3DS Max (2010), Pelatihan MATLAB (2012). Sedangkan dalam bidang pengalaman kerja/magang, penulis pernah melakukan kerja praktek di PT Semen Indonesia, yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur selama satu bulan pada tahun 2011. Untuk pengalaman magang, penulis mendapatkannya di Badan Teknologi Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya selama 6 bulan pada tahun 2013 sebagai tim penyusun *standard operating procedure* BTSI ITS. Dalam hal penelitian, penulis tertarik pada bidang Sistem Manufaktur, *Sustainable Manufacturing*, Pemeliharaan dan Keandalan, Simulasi Sistem Industri, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, dan berbagai ilmu yang relevan dengan bidang-bidang tersebut. Penulis dapat dihubungi di alamat surel: [roustantyo@gmail.com](mailto:roustantyo@gmail.com).