



**ANALISA PERBANDINGAN QOS JARINGAN LAN DENGAN
MENGUNAKAN LACP DAN MSTP (STUDI KASUS : PT. KEIHIN
INDONESIA)**

TUGAS AKHIR

**Fahri Prasetyo
41518110035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**



**ANALISA PERBANDINGAN QOS JARINGAN LAN DENGAN
MENGUNAKAN LACP DAN MSTP (STUDI KASUS : PT. KEIHIN
INDONESIA)**

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

Fahri Prasetyo
41518110035

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

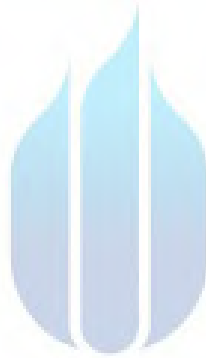
NIM : 41518110035

Nama : Fahri Prasetyo

Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya adalah hasil karya sendiri dan bukan plagiat. Apabila ternyata ditemukan didalam laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap untuk mendapatkan sanksi akademik yang terkait dengan hal tersebut.

Jakarta, 3 Agustus 2021



Fahri Prasetyo

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fahri Prasetyo
NIM : 41518110035
Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul diatas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan di lingkungan Universitas Mercu Buana, saya memberikan izin kepada Peneliti di Lab Riset Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana untuk menggunakan dan mengembangkan hasil riset yang ada dalam tugas akhir untuk kepentingan riset dan publikasi selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 3 Agustus 2021

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Fahri Prasetyo

SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fahri Prasetyo
NIM : 41518110035
Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Menyatakan bahwa :

1. Luaran Tugas Akhir saya adalah sebagai berikut :

No	Luaran	Jenis	Status
1	Publikasi Ilmiah	Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi	Diajukan ✓
		Jurnal Nasional Terakreditasi	
		Jurnal International Tidak Bereputasi	Diterima
		Jurnal International Bereputasi	
Disubmit/dipublikasikan di :	Nama Jurnal : Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer (JTSiskom)		
	ISSN : 2338-0403		
	Link Jurnal : https://jtsiskom.undip.ac.id/index.php/jtsiskom		
	Link File Jurnal Jika Sudah di Publish		

2. Bersedia untuk menyelesaikan seluruh proses publikasi artikel mulai dari submit, revisi artikel sampai dengan dinyatakan dapat diterbitkan pada jurnal yang dituju.
3. Diminta untuk melampirkan scan KTP dan Surat Pernyataan (Lihat Lampiran Dokumen HKI), untuk kepentingan pendaftaran HKI apabila diperlukan

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Mengetahui
Dosen Pembimbing TA

Jakarta, 1 September 2021


Desi Ramayanti, S.Kom, MT



Fahri Prasetyo

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41518110035
Nama : Fahri Prasetyo
Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 3 Agustus 2021



LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41518110035
Nama : Fahri Prasetyo
Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 3 Agustus 2021



LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 4151810035
Nama : Fahri Prasetyo
Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 3 Agustus 2021



(Vina Ayumi, S.Kom, M.Kom)
Anggota Penguji 2

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

NIM : 41518110035
Nama : Fahri Prasetyo
Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 3 Agustus 2021



Menyetujui,



(Desi Rantayanti, S.Kom, MT)
Dosen Pembimbing

Mengetahui,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



(Wawan Gunawan, S.Kom, MT)
Koord. Tugas Akhir Teknik Informatika

(Hery Derajad Wijaya, S.Kom, MM)
Ka. Prodi Teknik Informatika

ABSTRAK

Nama : Fahri Prasetyo
NIM : 41518110035
Pembimbing TA : Desi Ramayanti, S.Kom, MT
Judul : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Perkembangan teknologi dalam proses produksi manufaktur membutuhkan koneksi jaringan LAN yang stabil dan memadai. Mengingat berkembangnya *software* aplikasi internal dan penggunaan beberapa aplikasi yang bersifat *critical* sangat membutuhkan jaringan *high availability*. Dengan kondisi sistem jaringan di PT. Keihin Indonesia yang belum menerapkan sistem *link* redundansi dan masih menggunakan blok IP 1 segmen. Maka perlu dilakukan pembagian segmentasi jaringan dan menganalisis QoS dari penggunaan LACP dengan MSTP pada jaringan LAN untuk menghasilkan solusi yang terbaik dalam implementasi sistem redundansi. Dari hasil pengukuran parameter QoS, performansi LACP terbukti lebih baik dari performa MSTP. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil pengukuran *throughput* yang lebih unggul bernilai 185716,52 kbit/s, *delay* yang lebih rendah bernilai 57,64 ms dan *packet loss* yang lebih rendah bernilai 0,02 %.

Kata kunci:
analisis QoS, *link* redundansi, optimalisasi jaringan



ABSTRACT

Name : Fahri Prasetyo
Student Number : 41518110035
Counsellor : Desi Ramayanti, S.Kom, MT
Title : Analisa Perbandingan QoS Jaringan LAN Dengan Menggunakan LACP dan MSTP (Studi Kasus : PT. Keihin Indonesia)

Technological developments in the manufacturing production process requires a stable and adequate LAN network connection. In view of the internal application software and the use of some critical applications, a high availability network is urgently needed. The condition of the network system at PT. Keihin Indonesia, which has not implemented a link redundancy system and is still using 1 segment IP blocks. So it is necessary to divide network segmentation and analyze QoS from the use of LACP with MSTP on a LAN network to produce the best solution in implementing a redundancy system. From the measurement results of QoS parameters, LACP's performance is proven to be better than MSTP's performance. This is shown in the results of the superior throughput measurement of 185716,52 kbit/s, the lower delay of 57,64 ms and the lower packet loss of 0,02%.

Keywords:
analysis QoS, redundancy link, network optimization



KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "ANALISA PERBANDINGAN QOS JARINGAN LAN DENGAN MENGGUNAKAN LACP DAN MSTP (STUDI KASUS : PT. KEIHIN INDONESIA)" sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Ilmu Komputer Jurusan Teknik Informatika. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak secara moral maupun spiritual. Penulis menghadapi banyak hambatan dan rintangan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang telah memberikan doa dan dukungan selama proses pembuatan Tugas Akhir.
2. Desi Ramayanti, S.Kom, MT Selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan arahan selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Seluruh jajaran Dosen dan Staf Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.
4. Seluruh Staf PT. Keihin Indonesia yang telah memberikan izin penelitian dan membantu kelancaran penelitian ini.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan dukungan.

Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan dapat menjadi sebuah acuan untuk mendorong penelitian selanjutnya.

Jakarta, 3 Agustus 2021



Fahri Prasetyo

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR...iii	
SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xii
NASKAH JURNAL	1
KERTAS KERJA	2
BAB 1. LITERATUR REVIEW.....	3
BAB 2. ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	6
BAB 3. SOURCE CODE	10
BAB 4. DATASET	13
BAB 5. TAHAPAN EKSPERIMEN.....	19
BAB 6. HASIL SEMUA EKSPERIMEN.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	101
LAMPIRAN HASIL QOS PADA JARINGAN LAN	102
LAMPIRAN SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	115
LAMPIRAN DOKUMEN HAKI	116
LAMPIRAN KORESPONDENSI.....	118

NASKAH JURNAL

Analisa perbandingan QoS jaringan LAN dengan menggunakan LACP dan MSTP (Studi kasus : PT. Keihin Indonesia)

Comparative analysis of LAN network QoS using LACP and MSTP (Case study: PT. Keihin Indonesia)

Fahri Prasetyo^{*)}, Desi Ramayanti

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan No.1, Jakarta Barat, Indonesia 11650

Cara sitasi: F. Prasetyo and D. Ramayanti, "Analisa perbandingan QoS jaringan LAN dengan menggunakan LACP dan MSTP (Studi kasus : PT. Keihin Indonesia)," Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. x, no. x, pp. xx-xx, 202x. doi: [10.14710/jtsiskom.x.x.202x.xx-xx](https://doi.org/10.14710/jtsiskom.x.x.202x.xx-xx), [Online].

Abstract – Technological developments in the manufacturing production process requires a stable and adequate LAN network connection. In view of the internal application software and the use of some critical applications, a high availability network is urgently needed. The condition of the network system at PT. Keihin Indonesia, which has not implemented a link redundancy system and is still using 1 segment IP blocks. So it is necessary to divide network segmentation and analyze QoS from the use of LACP with MSTP on a LAN network to produce the best solution in implementing a redundancy system. From the measurement results of QoS parameters, LACP's performance is proven to be better than MSTP's performance. This is shown in the results of the superior throughput measurement of 185716,52 kbit/s, the lower delay of 57,64 ms and the lower packet loss of 0,02%.

Keywords – analysis QoS; redundancy link; network optimization

Abstrak - Perkembangan teknologi dalam proses produksi manufaktur membutuhkan koneksi jaringan LAN yang stabil dan memadai. Mengingat berkembangnya software aplikasi internal dan penggunaan beberapa aplikasi yang bersifat critical sangat membutuhkan jaringan high availability. Dengan kondisi sistem jaringan di PT. Keihin Indonesia yang belum menerapkan sistem link redundansi dan masih menggunakan blok IP 1 segmen. Maka perlu dilakukan pembagian segmentasi jaringan dan menganalisis QoS dari penggunaan LACP dengan MSTP pada jaringan LAN untuk menghasilkan solusi yang terbaik

dalam implementasi sistem redundansi. Dari hasil pengukuran parameter QoS, performansi LACP terbukti lebih baik dari performa MSTP. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil pengukuran throughput yang lebih unggul bernilai 185716,52 kbit/s, delay yang lebih rendah bernilai 57,64 ms dan packet loss yang lebih rendah bernilai 0,02%.

Kata kunci – analisis QoS; link redundansi; optimalisasi jaringan

I. PENDAHULUAN

PT. Keihin Indonesia adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang sparepart motor dan mobil. Di era Revolusi Industri 4.0, PT. Keihin Indonesia membutuhkan jaringan *high availability* untuk keperluan lalu lintas data. Salah satunya adalah implementasi sistem teknologi dalam proses produksi memerlukan koneksi jaringan yang stabil dan memadai, agar upaya efisiensi yang dilakukan tepat sasaran.

[Gambar 1](#) menunjukkan bahwa sistem jaringan di PT. Keihin Indonesia memiliki 2 basis Plant, yaitu Plant 1 berada di Cibitung dan Plant 2 berada di Cikampek dengan semua data terpusat di Plant 1. Sistem manajemen pengalamatan IP *address* masih menggunakan blok IP dengan 1 segmen, baik pada Plant 1 dan Plant 2. Untuk topologi jaringan LAN yang diterapkan masih menggunakan link tunggal, tanpa menerapkan *vlan* dan tidak mengimplementasikan sistem otomatisasi *link* redundansi (*failover*).

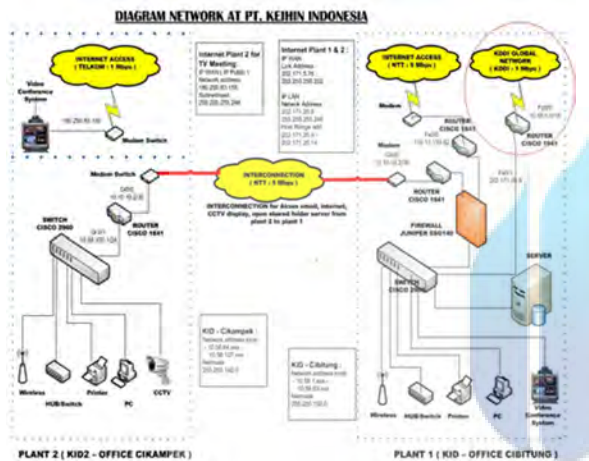
Vlan (*Virtual Local Area Network*) adalah pengelompokan secara logis dari pengguna jaringan dan sumber daya yang terhubung ke *port* yang ditentukan secara administratif pada *switch*. Penggunaan *vlan* seperti subnet atau *broadcast*

Universitas Mercu Buana

^{*)} Penulis korespondensi (Fahri Prasetyo)
Email: fahriprasetyo14@gmail.com

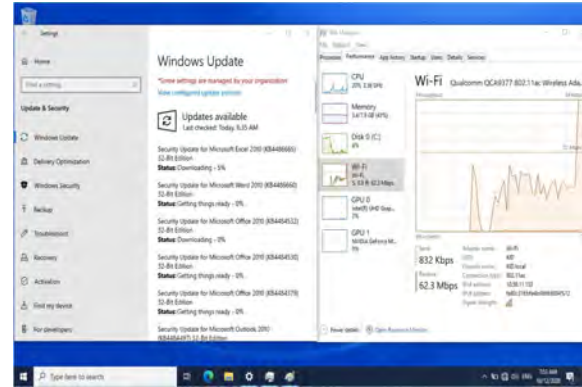
domain yang berarti bahwa *frame* yang dikirim ke jaringan didistribusikan diantara *port* logis yang telah dikelompokkan dalam vlan yang sama [1]. Dengan demikian, vlan merupakan mekanisme untuk membuat segmen logis di dalam fisik jaringan yang terdiri dari beberapa segmen fisik [2].

Redundansi adalah fitur arsitektur jaringan yang memanfaatkan banyak sumber daya sehingga jika salah satu sumber daya tidak dapat memberikan layanan maka sumber daya yang lain dapat menggantikannya. Redundansi dapat direalisasikan pada banyak tingkat jaringan untuk mencapai kontinuitas. Redundansi adalah kunci untuk meningkatkan ketersediaan sumber daya [3]. Implementasi redundansi merupakan cara untuk mengurangi *downtime* [4].



Gambar 1. Topologi Jaringan PT. Keihin Indonesia

Dengan implementasi sistem jaringan saat ini, dimana sistem manajemen pengalamatan IP *address* masih menggunakan blok IP dengan 1 segmen, sehingga hanya menggunakan 1 vlan. Hal ini menyebabkan terjadinya beberapa permasalahan yaitu permasalahan pada saat proses sinkronisasi antivirus untuk pembaharuan *database* dan *scanning* untuk semua PC/Notebook, permasalahan pada proses *windows update* seperti **Gambar 2** yang dilakukan oleh semua PC/Notebook secara otomatis yang terhubung dengan WSUS (*Windows Server Update Service*), dan permasalahan pada saat pengguna internal yang melakukan aktivitas mengunduh atau melakukan sinkronisasi data. Permasalahan tersebut diatas menyebabkan penambahan beban trafik pada sistem jaringan, sehingga menghambat aktivitas lainnya.



Gambar 2. Windows Update Melalui WSUS

Solusi dari permasalahan tersebut diatas adalah mengimplementasikan sistem manajemen pengalamatan IP *address* multi segmen, dimana pembagian segmen IP dengan membuat beberapa vlan. Pada penelitian Hendy dkk yang berjudul “Implementasi *encapsulation* jaringan redundansi vlan menggunakan metode *hot standby router protocol* (HSRP)” menjelaskan bahwa sistem jaringan yang mengandalkan satu perangkat untuk mengirim suatu paket data ke setiap segmentasinya mengakibatkan terjadinya permasalahan pada terjadi *down*. Dengan melakukan segmentasi alamat IP host pada topologi jaringan dan menerapkan vlan pada *switch* membuat alur pada suatu jaringan dapat teratur dan lebih optimal [5].

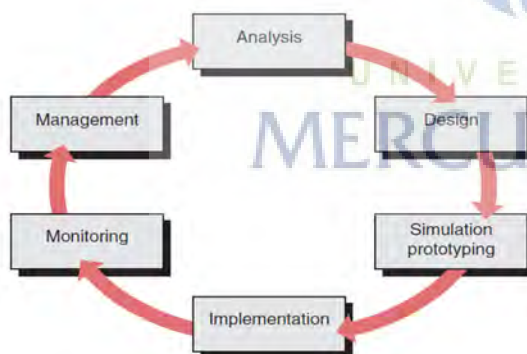
Selain itu dengan kondisi sistem jaringan yang masih menggunakan link tunggal, maka ada kemungkinan pada saat terjadi kondisi abnormal pada interkoneksi *switch core*, akan menyebabkan terjadinya *downtime*. Hal ini disebabkan sistem jaringan tidak memiliki fungsi *failover* / redundansi, sehingga semua koneksi tidak bisa diakses. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyu dkk yang berjudul “*Improvement of network survivability using the effective redundancy design*” menjelaskan bahwa kegagalan dalam sistem jaringan menyebabkan gangguan pada layanan jaringan dan menyebabkan masalah untuk jutaan aplikasi. Dengan menerapkan link redundansi adalah salah satu metode yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut [6]. Menurut Chen dkk yang berjudul “MSTP *protocol simulation experiment based on ENSP*” menjelaskan bahwa penggunaan *Multi Spanning Tree Protocol* (MSTP) mampu mencegah looping dan mewujudkan redundansi. Selain itu, kelebihan MSTP mampu meningkatkan *convergence* dan mewujudkan *load balancing* dengan metode tertentu [7]. Dalam penelitian Syaifudin dkk yang berjudul “Perancangan *redundancy link* dan *load balancing* menggunakan metode *etherchannel* LACP dengan *intervlan routing*” menjelaskan bahwa penggunaan teknologi *etherchannel* LACP dapat meningkatkan ketersediaan jaringan dan mengatasi permasalahan

konektivitas jaringan LAN. Terlihat ketika pengujian pemutusan link dilakukan paket tetap dapat terkirim dengan cepat tanpa penanganan secara manual. Saat proses *flooding* didapatkan kinerja penyeimbang beban kerja jaringan yang membuat pengiriman paket dari setiap pengguna yang berbeda menggunakan semua link LACP [8].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya terdapat 2 teknologi yang memiliki fungsi redundansi dan load balancing yaitu LACP (*Link Aggregation Control Protocol*) dan MSTP (*Multiple Spanning Tree Protocol*). Dalam penelitian ini akan dipilih, apakah nantinya akan menggunakan LACP atau MSTP dikarenakan kedua opsi tersebut dapat diimplementasikan pada perangkat jaringan *multivendor* dan dapat bekerja pada *switch layer-2*. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan solusi yang terbaik dari implementasi sistem redundansi dan *load balancing* dengan menggunakan LACP dan MSTP pada jaringan LAN di PT. Keihin Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah NDLC (*Network Development Life Cycle*). NDLC adalah metode yang digunakan untuk mengembangkan sistem jaringan komputer dari fase pertama ke fase berikutnya dalam siklus pengembangan jaringan [9]. [Gambar 3](#) menunjukkan implementasi metode NDLC secara keseluruhan meliputi *Analysis, Design, Simulation, Implementation, Monitoring, dan Management*.



Gambar 3. *Network Development Life Cycle*

Dikarenakan operasional PT. Keihin Indonesia memiliki lot yang sangat tinggi untuk memenuhi kebutuhan *customer*, maka dibutuhkan alokasi waktu yang tepat untuk dapat mengimplementasikan sistem redundansi dengan menggunakan LACP dan MSTP. Oleh sebab itu, pada penelitian ini menggunakan 3 tahapan NDLC yaitu *Analysis, Design dan Simulation*.

A. Analysis

Tahapan analisis merupakan tahapan awal yang dilakukan untuk menganalisa permasalahan, analisa kebutuhan, dan topologi jaringan di PT. Keihin

Indonesia dengan metode pengumpulan data yang telah diperoleh melalui wawancara, observasi dan studi pustaka.

Pada [Gambar 1](#) telah menunjukkan bahwa sistem manajemen pengalamatan IP *address* masih menggunakan blok IP satu segmen, baik pada Plant 1 maupun pada Plant 2. Untuk topologi jaringan LAN yang digunakan masih menggunakan *link* tunggal, tanpa menerapkan *vlan* dan tidak mengimplementasikan sistem *link* redundansi.

Dengan sistem dan topologi jaringan tersebut, menyebabkan terjadinya beberapa permasalahan yang mengakibatkan pekerjaan *user* menjadi tertunda. Oleh karena itu, diperlukan sistem jaringan yang handal sebagai solusi dari permasalahan tersebut.

B. Design

Tahapan *design* merupakan tahapan kedua yang dilakukan untuk penggambaran arsitektur jaringan dan sistem topologi jaringan yang diusulkan berdasarkan data *analysis* yang telah dilakukan.

Untuk mengimplementasikan sistem manajemen pengalamatan IP *address* multi segmen, maka perlu dibuat daftar manajemen pengalamatan IP *address* multi segmen dengan menerapkan beberapa *vlan* seperti pada [Tabel 1](#).

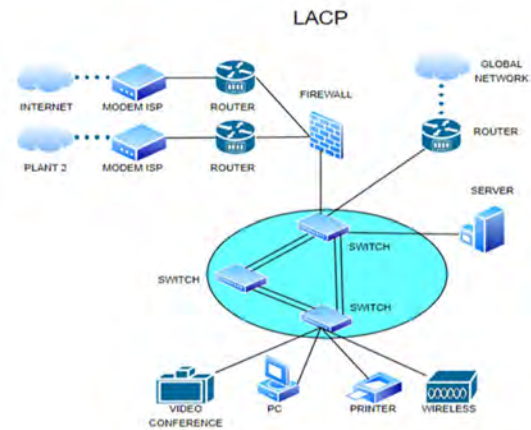
Tabel 1. Daftar Manajemen Pengalamatan IP *address* Multi Segmen

No	Vlan	Blok IP	IP Range	Deskripsi
1	10	192.168.1.0/25	192.168.1.1-192.168.1.126	Administration Sales & Marketing Accounting HRD Corporate Plan Control
2	11	192.168.1.128/26	192.168.1.129-192.168.1.190	Technical Engineering Maintenance
3	12	192.168.1.192/26	192.168.1.193-192.168.1.254	Purchasing PPIC
4	13	192.168.2.0/26	192.168.2.1-192.168.2.62	Quality Assurance
5	14	192.168.2.64/26	192.168.2.65-192.168.2.126	CCTV
6	15	192.168.2.128/27	192.168.2.129-192.168.2.158	Server Website Internal
7	16	192.168.2.160/27	192.168.2.161-192.168.2.190	Wireless Tamu
8	17	192.168.2.192/27	192.168.2.193-192.168.2.222	Printer
9	18	192.168.2.224/27	192.168.2.225-192.168.2.254	Maco

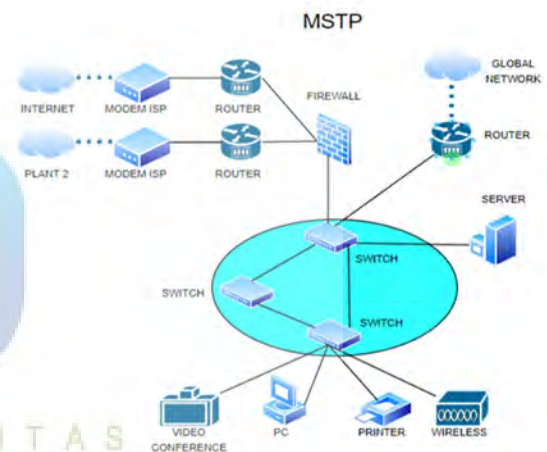
		2.224/28	-	Production
			192.168.2.238	
10	19	192.168.2.240/28	192.168.2.241	Inventory Control
			192.168.2.254	
11	20	192.168.3.0/28	192.168.3.1-192.168.3.14	BOD EXPAT
12	21	192.168.3.16/28	192.168.3.17-192.168.3.30	Finish Good
13	22	192.168.3.32/29	192.168.3.33-192.168.3.38	Assy 1 Production
14	23	192.168.3.40/29	192.168.3.41-192.168.3.46	Assy 2 Production
15	24	192.168.3.48/29	192.168.3.49-192.168.3.54	ETB Production
16	25	192.168.3.56/29	192.168.3.57-192.168.3.62	ECU Production
17	26	192.168.3.64/29	192.168.3.65-192.168.3.70	Machining Production
18	27	192.168.3.72/29	192.168.3.73-192.168.3.78	Die Casting Production
19	28	192.168.3.80/29	192.168.3.81-192.168.3.86	TV Meeting
20	29	192.168.3.88/29	192.168.3.89-192.168.3.94	Server Production
21	30	192.168.3.96/29	192.168.3.97-192.168.3.98	Server ERP
22	31	192.168.3.100/30	192.168.3.101	Server Antivirus
			192.168.3.102	
23	32	192.168.3.104/30	192.168.3.105	Server WSUS
			192.168.3.106	
24	33	192.168.3.108/30	192.168.3.109	Server Mail
			192.168.3.110	
25	34	192.168.3.112/30	192.168.3.113	Server Active Directory
			192.168.3.114	
26	35	192.168.3.116/30	192.168.3.117	Local loop Plant 2
			192.168.3.118	

Selain itu, untuk dapat mengimplementasikan *link* redundansi maka perlu dibuat desain topologi jaringan yang baru dengan menambahkan 1 unit *switch*.

Pada [Gambar 4](#) menunjukkan sistem jaringan dengan LACP yang penulis usulkan. Pada [Gambar 5](#) menunjukkan sistem jaringan dengan MSTP yang penulis usulkan.



Gambar 4. Sistem Jaringan Dengan LACP



Gambar 5. Sistem Jaringan Dengan MSTP

C. Simulation

Tahapan *simulation* merupakan tahapan ketiga yang dilakukan untuk mensimulasikan sistem jaringan seperti keadaan yang sebenarnya. Membangun sistem dan mensimulasikan konfigurasi pada setiap *device* berdasarkan rancangan sistem jaringan yang telah dibuat.

Pada skenario segmentasi yang dilakukan adalah membagi IP *address* menjadi multi segmen dengan merubah Blok IP menjadi 192.168.0.0 dan menerapkan beberapa vlan seperti pada [Tabel 1](#). Melakukan konfigurasi vlan dan IP *address* yang telah dibuat pada setiap *device* dan memastikan koneksi dapat terhubung dan berjalan dengan baik.

Untuk mengimplementasikan sistem jaringan LACP dengan MSTP, maka perlu dilakukan skenario pengujian yang dilakukan 2 tahap, yaitu pengujian QoS dan pengujian performa link redundansi.

Sebelum melakukan pengujian QoS, terlebih dahulu melakukan konfigurasi LACP pada setiap *switch* dan memastikan koneksi tetap dapat

terhubung. Untuk memudahkan dalam pengujian QoS, maka dibutuhkan *tools* yang mampu mensimulasikan beban *bandwidth* seperti pada pengujian [Tabel 2](#) yaitu Btest (*Bandwidth test*). Btest adalah sebuah *tools* yang berguna untuk mengukur *throughput* dan membantu menemukan masalah jaringan (*bottleneck*) [10]. Setelah melakukan tahapan pengujian tersebut, langkah berikutnya adalah melakukan analisis data yang telah diperoleh, apakah sudah berjalan dengan baik atau tidak. Skenario pengujian tersebut berlaku pada pengujian MSTP.

Tabel 2. Skenario Pengujian QoS

No	Protokol	Bandwidth(Mb)	Waktu (s)
1	TCP	100	30
2	TCP	200	30
3	TCP	300	30
4	TCP	400	30
5	TCP	500	30
6	UDP	100	30
7	UDP	200	30
8	UDP	300	30
9	UDP	400	30
10	UDP	500	30

Pada skenario pengujian performa *link* redundansi yang dilakukan adalah memutuskan salah satu *link* fisik pada *switch* yang terhubung dan menganalisa, apakah koneksi tetap dapat terhubung dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan pada sistem jaringan LACP dan MSTP.

Untuk memudahkan dalam menganalisis data jaringan, maka diperlukan *tools* yang mampu merekam jejak paket data jaringan yaitu *wireshark*. *Wireshark* adalah sebuah *tools* yang dapat menangkap dan mendekode *frame* jaringan. *Wireshark* merupakan *tools* yang ideal untuk pemecahan masalah jaringan, keamanan jaringan dan dapat disimpan dalam berbagai format *file* [11]. Dari data-data yang diperoleh akan dihitung dan dianalisis berdasarkan parameter QoS.

Quality of Service (QoS) adalah menyediakan data yang konsisten dan dapat diprediksi seberapa besar kualitas layanan jaringan. QoS menjadi elemen yang sangat penting dari sistem komunikasi [12]. QoS menyediakan isolasi kinerja dan layanan yang berbeda untuk segmen aplikasi [13].

Parameter QoS meliputi *throughput*, *jitter*, *delay*, dan *packet loss*. *Throughput* adalah suatu parameter yang penting dilakukan untuk memastikan bahwa jaringan dapat mengirimkan seluruh paket sesuai kebutuhan kecepatan data [14]. Untuk mendapatkan nilai parameter *throughput* dapat dihitung menggunakan rumus perhitungan pada [Persamaan 1](#).

Tabel 3. Nilai Standar *Throughput*

No	Kategori	Throughput
1	Sangat Baik	> 100 kbit/s
2	Baik	75 – 100 kbit/s
3	Sedang	50 – 75 kbit/s
4	Buruk	< 25 kbit/s

No	Kategori	Throughput
1	Sangat Baik	> 100 kbit/s
2	Baik	75 – 100 kbit/s
3	Sedang	50 – 75 kbit/s
4	Buruk	< 25 kbit/s

$$Throughput = \frac{\Sigma \text{data yang dikirim}}{\text{lama durasi pengamatan}} \quad (1)$$

Jitter adalah variasi penundaan dari paket satu ke paket lainnya [14]. Untuk menghitung parameter *jitter* dapat menggunakan rumus perhitungan pada [Persamaan 2](#).

Tabel 4. Nilai Standar *Jitter*

No	Kategori	Peak Jitter
1	Sangat Baik	0 ms
2	Baik	0 – 75 ms
3	Sedang	75 – 125 ms
4	Buruk	125 – 225 ms

$$Jitter = \frac{\Sigma \text{variasi delay}}{\Sigma \text{Packet terima-1}} \quad (2)$$

Delay adalah waktu yang dibutuhkan oleh paket untuk mencapai tujuannya selama transmisi melalui jaringan [15]. Untuk mendapatkan nilai parameter *delay* dapat dihitung menggunakan rumus perhitungan pada [Persamaan 3](#).

Tabel 5. Nilai Standar *Delay*

No	Kategori	Delay
1	Sangat Baik	< 150 ms
2	Baik	150 – 250 ms
3	Sedang	250 – 450 ms
4	Buruk	> 450 ms

$$Delay = \frac{\Sigma \text{delay}}{\Sigma \text{Packet terima}} \quad (3)$$

Packet loss adalah suatu parameter yang dapat menunjukkan jumlah total paket yang hilang [15]. Untuk menemukan nilai parameter *packet loss* dapat dihitung menggunakan rumus perhitungan pada [Persamaan 4](#).

Tabel 6. Nilai Standar *Packet Loss*

No	Kategori	Packet Loss
1	Sangat Baik	0 %
2	Baik	0 - 3 %
3	Sedang	3 - 15 %
4	Buruk	> 25 %

$$Packet Loss = \frac{(\text{packet dikirim} - \text{paket terima})}{\text{Packet dikirim}} \times 100 \quad (4)$$

Tabel 7. Nilai IKID (*Index Keihin Indonesia*)

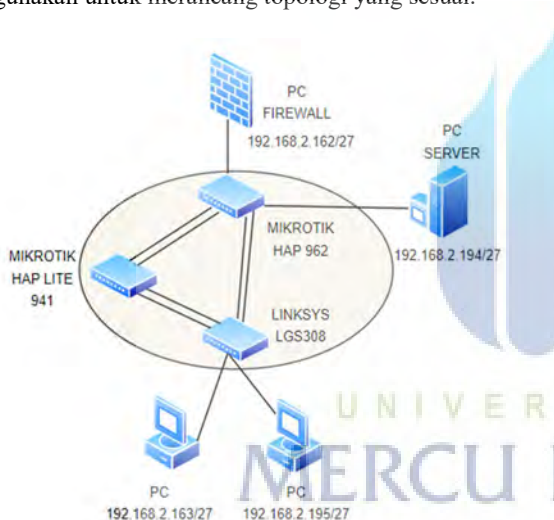
No	Parameter QoS	Nilai
1	Throughput (kbit/s)	> 100

2	Jitter (ms)	0
3	Delay (ms)	< 150
4	Packet Loss	0

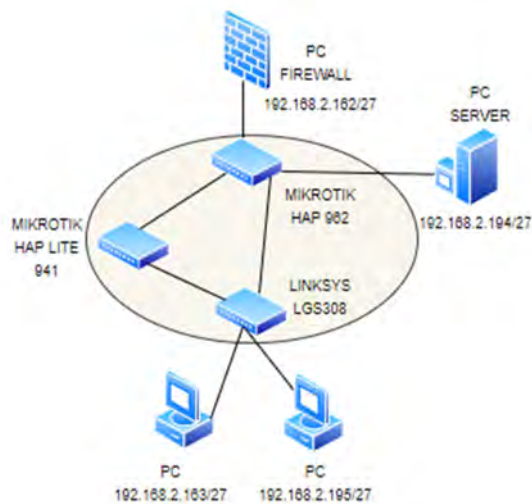
Untuk memenuhi kategori sangat baik berdasarkan pada [Tabel 3](#), [Tabel 4](#), [Tabel 5](#), dan [Tabel 6](#), maka perlu dibuat nilai standar sebagai tolak ukur kualitas jaringan LAN seperti pada [Tabel 7](#). Membandingkan hasil data-data yang telah diperoleh untuk menentukan performa dari implementasi jaringan LACP dengan MSTP, sehingga menghasilkan solusi yang terbaik dari implementasi sistem redundansi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini akan membahas hasil penerapan LACP dan MSTP, meliputi desain jaringan, konfigurasi, pengujian dan analisis. Desain jaringan digunakan untuk merancang topologi yang sesuai.



Gambar 6. Topologi Simulasi Jaringan LACP



Gambar 7. Topologi Simulasi Jaringan MSTP

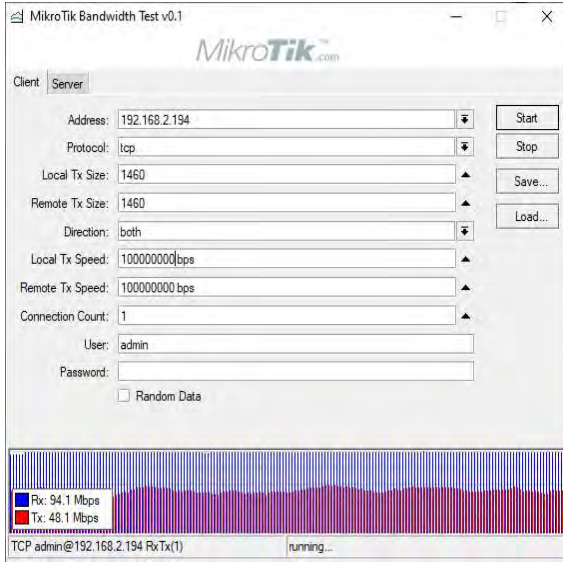
Pada [Gambar 6](#) menunjukkan topologi simulasi jaringan yang digunakan untuk mengimplementasikan LACP dan [Gambar 7](#) menunjukkan topologi simulasi jaringan yang digunakan untuk mengimplementasikan MSTP. Untuk mengimplementasikan IP address multi segmen seperti pada [Tabel 1](#), maka perlu dilakukan konfigurasi vlan pada ketiga switch tersebut.

Konfigurasi vlan dapat menggunakan perintah sebagai berikut :

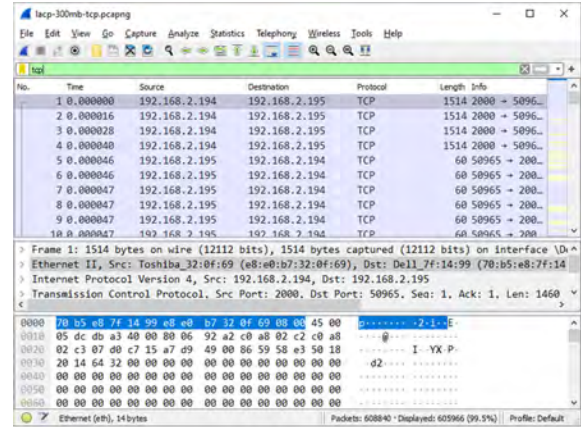
```

/interface bridge
add name=bridge_UpLink
/interface vlan
add interface=bridge_UpLink name=vlan10 vlan-id=10
add interface=bridge_UpLink name=vlan11 vlan-id=11
add interface=bridge_UpLink name=vlan12 vlan-id=12
add interface=bridge_UpLink name=vlan13 vlan-id=13
add interface=bridge_UpLink name=vlan14 vlan-id=14
add interface=bridge_UpLink name=vlan15 vlan-id=15
add interface=bridge_UpLink name=vlan16 vlan-id=16
add interface=bridge_UpLink name=vlan17 vlan-id=17
add interface=bridge_UpLink name=vlan18 vlan-id=18
add interface=bridge_UpLink name=vlan19 vlan-id=19
add interface=bridge_UpLink name=vlan20 vlan-id=20
add interface=bridge_UpLink name=vlan21 vlan-id=21
add interface=bridge_UpLink name=vlan22 vlan-id=22
add interface=bridge_UpLink name=vlan23 vlan-id=23
add interface=bridge_UpLink name=vlan24 vlan-id=24
add interface=bridge_UpLink name=vlan25 vlan-id=25
add interface=bridge_UpLink name=vlan26 vlan-id=26
add interface=bridge_UpLink name=vlan27 vlan-id=27
add interface=bridge_UpLink name=vlan28 vlan-id=28
add interface=bridge_UpLink name=vlan29 vlan-id=29
add interface=bridge_UpLink name=vlan30 vlan-id=30
add interface=bridge_UpLink name=vlan31 vlan-id=31
add interface=bridge_UpLink name=vlan32 vlan-id=32

```

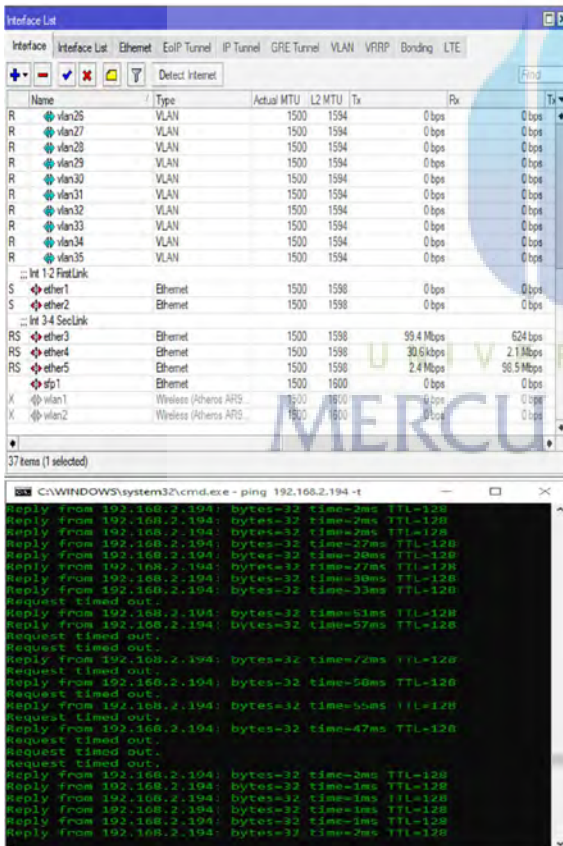



Gambar 11. Bandwidth Test

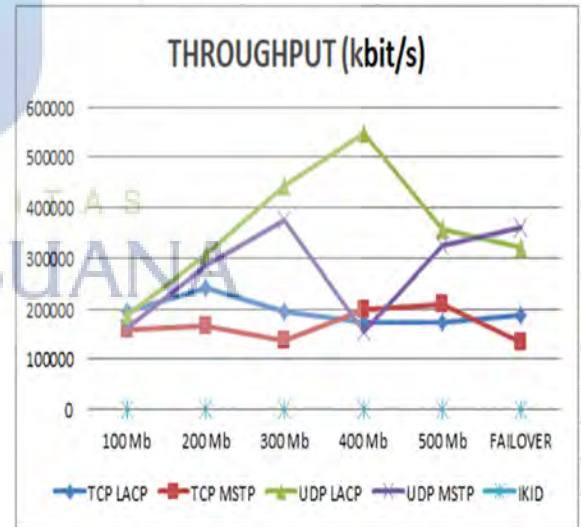


Gambar 13. Analisa Wireshark

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, maka dapat direkam dan dianalisa menggunakan aplikasi *wireshark* seperti pada Gambar 13, sehingga dapat dihitung menggunakan formula parameter QoS seperti pada Persamaan 1, Persamaan 2, Persamaan 3, dan Persamaan 4. Dari hasil perhitungan tersebut dimuat pada Tabel 8, Tabel 9, Tabel 10, Tabel 11, Tabel 12, Tabel 13, Tabel 14 dan Tabel 15. Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh grafik hasil pengukuran *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*.

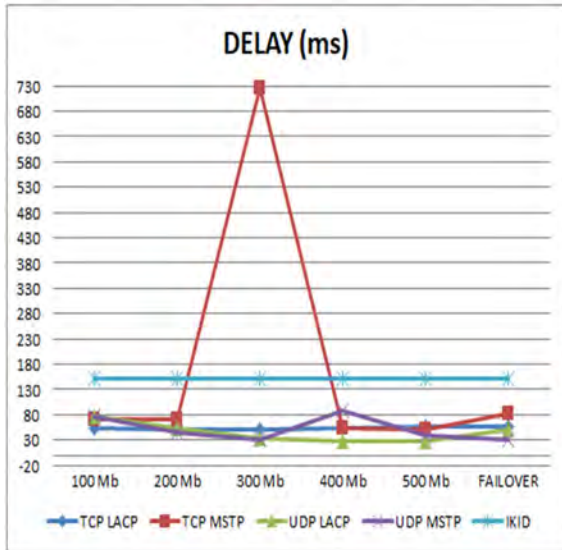


Gambar 12. Pengujian Link Redundansi



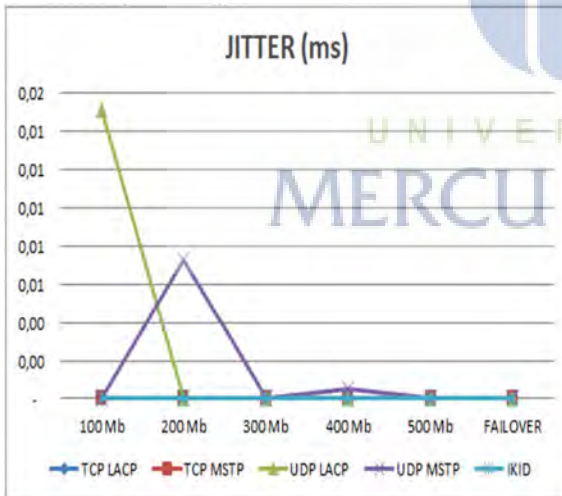
Gambar 14. Grafik Hasil Pengukuran Throughput

Pada Gambar 14 menunjukkan bahwa implementasi LACP memperoleh hasil pengukuran *throughput* yang paling besar pada protokol TCP dan UDP. Dari hasil pengukuran tersebut, baik pada LACP dan MSTP telah memenuhi nilai standar *throughput* pada Tabel 7.



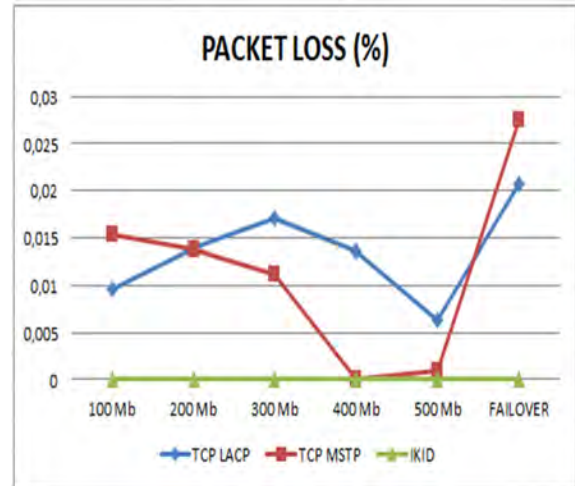
Gambar 15. Grafik Hasil Pengukuran Delay

Berdasarkan pada Gambar 15 menunjukkan bahwa implementasi LACP memperoleh hasil pengukuran delay yang paling sedikit pada protokol TCP, dan telah memenuhi nilai standar delay pada Tabel 7. Namun pada saat pemberian beban bandwidth 300 Mb, implementasi MSTP belum memenuhi nilai standar delay pada Tabel 7.



Gambar 16. Grafik Hasil Pengukuran Jitter

Berdasarkan pada Gambar 16 menunjukkan bahwa implementasi LACP dan MSTP memperoleh hasil pengukuran jitter yang sama pada protokol TCP sehingga telah memenuhi nilai standar jitter pada Tabel 7. Namun pada protokol UDP ada perbedaan hasil pengukuran yang cukup signifikan dan hasil tersebut belum memenuhi nilai standar jitter pada Tabel 7.



Gambar 17. Grafik Hasil Pengukuran Packet Loss

Berdasarkan pada Gambar 17 menunjukkan bahwa implementasi MSTP memperoleh hasil pengukuran packet loss yang lebih rendah seiring bertambahnya beban bandwidth yang melintas dan hasil pengukuran tersebut belum memenuhi nilai standar packet loss pada Tabel 7.

Tabel 8. Analisis Throughput (kbit/s) Pada TCP

No	Bandwidth (Mb)	LACP	MSTP
1	100	<i>195176,53</i>	157773,14
2	200	<i>242464,05</i>	166875,58
3	300	<i>195417,92</i>	136280,62
4	400	171479,88	<i>197319,93</i>
5	500	173411,64	<i>207556,14</i>
6	Failover	<i>185716,52</i>	132028,54
Jumlah Point Italic		4	2

Tabel 9. Analisis Throughput (kbit/s) Pada UDP

No	Bandwidth (Mb)	LACP	MSTP
1	100	<i>188255,81</i>	160650,16
2	200	<i>306763,29</i>	283289,98
3	300	<i>443935,94</i>	375143,25
4	400	<i>547454,34</i>	154072,93
5	500	<i>355995,42</i>	323722,65
6	Failover	320598,2	<i>361570,57</i>
Jumlah Point Italic		5	1

Tabel 10. Analisis Delay (ms) Pada TCP

No	Bandwidth (Mb)	LACP	MSTP
1	100	<i>52,99</i>	70,46
2	200	<i>52,01</i>	70,28
3	300	<i>51,91</i>	725,18
4	400	54,96	<i>53,49</i>
5	500	55,25	<i>51,59</i>
6	Failover	<i>57,64</i>	81,13
Jumlah Point Italic		4	2

Tabel 11. Analisis *Delay* (ms) Pada UDP

No	Bandwidth (Mb)	LACP	MSTP
1	100	76,18	76,62
2	200	52,49	43,9
3	300	34,33	31,51
4	400	26,55	88,02
5	500	27,92	39,73
6	Failover	50,79	31,5
Jumlah Point Italic		3	3

Tabel 12. Analisis *Jitter* (ms) Pada TCP

No	Bandwidth (Mb)	LACP	MSTP
1	100	0	0
2	200	0	0
3	300	0	0
4	400	0	0
5	500	0	0
6	Failover	0	0
Jumlah Point Italic		0	0

Tabel 13. Analisis *Jitter* (ms) Pada UDP

No	Bandwidth (Mb)	LACP	MSTP
1	100	0,02	0
2	200	0	0,01
3	300	0	0
4	400	0	0
5	500	0	0
6	Failover	0	0
Jumlah Point Italic		1	1

Tabel 14. Analisis *Packet Loss* (%) Pada TCP

No	Bandwidth (Mb)	LACP	MSTP
1	100	0,01	0,02
2	200	0,01	0,01
3	300	0,02	0,01
4	400	0,01	0
5	500	0,01	0
6	Failover	0,02	0,03
Jumlah Point Italic		2	3

Tabel 15. *Summary Point Italic*

No	Parameter QoS	LACP	MSTP
1	Throughput	9	3
2	Delay	7	5
3	Jitter	1	1
4	Packet Loss	2	3
Jumlah Point Italic		19	12

Berdasarkan penjumlahan *Point Italic* pada [Tabel 15](#), menunjukkan nilai yang lebih baik pada tiap kondisi pengujian parameter QoS seperti pada [Tabel 2](#). Hal tersebut diperoleh dari hasil analisis data pada [Tabel 8](#), [Tabel 9](#), [Tabel 10](#), [Tabel 11](#), [Tabel 12](#), [Tabel 13](#), dan [Tabel 14](#).

Pada [Tabel 15](#) menunjukkan bahwa Implementasi LACP memiliki *point* yang lebih unggul pada hasil pengukuran *throughput* dan *delay*. Untuk hasil

pengukuran *packet loss*, implementasi MSTP memperoleh *point* yang lebih baik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat maka dapat disimpulkan bahwa implementasi vlan dan pengalamanan IP *address* multi segmen telah berhasil, menggunakan sistem topologi jaringan LACP maupun MSTP seperti pada [Gambar 8](#), [Gambar 9](#) dan [Gambar 10](#). Skenario pengujian yang dilakukan telah berhasil dan menghasilkan data yang dapat dianalisis.

Meski hasil pengukuran *packet loss* dan *jitter* pada implementasi LACP dan MSTP belum sempurna memenuhi nilai standar pada [Tabel 7](#). Namun pada hasil pengukuran *throughput* dan *delay* telah memenuhi nilai standar tersebut. Performa *link* redundansi pada implementasi LACP lebih baik dari MSTP. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil pengukuran *throughput* yang lebih unggul bernilai 185716,52 kbit/s, hasil pengukuran *delay* yang lebih rendah bernilai 57,64 ms dan hasil pengukuran *packet loss* yang lebih rendah bernilai 0,02 %.

Berdasarkan data pada [Tabel 15](#) menunjukkan bahwa implementasi LACP lebih baik dari MSTP dan dapat menjadi solusi yang terbaik untuk implementasi sistem *link* redundansi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Lammle, *CCNA : Cisco Certified Network Associate Study Guide*, Sixth. Wiley Publishing, Inc., 2007.
- [2] P. K. Bhardwaj, *A+, Network+, Security+ Exams*, First. United States of America: O'Reilly Media, Inc., 2007.
- [3] Matthew Liofine, *Mission-Critical Network Planning*. London: Artech House Publisher, 1967.
- [4] E. Maiwald, *Network Security: A Beginner's Guide*, First. United States of America: The McGraw-Hill Companies., 2001.
- [5] H. D. Haryoyudhanto, I. Fitri, and A. Aningsih, "Implementasi Encapsulation Jaringan Redudansi VLAN Menggunakan Metode Hot Standby Router Protocol (HSRP)," *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, p. 49, 2020, doi: 10.31328/jointecs.v5i1.1247.
- [6] A. W. Dani, F. Sirait, F. Supegina, R. Sahak, and K. J. Kusananto, "Improvement of Network Survivability Using the Effective Redundancy Design," *Sinergi*, vol. 23, no. 3, p. 253, 2019, doi: 10.22441/sinergi.2019.3.010.
- [7] J. Chen, X. Zheng, L. Zhang, L. Peng, and X. Liu, "MSTP protocol simulation experiment based on ENSP," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol.

- 1486, no. 7, p. 6, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1486/7/072029.
- [8] A. Syaifudin, M. I. Wahyuddin, and S. Ningsih, "Perancangan Redundancy Link dan Load Balancing Menggunakan Metode Etherchannel LACP Dengan Intervlan Routing," *J. TEKNOINFO*, vol. 14, no. 2, pp. 131–137, 2020.
- [9] G. James, "Chapter 10: The Network Development Life Cycle," in *Applied Data Communications: A Business-Oriented Approach*, Third., London: Wiley, 2004, p. 5.
- [10] Mikrotik, "Bandwidth Test," *Mikrotik*, 2019. <https://help.mikrotik.com/docs/display/ROS/Bandwidth+Test> (accessed Jun. 16, 2021).
- [11] G. Combs, *Wireshark® 101 Essential Skills for Network Analysis*, Second. United States of America.: dba Chappell University, 2017.
- [12] A. R. Prasad and N. R. Prasad, *802.11 WLANs and IP Networking*, First. London: Artech House Publisher, 2005.
- [13] D. A. and J. Kim, *High Performance Datacenter Networks Architectures, Algorithms, and Opportunities*. United States of America: Morgan & Claypool, 2011.
- [14] Irv Englander, *The Architecture Of Computer Hardware, System Software, & Networking*, Fifth. United States of America: Don Fowley, 2014.
- [15] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, 1999. http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300_101399/101329/02.01.01_60/tr_101329v020101p.pdf (accessed Jun. 13, 2021).



KERTAS KERJA

Ringkasan

Perkembangan teknologi dalam proses produksi manufaktur membutuhkan koneksi jaringan LAN yang stabil dan memadai. Mengingat berkembangnya *software* internal dan penggunaan beberapa aplikasi yang bersifat *critical* sangat membutuhkan jaringan *high availability*. Dengan kondisi sistem jaringan di PT. Keihin Indonesia yang masih menggunakan *link* tunggal tanpa menerapkan vlan dan tidak mengimplementasikan sistem otomatisasi *link* redundansi (*failover*). Maka dari itu hasil penelitian ini dibutuhkan untuk menganalisis QoS dan performansi dari penggunaan LACP dan MSTP pada jaringan LAN guna menghasilkan solusi yang terbaik dari implementasi sistem redundansi agar dapat mewujudkan jaringan *high availability*.

