

PERANCANGAN INFRASTRUKTUR LAN PADA YAYASAN KESEHATAN (YAKES) TELKOM BANDUNG DENGAN MODEL CISCO THREE LAYER HIERARCHICAL MENGGUNAKAN METODOLOGI NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC)

LAN INFRASTRUCTURE DESIGN IN YAYASAN KESEHATAN (YAKES) TELKOM BANDUNG WITH CISCO THREE LAYER HIERARCHICAL MODEL USING NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC) METHODOLOGY

Isnaini Hayati¹, Mochammad Teguh Kurniawan²

^{1,2} Program Studi S1 Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹isnaininay16@gmail.com, ²teguhkurniawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Yayasan Kesehatan Telkom (Yakes Telkom) merupakan organisasi pengelola layanan kesehatan di bawah perusahaan Telekomunikasi Indonesia yang menggunakan infrastruktur LAN untuk mendukung tujuan organisasi. Jaringan saat ini terdiri dari satu *router* yang terhubung ke *switch layer 2* dan langsung terhubung ke *end user (single link)*. Kondisi tersebut dapat menimbulkan permasalahan jika terjadi gangguan pada salah satu perangkat, maka mengakibatkan seluruh komputer tidak dapat terhubung karena tidak ada *redundant link*. Yakes Telkom juga belum menerapkan manajemen *bandwidth* sesuai kebutuhan pengguna jaringan. *Cisco Three Layer Hierarchical Model* dapat diterapkan dalam merancang infrastruktur LAN dengan membagi fungsi setiap perangkat jaringan berdasarkan lapisan *core*, *distribution* dan *access*. *Network Development Life Cycle (NDLC)* digunakan sebagai metode dalam perancangan infrastruktur LAN karena sifatnya yang berulang dan berkelanjutan untuk pengembangan infrastruktur jaringan suatu organisasi. Tahapan NDLC yang digunakan yaitu tahap *Analysis*, *Design* dan *Simulation Prototyping*. Penelitian ini menghasilkan rancangan infrastruktur LAN Yakes Telkom Bandung dengan menerapkan *redundant link*. Pengukuran QoS (*Quality of Service*) dengan parameter *throughput* menghasilkan nilai untuk aplikasi kategori *high* 415.24 kbps, *medium* 251.37 kbps dan *low* 82.56 kbps. Waktu *delay* yaitu 0.04 s masuk dalam kategori baik sesuai standar ITU-T G1010 (*The International Telecommunication Union-Telecommunication*) dan *packet loss* 0.32% sesuai standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*).

Kata Kunci: LAN, *Cisco Three Layer Hierarchical Model*, NDLC, QoS, *redundant link*, manajemen *bandwidth*, Yakes Telkom

Abstract

Yayasan Kesehatan Telkom (Yakes Telkom) is a health care management organization under the Telekomunikasi Indonesia company and need an adequate of LAN network infrastructure to provide health service. The existing LAN infrastructure topology consists each of router connected to layer 2 switch and directly connected to the end user (single link). That conditions can lead the problems if an interruption occurs in the switch, it will cause the entire computer can not connect to the network caused there is no redundant link. Yakes Telkom not yet implemented bandwidth management according to the needs of each network user. *Cisco Three Layer Hierarchical Model* is a concept that can be applied in wired network infrastructure design by dividing the functions of each network device according core, distribution and access layer. *Network Development Life Cycle (NDLC)* is used as a method in design of wired network infrastructure because it is repeatable and sustainable development of the network infrastructure of an organization. Stages NDLC used in this research are *Analysis*, *Design* and *Simulation Prototyping*. Result of this research is design of LAN infrastructure of Yakes Telkom Bandung by applying *redundant link*. Measured of QoS (*Quality of Service*) with throughput parameters that generate values for application high category 415.24 kbps, medium 251.37 kbps and low 82.56 kbps. The delay time of 0.04 s is included in both categories according to ITU-T G1010 (*The International Telecommunication Union-Telecommunication*) and 0.32 % packet loss according to TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) standards.

Keywords: LAN, *Cisco Three Layer Hierarchical Model*, NDLC, QoS, *redundant link*, bandwidth management, Yakes Telkom

1. Pendahuluan

Teknologi Informasi (TI) menjadi salah satu faktor utama yang harus dimiliki organisasi untuk mendukung setiap proses bisnis yang dilakukan. TI juga semakin berkembang khususnya dalam menyediakan infrastruktur jaringan dengan kecepatan tinggi didukung dengan adanya target pemerintah bahwa pada 1 Januari 2019 semua ibukota kabupaten dan kota seluruh Indonesia sudah terhubung dengan infrastruktur jaringan *fiber optic* [1]. Kebutuhan tersebut juga menyebar ke berbagai sektor pemerintahan khususnya sektor kesehatan. Adanya pertemuan menteri Kesehatan dengan Menteri Komunikasi dan Informatika, peserta *World Health Organization* (WHO) untuk membahas kemajuan teknologi bidang kesehatan khususnya *e-Health*, memerlukan faktor pendukung salah satunya adalah teknologi dan ketersediaan jaringan dengan konektivitas yang tinggi untuk transaksi pertukaran data [2].

Yayasan Kesehatan Telkom (Yakes Telkom) adalah sebuah organisasi pengelola layanan kesehatan yang berfungsi untuk memelihara kesehatan karyawan dan pensiunan Telkom beserta keluarganya. Yakes Telkom menggunakan TI dan infrastruktur LAN untuk mendukung komunikasi jaringan. Kondisi infrastruktur LAN Yakes Telkom belum menerapkan *redundant link* dan belum adanya standarisasi terhadap penggunaan serta tata letak perangkat jaringan dan belum diterapkannya manajemen *bandwidth* untuk pengguna jaringan pada Yakes Telkom.

Mengacu pada permasalahan tersebut, maka Yakes Telkom Bandung membutuhkan suatu rancangan topologi infrastruktur jaringan menggunakan *Cisco Three Layer Hierarchical Model* dengan membagi perangkat jaringan berdasarkan fungsinya. Pemilihan dan penempatan perangkat jaringan secara tepat merupakan salah satu faktor penting dalam membangun sebuah jaringan [3]. *Network Development Life Cycle* (NDLC) digunakan sebagai metode dalam perancangan infrastruktur LAN karena sifatnya yang berkelanjutan. Tahapan NDLC yang digunakan yaitu *Analysis*, *Design* dan *Simulation Prototyping*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi infrastruktur LAN saat ini pada Kantor Pusat Yakes Telkom. Kemudian melakukan perancangan desain infrastruktur LAN Yakes Telkom sesuai perkembangan teknologi informasi saat ini. Meningkatkan *high availability* pada infrastruktur LAN dengan menerapkan *redundant link* dan manajemen *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhan pengguna Kantor Pusat Yakes Telkom.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Jaringan Komputer

Pada umumnya jaringan komputer dibedakan berdasarkan rentang geografis dan dapat dibedakan menjadi 5 yaitu, LAN, MAN, WAN, PAN dan *Internetwork* [4]. Pada penelitian hanya menggunakan 1 tipe jaringan komputer, yaitu LAN. *Local Area Network* (LAN) adalah sebuah jaringan komputer yang berada di dalam sebuah gedung dan dioperasikan di bawah sistem administrasi tunggal umumnya disebut sebagai *Local Area Network* (LAN). Biasanya, LAN mencakup daerah lokal pada jarak kurang dari 2 km meliputi bangunan tunggal seperti sebuah kantor, sekolah, perguruan tinggi atau universitas [5]. LAN memberikan manfaat untuk berbagi sumber daya antara pengguna akhir.

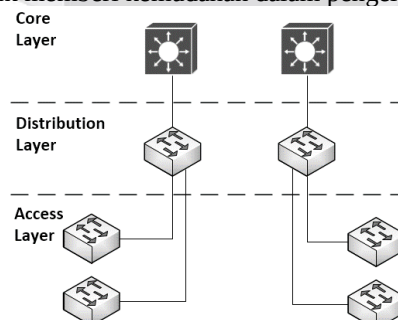
2.2 Media Transmisi

Media transmisi adalah jalur fisik antara pengirim dan penerima untuk sebuah sinyal komunikasi. Beberapa jenis media transmisi adalah sebagai berikut:

1. *Twisted Pair* adalah yang paling sederhana dan paling murah dari media kabel yang lain dan memiliki rentang frekuensi untuk transmisi data serta transmisi suara (100Hz-5MHz).
2. *Fiber Optic* merupakan teknologi komunikasi yang menggunakan media cahaya untuk mentransfer informasi dari satu titik ke titik lain melalui serat optik [6], terdapat tiga komponen dalam setar optik menurut [7] yaitu *core*, *cladding* dan *coating*.

2.3 Cisco Three Layer Hierarchical Model

Cisco Three Layer Hierarchical adalah sebuah model untuk merancang desain antar jaringan yang kompleks menjadi lebih kecil dengan tujuan untuk memberi kemudahan dalam pengelolaan dan hemat biaya.



Gambar 1. Cisco three layer hierarchical model

Sebuah desain jaringan *hierarchical* akan membagi jaringan ke dalam lapisan yang terpisah dan setiap lapisan memiliki fungsi tertentu [8]. Cisco mendefinisikan tiga lapisan *hierarchical* model sebagai berikut [9].

1. *Core Layer*
2. *Distribution Layer*
3. *Access Layer*

2.4 Quality of Service

Quality of Service atau QoS adalah suatu persyaratan dalam layanan yang harus dipenuhi oleh jaringan untuk alur transportasi data dan memberikan layanan yang lebih baik [10]. Parameter dalam QoS yaitu sebagai berikut:

1. *Delay*: waktu tunda untuk sebuah data menempuh jarak dari asal ke tujuan. Nilai *delay* dapat diketahui dengan melihat lama waktu yang digunakan dan total paket yang diterima, atau dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Delay rata-rata} = \frac{\text{Total waktu}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (1)$$

Adapun rekomendasi waktu *delay* berdasarkan standar ITU-T G.1010 mengenai QoS dan performansi sesuai tingkat kenyamanan pengguna adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Rekomendasi ITU-T waktu *delay*

Sumber: [11]

Kategori	Waktu (ms)
Baik	0 – 150 ms
Cukup	150 – 300 ms
Buruk	>300 ms

2. *Throughput*: jumlah total kedatangan paket dari sumber ke tujuan, dapat diartikan sebagai kecepatan (*rate*) transfer data yang efektif diukur dalam satuan bps (*bit per second*).

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}} \quad (2)$$

3. *Packet Loss*: kondisi yang menggambarkan jumlah total paket yang hilang, dapat disebabkan adanya perlambatan pada jalur paket-paket data karena beban yang banyak mengakibatkan performansi menurun (*congestion*), dan disebabkan oleh terjadinya tabrakan data karena adanya pengiriman data secara bersamaan ke satu tujuan (*collision*) [12]. Berikut adalah rumus untuk mencari nilai *packet loss*.

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{paket yang dikirim} - \text{paket yang diterima})}{\text{paket yang dikirim}} \times 100\% \quad (3)$$

Standar THIPON tentang nilai *packet loss* dapat dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori *packet loss*

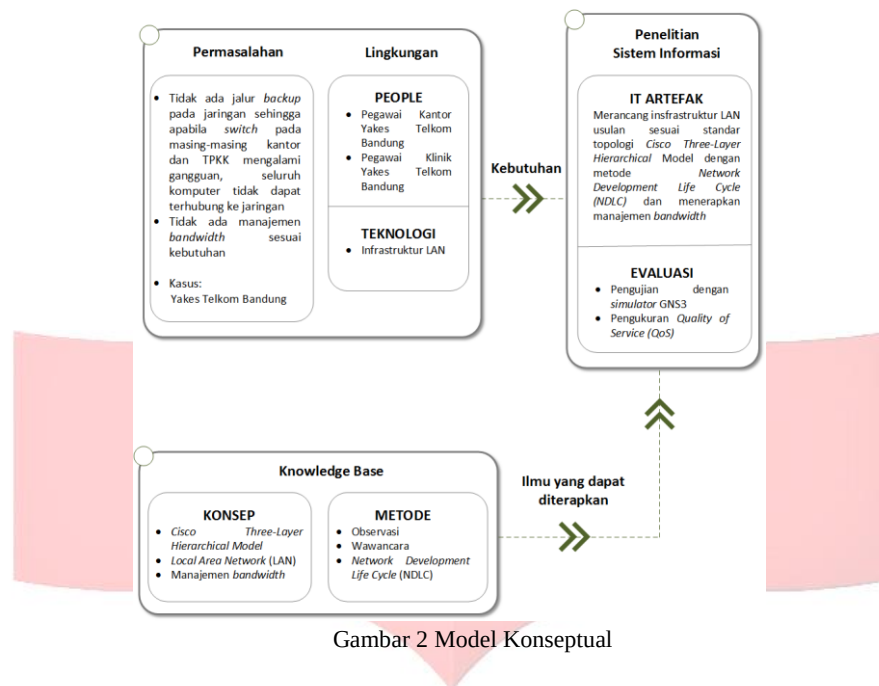
Sumber: [13]

Kategori Degradasi	Packet Loss
Sangat Bagus	0%
Bagus	3%
Sedang	15%
Buruk	25%

3. Metodologi Penelitian

3.1 Model Konseptual

Model konseptual merupakan gambaran yang dibuat untuk memahami, melaksanakan, dan mengevaluasi penelitian sistem informasi. Model konseptual memberikan strategi dan kerangka kerja yang jelas sebelum perancangan dibangun [14].



Gambar 2 Model Konseptual

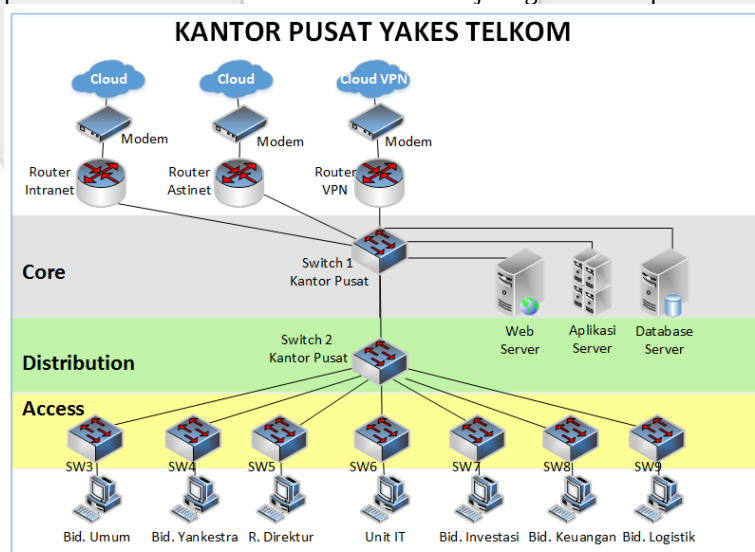
3.2 Network Development Life Cycle (NDLC)

Model yang digunakan untuk proses desain dan pengembangan sebuah infrastruktur jaringan dikenal sebagai *Network Development Life Cycle* (NDLC). Kata “cycle” yang dalam Bahasa Indonesia berarti siklus merupakan kata kunci dalam pengembangan suatu jaringan karena menggambarkan sifat pengembangan suatu jaringan yang dilakukan secara kontinu atau berkelanjutan [15]. Tahap NDLC dimulai dari tahap *analysis, design, simulation prototyping, implementation, monitoring dan management*. Pada penelitian menggunakan 3 tahap pada metode NDLC yaitu tahap *analysis, design dan simulation prototyping*.

4. Hasil dan Analisis

4.1 Analisis Desain Jaringan Saat ini

Pada Kantor Pusat Yakes Telkom terdiri dari 3 *router* yaitu *router Intranet* digunakan pengguna untuk terhubung ke jaringan luar menggunakan *internet*. *Router Astinet* digunakan untuk terhubung dengan pihak rumah sakit atau TPKU yang bekerja sama dengan Yakes Telkom, sedangkan *router VPN* digunakan pengguna untuk melakukan akses aplikasi yang berjalan pada Yakes Telkom. Berikut adalah desain jaringan saat ini pada Kantor Pusat Yakes Telkom.



Gambar 3. Topologi jaringan LAN saat ini

Pada Kantor Pusat memiliki satu buah *switch* pusat 3Com 3C16792 sebagai *core* untuk terhubung ke *uplink* VPN, Astinet dan Intranet, satu *distribution switch* untuk terhubung ke *access switch* yang ada pada tiap ruangan di Kantor Pusat. Pada Kantor Pusat juga terdapat *server* lokal milik Yakes Telkom yang terhubung dengan *switch* 1

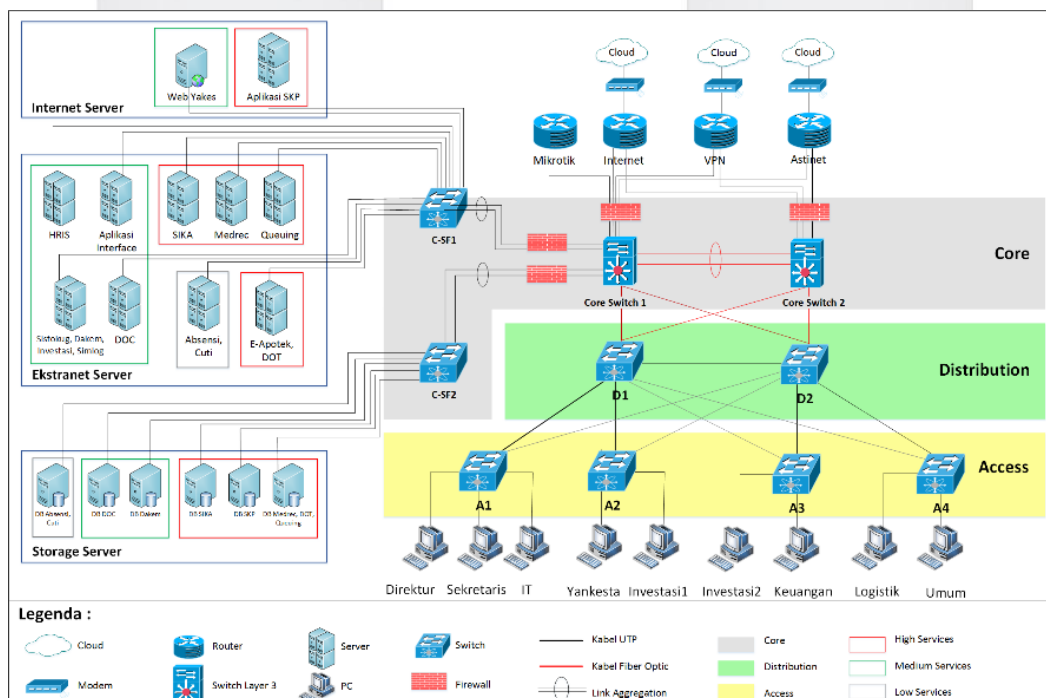
Kantor Pusat dan server tersebut hanya dapat diakses oleh jaringan lokal (*intranet*). Topologi jaringan saat ini pada Yakes Telkom sudah menerapkan topologi *Cisco three layer hierarchical* namun belum diterapkan *redundant link* untuk mengantisipasi adanya gangguan pada salah satu *link* dan belum di dukung dengan perangkat jaringan yang sesuai dengan fungsi pada masing-masing *layer*. Selain itu juga belum diterapkan manajemen *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing pengguna pada Yakes Telkom. Berikut hasil analisis jaringan saat ini pada Kantor Pusat Yakes Telkom.

Tabel 3. Analisis kondisi topologi jaringan LAN saat ini

No.	Cisco Three Layer Hierarchical Model	Topologi Saat ini	Keterangan
1	Core Layer		
	Quality of Service	Tidak sesuai kebutuhan	Belum ada aturan untuk pembagian <i>bandwidth</i> sesuai dengan kebutuhan masing-masing pengguna.
	Redundancy	Belum Ada	<i>Single Link</i>
	Efficient Management and troubleshoot	Belum Ada	Core masih terpusat pada 1 switch untuk seluruh aliran data pada jaringan tersebut.
2	Distribution Layer		
	Quality of Service	Tidak sesuai kebutuhan	Belum ada pengelolaan terkait QoS berdasarkan kebutuhan pengguna.
	Redundancy	Belum Ada	Tidak ada jalur redundansi untuk <i>distribution layer</i> dan setiap switch pada <i>access layer</i> hanya terdapat satu <i>link</i> menuju <i>distribution layer</i>
	Link Aggregation	Belum ada	Tidak ada penerapan <i>link aggregation</i> khususnya untuk menuju ke server yang membutuhkan jaringan dengan kecepatan yang tinggi.
3	Access Layer		
	Redundancy	Belum Ada	Tidak ada jalur redundansi pada <i>access switch</i> akan berdampak langsung pada pengguna jika perangkat tersebut terputus.
	Quality of Service	Tidak sesuai kebutuhan	Belum ada pengelolaan terkait QoS berdasarkan kebutuhan pengguna.

4.2 Analisis Perancangan Desain Jaringan Usulan

Pengembangan topologi jaringan usulan yang dirancang berdasarkan kondisi jaringan saat ini pada Kantor Pusat Yakes Telkom adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Topologi jaringan usulan

Core layer merupakan bagian inti dari jaringan usulan untuk Kantor Pusat Yakes Telkom, menggunakan 2 buah perangkat *multilyaler switch* Cisco Catalyst 4503E dengan fungsi *aggregation* dan mendukung teknologi *fiber optic*. Penggunaan 2 buah *switch core* diperlukan untuk *redundancy* perangkat apabila salah satu dari perangkat tersebut mengalami gangguan. Kemudian terdapat 2 *switch* Cisco Catalyst 3750 sebagai *Core Server Farm (C-SF)* untuk menampung *server* pada Yakes Telkom yang dibagi kedalam jenis *Internet server* dan *ektranet server* menggunakan C-SF1, sedangkan *storage server* pada C-SF2. *Distribution layer* menggunakan perangkat *Cisco Catalyst switch 3750* untuk menerapkan *redundant link* dengan teknologi *fiber optic* untuk terhubung ke *core layer*. Sedangkan pada *access layer* menggunakan *switch* yang ada pada Yakes Telkom yaitu Cisco Catalys 2960. Berikut adalah tabel perbandingan perangkat jaringan usulan.

Tabel 4 Perbandingan perangkat jaringan LAN

Parameter	Switch 3Com 3C16792	Cisco Catalyst 4503E	Cisco Catalyst 3750	Cisco Catalyst 2960
<i>Uplink interfaces</i>	100 Base-TX (UTP)	100 Base-FX (fiber media)	24 Port and 4 Port Gigabit Ethernet SFP-Based	2 Port SFP+ 10 GigabitEthernet
<i>Connector Type</i>	RJ-45	RJ-45, SFP, SFP+ Port	RJ-45, SFP, SFP+	RJ-45
<i>Total Interfaces</i>	16 Port	48 Port	24-48 Port	48 Port
<i>Modul expansion</i>	No	Yes, (3 Modul with 48 Port/Modul)	No	No
<i>Feature</i>	OSPF, VLAN	OSPF, VLAN, BGP, Etherchannel, QoS	VLAN, STP, Etherchannel, QoS	VLAN, QoS, VTP, STP
<i>Bandwidth Capacity</i>	160 Mbps	48 Gbps	48 Gbps	16 Gbps
<i>Vendor</i>	3Com	Cisco System	Cisco System	Cisco System

Untuk manajemen *bandwidth* pada jaringan usulan, berdasarkan standar mengenai rekomendasi *bandwidth* dari Microsoft. Bahwa dibutuhkan 1.5 sampai 3 Mbps *bandwidth* untuk kebutuhan akses pengguna terhadap *server*, kecepatan *bandwidth* tersebut mencakup 100 hingga 10.000 pengguna [16]. Oleh karena itu untuk Kantor Pusat ditentukan untuk masing-masing akses *server high* sebesar 2 Mbps, 1 Mbps untuk *medium* dan 512 KBps untuk *low* yang ditentukan berdasarkan standar tersebut.

4.3 Hasil Analisis Desain Jaringan Usulan

Pengujian jaringan usulan dilakukan dengan simulator GNS3 dan *client* melakukan video *streaming* yang disediakan oleh *server*. Kemudian wireshark melakukan *capture packet* untuk kemudian dianalisis QoS pada jaringan usulan tersebut dan menghasilkan nilai pada parameter *throughput*, *delay* dan *packet loss* sesuai standar ITU-T dan TIPHON. Hasil pengujian jaringan usulan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil pengujian jaringan usulan

Hasil Pengujian Kantor Pusat				
Parameter	Jaringan Saat ini	Jaringan Usulan		
		High	Medium	Low
<i>Throughput (kbps)</i>	241.48	415.24	251.37	82.56
<i>Delay (s)</i>	0.040	0.041	0.040	0.039
<i>Packet Loss</i>	0.89%	0.36%	0.34%	0.27%

Berdasarkan hasil pengujian jaringan LAN usulan Kantor Pusat Yakes Telkom dengan diterapkannya manajemen *bandwidth* maka untuk akses *server* dengan kategori kritikalitas *high*, *medium* dan *low* sudah sesuai dengan kebutuhan masing-masing kategori tersebut. Akses *high server* diberikan *bandwidth* maksimal 2 Mbps, untuk masing-masing *server* yang berjalan *realtime*. *Medium server* diberikan *bandwidth* maksimal 1 Mbps dan *low server* dengan maksimal *bandwidth* 512 Kbps. Hasil pengujian QoS pada jaringan usulan adalah sebagai berikut:

1. Parameter pengujian yaitu *troughput*, *packet loss* dan *delay* menunjukkan nilai yang bagus sesuai standar ITU-T dan TIPHON. Hasil pengujian menunjukkan nilai *delay* pada jaringan usulan rata-rata 0.03 s untuk Kantor Pusat dan TPKK Sentot. Sedangkan untuk *throughput* sudah sesuai dengan kebutuhan akses masing-masing *server* dengan kategori *high*, *medium* dan *low* karena telah diterapkan manajemen *bandwidth* sesuai kategori tersebut. Untuk parameter *packet loss* sudah lebih baik dari jaringan usulan yaitu 0.56 % dan masuk dalam kategori bagus sesuai standar TIPHON.

- Hasil *throughput* tersebut menunjukkan bahwa setiap pengguna yang terhubung ke jaringan akan membutuhkan *bandwidth* yang sesuai dengan kebutuhan dan aktivitas kerja yang dilakukan. Alokasi *bandwidth* juga memengaruhi proses komunikasi dalam jaringan tersebut [17].
- Nilai *delay* pada jaringan usulan rata-rata 0.04 s masuk dalam kategori baik dan masih dapat diterima oleh pengguna aplikasi menurut standar ITU-T dan TIPHON. Parameter *packet loss* pada jaringan usulan dengan nilai rata-rata hanya 0.32 %.
- Berdasarkan poin (1), semakin kecil nilai *packet loss* dan *delay* yang diperoleh maka nilai *throughput* yang dihasilkan akan lebih besar.

4.4 Aspek Tingkat Layanan Jaringan

Topologi jaringan usulan Yakes Telkom Bandung mengacu pada tiga parameter yaitu *availability*, *quality of service* dan *manageability*.

- Availability**
Pada topologi jaringan usulan sudah diterapkan *redundant link* untuk menyediakan jalur cadangan apabila terjadi gangguan pada jalur utama yang memengaruhi *availability* atau ketersediaan layanan informasi yang dibutuhkan oleh *end user*.
- Quality of services (QoS)**
Hasil pengujian topologi infrastruktur LAN usulan tersebut fokus pada manajemen QoS yaitu pembagian *bandwidth* sesuai dengan kebutuhan masing-masing *link*. Khususnya untuk *server* yang terbagi dalam tiga kategori yaitu *high*, *medium* dan *low* yang membutuhkan perlakuan yang berbeda terhadap kebutuhan *bandwidth*. Pada *server* dengan kategori *high* diberikan alokasi *bandwidth* sebesar 2 Mbps karena menampung aplikasi yang berjalan secara *realtime* pada Yakes Telkom, untuk kategori *medium* adalah *server* yang menampung aplikasi yang mendukung proses bisnis Yakes Telkom umumnya yang terkait dengan aplikasi internal. Kategori *medium* diberikan *bandwidth* sebesar 1 Mbps. Sedangkan untuk kategori *low* diberikan alokasi *bandwidth* sebesar 512 Kbps.
- Manageability**
Pada topologi jaringan LAN usulan penerapan *manageability* dapat dilihat dari topologi pada Kantor Pusat Yakes Telkom di *core layer*. Terdapat 2 buah *switch core server farm* (C-SF) yang membagi *server* dalam kategori *Internet server*, *ekstranet server* dan *storage server*. Perangkat *switch* tersebut memisahkan *link* untuk *Internet* dan *ekstranet server* yang berada pada *core server farm* (C-SF1), sedangkan untuk *storage server* pada C-SF2.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam Perancangan Infrastruktur LAN pada Yayasan Kesehatan (Yakes) Telkom Bandung dengan *Model Cisco Three Layer Hierarchical* Menggunakan Metodologi *Network Development Life Cycle* (NDLC), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

Hasil Identifikasi dan analisis jaringan pada Yakes Telkom Bandung adalah:

- Tidak adanya *redundant link* yang disediakan untuk menjamin ketersediaan layanan pada jaringan. Hal tersebut menyebabkan apabila terjadi gangguan pada satu *link* mengakibatkan komunikasi pada jaringan tersebut terputus.
 - Tidak adanya manajemen *bandwidth* untuk mengalokasikan *bandwidth* sesuai kebutuhan layanan jaringan. Hal tersebut menyebabkan tidak adanya jaminan prioritas *bandwidth* untuk beberapa aplikasi yang bersifat kritis.
- Hasil analisis dan perancangan desain jaringan usulan pada Yakes Telkom Bandung adalah:
- Metode NDLC digunakan karena dapat mendukung pengembangan yang berkelanjutan terhadap jaringan sesuai kebutuhan Yakes Telkom Bandung.
 - Perancangan infrastruktur LAN sesuai dengan *Cisco Three Layer Hierarchical Model* memberikan keuntungan *manageability* jaringan karena adanya konsistensi fungsi perangkat pada tiap lapisan *core*, *distribution* dan *access*.
 - Redundant link* diterapkan untuk memberikan alternatif jalur cadangan dengan mengusulkan penambahan perangkat *multilayer switch* pada *core layer*.
 - Manajemen *bandwidth* dilakukan sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang dikategorikan berdasarkan tingkat kritikalitasnya. Aplikasi kategori *high* dengan maksimal *bandwidth* 2 Mbps. Kategori *medium* diberikan *bandwidth* maksimal 1 Mbps. Kategori *low* diberikan *bandwidth* sebesar 512 kbps.
 - Skenario pengujian video *streaming* dengan pengukuran nilai dari parameter *throughput* sesuai kebutuhan akses aplikasi yang dibagi dalam 3 kategori *high* dengan rata-rata 415.24 kbps, *medium* 251.37 kbps dan *low* 82.56 kbps. Parameter *delay* dengan rata-rata 0.04 s atau 40 ms masuk dalam kategori baik sesuai standar ITU-T G1010 dengan rentang waktu 0-150 ms. Parameter *packet loss* dengan rata-rata 0.32 % masuk dalam kategori bagus sesuai standar TIPHON dengan batas maksimal *packet loss* adalah 3%.

Daftar Pustaka:

- [1] Kemkominfo, "Berita Kementerian," 18 April 2016. [Online]. Available: https://www.kominfo.go.id/content/detail/7296/1-januari-2019-seluruh-wilayah-indonesia-terhubung-fiber-optik/0/berita_satker.
- [2] Kemkominfo, "Berita Kementerian," 27 Mei 2016. [Online]. Available: https://www.kominfo.go.id/content/detail/7529/digital-health-untuk-kesejahteraan-semua/0/berita_satker.
- [3] M. T. Kurniawan, A. Nurfajar, O. Dwi and U. Yunan, "Desain Topologi Jaringan Kabel Nirkabel PDII-LIPIdengan Cisco Three-Layered Hierarchical menggunakan NDLC," *ELKOMIKA*, vol. 4, p. 58, 2016.
- [4] Tutorialspoint, Learn DCN (Data Communication and Computer Network), Tutorial Point, 2014.
- [5] A. Kurniastuti, "Mengenal Jaringan LAN (Local Area Network)," *Jurnal Matematika dan Komputer*, p. 136, 2001.
- [6] A. Dasari, "Optical fiber Communication Evolution, Technology and Future Trends," *Journal of The International Association of Advanced Technology and Science*, p. 1, 2015.
- [7] M. Sulaiman, N. Ubay and Suhata, "Sistem Komunikasi Serat Optik Data Satelit," *Berita Dirgantara Vol. 15 No. 2*, pp. 59-60, 2015.
- [8] Cisco Network Academy, "Connecting Networks Companion Guide 1st Edition," in *Hierarchical Network Design*, Cisco Press, 2014, p. 2.
- [9] T. Lammle, CCNA Cisco Certified Network Associate Deluxe Study Guide 6th Edition, Sybex Serious Skills, 2011.
- [10] S. R. Vegesna, IP Quality of Service 1st Edition, Cisco Press, 2001.
- [11] M. Farizi and A. Sani, "Analisis Perbandingan Kinerja Codec H.264 dan Codec Dirac untuk Kompresi Live Streaming pada Perangkat NSN Flexi Packer Radio," *Singuda Ensikom*, p. 3, 2014.
- [12] U. Gunadarma, Network Traffic Management, Quality of Service (Qos), Congestion Control dan Frame Relay, Jakarta: Universitas Gunadarma, 2014.
- [13] ETSI, Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS), France: European Telecommunications Standards Institute , 1999.
- [14] Jhon Wiley & Sons Ltd, Interaction Design: Beyond Human Computer Interaction 4th Edition, United Kingdom: Wiley, 2015.
- [15] J. E. Goldman and P. T. Rawles, Applied Data Communications: A Business-Oriented Approach 4th Edition, John Wiley and Sons, Inc, 2004.
- [16] Microsoft, "Plan for bandwidth requirements," 14 11 2016. [Online]. Available: <https://technet.microsoft.com/library/cc262952.aspx>.
- [17] M. Fathinuddin, M. T. Kurniawan dan A. Kurniawati, "Perancangan Topologi Jaringan Pada Pemerintah Kabupaten Bandung dengan Metodologi NDLC menggunakan GNS3," *SENTIA*, p. 6, 2014.