

Pengembangan Infrastruktur Jaringan Komputer PNP PSDKU Solok Selatan Menggunakan Metode Network Development Life Cycle (NDLC)

Edwar Rosman[#], Katrina Flomina[#], Miftahul Hasanah[#], Widya Febriani[#], Ideva Gaputra[#]

[#] Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Padang 25176, Indonesia

E-mail: [Edwar\[at\]pnp.ac.id](mailto:Edwar[at]pnp.ac.id), [katrina\[at\]pnp.ac.id](mailto:katrina[at]pnp.ac.id), [mhasanah\[at\]gmail.com](mailto:mhasanah[at]gmail.com), [widya\[at\]pnp.ac.id](mailto:widya[at]pnp.ac.id), [Ideva\[at\]pnp.ac.id](mailto:Ideva[at]pnp.ac.id)

ABSTRACTS

This research aims to analyze and design the computer network infrastructure at the Politeknik Negeri Padang (PNP) Program Studi Di luar Kampus Utama (PSDKU) South Solok in order to improve network performance. Currently there are 4 Optical Network Terminal (ONT) units from ISP Indihome with bandwidth for 2 ONTs of 100 Mbps and 1 ONT of 300 Mbps and 1 ONT specifically as a Wifi ID access point to meet the internet needs of lecturers, students and educational staff. However, there are problems identified, namely bandwidth management is not optimal, which results in a bottleneck on one of the ISP lines and not optimal use of the available bandwidth capacity and there is no back up if one of the ONTs has a problem. This research uses the Network Development Life Cycle (NDLC) method which consists of analysis, design, simulation, implementation, monitoring and management stages. In the initial stage, network requirements analysis and network topology design with the addition of a router are carried out. Network testing is carried out at the final stage to ensure that the new network infrastructure is able to work properly. The results of this research provide better internet network optimization in PNP PSDKU South Solok

Manuscript received Oct 22, 2024;
revised Nov 01, 2024. accepted Dec
2, 2024 Date of publication Dec
30, 2024. International Journal,
JITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi
Sistem Informasi licensed under a
Creative Commons Attribution-
Share Alike 4.0 International
License



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang infrastruktur jaringan komputer di Politeknik Negeri Padang (PNP) Program Studi Di luar Kampus Utama (PSDKU) Solok Selatan guna meningkatkan performa jaringan. Saat ini ada 4 unit Optical Network Terminal (ONT) dari ISP Indihome dengan bandwidth untuk 2 ONT sebesar 100 Mbps dan 1 ONT 300 Mbps serta 1 ONT khusus sebagai akses point Wifi id untuk memenuhi kebutuhan internet Dosen, Mahasiswa dan Tenaga kependidikan. Namun terdapat permasalahan yang teridentifikasi, yakni pengelolaan bandwidth belum optimal, yang mengakibatkan bottleneck pada salah satu jalur ISP dan tidak maksimalnya penggunaan kapasitas bandwidth yang tersedia serta belum adanya back up jika salah satu ONT bermasalah. Penelitian ini menggunakan metode Network Development Life Cycle (NDLC) yang terdiri dari tahapan analisis, desain, simulasi, implementasi, monitoring, dan manajemen. Pada tahap awal dilakukan analisis kebutuhan jaringan dan perancangan topologi jaringan dengan penambahan Router. Pengujian jaringan dilakukan pada tahap akhir untuk memastikan bahwa infrastruktur jaringan yang baru mampu bekerja dengan baik. Hasil dari penelitian ini memberikan optimasi jaringan internet yang lebih baik di PNP PSDKU Solok Selatan.

Keywords / Kata Kunci — Jaringan Komputer; Internet; NDLC; Router

CORRESPONDING AUTHOR

Edwar Rosman
Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Padang 25176, Indonesia
Email: Edwar[at]pnp.ac.id

1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi saat ini, internet mempunyai peranan penting dalam aspek kehidupan manusia[1]. Internet dijadikan sebagai kebutuhan dasar yang wajib dipenuhi dalam kehidupan sehari-hari[2]. Internet memberi banyak manfaat dalam proses pertukaran informasi dan transfer ilmu salah satunya di dalam dunia pendidikan[3]. Seperti di PNP PSDKU Solok Selatan, internet digunakan dalam kegiatan belajar mengajar dan untuk mengakses informasi bagi Dosen, Mahasiswa dan Tenaga Kependidikan. Saat ini, jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan telah terhubung dengan internet. Jaringan komputer (computer network) adalah kumpulan komputer yang saling terhubung satu sama lain dengan menggunakan berbagai protokol komunikasi sebagai penghubungnya, sehingga antar komputer bisa saling memberi informasi, berbagi penggunaan aplikasi atau software, dan berbagi fitur dari perangkat keras (hardware) secara bersama-sama dalam satu waktu[4]. Untuk saat ini Jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan belum dikelola dengan optimal, terdapat permasalahan yang teridentifikasi, yakni pengelolaan bandwidth belum optimal, yang mengakibatkan bottleneck pada salah satu jalur ISP dan tidak maksimalnya penggunaan kapasitas bandwidth yang tersedia serta belum adanya back up jika salah satu Optical Network Terminal (ONT) mengalami gangguan.

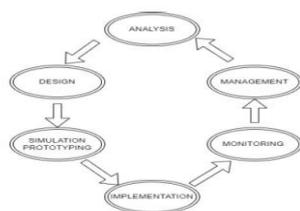
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan agar lebih optimal. Pengembangan jaringan dilakukan dengan menggunakan metode NDLC (Network Development Life Cycle), yang merupakan proses perancangan jaringan komputer yang memiliki siklus awal dari mulai proses membangun hingga mengembangkan jaringan komputer[5]. NDLC merupakan suatu proses pendekatan dalam komunikasi data yang menggambarkan siklus awal dan akhir dalam pengembangan sebuah jaringan komputer[6]. Metode NDLC mengandalkan proses pengembangan sebelumnya seperti perencanaan strategi bisnis, siklus hidup pengembangan aplikasi, dan analisis distribusi data[7].

Dalam pengimplementasian metode NDLC ini, dilakukan penambahan perangkat Mikrotik yang merupakan operating system berbasis Unix yang dirancang sebagai perangkat router di dalam jaringan komputer[8]. MikroTik digunakan dalam pengelolaan jaringan komputer, manajemen bandwidth, dan sebagai firewall untuk mengatur hak akses pengguna[9]. Winbox menjadi aplikasi untuk mengakses server MikroTik dari jarak jauh yang memiliki mode antarmuka grafis (GUI). Penggunaan Winbox memungkinkan konfigurasi MikroTik dapat dilakukan dengan mudah[10]. Melalui penggunaan mikrotik, pengelolaan jaringan komputer dapat dilakukan menjadi lebih efisien, terutama dalam manajemen pembagian bandwidth yang merata bagi setiap pengguna. Bandwidth adalah kapasitas sebuah media transmisi yang dapat membawa data dalam satuan waktu bit perdetik atau dalam istilah lain bit persecond (bps)[11]. Semakin besar kapasitas bandwidth dalam suatu koneksi, maka akan semakin cepat dan lancar pula jalur pengiriman data[11]. Metode yang diterapkan dalam penggunaan bandwidth adalah Bandwidth Management System (BMS) yang merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk mengatur jumlah bandwidth yang akan dipakai oleh setiap pengguna di dalam suatu jaringan, yang bertujuan untuk membagi alokasi bandwidth dengan adil dan merata untuk seluruh pengguna[12].

Selain melakukan pengoptimalan jaringan komputer melalui media kabel, juga dilakukan pada media nirkabel yang dipancarkan oleh access point (AP), yang merupakan perangkat jaringan yang berfungsi untuk menerima dan mengirim data dari adapter nirkabel[13].

Hasil pengembangan jaringan akan diuji menggunakan parameter Quality of Service (QoS). QoS adalah metode pengujian untuk menentukan seberapa bagus suatu jaringan komputer dan merupakan upaya dalam menentukan karakteristik dan sifat dari suatu layanan di dalam jaringan komputer[14].

2. METODOLOGI PENELITIAN



GAMBAR 1. Metode Network Development Life Cycle (NDLC) reinforcement

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan model pengembangan sistem Network Development Life Cycle (NDLC). Berikut gambar dan tahapan-tahapannya[15]:

1. Analisis: Melakukan penyusunan analisis kebutuhan dan topologi jaringan yang ada. Dimana peneliti melakukan kajian literatur terkait pengembangan dan peningkatan performa jaringan komputer, melakukan wawancara dengan pengguna jaringan internet

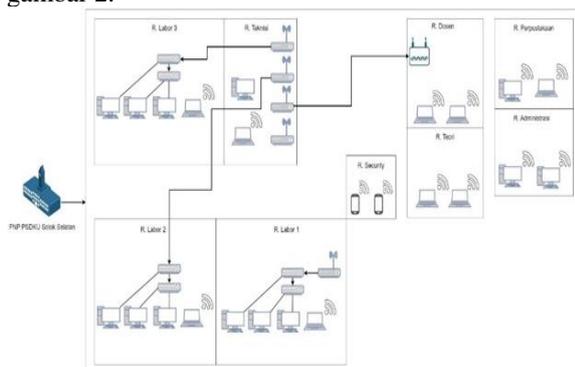
melakukan observasi desain jaringan fisik dan melakukan dokumentasi.

2. Desain: Berdasarkan informasi yang sudah dikumpulkan, peneliti membuat rancangan desain topologi jaringan komputer, perencanaan alokasi IP Adress, perencanaan desain routing dan perencanaan manajemen jaringan komputer. Desain yang dibuat dapat mendukung dan memenuhi persyaratan yang di butuhkan.
3. Simulasi Prototyping: Pada tahapan simulasi, peneliti tidak menggunakan aplikasi simulasi jaringan seperti cisco packet tracer dan GNS3, peneliti langsung menggunakan aplikasi winbox untuk mengakses secara langsung perangkat router mikrotik dan mengimplementasikanya.
4. Implementasi : Mengoptimalkan jaringan komputer melalui penambahan perangkat jaringan yakni router mikrotik untuk melakukan manajemen jaringan komputer seperti mengelola bandwidth dan mengkonfigurasi akses point untuk menyediakan layanan internet via WiFi.
5. Monitoring dan management : Memastikan perangkat yang dipasang berjalan dengan baik melalui pengujian dan menerapkan prosedur pemeliharaan

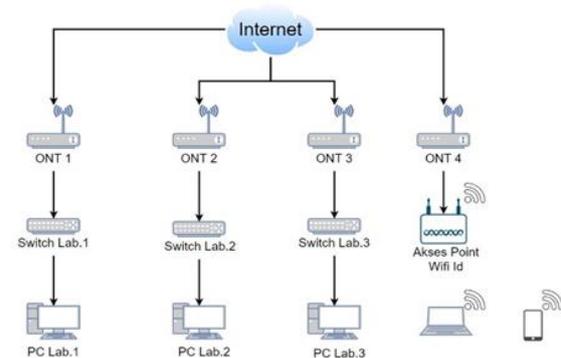
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis

Jaringan komputer Di PNP PSDKU Solok Selatan terhubung ke internet menggunakan Internet Service Provider (ISP) Indihome dari pihak Telkom. Ada 4 unit Optical Network Terminal (ONT), 6 unit Switch yang dibagi ke 3 ruang laboratorium komputer dan 1 unit akses poin yang terpasang pada jaringan komputer tersebut. 3 unit perangkat ONT terhubung ke 3 ruangan laboratorium komputer yang terdiri dari 2 ONT memiliki bandwith 100 Mbps dan 1 ONT 300 Mbps serta 1 ONT lagi hanya sebagai Akses Point Wifi Id. Denah pemasangan perangkat jaringan komputer di setiap ruangan yang ada di PNP PSDKU Solok Selatan saat ini dapat dilihat di gambar 2.



GAMBAR 2. Denah pemasangan perangkat jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan



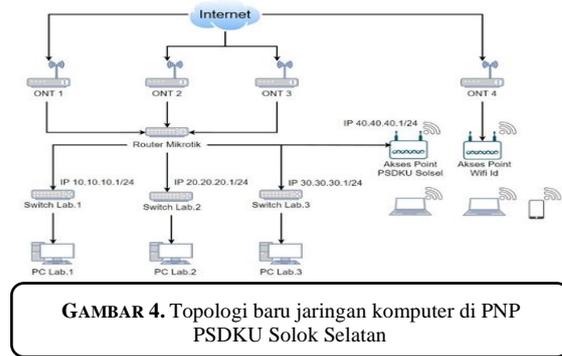
GAMBAR 3. Topologi jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan saat ini

Topologi jaringan internet yang digunakan berdasarkan denah pemasangan perangkat jaringan komputer di setiap ruangan yang ada di PNP PSDKU Solok Selatan saat ini dapat dilihat di gambar 3. Berdasarkan analisa data pada denah dan topologi jaringan tersebut, ditemukan beberapa kekurangan atau kelemahan yakni belum ada perangkat Router, menggunakan 3 perangkat ONT untuk 3 ruangan laboratorium komputer secara terpisah, topologi jaringan yang belum memenuhi kebutuhan dan beban bandwidth internet yang tidak terdistribusi dengan merata serta belum adanya back up jika salah satu ONT bermasalah.

Setelah melakukan identifikasi terhadap desain topologi dan spesifikasi jaringan komputer yang ada saat ini, peneliti melakukan wawancara terhadap Dosen, Teknisi, Pustakawan, Tenaga Kependidikan (Tendik) dan Mahasiswa mengenai kendala yang ada pada jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan. Dari hasil wawancara kendala yang sering terjadi adalah jaringan internet yang terkadang tidak stabil atau lambat baik di jaringan yang menggunakan media kabel maupun wireless, jangkauan acces point yang lemah terutama di ruangan perpustakaan dan ruang administrasi dan kecepatan download yang belum maksimal. Solusinya adalah perlu dilakukan manajemen bandwidth, supaya tidak terjadi perebutan bandwidth yang mengakibatkan jaringan menjadi tidak stabil atau lambat. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengatur alokasi bandwidth di setiap laboratorium dan di perangkat acces point menjadi lebih optimal dan meningkatkan kualitas sinyal wifi melalui penambahan akses point di lokasi strategis. Penelitian ini akan menerapkan load balancing dengan metode PCC (Peer Connection Classifier) dan menerapkan fail over untuk back up koneksi menggunakan Router Mikrotik RB2011 UiAS-2HnD-IN, yang memungkinkan pembagian koneksi internet melalui lebih dari 1 sumber internet. Pendekatan ini memungkinkan router untuk secara proporsional membagi alokasi bandwidth dan menciptakan distribusi yang seimbang

3.2. Desain

Berikut ini merupakan desain topologi jaringan baru yang sudah dibuat untuk diterapkan pada infrastruktur jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan berdasarkan analisis yang sudah dilakukan sebelumnya. Pada topologi baru ini dilakukan penambahan Router Mikrotik RB2011 UiAS-2HnD-IN yang memiliki 10 interfaces ethernet yang dapat mendukung pengembangan jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan. Topologi jaringan yang baru ini ditunjukkan pada gambar 4.



GAMBAR 4. Topologi baru jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan

3.3. Simulasi

Pada tahap ini peneliti tidak melakukan simulasi menggunakan aplikasi seperti cisco packet tracer dan GNS3 karena perangkat mikrotik tidak mendukung untuk aplikasi tersebut. Penulis hanya menggunakan aplikasi winbox untuk mengakses langsung perangkat mikrotik dan mengimplementasikannya.

3.4 Implementasi

Pada tahap ini akan dilakukan konfigurasi pada Router Mikrotik RB2011 UiAS-2HnD-IN sesuai dengan desain topologi baru yang telah dibuat untuk mengatasi permasalahan yang telah dianalisa. Adapun tahapan yang dilakukan sebagai berikut :

a. Mengatur Konfigurasi IP Address

Pada topologi baru, sumber internet dari 3 unit ONT dari ISP Indihome akan dihubungkan ke Router Mikrotik RB2011 UiAS-2HnD-IN melalui interfaces ether 1,2 dan 3, kemudian internet akan disalurkan ke 3 unit Switch yang ada di ruang laboratorium komputer 1,2 dan 3 serta ke 1 unit akses point melalui interfaces ether 4,5,6 dan 7. Konfigurasi IP Address dapat dilihat pada Gambar 5.

b. Membuat konfigurasi Load balance metode Per Connection Classifier (PCC)

Untuk mengoptimalkan bandwidth dari ketiga ONT Indihome, perlu dilakukan konfigurasi load balance metode PCC, hal ini dikarenakan terdapat ketimpangan jumlah bandwidth yang disalurkan ke 3 ruang laboratorium komputer, dimana bandwidth untuk ruang laboratorium 1 lebih besar yakni 300 Mbps, dibandingkan ruang laboratorium 2 dan 3 yang hanya 100 Mbps sementara jumlah user di setiap laboratorium sama yakni 30 user. Melalui penerapan load balance metode PCC, distribusi bandwidth dapat diatur lebih merata, sehingga setiap ruang laboratorium mendapat alokasi bandwidth yang lebih adil dan performa jaringan tetap optimal. Hasil test kecepatan internet di saat hanya 1 user yang aktif melalui website www.speedtest.net untuk masing-masing ONT dapat dilihat pada gambar 6, 7 dan 8.

Address	Network	Interface
10.10.10.1/27	10.10.10.0	ether4-OUT1
20.20.20.1/27	20.20.20.0	ether5-OUT2
30.30.30.1/27	30.30.30.0	ether6-OUT3
40.40.40.1/27	40.40.40.0	ether7-AP
D 192.168.1.25/24	192.168.1.0	ether1-ONT1
D 192.168.1.30/24	192.168.1.0	ether2-ONT2
D 192.168.1.82/24	192.168.1.0	ether3-ONT3

GAMBAR 5. IP Address Output



GAMBAR 7. Kecepatan Internet pada ONT 2 untuk labor 2



GAMBAR 6. Kecepatan Internet pada ONT 1 untuk labor 1



GAMBAR 8. Kecepatan Internet pada ONT 3 untuk labor 3

Dalam melakukan Konfigurasi Load Balancing memerlukan beberapa pengaturan rules pada mangle di router Mikrotik RB2011 UiAS-2HnD-IN. Pertama melakukan Mark Connection untuk menandai koneksi dari interfaces ether 4, 5, 6 dan 7 yang akan ditujukan ke interfaces ether pada ONT 1, 2 dan 3. Kedua melakukan Mark Routing menandai jalan koneksi internet pada interfaces ether 4, 5, 6 dan 7 ke masing masing ONT pada interfaces ether 1, 2 dan 3. Ketiga melakukan Mark Connection lagi pada masing masing interfaces ether ONT 1, 2 dan 3. Keempat melakukan Mark Routing lagi menandai dan mengatur jalur output dari koneksi internet ONT 1, 2 dan 3.

#	Action	Chain	In. Interface	Out. Int.	Connection Mark	Bytes	Packets
0	mark connection	perouting	ether4-OUT1		no-mark	191.4 K.B	1.207
1	mark connection	perouting	ether4-OUT1		no-mark	193.9 K.B	1.413
2	mark connection	perouting	ether4-OUT1		no-mark	257.2 K.B	1.325
3	mark connection	perouting	ether5-OUT2		no-mark	388.0 K.B	2.148
4	mark connection	perouting	ether5-OUT2		no-mark	301.5 K.B	2.146
5	mark connection	perouting	ether5-OUT2		no-mark	288.5 K.B	2.029
6	mark connection	perouting	ether6-OUT3		no-mark	0 B	0
7	mark connection	perouting	ether6-OUT3		no-mark	0 B	0
8	mark connection	perouting	ether6-OUT3		no-mark	0 B	0
9	mark connection	perouting	ether7-AP		no-mark	29.6 K.B	478
10	mark connection	perouting	ether7-AP		no-mark	27.7 K.B	448
11	mark connection	perouting	ether7-AP		no-mark	28.2 K.B	456
12	mark routing	perouting	ether4-OUT1	ONT1		129.9 M.B	1.202.586
13	mark routing	perouting	ether4-OUT1	ONT3		246.3 M.B	654.818
14	mark routing	perouting	ether4-OUT1	ONT2		103.8 M.B	140.093
15	mark routing	perouting	ether5-OUT2	ONT1		11.2 M.B	127.903
16	mark routing	perouting	ether5-OUT2	ONT3		8.4 M.B	47.341
17	mark routing	perouting	ether5-OUT2	ONT2		8.3 M.B	134.062
18	mark routing	perouting	ether6-OUT3	ONT1		0 B	0
19	mark routing	perouting	ether6-OUT3	ONT2		0 B	0
20	mark routing	perouting	ether6-OUT3	ONT3		0 B	0
21	mark routing	perouting	ether7-AP	ONT1		29.6 K.B	478
22	mark routing	perouting	ether7-AP	ONT2		29.6 K.B	496
23	mark routing	perouting	ether7-AP	ONT3		27.7 K.B	448
24	mark connection	perouting	ether1-ONT1		no-mark	33.5 K.B	250
25	mark connection	perouting	ether2-ONT2		no-mark	158.5 K.B	1.120
26	mark connection	perouting	ether3-ONT3		no-mark	77.9 K.B	522
27	mark routing	output		ONT1		186.1 K.B	1.238
28	mark routing	output		ONT3		189.6 K.B	1.443
29	mark routing	output		ONT2		158.3 K.B	1.222

GAMBAR 9. Konfigurasi Mangle

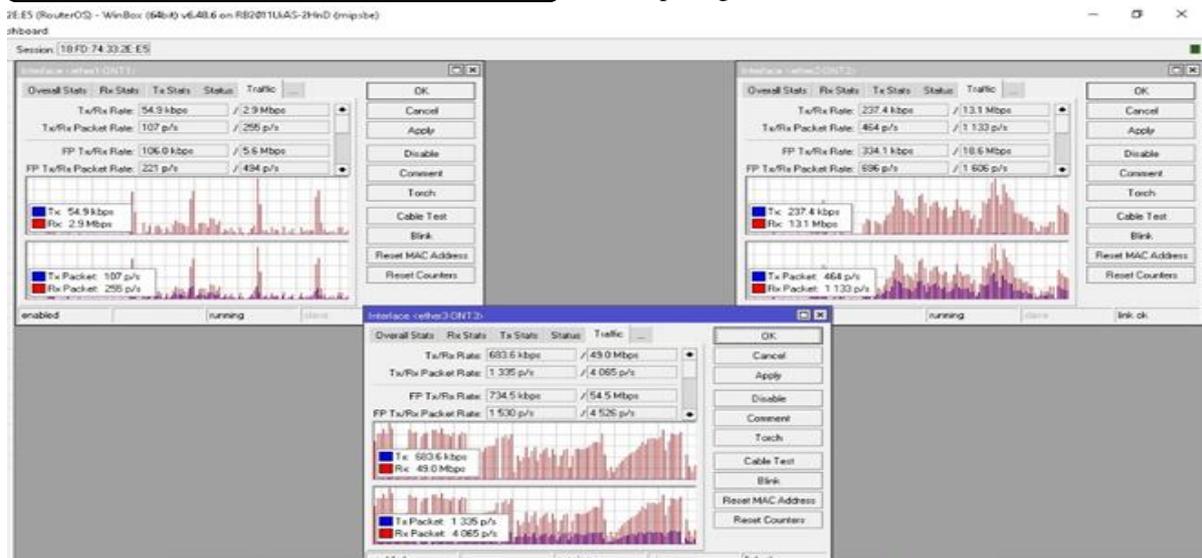
Langkah selanjutnya adalah memastikan setiap jalur routing berfungsi dengan baik hingga muncul status 'reachable' pada setiap interface output ether. Setelah itu, load balancing dapat berjalan secara efektif, memastikan penggunaan bandwidth yang lebih merata di seluruh jaringan. Pada tahap ini load balancing dengan Metode PCC sudah berjalan dengan baik.

Dest. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
AS	0.0.0.0/0	1	KE ONT1	
AS	0.0.0.0/0	1	KE ONT2	
AS	0.0.0.0/0	1	KE ONT3	
S	0.0.0.0/0	3		
S	0.0.0.0/0	2		
S	0.0.0.0/0	1		
DAC	10.10.10.0/24	0	10.10.10.1	
DAC	20.20.20.0/24	0	20.20.20.1	
DAC	30.30.30.0/24	0	30.30.30.1	
DAC	40.40.40.0/24	0	40.40.40.1	
DAC	192.168.1.0/24	0	192.168.1.30	

GAMBAR 10. Konfigurasi Routes

selanjutnya melakukan konfigurasi routing pada ketiga ONT ke masing masing output interface ether, hingga muncul keterangan reachable. Pada penelitian ini yang menggunakan 3 ONT dari ISP yang sama yakni indihome, maka IP gateway yang diberikan dari pihak ISP untuk setiap ONT akan sama ketiganya. IP gateway yang sama menjadikan load balance menjadi tidak efektif karena router tidak dapat membedakan jalur keluar dari masing-masing ONT. Untuk mengatasi hal ini, terlebih dahulu harus menambahkan parameter % di pengaturan gateway pada Mikrotik. Penggunaan parameter % memungkinkan router untuk mengidentifikasi dan membedakan setiap gateway yang memiliki IP yang sama. Dengan konfigurasi ini, ketiga ONT dapat memberikan akses koneksi secara bersamaan, sehingga distribusi bandwidth menjadi lebih optimal.

Gambar 10 adalah konfigurasi routes di router mikrotik. Setelah melakukan load balance metode PCC, ONT 1, 2 dan 3 kini dapat memberikan koneksi secara bersamaan dan kecepatan internet di 3 labor komputer menjadi sama. Load balancing pada penelitian ini tidak mendapatkan kecepatan tunggal yang merupakan gabungan dari ketiga ONT, namun hanya distribusi bandwidth secara paralel melalui jalur yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada gambar 11 dan 12.



GAMBAR 10. Koneksi ISP berjalan bersamaan

c. Mengatur konfigurasi Failover

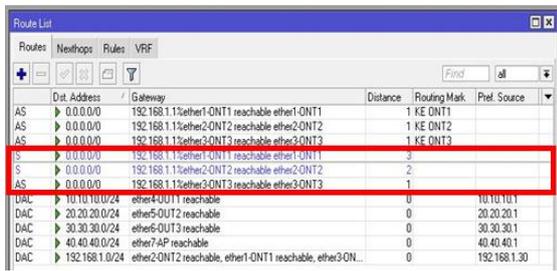
Melakukan konfigurasi failover dapat dilakukan dengan mengatur opsi check-gateway dan mengatur nilai distance pada tiap rule routing. Opsi check-gateway memungkinkan router untuk memeriksa status koneksi ke gateway, sementara nilai distance digunakan untuk menentukan prioritas jalur routing. Jalur dengan distance lebih rendah akan dipilih sebagai jalur utama, dan jika koneksi tersebut gagal, jalur dengan distance lebih tinggi secara otomatis akan dipilih sebagai jalur cadangan (failover). Gambar 13 yang ditandai dalam garis merah adalah konfigurasi fail over di router mikrotik.

d. Melakukan konfigurasi Akses Point

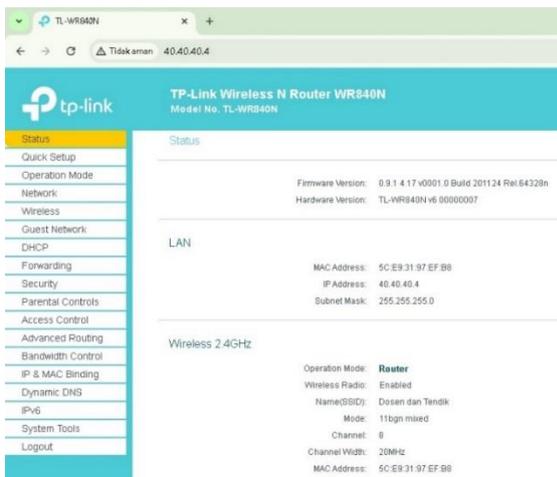
Penambahan akses point dilakukan untuk meningkatkan aksesibilitas internet di lokasi blank spot atau yang tidak terjangkau oleh akses point wifi id dari indihome. Akses point yang digunakan yakni TPLink TL-WR840N dapat memberikan kecepatan internet hingga 300Mbps. Akses point dihubungkan ke router mikrotik melalui interface ether 7. Konfigurasi akses point dapat dilihat pada gambar 14.

e. Melakukan Manajemen Bandwidth

Skenario dalam manajemen bandwidth pada penelitian ini adalah memanfaatkan bandwidth yang didapat setelah penerapan load balance yakni 200 Mbps.

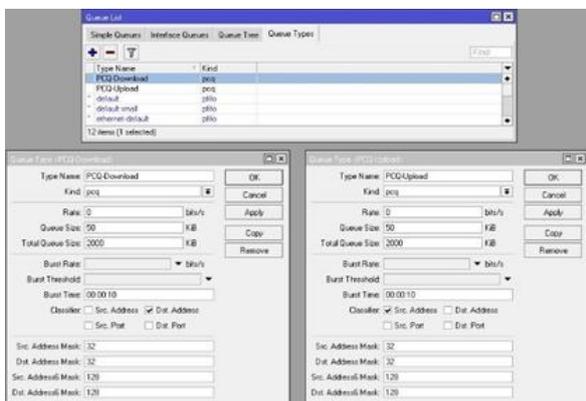


GAMBAR 13. Konfigurasi Failover



GAMBAR 14. Konfigurasi Akses Point

Bandwidth tersebut akan dibagikan secara merata ke 4 output, yakni ruang laboratorium komputer 1, 2 dan 3 serta 1 akses point. Pembagian bandwidth dilakukan secara dinamis dan proporsional berdasarkan jumlah user yang aktif. Semakin banyak user yang aktif, maka bandwidth yang diperoleh setiap user akan semakin kecil, sedangkan semakin sedikit user yang aktif, maka semakin besar bandwidth yang diperoleh masing-masing user. Skenario ini diterapkan untuk mengoptimalkan penggunaan bandwidth yang tersedia dan memastikan setiap user mendapat alokasi bandwidth yang sesuai kebutuhan jaringan. Maka penggunaan Per Connection Queue (PCQ) dan Queue Tree dalam manajemen bandwidth ini dipilih agar dapat mengalokasikan bandwidth dengan efisien dan adil dan dapat menjaga stabilitas jaringan serta memastikan penggunaan bandwidth maksimal ketika beban atau trafik jaringan rendah. PCQ bekerja dengan prinsip bahwa jika hanya satu pengguna yang terhubung maka akan mendapatkan semua bandwidth yang ada. Jika terdapat beberapa pengguna yang melakukan akses internet di dalam jaringan, maka bandwidth yang tersedia akan dibagikan sama rata secara adil, hal ini juga berlaku untuk setiap pengguna tambahan lainnya yang terkoneksi di dalam jaringan komputer, sehingga setiap pengguna akan memperoleh bandwidth yang sama rata[16].



GAMBAR 15. Konfigurasi PCQ dan Queue Tree

Queue Tree merupakan metode yang dirancang dan di gunakan untuk menangani tugas antrian yang lebih kompleks terhadap lalu lintas data di dalam jaringan[17]. Konfigurasi PCQ dengan Queue Tree dalam manajemen bandwidth dapat dilihat pada gambar 15.

3.5 Monitoring

Pada tahap ini dilakukan monitoring dengan menguji jaringan yang telah mendapat konfigurasi pada router mikrotik. Pengujian dilakukan menggunakan parameter QoS dan menggunakan standarisasi dari versi TIPHON yang menjadi acuan dalam pengukuran parameternya[18]. Parameter yang diukur yakni delay, jitter, throughput dan packet loss. Data yang digunakan adalah data hasil monitoring menggunakan aplikasi wireshark saat user menonton video dengan kualitas resolusi 1080p di website www.youtube.com. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali.

a. Pengujian Pertama

Perhitungan Delay

$$\begin{aligned} \text{Delay} &= \frac{\text{Total waktu pengiriman}}{\text{Total packet yang diterima}} & (1) \\ &= \frac{80,869 \text{ s}}{34427} \\ &= 0,0023 \text{ s} \\ &= 2,3 \text{ ms} \end{aligned}$$

Perhitungan Jitter

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total packet yang diterima}} & (2) \\ &= \frac{425,7 \text{ s}}{34427} \\ &= 0,012 \text{ s} \\ &= 12 \text{ ms} \end{aligned}$$

Perhitungan Throughput

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman}} & (3) \\ &= \frac{37133137}{80,869} \\ &= 459176 \text{ Byte} \\ &= 3673408 \text{ bit} \\ &= 3,67 \text{ mb} \end{aligned}$$

Perhitungan Packet loss

$$\begin{aligned} \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{Packet data dikirim} - \text{packet data diterima}}{\text{paket data dikirim}} \right) \times 100\% & (4) \\ &= \left(\frac{34427 - 34427}{34427} \right) \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

b. Pengujian Kedua

Perhitungan Delay

$$\begin{aligned} \text{Delay} &= \frac{\text{Total waktu pengiriman}}{\text{Total packet yang diterima}} & (1) \\ &= \frac{89,687 \text{ s}}{36880} \\ &= 0,0024 \text{ s} \\ &= 2,4 \text{ ms} \end{aligned}$$

Perhitungan Jitter

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total packet yang diterima}} & (2) \\ &= \frac{411,2 \text{ s}}{36880} \\ &= 0,011 \text{ s} \\ &= 11 \text{ ms} \end{aligned}$$

Perhitungan Throughput

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman}} & (3) \\ &= \frac{40307228}{89,687} \\ &= 449421 \text{ Byte} \\ &= 3595368 \text{ bit} \\ &= 3,6 \text{ mb} \end{aligned}$$

Perhitungan Packet loss

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{\text{Packet data dikirim} - \text{packet data diterima}}{\text{paket data dikirim}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

$$= \left(\frac{36880 - 36880}{36880} \right) \times 100\% = 0\%$$

c. Pengujian Ketiga
 Perhitungan Delay

$$\begin{aligned} \text{Delay} &= \frac{\text{Total waktu pengiriman}}{\text{Total packet yang diterima}} & (1) \\ &= \frac{140,522 \text{ s}}{54335} \\ &= 0,0026 \text{ s} \\ &= 2,6 \text{ ms} \end{aligned}$$

Perhitungan Jitter

$$\begin{aligned} \text{Jitter} &= \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total packet yang diterima}} & (2) \\ &= \frac{386,7 \text{ s}}{54335} \\ &= 0,0071 \text{ s} \\ &= 7,1 \text{ ms} \end{aligned}$$

Perhitungan Throughput

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman}} & (3) \\ &= \frac{61033711}{140,522} \\ &= 434336 \text{ Byte} \\ &= 3474685 \text{ bit} \\ &= 3,47 \text{ mb} \end{aligned}$$

Perhitungan Packet loss

$$\begin{aligned} \text{Packet loss} &= \left(\frac{\text{Packet data dikirim} - \text{packet data diterima}}{\text{paket data dikirim}} \right) \times 100\% & (4) \\ &= \left(\frac{54335 - 54335}{54335} \right) \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit (maxlen)
Ethernet	0 (0.0%)	none	Ethernet	262144 bytes

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	36880	36880 (100.0%)	—
Time span, s	00.607	00.607	—
Average pps	411.2	411.2	—
Average packet size, B	1039	1039	—
Bytes	40207228	40207228 (100.0%)	0
Average bytes/s	449 k	449 k	—
Average bits/s	3595 k	3595 k	—

Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit (maxlen)
Ethernet	0 (0.0%)	none	Ethernet	262144 bytes

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	54335	54335 (100.0%)	—
Time span, s	140.522	140.522	—
Average pps	386.7	386.7	—
Average packet size, B	1123	1123	—
Bytes	61033711	61033711 (100.0%)	0
Average bytes/s	434 k	434 k	—
Average bits/s	3474 k	3474 k	—

GAMBAR 16. Hasil Screenshoot wireshark dari beberapa pengujian

Pada tabel 1 dapat dijelaskan hasil perhitungan parameter QoS untuk parameter delay dikategorikan sangat bagus, Jitter bagus, Throughput Terbaik dan Packet Loss Sangat Bagus berdasarkan kriteria standard Tiphon[18].

TABEL 1. Hasil Pengujian QoS

No	Parameter QoS	Pengujian Ke-			Tiphon
		1	2	3	
1	Delay	2,3 ms	2,4 ms	2,6 ms	Sangat Bagus
2	Jitter	12 ms	11 ms	7,1 ms	Bagus
3	Throughput	3,67 mb	3,6 mb	3,47 mb	Terbaik
4	Packet loss	0%	0%	0%	Sangat Bagus

3.6 Manajemen

Untuk menjaga jaringan komputer di PNP PSDKU Solok Selatan yang telah diperbaharui ini agar tetap dalam kondisi baik, perlu melakukan hal berikut :

- Melakukan monitoring jaringan secara berkala untuk mendeteksi potensi gangguan dan menyiapkan langkah-langkah pencegahan dan penanganannya.
- Merawat secara berkala perangkat jaringan seperti router, switch dan akses point.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penerapan metode Network Development Life Cycle (NDLC) terhadap Pengembangan Infrastruktur Jaringan Komputer PNP PSDKU Solok Selatan dapat disimpulkan bahwa pengembangan infrastruktur jaringan komputer berhasil dilakukan secara sistematis dan terstruktur sesuai tahapan pada metode NDLC, dimulai dari tahapan identifikasi kebutuhan, analisis, desain, implementasi, hingga monitoring dan manajemen. Hasil implementasi menghasilkan performa jaringan yang baik, melalui distribusi bandwidth yang lebih merata, konektivitas antar ruang laboratorium komputer yang stabil, penambahan akses point di titik blank spot, dan kemampuan jaringan untuk mendukung beban lalu lintas yang besar. Pengujian kualitas layanan jaringan melalui parameter QoS menunjukkan bahwa jaringan dapat mendukung kegiatan perkuliahan secara optimal, dengan tingkat throughput, delay, jitter dan packet loss yang bagus sesuai dengan standard Tiphon. Penerapan metode NDLC juga memungkinkan adanya fleksibilitas untuk melakukan perbaikan dan pengembangan jaringan lanjutan sesuai kebutuhan, untuk memastikan infrastruktur jaringan komputer ada di PNP PSDKU Solok Selatan dapat beradaptasi dengan pertumbuhan jumlah pengguna dan perkembangan teknologi jaringan komputer di masa yang akan datang.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih peneliti ucapkan kepada P3M Politeknik Negeri Padang yang telah mendanai penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar

REFERENSI

- [1] D. Saputra and B. Yulisa Geni, "ANALISA DAN PERANCANGAN JARINGAN WIRELESS LOCAL AREA NETWORK (WLAN) DENGAN MENGGUNAKAN METODE NDLC STUDI KASUS : DI TOKO BESI KUNCIRAN BAJA," JATI : Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika, Vol. 8 No. 2, (2024), DOI: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i2.9395>.
- [2] D. Anamatalu and F. Hariadi, "User And Bandwidth Management Using Mikrotik Hotspot At State Vocational School 5 Waingapu Manajemen Pengguna dan Bandwidth Menggunakan Hotspot Mikrotik Pada Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Waingapu," 2023.
- [3] Aren Brayen Sangi, Ferdinan I. Sangkop, and Olivia Kembuan, "Perancangan Dan Implementasi Jaringan Internet Berbasis Mikrotik," Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik, vol. 2, no. 2, pp. 170–186, May 2023, doi: 10.55606/juprit.v2i2.1938.
- [4] E. Bagoes Pabelan and I. Ketut Sudaryana, "IMPLEMENTASI LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE NTH PADA PT. ZYREXINDO MANDIRI BUANA UNTUK OPTIMALISASI JARINGAN," JATI : Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika, Vol. 8 No. 3, (2024), DOI: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i3.9491>.
- [5] R. Danil Fajri and R. Djatalov, "Implementasi Jaringan Hotspot Menggunakan Mikrotik untuk RT RW.Net Dengan Menggunakan Metode Network Development Life Cycle (NDLC) Pada Kampung Kelapa Indah Tangerang." [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- [6] D. Lusi, Y. Suban Belutowe, U. I. Kupang Jl Perintis Kemerdekaan, K. Putih, and K. Kupang, "ANALISIS DAN IMPLEMENTASI DESAIN JARINGAN HOTSPOT BERBASIS MIKROTIK MENGGUNAKAN METODE NDLC (NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE) PADA KANTOR BALAI PELAKSANAAN JALAN NASIONAL NTT," Jurnal Teknologi Informasi, vol. 7, no. 1, 2023.
- [7] A. P. Pratama, L. Sugiyanta, and A. Idrus, "Design And Implementation of Freeradius as A User Manager on The Mikrotik Hotspot Network at PT Indotruck Utama using The NDLC (Network Development Life Cycle) Method," International Journal of Information System & Technology Akreditasi, vol. 7, no. 2, pp. 136–143, 2023.
- [8] Yunanri. W., Y. B. Fitriana, and R. A. Surya, "Analysis And Design of Internet Network Infrastructure With Mikrotik Devices At The Penyaring Village Office Using The NDLC Method," Brilliance: Research of Artificial Intelligence, vol. 3, no. 2, pp. 384–395, Jan. 2024, doi: 10.47709/brilliance.v3i2.3377.
- [9] A. Fajril and G. Purnama, "PERANCANGAN JARINGAN BARU PADA PT ATOZ TEKNIK SEJAHTERA DENGAN MENERAPKAN METODE NDLC," 2024.

- [10] A. Irman, "Implementasi Load Balance Mikrotik Dual ISP Dengan PCC dan Metode Failover Pada PT. Wahana Ciptasinatria," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 10, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.urindo.ac.id/index.php/TI/index>
- [11] Miftahur Rahman, Moh. Dasuki, and Hardian Oktavianto, "Implementasi Manajemen Bandwidth Simple Queue Sebagai Optimalisasi Layanan Jaringan Internet Warga Menggunakan Metode NDLC," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 5, no. 1, pp. 27–35, Apr. 2024, doi: 10.37859/coscitech.v5i1.6899.
- [12] Selviana and Lukman, "Analisis Dan Impelementasi Sistem Otentikasi Dan Manajemen Bandwidth Menggunakan Ndlc Pada Desa Mekar Jaya Jambi".
- [13] T. Ariyadi, T. Dali Purwanto, and M. M. Fajar, "Tamsir Ariyadi Implementasi Desain Jaringan Hotspot Implementasi Desain Jaringan Hotspot Berbasis Mikrotik Dengan Metode NDLC (Network Development Life Cycle) Pada PT Kirana Permata."
- [14] S. Turangga and Y. Arie, "ANALISIS INTERNET MENGGUNAKAN PARAMETER QUALITY OF SERVICE PADA ALFAMART TUPAREV 70," 2022.
- [15] A. N. Hafizh and W. Sulisty, "Optimalisasi Dua Layanan Jaringan Internet Menggunakan Teknik Load Balancing dengan Metode Peer Connection Classifier (PCC) (Studi Kasus: Jaringan Internet Desa Banyuanyar Boyolali)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 8, no. 1, p. 2024, 2024, doi: 10.35870/jti.
- [16] R. Ridobillah, D. Indrayana, and F. Frazna Az-Zahra, "ANALISIS PERBANDINGAN UNTUK OPTIMALISASI JARINGAN MENGGUNAKAN METODE QUEUE TREE DAN PCQ DI ICT UMMI," 2024.
- [17] E. Rosman, H. Amnur, "Instalasi Jaringan Komputer Sebagai Penunjang Layanan Administrasi Masyarakat Nagari Bomas", *Jiptek*, vol. 2, no. 1, pp. 24–27, Jun. 2024, doi: 10.62527/jiptek.2.1.14.
- [18] F. W. Christanto, A. F. Daru, and A. Kurniawan, "Metode PCQ dan Queue Tree untuk Implementasi Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 407–412, Apr. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3026.
- [19] A. Fachreza Arman, E. Budiman, and M. Taruk, "Implementasi Metode PCQ pada QoS Jaringan Komputer Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman," *JURTI*, vol. 4, no. 2, 2020.
- [20] H. Amnur, Rasyidah, and F. Setyawan, "Keamanan Jaringan Wireless Dengan Kali Linux", *jitsi*, vol. 3, no. 1, pp. 16 - 22, Mar. 2022