



## **Analisis QoS Menggunakan *Load Balancing* dengan Metode Nth Dan *Failover* Pada Mikrotik Di SMKN 1 PPU**

**Rizal Rahmadhani<sup>1)</sup>, Aji Ery Burhandenny<sup>2)</sup>, Adi Pandu Wirawan<sup>3)</sup>, Didit Suprihanto<sup>4)</sup>, Happy Nugroho<sup>5)</sup>**

<sup>1,2,3,4,5)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mulawarman  
E-mail: rizal123111@gmail.com

### **ABSTRAK**

Koneksi internet yang cepat dan stabil adalah harapan semua instansi dan perusahaan dalam upaya meningkatkan kinerja yang dilakukan secara online. Namun untuk mendapatkan kualitas koneksi yang diharapkan terkadang banyak kendala apalagi jika kita mengharapkan hanya dari 1 penyedia layanan internet. Penambahan ISP dalam upaya meningkatkan kualitas koneksi bisa menjadi solusi jika di konfigurasi dengan tepat. Load Balancing merupakan salah satu cara untuk menggabungkan dua koneksi jaringan menjadi satu. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut yaitu dengan menerapkan teknik Load balancing metode Nth dan failover yang berfungsi untuk membagi dan menyeimbangkan beban trafik pada dua jalur koneksi yang ada dan failover berfungsi untuk membackup jika salah satu ISP mati. Hasil pengujian metode failover didapatkan hasil Indihome 1 detik dan Indosat LTE 2 detik dengan hasil ini dapat dikategorikan Sangat cepat. Untuk hasil load balancing metode Nth didapatkan hasil rata-rata Throughput 14472 kbps untuk 360p, 45501 kbps untuk 480p, dan 27678 kbps untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan sangat baik dari standar TIPHON, untuk rata-rata delay 87,25 ms untuk 360p, 340,6 ms untuk 480p dan 375 ms untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan cukup dari standar TIPHON, terakhir rata-rata packetloss 0,6% untuk 360p, 0,4% untuk 480p dan 0,3% untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan sangat baik dari standar TIPHON.

Kata Kunci : Load Balancing, Mikrotik, Nth, Failover, QoS

### **ABSTRACT**

*A fast and stable internet connection is the hope of all agencies and companies in their efforts to improve online performance. However, sometimes there are many obstacles to getting the desired connection quality, especially if we expect it from only 1 internet service provider. Adding an ISP in an effort to improve connection quality could be a solution if configured correctly. Load Balancing is a way to combine two network connections into one. The solution that can be taken to overcome this problem is by implementing the Nth method of load balancing and failover techniques which function to divide and balance the traffic load on the two existing connection lines and failover functions to back up if one of the ISPs goes down. The failover method test results showed that Indihome was 1 second and Indosat LTE was 2 seconds, with these results being categorized as very fast. For the Nth method load balancing results, the average Throughput results were 14472 kbps for 360p, 45501 kbps for 480p, and 27678 kbps for 720p. These results can be categorized as very good from the TIPHON standard, for an average delay of 87.25 ms for 360p, 340.6 ms for 480p and 375 ms for 720p from these results can be categorized as sufficient from the TIPHON standard, finally the average packet loss is 0.6% for 360p, 0.4% for 480p and 0.3% for 720p from these results can be categorized as very good by TIPHON standards.*

*Keywords: Load Balancing, Mikrotik, Nth, Failover, QoS*

## 1. Pendahuluan

Untuk dapat mengakses informasi dari Google atau Youtube, penggunaan internet telah berkembang menjadi tuntutan mendasar atau krusial di era globalisasi saat ini. Saat ini, mengakses internet diperlukan untuk lebih dari sekadar berselancar dan berbicara itu juga diperlukan untuk bermain game online dan menonton video streaming. Beban trafik (lalu lintas web) jaringan menjadi tidak merata akibat kebutuhan akses yang sangat tinggi.

Ketersediaan *bandwidth* (kecepatan) yang memadai atau besar merupakan salah satu faktor terpenting dalam mengembangkan infrastruktur internet yang andal. sehingga lebih dari satu jalur dapat digunakan untuk menyediakan kapasitas *bandwidth* yang lebih stabil. Ini membutuhkan minimal dua jalur untuk memastikan bahwa kapasitas bandwidth digunakan secara maksimal, sehingga mengurangi beban lalu lintas dan meningkatkan waktu respons akses internet.

*Wireshark* adalah Aplikasi filter data paket jaringan yang menawarkan paket data yang akurat dan menyeluruh. Untuk mengetahui apa yang terjadi dalam paket jaringan, program ini dapat digunakan sebagai alat ukur yang praktis. Salah satu aplikasi filter data Paket jaringan terbesar adalah Wireshark (Sharpe dkk, 2004).

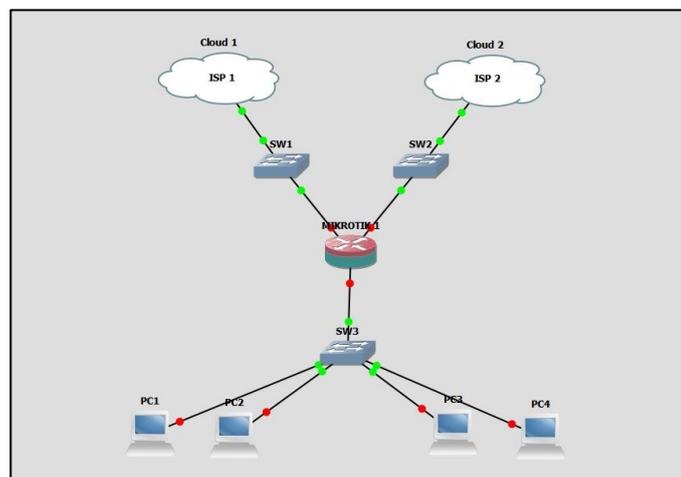
Beberapa penelitian terdahulu yang melakukan tema serupa diantaranya, penerapan metode Nth melalui load balancing (penyeimbangan beban) mendapatkan hasil keseimbangan trafik yang bagus melalui dua jalur ISP Indihome dan Indosat (Warman & Andrian, 2017), Penerapan metode perbandingan PCC (Per Connection Classifier) dan Nth melalui load balancing mendapatkan hasil bahwa PCC lebih baik dari pada Nth berdasarkan standar TIPHON (Telecommunications And Internet Protocol Harmonization Over Networks) (Arjeko, 2021).

Penelitian ini akan melakukan analisis QoS pada jaringan yang ada pada SMKN 1 PPU dengan metode Nth dan Failover yang bertujuan menilai kualitas layanan jaringan yang ada dan memkasimalkan jaringan apabila kualitas tidak stabil dan baik, dengan cara dilakukan Load balancing pada mikrotik dengan pengukuran parameter *Throughput*, *Delay* dan *Packetloss*. Selain itu bagian konfigurasi load balancing yang tepat diterapkan pada lokasi penelitian dengan perancangan yang diperoleh supaya lebih sesuai standar karena didapatkan dari hasil suvei langsung ke lapangan. Maka hasil analisis yang ditampilkan berdasarkan pengujian sebelum dan sesudah load balancing.

## 2. Tinjauan Pustaka

### A. Load balancing

Load balancing adalah teknik untuk terus mendistribusikan beban kerja lalu lintas data melalui sejumlah perantara untuk memanfaatkan sumber daya yang sudah ada dan meningkatkan kinerja. Proksi menggunakan teknik yang disebut penyeimbangan beban untuk menyebarkan beban lalu lintas data secara merata ke dua atau lebih jalur koneksi, memungkinkan lalu lintas mengalir secara efisien untuk meningkatkan throughput, menurunkan waktu respons, dan menghindari beban berlebih pada setiap jalur koneksi.



Gambar 1. Load Balancing 2 ISP

**B. Quality of Service**

QoS adalah metode yang digunakan untuk menentukan kemampuan jaringan, seperti aplikasi, host, atau router dengan tujuan menyediakan layanan jaringan yang lebih baik. Bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kinerja pada jaringan, yang membantu dalam meningkatkan produktivitas jaringan.

1) *Throughput*

Throughput adalah kecepatan transfer data efektif, diukur dalam bit per second (bps). Throughput ditentukan oleh jumlah paket selesai yang berhasil dikirim ke tujuan dalam kerangka waktu yang diperlukan dan dikumpulkan berdasarkan durasi waktu aktual yang sedang diamati.

Persamaan perhitungan *Throughput*:

$$Throughput = \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}} \dots\dots\dots (1)$$

Tabel 1. Standar Kategori *Throughput*

Kategori	<i>Throughput (kbps)</i>	Indeks
Sangat baik	2,1 Mbps	4
Baik	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
Cukup	700 – < 1200 kbps	2
Kurang baik	338 – < 700 kbps	1
Buruk	0 – < 338 kbps	0

2) *Delay*

Keterlambatan (delay) adalah jumlah waktu yang diperlukan paket data untuk melakukan perjalanan dari asalnya ke tujuan yang dituju. Keterlambatan mungkin disebabkan oleh lalu lintas, media yang salah, atau waktu pemrosesan yang lama.

Persamaan perhitungan *Delay*:

$$Delay = \frac{\text{Delay}}{\text{Paket yang diterima}} \dots\dots\dots (2)$$

Tabel 2. Standar Kategori *Delay*

Kategori	Besar <i>delay (ms)</i>	Indeks
Sangat baik	0 s/d < 150	4
Baik	150 s/d < 300	3
Cukup	300 s/d < 450	2
Buruk	≥450	1

3) *Paketloss*

Paket data yang hilang karena pengamatan dikenal sebagai packetloss. Ini terjadi karena adanya paket data jaringan komputer meluap dan mencapai tujuannya.

Persamaan perhitungan *Packetloss*:

$$Packetloss = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima})}{\text{Paket data dikirim}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Tabel 3. Standar Kategori *Packetloss*

Kategori	<i>Packetloss (%)</i>	Indeks
Sangat baik	0 - < 3	4
Baik	3 - < 15	3
Cukup	15 - < 25	2
Buruk	$\geq 25$	1

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk menggunakan metode kuantitatif. Dikatakan metode kuantitatif dikarenakan metode kuantitatif memiliki tahapan seperti Fase Konseptual (Teori), Fase perancangan (Tahapan), Fase empirik (Pengumpulan Data), Fase analitik (Analisa Data), dan Fase diseminasi (Laporan hasil).

#### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis yaitu Software dan Hardware dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4. Spesifikasi Perangkat Keras

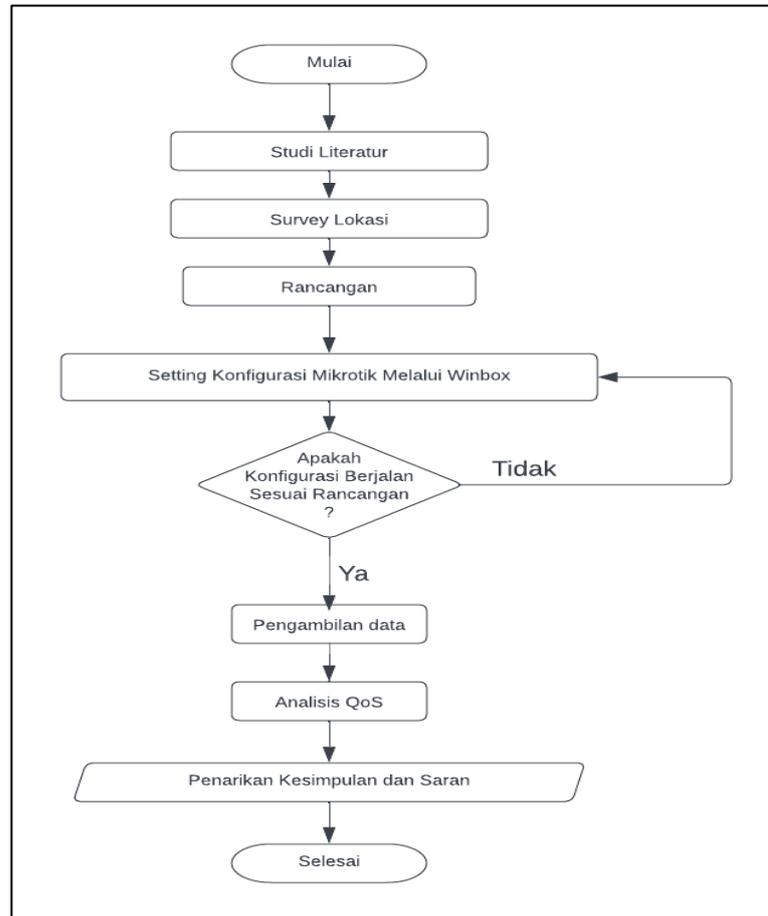
No	Hardware	Spesifikasi	Jumlah
1	Router TLwr820n	<i>Prosesor - single core CPU</i> <i>Ethernet – 1x 10/100 Mbps port</i> <i>Power: 5 V / 0,6 A</i>	1
2	Mikrotik RB750	<i>CPU – AR7241 400 MHz</i> <i>Main storage – 64 MB</i> <i>RAM – 32 MB</i> <i>LAN Port – 5</i> <i>Power: 10 -25 V</i>	1
3	Switch TL-sf1005D	<i>Interface - 5 10/100 Mbps RJ45Port</i> <i>External power – 5,0 VDC/ 0,6 A</i> <i>Max power – 1,87 W(220V/50Hz)</i>	1
4	Laptop Infinix x2	<i>Prosesor - i3 1005g1</i> <i>Storage -SSD 256 GB</i> <i>Ram - 8 GB</i> <i>Windows - 11</i>	1
5	Laptop HP	<i>Prosesor - i3 10110U</i> <i>Storage - 512 GB</i> <i>Ram – 8 GB</i> <i>Windows - 11</i>	4
6.	Kabel LAN	<i>IEEE 802.3 10BASE-T</i> <i>10/100 Mbps</i>	8

Tabel 5. Spesifikasi Perangkat lunak

No	Software	Kegunaan
1	Winbox (64-bit) v.3.37	Untuk mengkonfigurasi <i>load balancing</i> 2 ISP
2	Cisco Packet Tracer v.8.2.0	Untuk mensimulasikan rancangan/ rangkaian <i>Load balancing</i>
3	Wireshark v.4.0.7	Untuk menganalisa jaringan atau pengumpulan data jaringan
4	Speedtest by Ookla	Untuk melihat <i>speed</i> jaringan yang digunakan
5	Chrome	Untuk membuka youtube sebagai pengujiannya

## B. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian dari “Analisis *Quality Of Service* Menggunakan *Load Balancing* Dengan Metode Nth Dan *Failover* Pada Mikrotik Di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Penajam Paser Utara” ditampilkan dalam diagram alir pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### A. Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data ini ada beberapa tahap yang harus dilakukan diantaranya yaitu mengkonfigurasi rancangan metode Nth dan Failover seperti berikut:

#### a. Konfigurasi Metode Nth

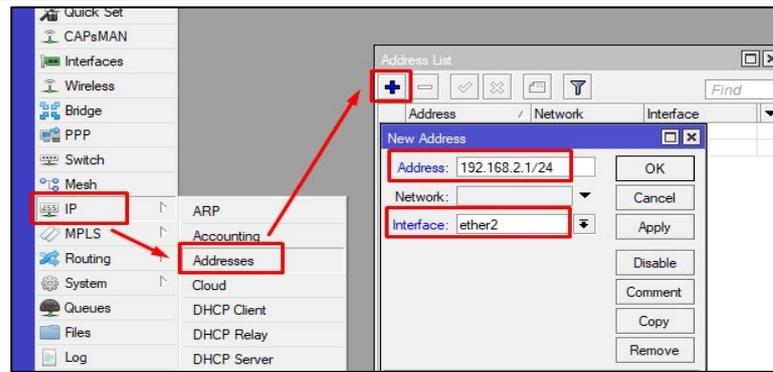
Ada beberapa konfigurasi yang harus dilakukan sebelum pengambilan data diantaranya sebagai berikut:

##### 1. Mengatur Nama pada *Interface*

Pada proses ini dilakukan konfigurasi pada menu *interface*, dengan cara masuk ke aplikasi winbox, dilanjutkan dengan pemilihan *interface* ether 1,2, dan 5 lalu dirubah dengan nama sesuai rancangan yang dibuat.

##### 2. Mengatur IP

Pada proses ini dilakukan konfigurasi pada menu IP dengan cara masuk ke aplikasi winbox, dilanjutkan dengan memilih IP kemudiann masuk pada *Addresses* dan tambahkan IP baru.



Gambar 3. Tampilan proses pengisian IP

### 3. Mengatur DHCP Server

Pada proses ini dilakukan konfigurasi pada menu DHCP Server, langkah- langkahnya adalah dengan masuk ke winbox, pilih IP, pilih Addresses dan pilih DHCP Server, lalu masuk DHCP Setup, lalu masukan IP dari jaringan yang menuju ke LAN, sehingga terbentuk DCHP server.

### 4. Mengatur NAT

Pada proses ini dilakukan konfigurasi pada menu NAT, langkahnya adalah masuk ke winbox, pilih IP, pilih Firewall dan pilih NAT, kemudian pada kolom chain pilih scnat, kemudian pada kolom out interface pilih ISP 1, pilih kolom Action pilih masquerade lalu klik apply selanjutnya ulangi proses dengan merubah out interface pada ISP 2 sehingga terbentuk konfigurasi.

### 5. Mengatur DNS

Pada proses ini dilakukan konfigurasi pada menu DNS, langkahnya adalah dengan cara masuk ke winbox, pilih IP, Pilih DNS, pada kolom server masukkan network dari ISP 1,2 dan server google kemudian centang allow remote requests.

### 6. Mengatur Mangle

Pada proses ini dilakukan konfigurasi pada menu mangle, langkah- langkahnya sebagai berikut, pertama masuk ke winbox, kedua pilih IP, pilih Firewall, dan pilih Mangle, ketiga masuk general pada kolom chain pilih peruting, kolom in interface pilih ether LAN, kolom connection state pilih new, keempat masuk advanced pada kolom address list pilih Lokal, kelima masuk Extra pada kolom nth pilih every 2, dan packet 1, keenam masuk action pada kolom action pilih mark connection dan pada kolom new mark connection pilih mark-conecl dan centang pada passthrough, ketujuh masuk general pada kolom chain pilih peruting, kolom in interface pilih ether LAN, kolom connection state pilih new, kedelapan masuk advanced pada kolom address list pilih Lokal, kesembilan masuk Extra pada kolom nth pilih every 2, dan packet 2, kesepuluh masuk action pada kolom action pilih mark connection dan pada kolom new mark connection pilih mark-conec2 dan centang pada passthrough dan ulangi langkah ke tujuh dan delapan.

#### b. Konfigurasi Metode Failover

Ada beberapa konfigurasi yang harus dilakukan sebelum pengambilan data diantaranya sebagai berikut:

#### 1. Mengatur Routes

Pada proses ini dilakukan konfigurasi pada menu routes, langkah- langkahnya sebagai berikut, pertama masuk ke mikrotik, kedua pilih IP, Pilih routes, ketiga masukkan IP address dan gateway pada ISP 1, pada kolom routing mark pilih Jalur\_1 klik apply, keempat klik tanda + masukkan IP address dan gateway pada ISP 2, pada kolom routing mark pilih Jalur\_2 klik apply, Kelima klik tanda + masukkan IP address dan gateway pada 2 ISP diatas.

### B. Pengujian dan Hasil Metode Failover

#### a. Pengujian Failover

Peneliti mengambil data pengujian failover di SMKN1 PPU pengujiannya dengan menggunakan metode menonaktifkan ISP 2 dan pada pengujian selanjutnya menonaktifkan ISP 1 didapatkan hasil yang sangat baik dan waktu respon untuk membecup internet sangat cepat yang di rangkum pada Tabel 4

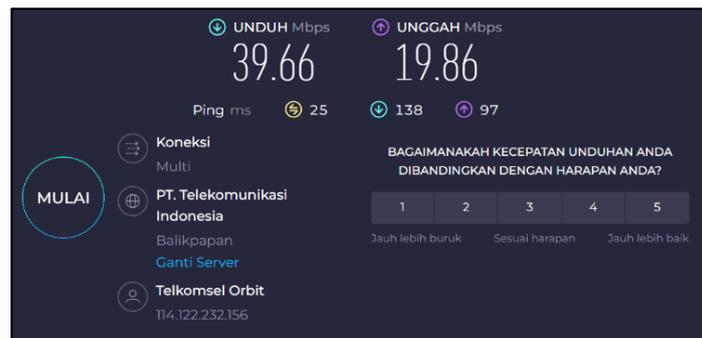
Tabel 6. Hasil Pengujian *Failover*

Pengujian	ISP 2 Indosat	ISP 1 Indihome	Waktu respon (s)
1	ON	OFF	2 s
2	OFF	ON	1 s

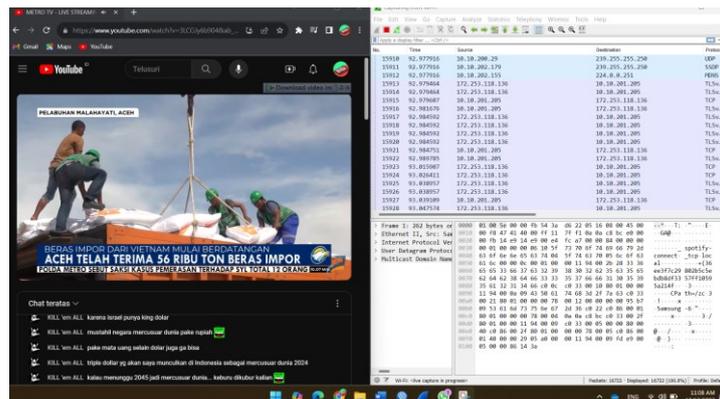
### C. Pengujian dan Hasil Metode Nth

#### 1. Pengujian *streaming* sebelum *load balancing*

Pengujian ini dilakukan pada jam sibuk pagi antara jam 08.00 – 10.00 WITA. Hasil pengukuran *Delay*, *Packetloss*, dan *Throughput*. Untuk filter *wireshark* yang digunakan yaitu: “*tcp*” untuk filter paket data dan “*tcp.analysis.lost\_segment*” untuk *packetloss*, secara keseluruhan mulai dari pengukuran pertama sampai pengukuran ketiga dengan kecepatan pada Gambar 4.10 dan Pengujian dilakukan melalui menonton live streaming youtube dengan analisis data menggunakan *wireshark* pada Gambar 3.



Gambar 4. Tampilan kecepatan internet sebelum *load balancing*



Gambar 5. Tampilan pengambilan data *streaming* youtube

#### 2. Hasil sebelum *load balancing*

Perhitung Resolusi 360p PC1

Pada perhitungan ini salah satu PC pertama yang dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark* dengan cara melakukan *streaming* Youtube dengan durasi 10 menit. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 6.

Statistics		
Measurement	Captured	Displayed
Packets	99487	1922 (1.9%)
Time span, s	660.341	652.457
Average pps	150.7	2.9
Average packet size, B	1048	430
Bytes	104232607	826200 (0.8%)
Average bytes/s	157 k	1266
Average bits/s	1262 k	10 k

Gambar 6. Streaming youtube resolusi 360p

a. Pengujian pertama *Throughput* pada lab SMKN1 PPU berdasarkan *capture wireshark*

$$\text{Throughput} = \frac{\text{paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{826200}{652,457} = 1266,30 \text{ bytes}$$

$$\text{Throughput} = 1266,30 \text{ bytes} \times 8 = 10130 \text{ Kbps}$$

b. Pengujian kedua *Delay* pada lab SMKN1 PPU berdasarkan *capture wireshark*

$$\text{Delay} = \frac{\text{delay}}{\text{paket yang diterima}}$$

$$\text{Delay} = \frac{652,457}{1908} = 0,34 \text{ s}$$

$$\text{Delay} = 0,34 \text{ s} \times 1000 = 340 \text{ ms}$$

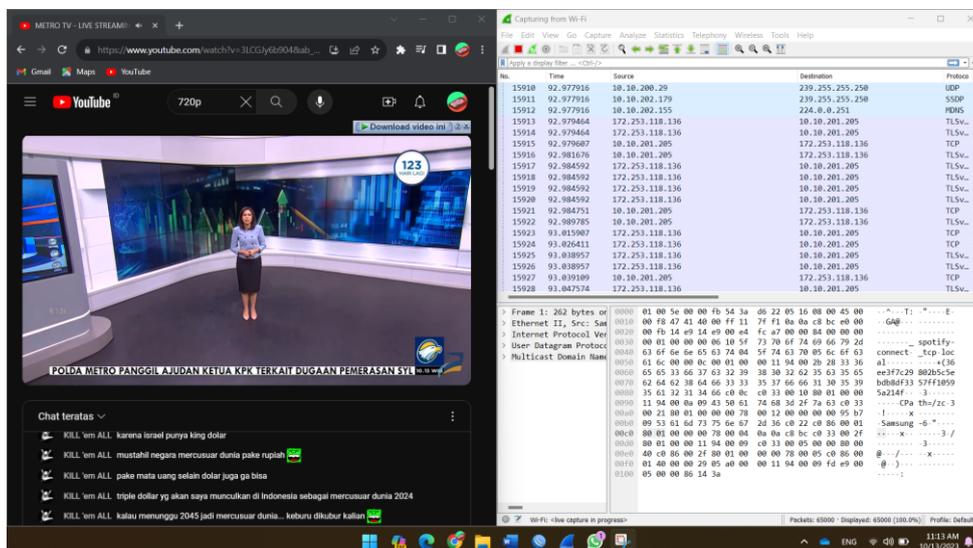
c. Pengujian ketiga *packetloss* pada lab SMKN1 PPU berdasarkan *capture wireshark*

$$\text{Packetloss} = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima})}{\text{Paket data dikirim}} \times 100\%$$

$$\text{Packetloss} = \frac{(1922 - 1908)}{1922} \times 100\% = 0,7\%$$

3. Pengujian *streaming* sesudah *load balancing* metode *Nth*

Pengujian ini dilakukan pada jam sibuk pagi menuju siang antara jam 10.00 – 12.00 WITA. Hasil pengukuran *Delay*, *Packetloss*, dan *Troughput*, Untuk filter *wireshark* yang digunakan yaitu :“ *tcp* ” untuk filter paket data dan “ *tcp.analysis.lost\_segment* ” untuk *packetloss*, secara keseluruhan mulai dari pengukuran pertama sampai pengukuran ketiga dengan kecepatan dan pengujian dilakukan melalui menonton live streaming youtube dengan analisis data menggunakan *wireshark* pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan pengambilan data *streaming* youtube

4. Hasil sesudah *load balancing*

Perhitungan Resolusi 360p PC1

Pada perhitungin ini salah satu PC pertama yang dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark* dengan cara melakukan *streaming* Youtube dengan durasi 10 menit. Hasil perhitungangan dapat dilihat pada Gambar 8.

Measurement	Captured	Displayed
Packets	41371	1150 (2.8%)
Time span, s	391.879	391.536
Average pps	105.6	2.9
Average packet size, B	950	311
Bytes	39303835	358039 (0.9%)
Average bytes/s	100 k	914
Average bits/s	802 k	7315

Gambar 8. *Streaming* youtube resolusi 360p

a. Pengujian pertama *Throughput* pada lab SMKN1 PPU berdasarkan *capture wireshark*

$$\textit{Throughput} = \frac{\text{paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}}$$

$$\textit{Throughput} = \frac{358039}{391,536} = 914 \textit{ bytes}$$

$$\textit{Throughput} = 914 \textit{ bytes} \times 8 = 7315 \textit{ Kbps}$$

b. Pengujian kedua *Delay* pada lab SMKN1 PPU berdasarkan *capture wireshark*

$$\textit{Delay} = \frac{\textit{delay}}{\text{paket yang diterima}}$$

$$\textit{Delay} = \frac{391,536}{1143} = 0,34 \textit{ s}$$

$$\textit{Delay} = 0,34 \textit{ s} \times 1000 = 340 \textit{ ms}$$

c. Pengujian ketiga *packetloss* pada lab SMKN1 PPU berdasarkan *capture wireshark*

$$\textit{Packetloss} = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima})}{\text{Paket data dikirim}} \times 100\%$$

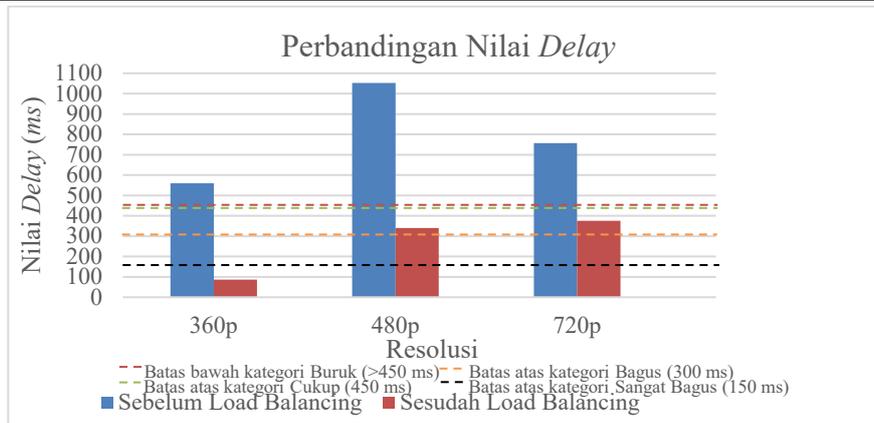
$$\textit{Packetloss} = \frac{(1150 - 1143)}{1150} \times 100\% = 0,6\%$$

## 5. Hasil Grafik Perbandingan sebelum dan sesudah *load balancing*

Pada perbandingan grafik ini mengambil data dari semua rata – rata hasil perhitungan *Throughput*, *Delay* dan *Packetloss* dari 4 laptop semua pengujian yang dapat disimpulkan pada grafik berikut ini:

### 1. Grafik *Delay*

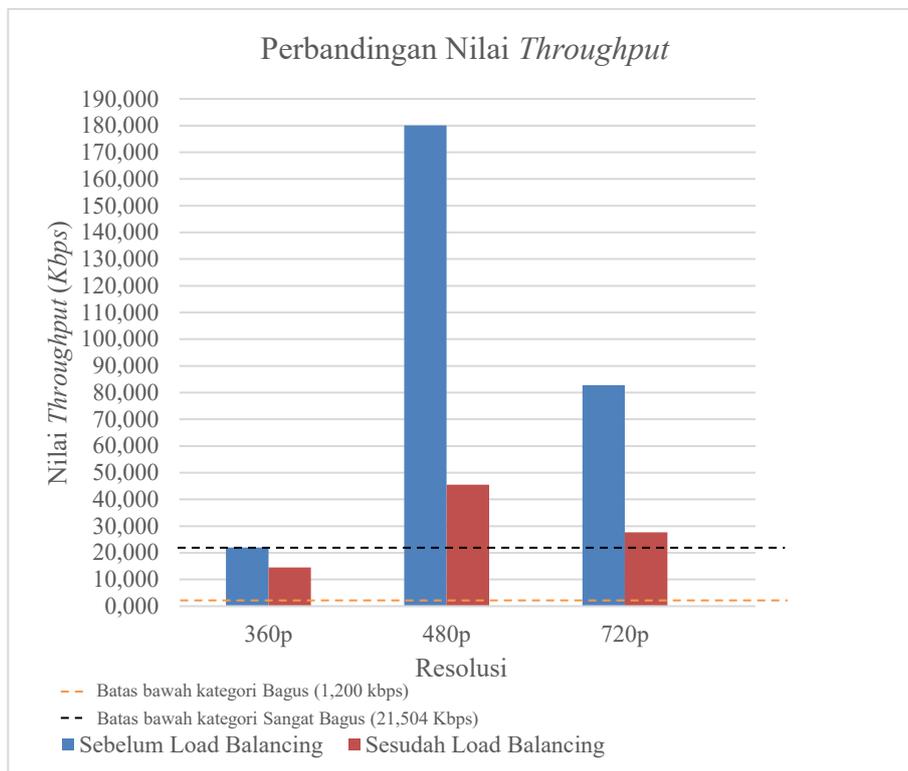
Pada Gambar 9 untuk data nilai *delay* dari ketiga resolusi vidio *streaming* youtube, menurut standar TIPHON dalam kategori cukup, karena hasil dari rata-ratanya masuk dalam kategori hasil standar *throughput* dengan nilai kurang dari 450 ms sesudah *load balancing*.



Gambar 9. Grafik perbandingan nilai Delay

## 2. Grafik Throughput

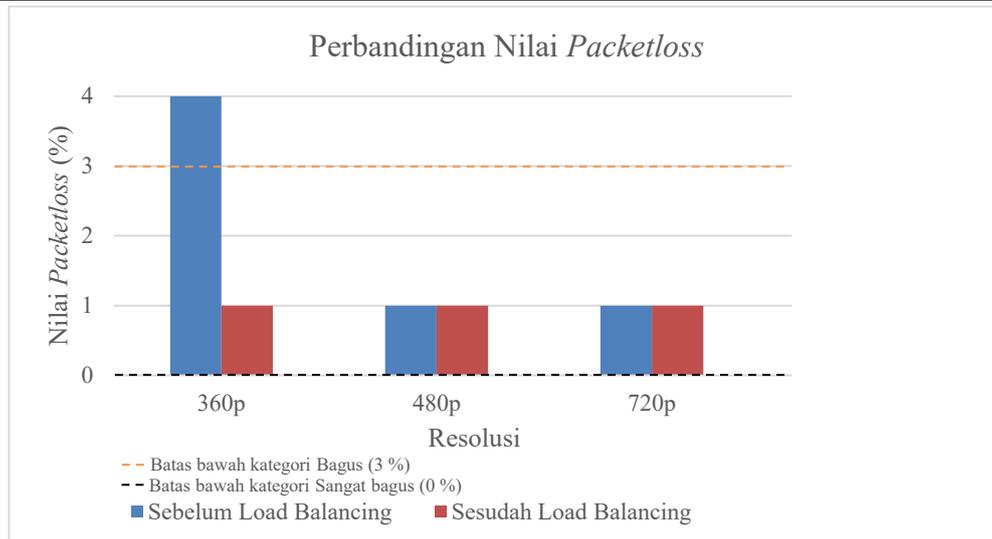
Pada Gambar 10 untuk data nilai *Throughput* dari ketiga resolusi video streaming youtube, menurut standar TIPHON dalam kategori sangat baik, karena hasil dari rata-ratanya masuk dalam kategori standar *throughput* dengan nilai lebih dari 2,1 Mbps sesudah *load balancing*



Gambar 10. Grafik perbandingan nilai Throughput

## 3. Grafik Packetloss

Pada Gambar 11 untuk data nilai *packetloss* dari ketiga resolusi video streaming youtube, menurut standar TIPHON dalam kategori sangat baik, karena hasil dari rata-ratanya masuk dalam kategori standar *packetloss* dengan nilai kurang dari 3% sesudah *load balancing*



Gambar 11. Grafik perbandingan nilai *Packetloss*

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian QoS *streaming* pada aplikasi youtube pada jaringan internet di SMKN 1 PPU, kinerja layanan internet pada *streaming* aplikasi youtube dengan menggunakan sebelum metode Nth dengan perhitungan analisis QoS berdasarkan standar TIPHON masuk dalam kategori sangat baik untuk ketiga resolusi video dengan didapatkan hasil rata-rata *Throughput* 22015 kbps untuk 360p, 180054 kbps untuk 480p, dan 82785 kbps untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan sangat baik dari standar TIPHON, untuk rata-rata *delay* 560,25 ms untuk 360p, 1052,7 ms untuk 480p dan 75,75 ms untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan cukup dari standar TIPHON, terakhir rata-rata *packetloss* 4% untuk 360p, 0,8% untuk 480p dan 0,7% untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan baik dari standar TIPHON, dan *streaming* aplikasi youtube dengan menggunakan sesudah metode Nth dengan perhitungan analisis QoS berdasarkan standar TIPHON masuk dalam kategori sangat baik untuk ketiga resolusi video dengan didapatkan hasil rata-rata *Throughput* 14472 kbps untuk 360p, 45501 kbps untuk 480p, dan 27678 kbps untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan sangat baik dari standar TIPHON, untuk rata-rata *delay* 87,25 ms untuk 360p, 340,6 ms untuk 480p dan 375 ms untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan baik dari standar TIPHON, terakhir rata-rata *packetloss* 0,6% untuk 360p, 0,4% untuk 480p dan 0,3% untuk 720p dari hasil ini dapat dikategorikan sangat baik dari standar TIPHON.

Hasil pengujian metode *failover* di SMKN1 PPU yang dilakukan dengan pengujian *on* dan *off* pada kedua ISP dilakukan didalam aplikasi mikrotik mendapatkan hasil, Indihome 1 detik dan Indosat 2 detik yang artinya dengan hasil ini dapat disimpulkan waktu respon atau *backup* ISP sangat cepat dan baik.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Arjeko, R. (2021). Perbandingan Dan Analisis Throughout Load Balance Nth Dan Pcc Untuk Optimalisasi Trafik Mangle. <https://doi.org/10.3848/ms>.
- [2] Febriyanti. (2016). Analisis Perbandingan Load Balancing dengan Metode Equal Cost Multipath (ECMP) dan Per Connection Classifier (PCC) Menggunakan Mikrotik Routerboard.
- [3] Firdaus, M.I (2017). Analisis Perbandingan Kinerja Load Balancing Metode Ecmp (Equal Cost Multipath) Dengan Metode Pcc (Per Connection Classifier) Pada Mikrotik Routers.
- [4] Hidasaputra, A. (2022). Mengenal Konsep Gateway Dan Nat (Network Address Translation)
- [5] Mohd. Siddik, Y. H. & Z. A. (2015). Load Balance Dan Pembagian Banwidth pada Jaringan Lan Menggunakan mikrotik Router Board Rb750.
- [6] Sharpe, R., Warnicke, E., & Lamping, U. (2004). Wireshark User's Guide Version 4.1.0 Preface Foreword.
- [7] TIPHON. (1999). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS).
- [8] Utami, P.S (2020). Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan Firstmedia.
- [9] Warman, I., & Andrian, A. (2017). Analisis Kinerja Load Balancing Dua Line Koneksi Dengan Metode Nth (Studi Kasus: Laboratorium Teknik Informatika Institut Teknologi Padang). [www.speedtest.net](http://www.speedtest.net)