

# *Load Balancing Per Connection Classifier* dengan Pengukuran *Quality of Service* pada Jaringan LAN Lingkup Universitas

Aulia Desy Nur Utomo <sup>#1</sup>, Puji Sarwono <sup>\*2</sup>

*Prodi Teknik Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
Jl. D.I. Panjaitan. No. 128, Purwokerto 53147, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia*

<sup>1</sup> auliautomo@ittelkom-pwt.ac.id

*Program Studi Magister Informatika, Universitas Islam Indonesia  
Jalan Kaliurang KM 14.5, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55584*

<sup>2</sup>16917114@students.uui.ac.id

Accepted on 19-05-2020

## Abstrak

Dalam penggunaan jaringan *internet* yang bersifat umum atau digunakan secara bersama perlu menerapkan konfigurasi jaringan yang sesuai untuk memaksimalkan penggunaan koneksi *internet* yang disediakan oleh *provider*. Hal ini penting untuk penggunaan layanan *internet* yang lebih *optimal* dan sesuai dengan utilitasnya yaitu penggunaan *traffic bandwidth* secara bersama dapat tercapai secara seimbang. *Per Connection Classifier* adalah metode penyeimbangan beban atau *Load Balancing* untuk mendistribusikan beban *traffic* ke lebih dari satu titik koneksi jaringan secara seimbang, sehingga lalu lintas *traffic* jaringan dapat berjalan secara optimal.

Penelitian ini berfokus pada metode konfigurasi jaringan untuk memaksimalkan penggunaan *bandwidth internet* untuk semua *user*. *Quality of Service* digunakan untuk melihat kinerja *traffic* jaringan yang ditunjukkan oleh nilai parameter *delay*, *throughput*, dan *packet loss*.

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan *load balancing per koneksi clasifier*, nilai *delay* terjadi penurunan dari 180,26 ms menjadi 148,36 ms dan *throughput* meningkat dari 1,76% menjadi 2,03%, kemudian *packet loss* menurun dari 25,37 % menjadi 18,59% sesuai dengan standarisasi TIPHON.

**Kata Kunci** : *Quality of Service, Per Connection Classification, Load Balancing, Delay, Throughput, Packet Loss*

## I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan dunia telekomunikasi sangat berpengaruh terhadap komunikasi dan interaksi di dalam masyarakat, baik organisasi, institusi serta lembaga pendidikan. Salah satu perkembangan teknologi telekomunikasi adalah layanan komunikasi data, atau pelayanan *internet*. Seiring dengan perkembangannya, layanan *internet* sangat dibutuhkan karena penyampaian informasinya yang cepat dan efisien.

Dalam lingkungan institusi, kantor serta lembaga pendidikan penggunaan layanan *internet* pada jam kerja hampir secara serentak digunakan secara bersamaan, baik mengakses aplikasi *online* yang digunakan kantor ataupun media informasi *email*, *web*, *chatting*, *browsing*, *video multimedia*, perkuliahan daring dan sebagainya,

ini akan mengakibatkan layanan *internet* yang tersedia akan terbebani dan saling berebut antar *user* dengan *user* yang lain untuk memenuhi kebutuhan akses datanya.

Universitas sebagai institusi pendidikan yang memiliki integritas tinggi untuk memajukan civitas akademiknya, harus memiliki banyak kelengkapan fasilitas pendukung sarana dan prasarana pendidikan, baik dari segi operasional maupun laboratorium khususnya laboratorium komputer. Tetapi dalam pelaksanaannya penggunaan layanan dalam hal ini *internet* pada jam kerja dalam satu waktu secara bersamaan akan mempengaruhi kinerja operasional pendidikan serta kegiatan belajar mengajar. Hal ini ditandai dengan penggunaan layanan internet pada laboratorium komputer dan perkuliahan daring pada *server* yang tidak stabil, seringnya terjadi '*not connection*' atau putus nyambung, lamanya proses unggah dan entri data pada sistem informasi dan *e-learning* universitas yang menjadi permasalahan utama pada setiap kampus dan institusi pendidikan.

Melihat permasalahan tersebut untuk kelancaran operasional pendidikan perlu diterapkannya konfigurasi jaringan yang optimal untuk kebutuhan dari setiap *user*. Pada konfigurasi *internet* diterapkan metode *Load Balancing Per Connection Classifier*, dimana penggunaan metode ini diharapkan dapat melancarkan pendistribusian beban *traffic* pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang agar *traffic* dapat berjalan optimal dan terorganisir, dan juga dapat memaksimalkan *throughput*, memperkecil waktu tanggap atau *delay* untuk memaksimalkan *Quality of Service* dari masing-masing *user*, serta dapat menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi pada jaringan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa referensi sumber pustaka yang berasal dari jurnal dan penelitian yang sudah dilakukan oleh [1] dalam penelitian yang berjudul "Implementasi *Load Balancing* Menggunakan Metode *Per Connection Classifier* Dengan Failover Berbasis Mikrotik Router" (Studi Kasus PT. Sumber Rejeki Power), yang bertujuan untuk memberikan optimasi penggunaan *bandwidth* jaringan komputer yang menitik beratkan pada *user* agar setiap koneksi *user* terbagi secara seimbang.

Penelitian lainnya tentang *load balancing* pernah dilakukan oleh [2] dengan judul "Keseimbangan *Bandwidth* Dengan Menggunakan Dua ISP Melalui Metode *Nth Load Balancing* Berbasis Mikrotik". Penelitian ini bertujuan untuk menyeimbangkan dua koneksi provider dari dua ISP yang berbeda.

Rujukan penelitian yang berhubungan dengan konfigurasi jaringan komputer berikutnya dilakukan oleh [3] dengan judul "Perancangan Pengelolaan Jaringan *Load Balancing* dan Fileover Menggunakan Router Mikrotik Rb 951 Series Pada Stkip PGRI Lubuklinggau". Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan pengelolaan jaringan menggunakan metode *Load Balancing*.

Penelitian lain dilakukan oleh [4] dengan judul "Simulasi Implementasi *Load Balancing Per Connection Classifier* Menggunakan Simulator Gns3". Penelitian ini menitik beratkan pada implementasi *load balancing* pada jaringan sehingga beban *traffick* yang diperoleh jadi lebih lancar tanpa ada penumpukan data.

Berdasarkan referensi penelitian diatas, penulis melakukan penelitian pada Fakultas Bisnis dan Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta (F-ITB), dimana terdapat perbedaan infrastruktur, tata letak ruangan dan gedung, institusi dan tata kelola jaringan sehingga berpengaruh pada *Quality of Service* dari pelayanan *internet* kepada seluruh *user*.

## III. METODE PENELITIAN

### A. Analisis Masalah

Penerapan *load balancing per connection classifier* akan diimplementasikan secara langsung pada jaringan internet di F-ITB, penerapan konfigurasi ini digunakan untuk melakukan pengujian dan dianalisis kinerjanya melalui hasil pengukuran pada tiap tahapan implementasi dengan tiga parameter *Quality of Service* yaitu *delay*, *throughput* dan *packet loss*.

### B. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem bertujuan untuk membahas bagaimana implementasi *load balancing per connection classifier* dapat menyelesaikan masalah pada jaringan F-ITB dan mengidentifikasi kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan.

#### 1) Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

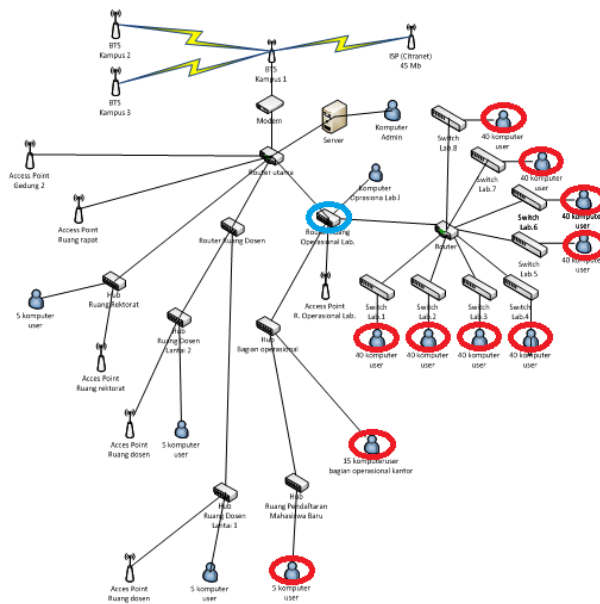
Terdapat beberapa macam perangkat keras yang digunakan termasuk diantaranya perangkat Komputer yang digunakan sebagai komputer *client* pada laboratorium komputer dan ruang kantor operasional pendidikan, yang dalam penelitian ini sebagai *measurement point* atau *node* dilakukannya pengambilan data dan pengukuran. *Routerboard Mikrotik* digunakan untuk tempat pengkonfigurasi *per connection classifier*. Laptop yang digunakan sebagai salah satu *node* dan juga perekap keseluruhan data dan pengukuran

#### 2) Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Terdapat beberapa macam perangkat lunak yang digunakan termasuk diantaranya Aplikasi *wireshark Networking* yang akan digunakan pada masing-masing komputer *client* untuk mendapatkan nilai data pengukuran untuk menentukan nilai *delay* dan *throughput*. Aplikasi *Axence Net Tools* digunakan juga digunakan pada masing-masing komputer *client* untuk mendapatkan nilai data pengukuran untuk menentukan nilai *packet loss*. Aplikasi Ping digunakan untuk mengirimkan paket ICMP pada masing-masing komputer *client* untuk mengetes konektivitas antar komputer.

### C. Perancangan Pengujian

Berdasarkan hasil pengamatan infrastruktur dan keluhan *user* tentang koneksi internet yang lambat, pengujian akan dilakukan pada setiap laboratorium komputer Fakultas Bisnis dan Teknologi UTY dan pada ruang operasional kantor. Berikut adalah lokasi *measurement point* pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 adalah lokasi tempat pengukuran dan penempatan konfigurasi pada router.



Gambar 1. Lokasi Pengukuran dan Penempatan konfigurasi router

Pengujian dilakukan pada 8 laboratorium komputer dan ruang operasional kantor. Setiap laboratorium terdapat 40 komputer dan 10 komputer pada ruang operasional kantor, sehingga terdapat 330 komputer *user* sebagai *measurement point* pengukuran dan pengujian untuk mendapatkan sampel data trafik internet guna menentukan nilai *delay*, *throughput* dan *packet loss*. Konfigurasi *per connection classifier* diterapkan pada router operasional laboratorium. Pengujian dilakukan pada jam kerja dan dilakukan secara bersamaan dalam satu waktu

untuk dapat melihat kinerja *bandwith* dalam jaringan. Pengujian melibatkan mahasiswa, dosen dan karyawan untuk membantu mengumpulkan data dari seluruh komputer *measurement point*

#### D. Perancangan Skenario Pengukuran

Dari hasil pengamatan data trafik perancangan pengujian, sekenario pengukuran dilakukan selama tiga minggu di dalam bulan Oktober dimulai pada tanggal 3 Oktober 2018 sampai tanggal 23 Oktober 2018 dengan ketentuan dalam satu minggu dilakukan tiga kali pengukuran yaitu pada hari Senin, Rabu, Jumat dan setiap minggunya pada hari yang sama, keadaan yang sama kegiataan yang sama. Dari sini akan dapat terlihat peningkatan kinerja *bandwidth* karena diukur pada kondisi yang sama

Pengukuran dilakukan dengan konfigurasi yang berbeda, pengukuran pada minggu pertama adalah pengukuran dengan konfigurasi jaringan yang ditetapkan F-ITB, pada minggu kedua pengukuran dengan menerapkan *Per Connection Classifier*, pada *router* utama yang *menuju* laboratorium komputer dan operasional kantor.

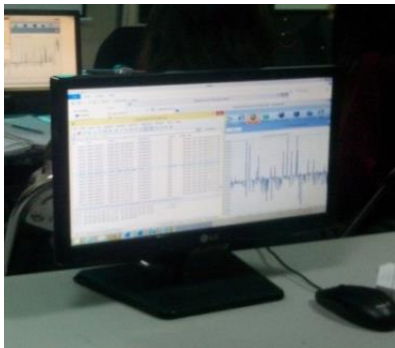
Sekenerio pengukuran yang diterapkan adalah, pada waktu antara pukul 07.00 – 12.00 WIB yaitu setiap satu jam dari jam 07.00 WIB sampai dengan 12.00 WIB akan diambil sampel pengukuran dari parameter *delay*, *throughput* dan *packet loss* selama 3 kali, durasi pengambilan data yaitu 1 menit, jadi setiap satu jam akan diambil rata-rata data *traffic* yang didapat. Kemudian dijumlahkan satu jam selanjutnya sampai pukul 12.00 WIB.

#### E. Persiapan perangkat pengujian dan pengukuran yang digunakan

Persiapan perangkat yang digunakan berguna untuk mempersiapkan perangkat keras dan perangkat lunak pengukuran layanan jaringan yang akan di pasang dan diterapkan pada jaringan internet F-ITB.

##### 1) Perangkat keras

Proses pengukuran layanan jaringan internet dilakukan dengan mempersiapkan perangkat keras yang dibutuhkan yaitu setiap komputer *user* operasional kantor dan laboratorium komputerserta *router* mikrotik. Pada Gambar 2 menunjukkan komputer desktop yang digunakan oleh setiap *user*.



Gambar 2. Komputer Desktop User

Menggunakan satu buah laptop sebagai salah satu *user* dan untuk rekap data pengukuran. Pada Gambar 3 menunjukkan laptop yang digunakan.



Gambar 3. Laptop Asus A46CM-WX095D

Menggunakan satu buah *routerboard*. Pada Gambar 4 menunjukkan *router* yang digunakan.



Gambar 4. Routerboard Mikrotik RB951-2n

## 2) *Perangkat Lunak*

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aplikasi Waresnark, Aplikasi Axence Net Tools, Aplikasi Ping pada Windows.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. *Implementasi load balancing Per Connection Classifier pada router Mikrotik*

Pada pengaturan *load balancing Per Connection Classifier* dikelompokkan *traffic* koneksi yang melalui atau keluar masuk *router* menjadi beberapa kelompok *traffic*. Pengelompokan ini dibedakan berdasarkan *src-address*, *dst-address*, *src-port* dan atau *dst-port*. Sehingga *router* akan mencatat jalur *gateway* yang dilewati pada awal *traffic* koneksi, kemudian pada paket-paket selanjutnya yang masih berkaitan dengan koneksi atau paket awal akan dilewatkan pada jalur *gateway* yang ditetapkan.

Pembuatan pengaturan *manglein-interface* pada *traffic load balance client* diatas adalah *interface* yang terhubung dengan *client*, dan untuk *traffic load balance web proxy*, penulis menggunakan *chain output* dengan parameter *out-interface* yang bukan terhubung ke interface *client*[5]. Setelah custom chain untuk load balancing dibuat, kemudian membuat *mangle* pada custom chain tersebut dengan mengetikkan perintah sebagai berikut. Berikut ini adalah script *mangle* untuk pengaturan load balancing pada in-interface dan out-interface.

```
/ip firewallmangle
add Action=mark-connectionchain=client-lb dst-address-type=!local new-connection-mark=to-isp passthrough=yes per-connection-classifier=both-addresses:3/0 comment="awal loadbalancing klien" // pengaturan loadbalancing konfigurasi PCC
add Action=mark-connectionchain=client-lb dst-address-type=!local new-connection-mark=to-isp passthrough=yes per-connection-classifier=both-addresses:3/1
add Action=return chain=client-lb comment="akhir dari loadbalancing" // pengaturan loadbalancing konfigurasi PCC
```

```

/ip firewallmangle
add Action=mark-connectionchain=lb-proxy dst-address-type=!local new-connection-mark=con-
from-isp passthrough=yes per-connection-classifier=both-addresses:3/0 comment="awal load
balancing proxy" // pengaturan load balancing proxy
add Action=mark-connectionchain=lb-proxy dst-address-type=!local new-connection-mark=con-
from-isp passthrough=yes per-connection-classifier=both-addresses:3/1
add Action=return chain=lb-proxy comment="akhir dari loadbalancing" // pengaturan load
balancing proxy
    
```

Script mangle untuk pengaturan loadbalancing pada in-Interface dan out-Interface

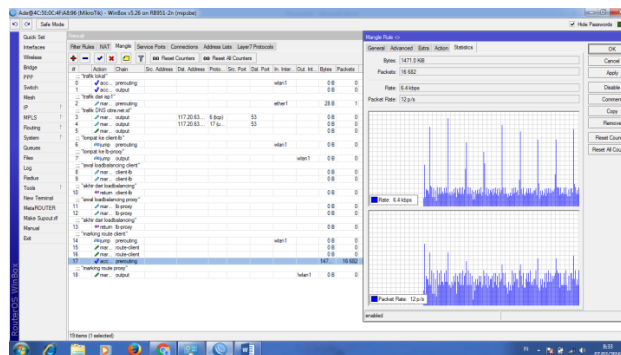
Pada *load balancing client* dan *web proxy* menggunakan parameter pemisahan *traffic* PCC yang sama, yaitu *both-address*, sehingga *router* akan mencatat berdasarkan *src-address* dan *dst-address* dari sebuah koneksi [6]. Jika masing-masing *traffic* dari *client* dan *proxy* sudah ditandai, kemudian membuat *manglemark-route* yang akan digunakan dalam proses routing. Pengaturan ini diterapkan dengan mengetikkan perintah sebagai berikut [7]. Berikut ini adalah *script mangle mark-route* untuk proses routing.

```

/ip route
add check-gateway=ping dst-address=0.0.0.0/0 gateway=192.168.11.1 routing-mark=route-to-isp
distance=1 // konfigurasi mangle mark-route
    
```

Script mangle mark-route untuk proses routing

Dari hasil inputan keseluruhan *script* metode PCC dihasilkan konfigurasi pada *mikrotik* sebagai berikut. Pada Gambar 7 adalah hasil input konfigurasi PCC pada *routerboard Mikrotik*.



Gambar 5. Hasil input konfigurasi PCC

## B. Implementasi pengukuran

Pengukuran dilakukan menggunakan bantuan aplikasi *wareshark* dan *Axen Net Tools*, untuk mendapatkan data nilai pengukuran yang valid.

### 1) Pengukuran delay

Parameter *delay* dilakukan dengan pengukuran aktif menggunakan aplikasi *ping* dan *Wireshark*, untuk mendapatkan nilai data untuk menentukan *delay*, implementasi pengukuran dilakukan dari sisi keseluruhan *user* laboratorium komputer dan operasional kantor menuju *sitedestination address* google.com (216.58.196.46) dengan data sebesar 32 bytes. Pengukuran *delay* memerlukan protokol ping sebagai *sample ICMP* yang mengirim data kepada side address tujuan. Perintah ping dilakukan dengan mengetikkan perintah ping ip address. Sebagai contoh, “ping google.com” pada *windows bar command prompt*

2) *Pengukuran Throughput*

Penentuan nilai *throughput* dilakukan dengan pengukuran aktif yang dibantu dengan menggunakan aplikasi *Wireshark*. Implementasi pengukuran dilakukan dari sisi keseluruhan *user* laboratorium komputer dan operasional kantor.

3) *Pengukuran Packet Loss*

Pengukuran *packet loss* dilakukan menggunakan pengukuran aktif dengan mengirimkan data sebesar 32 bit yang diukur pada sisi WAN *side* dengan *side address:www.google.com* (101.203.171.79). pengukuran *packet loss* menggunakan aplikasi *Axence net Tolls*.

C. *Pengujian trafik Minggu pertama sebelum menggunakan Load Balance Per Connection Classifier*

Parameter yang diuji *delay, throughput, packet loss*.

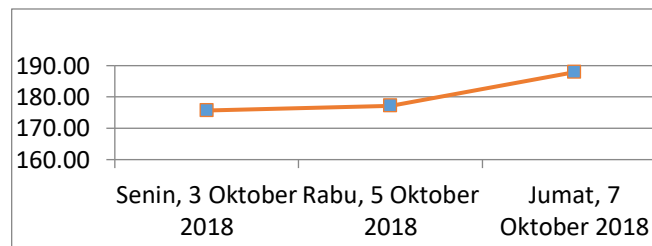
1) *Pengukuran Delay*

Tabel untuk hasil pengukuran *delay* minggu pertama ditunjukkan pada Tabel 1

TABEL 1  
 RATA - RATA DELAY HARIAN SETIAP LAB. KOMPUTER DAN R. KANTOR.

Hari Pengukuran	Data Pengukuran Rata-rata delay									Rara - rata <i>delay</i> per hari (milisecond)	Indeks peringkat	Keterangan kualitas
	per-laboratorium komputer dan R. Kantor											
Minggu ke-1	Lab.1	Lab.2	Lab.3	Lab. 4	Lab.5	Lab.6	Lab.7	Lab.8	R. Kantor			
Senin, 3 Oktober 2018	156,07	173,18	169,05	176,95	190,07	183,13	169,74	189,09	173,85	175,68	3	Bagus
Rabu, 5 Oktober 2018	171,51	186,64	156,02	180,59	191,37	185,36	179,76	178,18	165,33	177,20	3	Bagus
Jumat, 7 Oktober 2018	184,92	174,83	176,88	183,38	199,34	191,95	198,95	197,25	183,70	187,91	3	Bagus
Rata-rata delay Minggu ke-1 pada tiga hari kerja dari pukul 07.00 s/d 12.00 WIB												
Delay Minggu ke-1	170,83	178,22	167,32	180,31	193,59	186,81	182,82	188,17	174,29	180,26	3	Bagus

Grafik untuk hasil pengukuran *delay* minggu pertama ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik rata - rata *delay* harian

2) *Pengukuran Throughput*

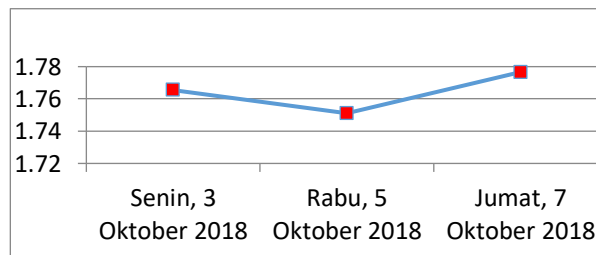
Tabel untuk hasil pengukuran *throughput* minggu pertama ditunjukkan pada Tabel 2



TABEL 2  
 RATA-RATA *THROUGHPUT* HARIAN SETIAP LAB. KOMPUTER DAN R. KANTOR.

Hari Pengukuran	Data Pengukuran Rata-rata <i>throughput</i> (%)									Rara - rata <i>throughput</i> per hari (%)	Indeks peringkat	Keterangan kualitas
	per-laboratorium komputer dan R. Kantor											
Minggu ke-1	Lab.1	Lab.2	Lab.3	Lab.4	Lab.5	Lab.6	Lab.7	Lab.8	R. Kantor			
Senin, 3 Oktober 2018	1,64	1,70	1,89	1,72	1,88	1,81	1,79	1,78	1,68	1,77	1	Masih dapat ditolerir
Rabu, 5 Oktober 2018	1,71	1,68	1,76	1,78	1,80	1,75	1,73	1,81	1,74	1,75	1	Masih dapat ditolerir
Jumat, 7 Oktober 2018	1,69	1,78	1,88	1,72	1,75	1,80	1,70	1,85	1,82	1,78	1	Masih dapat ditolerir
Rata-rata <i>throughput</i> Minggu ke-1 pada tiga hari kerja dari pukul 07.00 s/d 12.00 WIB												
Delay Minggu ke-1	1,68	1,72	1,84	1,74	1,81	1,79	1,74	1,81	1,75	1,76	1	Masih dapat ditolerir

Grafik untuk hasil pengukuran *throughput* minggu pertama ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik rata - rata persentase *throughput* harian

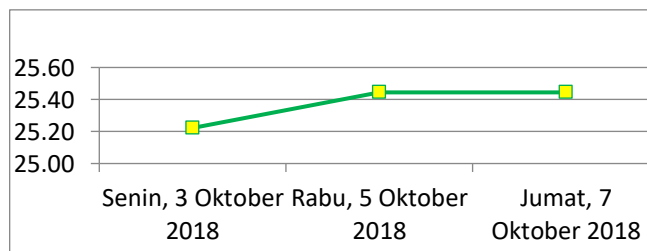
3) Pengukuran Packet loss

Tabel untuk hasil pengukuran *packet loss* minggu pertama ditunjukkan pada Tabel 3

TABEL 3  
 RATA - RATA *PACKET LOSS* HARIAN SETIAP LAB. KOMPUTER DAN R. KANTOR

Hari Pengukuran	Data Pengukuran Rata-rata <i>packet loss</i> (%)									Rara - rata <i>packet loss</i> per hari (%)	Indeks peringkat	Keterangan kualitas
	per-laboratorium komputer dan R. Kantor											
Minggu ke-1	Lab.1	Lab.2	Lab.3	Lab.4	Lab.5	Lab.6	Lab.7	Lab.8	R. Kantor			
Senin, 3 Oktober 2018	27	25	27	26	24	25	23	24	26	25,22	1	Jelek
Rabu, 5 Oktober 2018	26	24	25	24	26	28	27	25	24	25,44	1	Jelek
Jumat, 7 Oktober 2018	25	23	26	28	23	27	26	25	27	25,56	1	Jelek
Rata-rata <i>throughput</i> Minggu ke-1 pada tiga hari kerja dari pukul 07.00 s/d 12.00 WIB												
Delay Minggu ke-1	26,00	24,00	26,00	26,00	24,33	26,67	25,33	24,67	25,67	25,41	1	Jelek

Grafik untuk hasil pengukuran *packet loss* minggu pertama ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik rata-rata *packet loss* harian



**D. Pengujian traffic Minggu kedua dengan menggunakan metode Load Balance Per Connection Classifier. Pengujian delay, throughput dan packet loss**

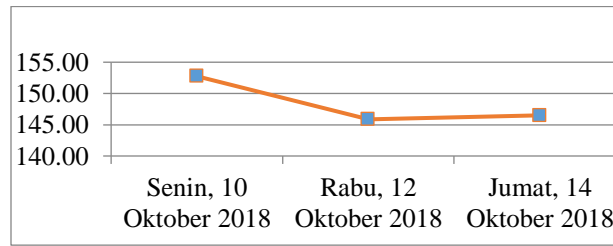
**1) Pengukuran Delay**

Tabel untuk hasil pengukuran *delay* minggu kedua ditunjukkan pada Tabel 4

TABEL 4  
 RATA - RATA DELAY HARIAN SETIAP LAB. KOMPUTER DAN R. KANTOR.

Hari Pengukuran	Data Pengukuran Rata-rata delay									Rara - rata <i>delay</i> per hari (milisecond)	Indeks peringkat	Keterangan kualitas
	per-laboratorium komputer dan R. Kantor											
Minggu ke-2	Lab.1	Lab.2	Lab.3	Lab. 4	Lab.5	Lab.6	Lab.7	Lab.8	R. Kantor			
Senin, 10 Oktober 2018	141,14	130,33	156,56	159,82	172,18	155,96	152,02	169,50	137,26	152,75	3	Bagus
Rabu, 12 Oktober 2018	143,19	131,51	153,79	139,75	166,26	145,67	150,84	149,66	132,09	145,86	4	Sangat Bagus
Jumat, 14 Oktober 2018	140,40	141,27	146,15	134,25	156,08	165,42	149,54	155,91	129,28	146,48	4	Sangat Bagus
Rata-rata delay Minggu ke-2 pada tiga hari kerja dari pukul 07.00 s/d 12.00 WIB												
Delay Minggu ke-2	141,58	134,37	152,17	144,61	164,84	155,68	150,80	158,36	132,88	148,36	4	Sangat Bagus

Grafik untuk hasil pengukuran *delay* minggu kedua ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik rata-rata *delay* harian

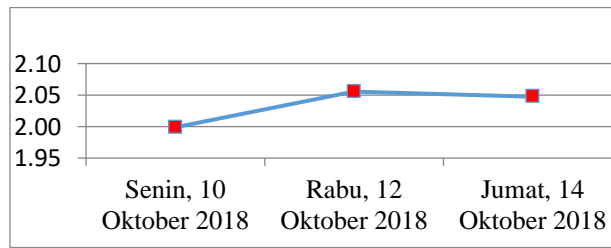
**2) Pengukuran Throughput**

Tabel untuk hasil pengukuran *throughput* minggu kedua ditunjukkan pada Tabel 5

TABEL 5  
 RATA-RATA THROUGHPUT HARIAN SETIAP LAB. KOMPUTER DAN R. KANTOR.

Hari Pengukuran	Data Pengukuran Rata-rata <i>throughput</i> (%)									Rara - rata <i>throughput</i> per hari (%)	Indeks peringkat	Keterangan kualitas
	per-laboratorium komputer dan R. Kantor											
Minggu ke-2	Lab.1	Lab.2	Lab.3	Lab. 4	Lab.5	Lab.6	Lab.7	Lab.8	R. Kantor			
Senin, 10 Oktober 2018	1,86	2,08	1,96	2,01	2,07	2,05	1,91	1,96	2,09	2,00	1	Masih dapat ditolerir
Rabu, 12 Oktober 2018	2,03	1,98	2,13	2,10	2,14	1,96	2,04	2,14	1,98	2,06	1	Masih dapat ditolerir
Jumat, 14 Oktober 2018	2,06	1,90	2,01	2,12	1,92	2,15	2,13	1,97	2,02	2,05	1	Masih dapat ditolerir
Rata-rata <i>throughput</i> Minggu ke-2 pada tiga hari kerja dari pukul 07.00 s/d 12.00 WIB												
Delay Minggu ke-2	1,98	2,03	2,03	2,08	2,04	2,05	2,03	2,02	2,03	2,03	1	Masih dapat ditolerir

Grafik hasil pengukuran *throughput* minggu pertama ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik persentase rata-rata *throughput* harian

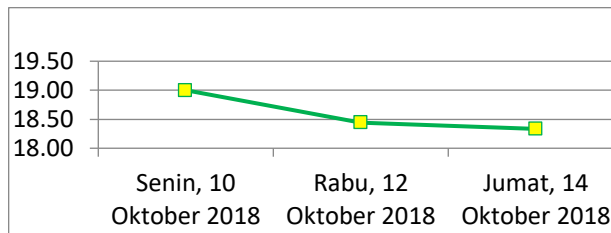
3) Pengukuran Packet loss

Tabel untuk hasil pengukuran *packet loss* minggu kedua ditunjukkan pada Tabel 6

TABEL 6  
 RATA - RATA *PACKET LOSS* HARIAN SETIAP LAB. KOMPUTER DAN R.KANTOR

Hari Pengukuran	Data Pengukuran Rata-rata <i>packet loss</i> (%)									Rara - rata <i>packet loss</i> per hari (%)	Indeks peringkat	Keterangan kualitas
	per-laboratorium komputer dan R. Kantor											
Minggu ke-2	Lab.1	Lab.2	Lab.3	Lab.4	Lab.5	Lab.6	Lab.7	Lab.8	R. Kantor			
Senin, 10 Oktober 2018	20	19	20	19	18	18	20	19	18	19,00	2	Sedang
Rabu, 12 Oktober 2018	19	20	19	17	18	17	18	19	19	18,44	2	Sedang
Jumat, 14 Oktober 2018	18	20	18	19	17	17	18	17	21	18,33	2	Sedang
Rata-rata <i>throughput</i> Minggu ke-2 pada tiga hari kerja dari pukul 07.00 s/d 12.00 WIB												
Delay Minggu ke-2	19,00	19,67	19,00	18,33	17,67	17,33	18,67	18,33	19,33	18,59	2	Sedang

Grafik untuk hasil pengukuran *packet loss* minggu kedua ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik rata-rata *packet loss* harian

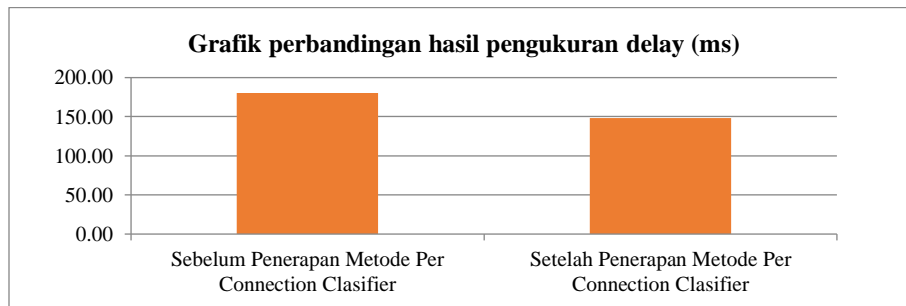
E. Analisa hasil pengujian

Tabel untuk hasil perbandingan hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 10

TABEL 10  
 PERBANDINGAN RATA-RATA HASIL PENGUKURAN

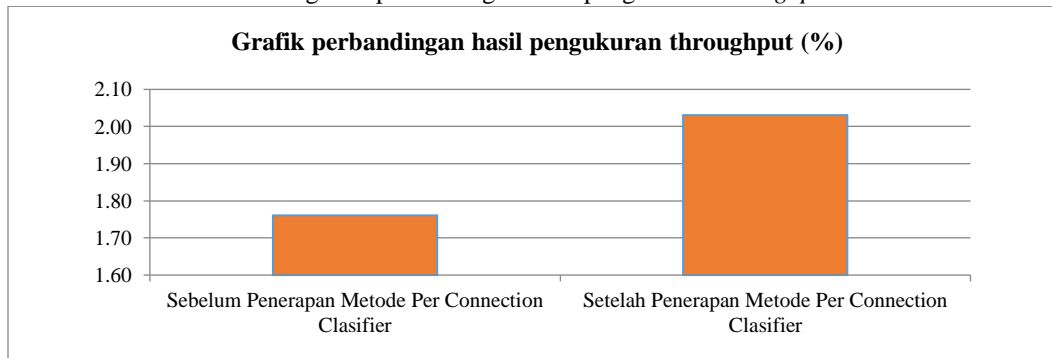
Sebelum Penerapan Metode Load Balance Per Connection Classifier				
No.	Parameter	Nilai	Indeks	Keterangan
	QoS	Rata-rata	Nilai	Kualitas
1	<i>Delay (ms)</i>	180.26	3	Bagus
2	<i>Throughput (%)</i>	1.76	1	Masih dapat ditolerir
3	<i>Packet Loss (%)</i>	25.37	1	Jelek
Setelah Penerapan Load Balance Per Connection Classifier				
1	<i>Delay (ms)</i>	148.36	4	Sangat Bagus
2	<i>Throughput (%)</i>	2.03	1	Masih dapat ditolerir
3	<i>Packet Loss (%)</i>	18.59	2	Sedang

Pada Gambar 11. adalah grafik perbandingan hasil pengukuran *delay*



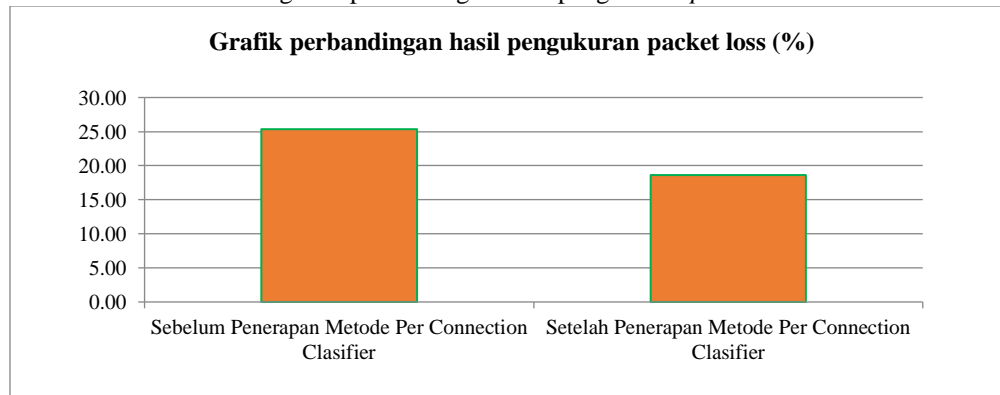
Gambar 12. Grafik perbandingan hasil pengukuran *delay*

Pada Gambar 13 adalah grafik perbandingan hasil pengukuran *throughput*



Gambar 13. Grafik perbandingan hasil pengukuran *throughput*

Pada Gambar 14 adalah grafik perbandingan hasil pengukuran *packet loss*



Gambar 14 Grafik perbandingan hasil pengukuran *packet loss*.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dilakukan pengujian penerapan *Load Balancing Per Connection Classifier* pada jaringan F-ITB. Dibuktikan dengan hasil pengukuran setiap parameter QoS *delay*, *throughput* dan *packet loss* menggunakan standar TIPHON yang memperlihatkan perbedaan nilai signifikan dari sebelum diterapkannya konfigurasi dan setelah diterapkannya konfigurasi

2. Hasil yang didapatkan untuk nilai *delay* mengalami penurunan dari 180,26 ms menjadi 148,36 ms dan untuk *throughput* mengalami kenaikan dari 1,76 % menjadi 2,03 %, kemudian untuk *packet loss* mengalami penurunan dari 25,37 % menjadi 18,59%.

Saran yang dapat dikembangkan dalam penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut, diharapkan sampel pengukuran dalam waktu satu hari, atau pada delapan jam kerja. Agar dapat dilihat keseluruhan trafik selama satu hari kerja.
2. Pada penelitian lebih lanjut diharapkan menggunakan lebih banyak parameter QoS yang digunakan, agar data yang didapat lebih optimal.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sampai saat ini masih diberikan kesehatan dan semangat yang luar biasa sehingga dapat menyelesaikan penulisan jurnal, dengan berjudul “*Load Balance Per Connection Classifier dengan Quality of Service* pada jaringan LAN Lingkup Universitas”.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak penyusunan jurnal dan penelitian ini tidak dapat berjalan dengan baik. *Sehubungan* dengan hal tersebut, maka pada kesempatan ini, perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- 1 Didi Supriyadi, S.T., M.Kom., ITIL Selaku Dekan Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- 2 Fahrudin Mukti Wibowo, S.Kom., M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- 3 Muhammad Fajar Sidiq, S.T., M.T. Selaku Sekertaris Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- 4 Orang tua dan istri saya Rosana Amalia yang selalu memberikan semangat dan mendoakan dalam menyelesaikan jurnal penelitian ini.
- 5 Teman-teman di Program Studi Informatika yang telah banyak membantu dan memberikan sharing pengetahuan dan dukungan dalam jenjang karir

Akhir kata semoga Allah SWT memberikan balasan yang sepadan dengan kebaikan-kebaikan yang telah diberikan dan semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semua pihak serta memberikan sumbangan kepada Ilmu Pengetahuan dan Teknologi khususnya di bidang Informatikan, *Amin Yaa Robbal Alamin*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryanto, T. Prasetyo, dan N. Hikmah, 2018. *Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Per Connection Classifier dengan Failover Berbasis Mikrotik Router (Studi Kasus PT. Sumber Rejeki Power)*. Seminar Nasional Inovasi dan Tren (SNIT).
- [2] T. Sukendar, 2017. . *Keseimbangan Bandwidth Dengan Menggunakan Dua ISP Melalui Metode Nth LoadBalancing Berbasis Mikrotik*. Jurnal Teknik Komputer Amik Bsi. III (1). hal. 86.
- [3] Armanto, 2017. *Perancangan Pengelolaan Jaringan Load Balancing dan Fileover Menggunakan Router Mikrotik Rb 951 Series Pada Stkip Pgri Lubuklinggau*. JUSIKOM. 2 (2). hal. 83.
- [4] A. M. Elhanafi, I. Lubis, dan D. Irwan, 2018. *Simulasi Implementasi Load Balancing Per Connection Classifier Menggunakan Simulator Gns3*. JutiKomp.