TESIS

ANALISA OPTIMASI PENGGUNAAN BANDWIDTH DENGAN FAILOVER DAN LOAD BALANCE PADA MIKROTIK

(Studi Kasus SMK Negeri 1 Jenar Sragen)

Disusun oleh:

Nama	**: Wartono**
NIM	**: 17.52.0979**
Konsentrasi	**: Business Intelligence**

PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA

PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2020

TESIS

ANALISA OPTIMASI PENGGUNAAN BANDWIDTH DENGAN FAILOVER DAN LOAD BALANCE PADA MIKROTIK

(Studi KasusSMK Negeri 1 Jenar Sragen)

ANALYSIS OF BANDWIDTH USE OPTIMIZATION WITH FAILOVER AND LOAD BALANCE ON MIKROTIK

(Case StudySMK Negeri 1 Jenar Sragen)

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Magister

Disusun oleh:

Nama : Wartono
NIM : 17.52.0979
Konsentrasi : Business Intelligence

PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA

PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA OPTIMASI PENGGUNAAN BANDWIDTH DENGAN FAILOVER DAN LOAD BALANCE PADA MIKROTIK
(Studi Kasus SMK Negeri 1 Jenar Sragen)

ANALYSIS OF BANDWIDTH USE OPTIMIZATION WITH FAILOVER AND LOAD BALANCE ON MIKROTIK
(Case Study SMK Negeri 1 Jenar Sragen)

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Wartono

17.52.0979

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis
Program Studi S2 Teknik Informatika
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
pada hari Senin, 03 Agustus 2020

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 03 Agustus 2020
Rektor

Prof. Dr. M. Suyanto, M.M.
NIK. 190302001

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISA OPTIMASI PENGGUNAAN BANDWIDTH DENGAN FAILOVER DAN LOAD BALANCE PADA MIKROTIK
(Studi Kasus SMK Negeri 1 Jenar Sragen)

ANALYSIS OF BANDWIDTH USE OPTIMIZATION WITH FAILOVER AND LOAD BALANCE ON MIKROTIK
(Case Study SMK Negeri 1 Jenar Sragen)

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Wartono

17.52.0979

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis
Program Studi S2 Teknik Informatika
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
pada hari Senin, 03 Agustus 2020

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Bambang Soedijono WA
NIK. 555126

Anggota Tim Penguji

Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom.
NIK. 190302037

Pembimbing Pendamping

Eko Pramono, S.Si., M.T
NIK. 555006

Dr. Andi Sunyoto, M.Kom.
NIK. 190302052

Prof. Dr. Bambang Soedijono WA.
NIK. 555126

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta,03 Agustus 2020
Direktur Program Pascasarjana

Dr. Kusrini, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Wartono
NIM : 17.52.0979
Konsentrasi : Business Intelligence

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:
Analisa Optimasi Penggunaan Bandwidth Dengan Failover Dan Load Balance Pada Mikrotik(Studi Kasus SMK Negeri 1 Jenar Sragen)

Dosen Pembimbing Utama :Prof. Dr. Bambang Soedijono WA
Dosen Pembimbing Pendamping :Eko Pramono, S.Si., M.T

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi

Yogyakarta, 03 Agustus 2020
Yang Menyatakan,

Meterai Asli
Rp 6.000

Wartono

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan Tesis ini dengan penuh rasa syukur kepada :

Allah Tuhan yang maha kuasa atas kesehatan, kesempatan, kemampuan dan kesabaran sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

Ucapan terimakasih juga saya sampaikankepada:

1. Kedua orang tua yang taka da hentinya memberikan kasih dan saying terhadap saya.
2. Istri dan anak yang selalu memberikan semangat.
3. Bapak Prof.Dr. Bambang Soedijono, WA dan Bapak Eko Pramono,S.Si. MT selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan untuk dapat menyelesaikan tesis ini.
4. Bapak Suyono, M.Pd. selaku kepala sekolah di SMK Negeri Jenar Sragen
5. Seluruh teman-teman yang memberikan dukungan.

MOTTO

"Oraana apike, apik sing ora terus. Malahan elek sing ora terus luih apik tinimbang apik sing ora terus"

Hubbul Wathan minal iman "Cinta tanah air sebagian dari iman"

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Alloh SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala Rahmat, Karunia dan Hidayah-Nya. Sholawat serta salam senantiasa kita curahkan kepada baginda Rosululloh Muhammad SAW, beserta keluarga dan sahabatnya. Atas ijin dan kehendak Alloh SWT., penulis dapat menyelesaikan laporan tesis yang berjudul "**ANALISA OPTIMASI PENGGUNAAN BANDWIDTH DENGAN FAILOVER DAN LOAD BALANCE PADA MIKROTIK** (Studi Kasus SMK Negeri 1 Jenar Sragen)". Sehigga Laporan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik dengan adanya dukungan, bimbingan dan kerjasama dari berbagai pihak. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M. selaku ketua Univeritas AMIKOM Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Kusrini, M.Kom., selaku Direktur Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
3. Ibu Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom., selaku wakil Direktur Bidang Akademik Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta.
4. Bapak dan ibu staf Admisi Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta yang telah mefasilitasi kegiatan akademik.
5. Bapak Kepala Sekolah dan seluruh staf SMK Negeri 1 Jenar Sragen yang telah memberikan izin penelitian, mendukung dan membantu kelancaran dalam penelitian.
6. Rekan-rekan mahasiswa MTI Universitas AMIKOM Yogyakarta yang saya

cintai dan semua pihak yang terkait dan membantu dalam penyusunan laporan tesis.Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tesis ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran penulis harapkan yang sifatnya membangun untuk menjadi lebih baik.

Yogyakarta, 03Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERSETUJUAN iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
HALAMAN MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR ISTILAH xvii
INTISARI xviii
ABSTRACT xix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Rumusan Masalah 7
1.3. Batasan Masalah 8
1.4. Tujuan Penelitian 8
1.5. Manfaat Penelitian 9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 10
2.1. Tinjauan Pustaka 10

2.2. Keaslian Penelitian 15
2.3. Landasan Teori 21
2.3.1. Optimasi 21
2.3.2. Bandwidth 21
2.3.3. Failover 22
2.3.4. Load Balance 23
2.3.5. Mikrotik 24
BAB III METODE PENELITIAN 26
3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian 26
3.1.1. Jenis Penelitian 26
3.1.2. Sifat Penelitian 26
3.1.3. Pendekatan Penelitian 27
3.2. Metode Pengumpulan Data 27
3.3. Metode Analisis Data 29
3.4. Alur Penelitian 30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 34
4.1. Gambaran Umum Obyek Penelitian 34
4.1.1. Gambaran Umum SMK Negeri 1 Jenar Sragen 34
4.1.2. Struktur Organisasi SMK Negeri 1 Jenar Sragen 35
4.1.2.1. Kepala Sekolah 36
4.1.2.2. Komite 36
4.1.2.3. DUDI 37
4.1.2.4. Koord. Tata Usaha 38

4.1.2.5. Waka Kurikulum 39
4.1.2.6. Waka Sarpras 39
4.1.2.7. Waka Kesiswaaan 40
4.1.2.8. Waka Humas 40
4.1.2.9. Koordinator BK 40
4.1.2.10. Ka. Perpustakaan 41
4.1.2.11. KP. Multimedia 41
4.1.2.12. KP. Busana Butik 42
4.1.2.13. KP. Perkayuan/BKP 42
4.1.2.14. KP. Tek. Kend. Ringan 42
4.1.2.15. Pendidik 43
4.1.2.16. Siswa 43
4.2. Hasil Pengumpulan Data 43
4.2.1. Topologi Jaringan Star 44
4.2.2. Managemen login User 46
4.2.3. Managemen Admin 48
4.3. Hasil Analisis Data 49
4.3.1. Hasil Data Normal Tanpa Managemen 49
4.3.1.1. Modem FO 1 49
4.3.1.2. Modem FO 2 55
4.3.2. Hasil Data Failover 60
4.3.2.1. Modem FO 1 Managemen Failover 61
4.3.2.2. Modem FO 2 Managemen Failover 63

4.3.3. Hasil Data Load Balance 65

4.4. Hasil Pengujian 68

4.5. Perbandingan Data Normal & Managemen Failover & Load Balance ..69

BAB V PENUTUP.....79

5.1. Kesimpulan 79

5.2. Saran 80

DAFTAR PUSTAKA 81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Matriks literatur review dan posisi penelitian.....15

Tabel 4.1. Penggunaan data pada FO 1 bulan Agustus.....50

Tabel 4.2. Penggunaan data pada FO 1 bulan September.....51

Tabel 4.3. Penggunaan data pada FO 1 bulan Oktober.....53

Tabel 4.4. Penggunaan data pada FO 2 bulan Oktober.....55

Tabel 4.5. Penggunaan data pada FO 2 bulan September.....57

Tabel 4.6. Penggunaan data pada FO 2 bulan Oktober.....58

Tabel 4.7. Penggunaan data FO 1 Managemen Failover bulan Nopember 62

Tabel 4.8. Penggunaan data FO 2 Managemen Failover bulan Nopember 64

Tabel 4.9. Penggunaan Data Load Balance Bulan Nopember 67

Tabel 4.10. Hasil Uji Managemen Failover Load Balance.....69

Tabel 4.11. Transver Data TXRXRate Normal dan Managemen.....71

Tabel 4.12. Perbandingan Data Normal dan Managemen 76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.Alur Peneltian.....30
Gambar 3.2. Failover dan Load Balance.....32
Gambar 4.1. Struktur Organisasi.....35
Gambar 4.2.Langganan ISP 2 Line FO.....44
Gambar 4.3.Topologi Star Pada SMKN 1 Jenar.....45
Gambar 4.4.Captiv Portal landing page login SMKN 1 Jenar.....47
Gambar 4.5.User berhasil memasukkan akun yang sesui dengan yang terdaftar..47
Gambar 4.6.User berhasil login akan dibawa pada web SMKN 1 Jenar.....48
Gambar 4.7. Profile Akun User.....49
Gambar 4.8.Grafik FO 1 Bulan Agustus.....51
Gambar 4.9.Grafik FO 1 Bulan September.....53
Gambar 4.10.Grafik FO 1 Bulan Oktober.....55
Gambar 4.11.Grafik FO 2 Bulan Agustus.....57
Gambar 4.12.Grafik FO 2 Bulan September.....59
Gambar 4.13.Grafik FO 2 Bulan Oktober.....60
Gambar 4.14.Script managemen Failover.....61
Gambar 4.15.Grafik FO 1 Failover.....63
Gambar 4.16. Grafik FO 2 Failover.....66
Gambar 4.17. Script managemen Load balance.....67
Gambar 4.18. Grafik FO 1 & 2 Load Balance.....69
Gambar 4.19. Managemen Failover Load Balance.....71

Gambar 4.20. Script Monitoring Penggunaan Data 74

Gambar 4.21. Script monitoring & aktivasi failover bagian 1 75

Gambar 4.22. Script Monitoring & Aktivasi Failover Bagian 2 75

Gambar 4.23. Script Aktivasi Load balance 75

Gambar 4.24. Grafik Tranfer Data Normal dan Managemen 77

DAFTAR ISTILAH

Bandwidth : kapasitas yang dapat digunakan pada kabel ethernet agar dapat dilewati trafik paket data dengan maksimal tertentu.

Failover : operasional cadangan

Load balance : Teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang.

Fair Usage Policy (FUP): Batas pemakaian wajar paket internet unlimited yang diberlakukan

FiberOptik : Jenis kabel yang terbuat dari serat kaca.

Modem : Modulator Demodulator. Modulator berfungsi sebagai pengubah sinyal informasi untuk dijadikan sinyal pembawa data yang siap dikirimkan, sedang demodulator adalah bagian yang memisahkan sinyal informasi dari sinyal pembawa yang dapat diterima

INTISARI

Jaringan internet SMK Negeri 1 Jenar, Kabupaten Sragen menggunakan Fiber optik. Dikarenakan hanya tersedia satu *Internet service provider*(ISP) saja yaitu TELKOM dan setiap satu koneksi hanya dibatasi 50MBps, maka berlangganan dua koneksi fiber optik. Setiap jaringan fiber optik membawa *Bandwidth*sebesar 50 MBps.Menggunakan dua koneksi dikarenakan ketika satu koneksi sebelum satu bulan telah mencapai *Fair Usage Policy* (FUP). Walaupun sudah menggunakan dua koneksi,FUP tetap terjadi sebelum satu bulan. Sehingga dibutuhkan metode managemen untuk mengatasi koneksi transfer data agar tetap stabil walau telah mencapai FUP.

Untuk mengatasi supaya koneksi tetap stabil,maka digunakan metode *failover* dan *load balance*. *Failover* digunakan untuk memindahkan koneksi jaringan dari modem 1 ke jaringan modem 2, ketika modem 1 telah memenuhi FUP. Sedangkan metode *load balance* digunakan untuk mengabungkan dua koneksi modem sekaligus, ketika kedua modem telah mengalami FUP.

Dari penggunaan penggabungan dua metode tersebut mengahasilkannilai transfer data dengan nilai rata-rata sebesar 27.81 MBps. Sedangkan sebelum mengggunakan kedua metode *failover* dan *load balance*nilai transfer data rata-rata selama tiga bulan sebesar 17.68 MBps.Dengan metode *failover* dan *load balance*, mampu menjaga kesetabilan TXRXRate meskipun kedua modem mengalami FUP total. Karena telah mengabungkan dua koneksi modem menjadi satu.

Kata kunci: *Bandwidth, failover, load balance*

ABSTRACT

Internet network of SMK Negeri 1 Jenar, Sragen Regency uses optical fiber. Because there is only one Internet service provider (ISP) available, namely TELKOM and each connection is limited to 50MBps, subscribe to two fiber optic connections. Each fiber optic network carries a bandwidth of 50 MBps. Uses two connections because when one connection before one month has reached the Fair Usage Policy (FUP). Although already using two connections, FUP still occurs before one month. So we need a management method to overcome the data transfer connection to remain stable even though it has reached FUP.

To overcome the connection to remain stable, then use the failover and load balance methods. Failover is used to move the network connection from modem 1 to modem network 2, when modem 1 meets FUP. While the load balance method is used to combine two modem connections at once, when both modems have experienced FUP.

From the use of combining the two methods results in data transfer values with an average value of 27.81 MBps. Whereas before using both the failover method and load balance the average data transfer value for three months was 17.68 MBps. With failover and load balance methods, it is able to maintain TXRXRate stability even though both modems experience total FUP. Because it has combined two modem connections into one.

Keyword: Bandwidth, failover, load balance

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kebutuhan akses internet dari hari ke hari semakin meningkat, dikarenakan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama di bidang Informasi Teknologi (IT) sangat berkembang pesat. Banyak kita jumpai bahwa penggunaan internet terutama di warnet, kantor, sekolahan maupun kampus menggunakan lebih dari satu koneksi dalam berlangganan untuk internet dari *Internet Service Provider* (ISP)yang sama maupun ISP yang berbeda.

Koneksi internet pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 1 jenar sangat dibutuhkan hal ini dikarenakan sebagai faktor utama dalam menunjang proses kegiatan belajar mengajar dan koneksi data pendidikan instansi SMK ke data pusat pendidikan. Dalam penggunaan internet tersebut sering terkendala dikarenakan pembatasan jumlah pemakaian data dari Telkom yang di sebut *Fair Usage Policy* (FUP). Koneksi akan down bila pemakaian melebihi kuota yang telah ditentukan oleh pihak Telkom sesuai dengan jenis langganan.

Berdasarkan kebijakan yang diterapkan oleh Telkom mengenai *Fair Usage Policy* (FUP) sangat mempengaruhi kestabilan dalam akses internet, karena Telkom membatasi kuota berdasarkan jumlah data yang digunakan.Jasa kecepatan transfer langganan 50 MBps, apabila penggunaan data sampai dengan 2000 GB data maka kecepatan akan turun 60% menjadi 20 MBps hal ini sebagai FUP total.

Berdasarkan kebijakan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa berlangganan 50 MBps ketika mencapai batas penggunaan data maka hanya akan mendapatkan kecepatan sebesar 20 MBps saja. Karena hanya tersedia koneksi internet melalui jaringan Fiber Optik (FO) milik Telkom maka pada penelitian ini peneliti mengggunakan 2 (dua) koneksi *Gigabit Capable Passive Optical Network*(GPON) dengan bandwidth *upto* 50 MBps dari Telkom yang terdapat di SMK Negeri 1 Jenar Sragen sehingga memperoleh jumlah total bandwidth cukup besar. Jaringan FO yang tersedia di Jenar adaalah jaringan yang sudah kritis memiliki redaman yang buruk sebesar -24db, maka SMK Negeri 1 Jenar hanya boleh berlangganan 2 koneksi FO yang masing-masin memiliki data sebesar up to 50 MBps. Dari kendala-kendala tersebut maka peneliti mencoba membandingkan dan menggabungkan metode *Load Balancing* dan metode *Failover*untuk mendapatkan koneksi yang stabil dengan menggunakan routerboard Mikrotik.Metode ini dipakai peneliti karena dirasa cocok dengan situasi dan kondisi yang terdapat pada SMK Negeri 1 jenar Sragen.

Metode *load balancing* merupakan pendistribusian beban trafik atau pengalihan beban trafik berbasiskan jaringan pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan throughput, memperkecil waktu tanggap. Sedangkan metode Failover merupakan sebuah sistem untuk dapat berpindah secara manual maupun otomatis jika salah satu sistem mengalami kegagalan sehingga menjadi *backup* untuk sistem yang mengalami kegagalan.

Pada penelitian sebelumnya terkait dengan metode *Failover*yang berjudul *Management System Failover* Dengan *RoutingDinamis Open Shortest Path First* Dan*Border Gateway Protocol* oleh(Bakhtiar Rifai dan Eko Supriyanto, 2017). Dengan hasil bahwa dengan menggunakan metode failover dengan protocol OSPF yang diterapkan pada jaringan berdampak positif. Hal ini karena akan mengurangi downtime yang akan dirasakan client yang sebelumnya butuh waktu 3 menit untuk bisa menggunakan layanan kembali menjadi kurang dari 5 detik. Sistem yang dibangun membutuhkan 2 (Dua) buah aplikasi yaitu GNS3 sebagai simulator jaringan dan *Virtualbox* sebagai virtualisasi mesin *router, dan* simulasi routing menggunakan virtual mesin dengan Operating System (OS) Mikrotik pada semua router. Sebaiknya diterapkan langsung pada hardware seperti Routerboard atau router sejenisnya. Pada penelitian selanjutnya akan melakukan implemetasi menggunakan perangkat hardware secara real yaitu berupa Routerboard RB1100AHX4 dengan versi ROS 3.64.3.

Penelitian terkait juga dilakukan oleh (Yoga Pangestu, Didik Setiyadi dan Fata Nidaul Khasanah, 2018), yaitu dengan mengimplementasikan teknik *load balancing* beban *traffic* pada masing-masing ISP atau *gateway, traffic* akan menjadi seimbang sehingga pemakaian *bandwidth* lebih efisien. Teknik *load balancing* mampu mempercepat koneksi jaringan internet. Kelemahan pada penelitian ini menggunakan aplikasi PuTTY untuk mengconsole langsung perangkat mikrotik. Sedangkan pada penelitian selanjutnya aplikasi yang digunakan menggunakan WINBOX sehingga dalam tahap konfigurasi dapat dilakukan lebih mudah.

Penelitian selanjutnya oleh (Futri Utami, Hj. Lindawati Dan Suzanzefi, 2017), mikrotik dapat mengoptimalkan pembagian *bandwidth* pada setiap *client* yang ingin mengakses internet. Penerapkan metode *Load Balancing* PCC (*Per Connection Classifier*) menjadi lebih baik, karena telah membagi beban trafik secara seimbang. Dengan hasil dari pengujian QoS untuk *delay* dalam kondisi tidak padat lebih bagus disbanding pada kondisi padat, untuk paket loss dalm kondisi padat ataupun tidak padat sama-sama stabil pada posisi 0%, untuk jitter dan trouhpout dalam kondisi tidak padat lebih bagus disbanding dalam kondisi padat.Dalam penelitian tersebut masih menggunakan RB tipe RB750 dengan spesifikasi memiliki prosesor 400MHz, RAM 32 MB, Main Storage 64 MB, 5 buah port fast Ethernet dan Lisensi Level 4 sehingga dirasa belum maksimal ketika akan dilakukan upgrade *bandwidth*.Peneliti selanjutnya menggunakan RB1100AHX4 dengan spesifikasi Prosesor 4 Core dengan frekuensi 1.4 GHz, RAM 1 GB, Storage 128 MB, 13 Port GigaByte dengan Lisensi Level 6. Sehingga spesifikasi RB ini mampu menghasilkan hasil yang lebih maksimal berdasarkan perbandingan dari sesifikasi perangkat yang digunakan.

Pada penelitian sebelumnya oleh (Rahmad Dani dan Fajar Suryawan, 2017), berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang dapat membagikan beban secara merata ke beberapa *backend* server baik dalam keadaan semua server normal atau pun saat terjadi kegagalan pada salah satu *backend* server. Dapat meningkatkan ketersediaan karena mampu melakukan *failover* saat terjadi kegagalan baik di sisi *load balancer* atau pun di sisi *backend* server, *load balancing*tidak meningkatkan waktu respons dan *throughput* pada

request terhadap laman html tapi mampu meningkatkan waktu respons dan *throughput* dengan baik, penggunaan *load balancing* membuat sisi *database* menjadi lebih berat karena hanya menggunakan satu buah *database* sehingga saat menjalankan *request* yang memerlukan query yang berat, banyak *request* yang gagal.Dalam penelitian tersebut masih menggunakan simulasi dan belum diimplementasikan secara nyata, dan masih menggunakan satu database disarankan untuk menggunakan lebih dari satu *database* untuk menopang sistem *load balancing* di depannya. Dalam penelitian selanjutnya load balance dan failofer akan digunakan dalam pengimplementasian pada jaringan internet.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Darmawan & Teguh Imanto, 2017). Penggunaan link balancing dapat memanfaatkan besar bandwidth yang ada dan meningkatkan throughput pada saat mengakses data. Throughput pada saat menggunakan metode link balancing pada traffic padat dapat mencapai 8.21 MB/s, sedangkan tidak menggunakan metode link balancing hanya mencapai 1.25 MB/s/. Begitu juga pada delay, menggunakan link balancing pada saat pengiriman paket hanya terjadi delay 1.24 ms dibandingkan dengan tidak menggunakan metode link balancing yaitu mencapai 8.19 ms. Pada penggunaan Sistem Respon failover pada cisco 7606s sangat baik, hal tersebut dibuktikan bahwa waktu respon failover atau perpindahan ISP pada saat tejadinya fault, adalah rata-rata 2 detik, waktu 2 detik jika di translasikan pada pengiriman paket ICMP, hanya terjadi 1 paket loss. Pada penelitian selanjutnya untuk meningkatkan rata-rata fault akan menggununakan Mikrotik RB1100AHX4. Penggunaan mikrotik RB1100AHX4 karena lebih familiar pada masayarakat umum.

Penelitian sebelumnya oleh (Khoirotun Nikmah & Agus Prihanto, 2017), pada penelitian ini memanfaatkan protocol RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) bisa digunakan untuk failover, pada pengujian dapat dilihat ketika link utama terputus, maka koneksi tetap terhubung melalui link yang lainnya (backup link). Ketika link utama kembali normal maka koneksi akan kembali ke link utama. Pada penelitian belumdi implementasikan teknologi bonding maupun jaringan *failover* dengan menggunakan perangkat secara Real, ataupun dikombinasikan dengan metode lainnya. Pada penelitian selanjutnya akan mengimplementasikan metode load balance dan Failover menggunakan Mikrotik RB1100AHX4.

Penelitian sebelumnya yang terkait dilakukan oleh (Toni Sukendar & Moh Ikhsan Saputro, 2017), pada pengujian routing telah membuktikan bahwa gateway kedua isp telah berhasil dipisahkan berdasarkan kebutuhan bandwidth lokal ataupun internasional. Internet yang dari ISP ke 2 bertindak sebagaibackup, jadi penggunaan bandwith tidak maksimal, dan terbuang sia-sia. Pada penelelitian ini masih menggunakan mikrotik versi RB433 menggunakan prosesor siglecore, 3 port, RAM 32 MB. Pada penelitian selanjutnya menggunakan Mikrotik RB1100AHX4, dengan spesifikasi prosesor 4 core, 13 port gigabyte, RAM 1 Gigabyte.

Penelitian sebelumnya oleh (Geethu Gopinath P P & Shriram K Vasudevan, 2017), Pada penelitian melalui penerapan dua algoritma load balancing, yaitu Max-Min dan Min-Min. Penggunaan kedua algoritma Jika jumlah tugas yang lebih ringan melebihi tugas yang lebih berat, maka Max-Min bekerja lebih baik daripada Min-Min dalam hal pemanfaatan sumber daya dan membuat rentang sebaliknya jika banyak beban yang lebih berat. Hal itu menghasilkan Min-Min dengan kinerja

lebih baik daripada Max -Min. Jadi pada kesimpulan penelitian ini bahwa kinerja load balancing di cloud tidak bergantung pada algoritma apapun tetapi murni berdasarkan lingkungan cloud yang di pilih. Penelitian ini masih mefokuskan pada Load balancing algoritma Max-min dan Min-min, sebatas menggunakan cloud. Belum meneliti lebih detail terkait dengan spesifikasi hardware. Pada penelitian selanjutnya akan melakukan Load balancing dan menggunakan failover Mikrotik RB1100AHX4, dengan spesifikasi prosesor 4 core, 13 port gigabyte, RAM 1 Gigabyte.

Penelitian sebelumnya oleh(Atyaf Dhari & and Khaldun I. Arif, 2017),di lingkungan cloud computing, ada banyak tantangan, salah satunya adalah load balancing. Ini memiliki dampak penting pada penampilan. Pemanfaatan sumber daya maksimal dan kepuasan pengguna dapat ditingkatkan dengan load balancing yang baik. Dalam algoritma yang diusulkan ini, LBDA menyelesaikan tugas-tugas dalam beban menyeimbangkan masalah dengan mempertimbangkan kapasitas dan VMs perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap tugas untuk memetakan tugas ke VM yang paling sesuai. Pada penelitian ini dengan menggunakan algoritma load balance menghasilkan keseimbangan jalur transmisi data yang cenderung stabil dan maksimal. Pada penelitian selanjutnya mengunakan Load balancing dan menggunakan failover Mikrotik RB1100AHX4.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Berapa kecepatan trasfer data dan *bandwidth* pada metode *failover*terjadi?

b. Berapa kecepatan transfer data dan *bandwidth*ketika proses*loadbalance*pada kedua router?

c. Berapa titik set point pada penggunaan kuota data yang paling efisien ketika *failover* dan *load balance* terjadi?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Penelitian dilakukan di SMK N 1 Jenar Sragen, Jawa Tengah.

b. Menggunakan 1 ISP Telkom dengan 2 line FO masing-masing 50 MBps.

c. Penggunaan internet meliputi 20 titik akses point di lingkup SMK Negeri 1 Jenar, Sragen, Jawa Tengah.

d. Menggunakan mikrotik RB 1100 AHX4 sebagai failover dan Load balance.

e. Jenis kabel yang digunakan UTP cat 5e.

f. Akses point yang digunakan merk Tenda, Ubiquiti dan Tplink.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Metode *load ba*lance mampu mendistribusikan beban trafik secara merata sehingga kecepatan transfer data dan *bandwidth* dapat tercapai secara maksimal.

b. Metode *fileover* sistem untuk dapat berpindah secara manual maupun otomatis jika salah satu sistem mengalami kegagalan.

c. Untuk mengetahui titik set point yang paling ideal.

d. Bertujuan untuk menjaga koneksi internet agar tetap stabil jika salah satu dari line FO mengalami FUP (Fair Usage Policy) total.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Dengan metode *load ba*lance dan failover dapat mendistribusikan beban serta dan dapat melakukan switching dari line satu ke line dua secara otomatis.
b. Mengoptimalkan Penggunaan mikrotik RB 1100 AHX4 dengan metode load balance dan failover.
c. Menghasilkan seberapa tingkat kestabilan koneksi internet dalam penggunaan load balance dan failover pada hardware mikrotik RB 1100 AHX4.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini penulis memaparkan penelitian terdahulu yang menjadi acuan pada penelitian ini:

a. Penelitian yang dilakukan oleh (Bakhtiar Rifai dan Eko Supriyanto, 2017) yang berjudul Management System Failover Dengan RoutingDinamis *Open Shortest Path First* Dan*Border Gateway Protocol*. Untuk dapat memberikan layanan koneksi internet yang stabil dan menghindari adanya down total kearah customer, umumnya suatu provider internet memiliki dua atau lebih link kearah customer mereka untuk salah satunya dijadikan sebagai secondary link atau backup pada saat link primary mengalami gangguan. Dengan menggunakan metode *failover* dengan *protocol* OSPF yang diterapkan pada jaringan berdampak positif. Hal ini karena akan mengurangi *downtime* yang akan dirasakan client yang sebelumnya butuh waktu 3 menit untuk bisa menggunakan layanan kembali menjadi kurang dari 5 detik.

b. Penelitian yang dilakukan oleh (Yoga Pangestu, Didik Setiyadi dan Fata Nidaul Khasanah, 2018), tujuan dari penelitian tersebut untuk meminimalkan gangguan koneksi dalam bandwidth traffic yang mungkin terjadi sehingga penggunaan jaringan internet menjadi lebih stabil dan dikontrol. Dengan mengimplementasikan teknik load balancing beban *traffic* pada masing-masing ISP atau *gateway, traffic* akan menjadi seimbang sehingga pemakaian *bandwidth*

lebih efisien. Teknik load balancing mampu mempercepat koneksi jaringan internet.

c. Penelitian oleh (Futri Utami, Hj. Lindawati Dan Suzanzefi, 2017), tujuannya adalah akan menggunakan dua ISP dan menjadikan mikrotik sebagai *load balancer* dan diharapkan juga Mikrotik dapat mengoptimalkan pembagian *bandwidth* pada setiap *client* yang ingin mengakses internet. Mikrotik dapat mengoptimalkan pembagian *bandwidth* pada setiap *client* yang ingin mengakses internet. Penerapkan metode *Load Balancing* PCC (*Per Connection Classifier*) menjadi lebih baik, karena telah membagi beban trafik secara seimbang. Dengan hasil dari pengujian QoS untuk *delay* dalam kondisi tidak padat lebih bagus disbanding pada kondisi padat, untuk paket loss dalm kondisi padat ataupun tidak padat sama-sama stabil pada posisi 0%, untuk jitter dan trouhpout dalam kondisi tidak padat lebih bagus disbanding dalam kondisi padat.

d. (Rahmad Dani dan Fajar Suryawan, 2017) dari penelitian tersebut bertujuan untuk mengimplementasikan load balancing pada web server agar dapat meningkatkan kinerja sistem, serta mampu mengantisipasi kegagalan sistem melalui teknik failover.Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang dapat membagikan beban secara merata ke beberapa *backend* server baik dalam keadaan semua server normal atau pun saat terjadi kegagalan pada salah satu *backend* server , dapat meningkatkan ketersediaan karena mampu melakukan *failover* saat terjadi kegagalan baik di sisi *load balancer* atau pun di sisi *backend* server, nginx*load balancing*tidak meningkatkan waktu respons dan *throughput* pada *request* terhadap laman html

tapi mampu meningkatkan waktu respons dan *throughput* dengan baik, penggunaan *load balancing* membuat sisi *database* menjadi lebih berat karena hanya menggunakan satu buah *database* sehingga saat menjalankan *request* yang memerlukan query yang berat, banyak *request* yang gagal.

e. Penelitian yang dilakukan oleh (Darmawan & Teguh Imanto, 2017), penelitian ini membahas penerapan metode Link Balancing dengan menggunakan router Cisco 7606s sebagai gateway untuk jaringan lokal dengan 2 provider yang berbeda dan kombinasi system failover. Penggunaan link balancing dapat memanfaatkan besar bandwidth yang ada dan meningkatkan throughput pada saat mengakses data. Throughput pada saat menggunakan metode link balancing pada traffic padat dapat mencapai 8.21 MB/s, sedangkan tidak menggunakan metode link balancing hanya mencapai 1.25 MB/s/. Begitu juga pada delay, menggunakan link balancing pada saat pengiriman paket hanya terjadi delay 1.24 ms dibandingkan dengan tidak menggunakan metode link balancing yaitu mencapai 8.19 ms.

f. Penelitian yang dilakukan oleh (Khoirotun Nikmah & Agus Prihanto, 2017), Tujuan pada penelitian adalah untuk dikembangkan menjadi proses failover pada layer 2 sekaligus meningkatkan troughput bandwidth dengan menggunakan metode bonding.Pada penelitian ini memanfaatkan protocol RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) bisa digunakan untuk failover, pada pengujian dapat dilihat ketika link utama terputus, maka koneksi tetap terhubung melalui link yang lainnya (backup link). Ketika link utama kembali normal maka koneksi akan kembali ke link utama.

g. Selain itu penelitian terkait yang dilakukan oleh (Toni Sukendar & Moh Ikhsan Saputro, 2017), pada peneltiain ini menerapkan metode load balancing atau penyeimbangan beban bisa juga pengalihan beban menggunakan routerboard Mikrotik dengan metode Fail Over, router ini biasanya dari vendor bisa berbentuk software dan hardware.Pada pengujian routing telah membuktikan bahwa gateway kedua isp telah berhasil dipisahkan berdasarkan kebutuhan bandwidth lokal ataupun internasional. Internet yang dari ISP ke 2 bertindak sebagaibackup, jadi penggunaan bandwith tidak maksimal, dan terbuang sia-sia.
h. Penelitian yang dilakukan oleh (Geethu Gopinath P P & Shriram K Vasudevan, 2017), penelitian utama dari load balancing pada domain cloud dengan mengalokasikan beban secara dinamis di antara node, untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan menyediakan pemanfaatan sumber daya dengan maksimum dengan assorting keseluruhan beban yang tersedia untuk node yang berbeda.Pada penelitian melalui penerapan dua algoritma load balancing, yaitu Max-Min dan Min-Min. Penggunaan kedua algoritma Jika jumlah tugas yang lebih ringan melebihi tugas yang lebih berat, maka Max-Min bekerja lebih baik daripada Min-Min dalam hal pemanfaatan sumber daya dan membuat rentang sebaliknya jika banyak beban yang lebih berat. Hal itu menghasilkan Min-Min dengan kinerja lebih baik daripada Max -Min. Jadi pada kesimpulan penelitian ini bahwa kinerja load balancing di cloud tidak bergantung pada algoritma apapun tetapi murni berdasarkan lingkungan cloud yang di pilih.
i. Penelitian yang dilakukan oleh (Atyaf Dhari & and Khaldun I. Arif, 2017), peneliti mengusulkan algoritma penjadwalan tugas baru untuk meminimalkan

penjadwalan dan memaksimalkan sumber daya pemanfaatan dengan mempertimbangkan tugas mandiri. Algoritma yang diusulkan menghitung kekuatan pemrosesan total sumber daya yang tersedia dan total pemprosesan yang diminta kekuasaan dari pengguna. Dilingkungan cloud computing, ada banyak tantangan, salah satunya adalah load balancing. Ini memiliki dampak penting pada penampilan. Pemanfaatan sumber daya maksimal dan kepuasan pengguna dapat ditingkatkan dengan load balancing yang baik. Dalam algoritma yang diusulkan ini, LBDA menyelesaikan tugas-tugas dalam beban menyeimbangkan masalah dengan mempertimbangkan kapasitas dan VMs perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap tugas untuk memetakan tugas ke VM yang paling sesuai. Di lingkungan cloud computing, ada banyak tantangan, salah satunya adalah load balancing. Ini memiliki dampak penting pada penampilan. Pemanfaatan sumber daya maksimal dan kepuasan pengguna dapat ditingkatkan dengan load balancing yang baik. Dalam algoritma yang diusulkan ini, LBDA menyelesaikan tugas-tugas dalam beban menyeimbangkan masalah dengan mempertimbangkan kapasitas dan VMs perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap tugas untuk memetakan tugas ke VM yang paling sesuai.

2.2. Keaslian Penelitian

Tabel 2.1. Matriks literatur review dan posisi penelitian
Analisa Optimasi Penggunaan Bandwidth Dengan Failover Dan Load Balance Pada Mikrotik
(Studi Kasus SMK Negeri 1 Jenar Sragen)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
1	Management System Failover Dengan RoutingDinamis Open Shortest Path First DanBorder Gateway Protocol	Bakhtiar Rifai dan Eko Supriyanto ,Jurnal ilmu pengetahuan dan ilmu computer 2017.	Untuk dapat memberikan layanan koneksi internet yang stabil dan menghindari adanya down total kearah customer, umumnya suatu provider internet memiliki dua atau lebih link kearah customer mereka untuk salah satunya dijadikan sebagai secondary link atau backup pada saat link primary mengalami gangguan.	Dengan menggunakan metode failover dengan protocol OSPF yang diterapkan pada jaringan berdampak positif. Hal ini karena akan mengurangi downtime yang akan dirasakan client yang sebelumnya butuh waktu 3 menit untuk bisa menggunakan layanan kembali menjadi kurang dari 5 detik.	System yang dibangun membutuhkan 2 (Dua) buah aplikasi yaitu GNS3 sebagai simulator jaringan dan *Virtualbox* sebagai virtualisasi mesin *router, dan* simulasi routing menggunakan virtual mesin dengan Operating System (OS) Mikrotik pada semua router. Sebaiknya diterapkan langsung pada hardware seperti Routerboard atau router sejenisnya.	Menggunakan perangkat hardware secara real yaitu berupa routerboard RB1100AHX4 dengan versi ROS 3.64.3
2	Metode *Per Connection Classifier* Untuk Implementasi *Load*	Yoga Pangestu, Didik Setiyadi dan Fata Nidaul Khasanah,Jurnal Penelitian	Tujuan dari penelitian tersebut untuk meminimalkan gangguan koneksi dalam *bandwidth traffic* yang mungkin terjadi sehingga penggunaan jaringan internet	Dengan mengimplementasikan teknik load balancing beban *traffic* pada masing-masing ISP atau *gateway, traffic* akan menjadi seimbang sehingga pemakaian	menggunakan aplikasi PuTTY untuk mengconsole langsung perangkat mikrotik.	Dalam penilitian selanjutnya aplikasi yang digunakan menggunakan WINBOX sehingga dalam tahap konfigurasi dapat dilakukan lebih mudah.

Tabel 2.1. (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
	Balancing Jaringan Internet	System Embedded & Logic, 2018.	menjadi lebih stabil dan dikontrol.	efisien. Teknik load balancing mampu mempercepat koneksi jaringan internet.		
3	Optimalisasi Load Balancing Dua Isp Untuk Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik	Futri Utami, Hj. Lindawati Dan Suzanzefi,Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Paper Unisbank Ke-3 (Sendi_U 3), 2017	Tujuannya adalah akan menggunakan dua ISP dan menjadikan mikrotik sebagai *load balancer* dan diharapkan juga Mikrotik dapat mengoptimalkan pembagian *bandwidth* pada setiap *client* yang ingin mengakses internet.	Mikrotik dapat mengoptimalkan pembagian *bandwidth* pada setiap *client* yang ingin mengakses internet. Penerapkan metode *Load Balancing* PCC (*Per Connection Classifier*)menjadi lebih baik, karena telah membagi beban trafik secara seimbang. Dengan hasil dari pengujian QoS untuk *delay* dalam kondisi tidak padat lebih bagus disbanding pada kondisi padat, untuk paket loss dalm kondisi padat ataupun tidak padat sama-sama stabil pada posisi 0%, untuk jitter dan trouhpout dalam kondisi tidak padat lebih bagus disbanding dalam kondisi padat.	Dalam penelitian tersebut masih menggunakan RB tipe RB750 dengan spesifikasi memiliki prosesor 400MHz, RAM 32 MB, Main Storage 64 MB, 5 buah port fast Ethernet dan Lisensi Level 4 sehingga dirasa belum maksimal ketika akan dilakukan upgrade bandwidth.	Peneliti menggunakan RB1100AHX4 dengan spesifikasi Prosesor 4 Core dengan frekuensi 1.4 GHz, RAM 1 GB, Storage 128 MB, 13 Port GigaByte dengan Lisensi Level 6. Sehingga spesifikasi RB ini mampu menghasilkan hasil yang lebih maksimal berdasarkan perbandingan dari sesifikasi perangkat yang digunakan.
4	Perancangan	Rahmad Dani	Dari penelitian tersebut	Berdasarkan penelitian	Dalam penelitian tersebut	Dalam penelitian

Tabel 2.1. (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
4	Perancangan Dan Pengujian Load Balancing Dan Failover Menggunakan NGINX	Rahmad Dani dan Fajar Suryawan, Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika, 2017	Dari penelitian tersebut bertujuan untuk mengimplementasikan load balancing pada web server agar dapat meningkatkan kinerja sistem, serta mampu mengantisipasi kegagalan sistem melalui teknik failover.	Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang dapat membagikan beban secara merata ke beberapa *backend* server baik dalam keadaan semua server normal atau pun saat terjadi kegagalan pada salah satu *backend* server , dapat meningkatkan ketersediaan karena mampu melakukan *failover* saat terjadi kegagalan baik di sisi *load balancer* atau pun di sisi *backend* server, nginx*load balancing*tidak meningkatkan waktu respons dan *throughput* pada *request* terhadap laman html tapi mampu meningkatkan waktu respons dan *throughput* dengan baik, penggunaan *load balancing* membuat sisi *database* menjadi lebih berat karena hanya menggunakan satu buah *database* sehingga saat menjalankan *request* yang memerlukan query yang berat, banyak *request* yang gagal.	Dalam penelitian tersebut masih menggunakan simulasi dan belum diimplementasikan secara nyata, dan masih menggunakan satu database disarankan untuk menggunakan lebih dari satu *database* untuk menopang sistem *load balancing* di depannya	Dalam penelitian selanjutnya load balance dan failofer akan digunakan dalam pengimplementasian pada jaringan internet.

Tabel 2.1. (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
5	Analisa Link Balancing dan Failover 2 Provider Menggunakan Border Gateway Protocol (BGP) Pada Router Cisco 7606s	Darmawan &Teguh Imanto, Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 2017	Penelitian ini membahas penerapan metode Link Balancing dengan menggunakan router Cisco 7606s sebagai gateway untuk jaringan lokal dengan 2 provider yang berbeda dan kombinasi system failover	Penggunaan link balancing dapat memanfaatkan besar bandwidth yang ada dan meningkatkan throughput pada saat mengakses data. Throughput pada saat menggunakan metode link balancing pada traffic padat dapat mencapai 8.21 MB/s, sedangkan tidak menggunakan metode link balancing hanya mencapai 1.25 MB/s/. Begitu juga pada delay, menggunakan link balancing pada saat pengiriman paket hanya terjadi delay 1.24 ms dibandingkan dengan tidak menggunakan metode link balancing yaitu mencapai 8.19 ms	Pada penggunaan Sistem Respon failover pada cisco 7606s sangat baik, hal tersebut dibuktikan bahwa waktu respon failover atau perpindahan ISP pada saat tejadinya fault, adalah rata-rata 2 detik, waktu 2 detik jika di translasikan pada pengiriman paket ICMP, hanya terjadi 1 paket loss.	Pada penelitian selanjutnya untuk meningkatkan rata-rata fault akan menggununakan Mikrotik RB1100AHX4. Penggunaan mikrotik RB1100AHX4 karena lebih familiar pada masayarakat umum.
6	Meningkatkan Troughputban dwidth Sekaligus Sebagai Jalur Failover Dengan Menggunakan	Khoirotun Nikmah & Agus Prihanto, Jurnal Manajemen Informatika, 2017	Tujuan pada penelitian adalah untuk dikembangkan menjadi proses failover pada layer 2 sekaligus meningkatkan troughput bandwidth dengan menggunakan metode bonding.	pada penelitian ini memanfaatkan protocol RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) bisa digunakan untuk failover, pada pengujian dapat dilihat ketika link utama terputus, maka koneksi tetap terhubung melalui link yang	pada penelitian belumdi implementasikan teknologi bonding maupun jaringan failover dengan menggunakan perangkat secara Real, ataupun dikombinasikan dengan metode lainnya.	Pada penelitian selanjutnya akan mengimplementasikan metode load balance dan Failover menggunakan Mikrotik RB1100AHX4.

Tabel 2.1. (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
	Metode Bonding Pada Mikrotik			lainnya (backup link). Ketika link utama kembali normal maka koneksi akan kembali ke link utama.		
7	Menjaga konektifitas Internet Agar Selalu Up Dengan Metode Fail Over Berbasis Mikrotik Pada SMA Darusallam Jakarta	Toni Sukendar & Moh Ikhsan Saputro, Jurnal Teknik Komputer, 2017.	Pada peneltiain ini menerapkan metode load balancing atau penyeimbangan beban bisa juga pengalihan beban menggunakan routerboard Mikrotik dengan metode Fail Over, router ini biasanya dari vendor bisa berbentuk software dan hardware.	Pada pengujian routing telah membuktikan bahwa gateway kedua isp telah berhasil dipisahkan berdasarkan kebutuhan bandwidth lokal ataupun internasional. Internet yang dari ISP ke 2 bertindak sebagaibackup, jadi penggunaan bandwith tidak maksimal, dan terbuang sia-sia.	Pada penelelitian ini masih menggunakan mikrotik versi RB433 menggunakan prosesor siglecore, 3 port, RAM 32 MB.	Pada penelitian selanjutnya menggunakan Mikrotik RB1100AHX4, dengan spesifikasi prosesor 4 core, 13 port gigabyte, RAM 1 Gigabyte.
8	An in-depth analysis and study of Load balancing techniques in the cloud computing environment	Geethu Gopinath P P & Shriram K Vasudevan, ScienceDirect, 2015.	Pada penelitian ini mefokus utama dari load balancing pada domain cloud dengan mengalokasikan beban secara dinamis di antara node, untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan menyediakan pemanfaatan sumber daya dengan maksimum dengan assorting keseluruhan beban yang tersedia untuk node yang berbeda.	Pada penelitian melalui penerapan dua algoritma load balancing, yaitu Max-Min dan Min-Min. Penggunaan kedua algoritma Jika jumlah tugas yang lebih ringan melebihi tugas yang lebih berat, maka Max-Min bekerja lebih baik daripada Min-Min dalam hal pemanfaatan sumber daya dan membuat rentang sebaliknya jika banyak beban yang lebih berat. Hal itu menghasilkan Min-Min dengan kinerja lebih	Penelitian ini masih mefokuskan pada Load balancing algoritma Max-min dan Min-min, sebatas menggunakan cloud. Belum meneliti lebih detail terkait dengan spesifikasi hardware.	Pada penelitian selanjutnya akan melakukan Load balancing dan menggunakan failover Mikrotik RB1100AHX4, dengan spesifikasi prosesor 4 core, 13 port gigabyte, RAM 1 Gigabyte.

Tabel 2.1. (Lanjutan)

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
				baik daripada Max -Min. Jadi pada kesimpulan penelitian ini bahwa kinerja load balancing di cloud tidak bergantung pada algoritma apapun tetapi murni berdasarkan lingkungan cloud yang di pilih.		
9	An Efficient Load Balancing Scheme for Cloud Computing	Atyaf Dhari & and Khaldun I. Arif, Indian Journal of Science and Technology, 2017.	Peneliti mengusulkan algoritma penjadwalan tugas baru untuk meminimalkan penjadwalan dan memaksimalkan sumber daya pemanfaatan dengan mempertimbangkan tugas mandiri. Algoritma yang diusulkan menghitung kekuatan pemrosesan total sumber daya yang tersedia dan total pemprosesan yang diminta kekuasaan dari pengguna.	Di lingkungan cloud computing, ada banyak tantangan, salah satunya adalah load balancing. Ini memiliki dampak penting pada penampilan. Pemanfaatan sumber daya maksimal dan kepuasan pengguna dapat ditingkatkan dengan load balancing yang baik. Dalam algoritma yang diusulkan ini, LBDA menyelesaikan tugas-tugas dalam beban menyeimbangkan masalah dengan mempertimbangkan kapasitas dan VMs perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap tugas untuk memetakan tugas ke VM yang paling sesuai.	Pada penelitian ini dengan menggunakan algoritma load balance menghasilkan keseimbangan jalur transmisi data yang cenderung stabil dan maksimal.	Pada penelitian selanjutnya mengunakan Load balancing dan menggunakan failover Mikrotik RB1100AHX4.

2.3. Landasan Teori

2.3.1. Optimasi

Optimasi adalah Suatu disiplin ilmu dalam matematika yang fokus untuk mendapatkan nilai minimum atau maksimum secara sistematis dari suatu fungsi, peluang, maupun pencarian nilai lainnya dalam berbagai kasus. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (2016) Optimasi adalah upaya atau cara untuk memperoleh hasil yang terbaik. Sedangkan secara umum optimasi adalah suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimasi (nilai efektif yang dapat dicapai). Optimasi dapat diartikan sebagai suatu bentuk mengoptimalkan sesuatu hal yang sudah ada, ataupun merancang dan membuat sesusatu secara optimal.

2.3.2. Bandwidth

Bandwidth merupakan jumlah data yang dapat ditransmisikan dalam jumlah waktu yang tetap. Untuk perangkat digital, bandwidth biasanya dinyatakan dalam bit per detik (bps) atau byte per detik. Untuk perangkat analog, bandwidth dinyatakan dalam siklus per detik, atau Hertz (Hz).Bandwitdh merupakan faktor terpenting dalam jaringan. Beberapa hal yang menyebabkan bandwidth menjadi bagian penting yang harus diperhatikan adalah:

a. Bandwidth berdampak pada kinerja sebuah jaringan

Besarnya saluran atau bandwitd akan berdampak pada kecepatan transmisi. Data dalam jumlah besar akan menempuh saluran yang memiliki bandwidth kecil lebih lama dibandingkan melewati saluran yang memiliki andwidth yang

besar. Kecepatan transmisi tersebut sangat dibutuhkan untuk aplikasi real time, seperti video conference.

b. Bandwidth memiliki keterbatasan

Setiap medium yang digunakan untuk mentransmisikan data memiliki batas maksimal bandwidth yang dapat dicapai.

c. Kebutuhan bandwidth akan selalu meningkat

Setiap sebuah jaringan baru dikembangkan dan infrastruktur jaringan yang diperbaharui, aplikasi yang akan digunakan umumnya juga akan mengalami peningkatan dalam hal konsumsi bandwitdh.

2.3.3. Failover

Dalam jurnal penelitiannya (Rifai, Bakhtiar & Eko Spriyanto, 2017) failover atau redundant link. Banyak system failover yang diterapkan pada network suatu provider internet diantaranya dengan menggunakan teknologi routing dinamis seperti OSPF (Open Shortest Path First) dan BGP (Border Gateway Protocol). Routing merupakan proses mengirim data dari satu network ke network lain. Dengan dynamic routing maka mekanisme routing dilakukan secara dinamis dengan menentukan jarak terpendek secara cepat dan akurat antara peralatan pengirim dan penerima.

Sedangkan menurut (Damar & Teguh, 2017) dalam jurnal penelitiannya bahwa Failover adalah teknik yang menerapkan beberapa jalur untuk mencapai suatu network tujuan. Namun dalam keadaan normal hanya ada satu link yang

digunakan. Link yang lain berfungsi sebagai cadangan dan hanya akan digunakan bila link utama terputus.

Secara penerapan Teknik Failover adalah suatu teknik jaringan dengan memberikan dua jalur koneksi atau lebih dimana ketika salah satu jalur mati, maka koneksi masih tetap berjalan dengan dialihkan ke jalur lainnya. Teknik failover ini cukup penting ketika kita menginginkan adanya koneksi jaringan internet yang handal dan minimal disconnect dari internet. Teknik ini biasa dilakukan pada perusahaan dimana kegiatannya sangat bergantung pada layanan internet, tapi tidak menutup kemungkinan bahwa perusahaan/lembaga kecil.

2.3.4. Load Balance

(Tony Bourke, 2001) Load Balancing adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan throughput, memperkecil waktu tanggap dan menghindari overload pada salah satu jalur koneksi. Load balancing digunakan pada saat sebuah server telah memiliki jumlah user yang telah melebihi maksimal kapasitasnya. Load balancing juga mendistribusikan beban kerja secara merata di dua atau lebih komputer, link jaringan, CPU, hard drive, atau sumber daya lainnya, untuk mendapatkan pemanfaatan sumber daya yang optimal.

Pada umumnya Load Balancer digunakan oleh perusahaan layanan yang menginginkan layanannya selalu tersedia setiap saat (high availability). Walaupun secara kenyataan terdapat kendala yang membuat layanan tidak dapat diakses. Misalnya untuk layanan web server. Dengan load balancer, apabila ada 2 server

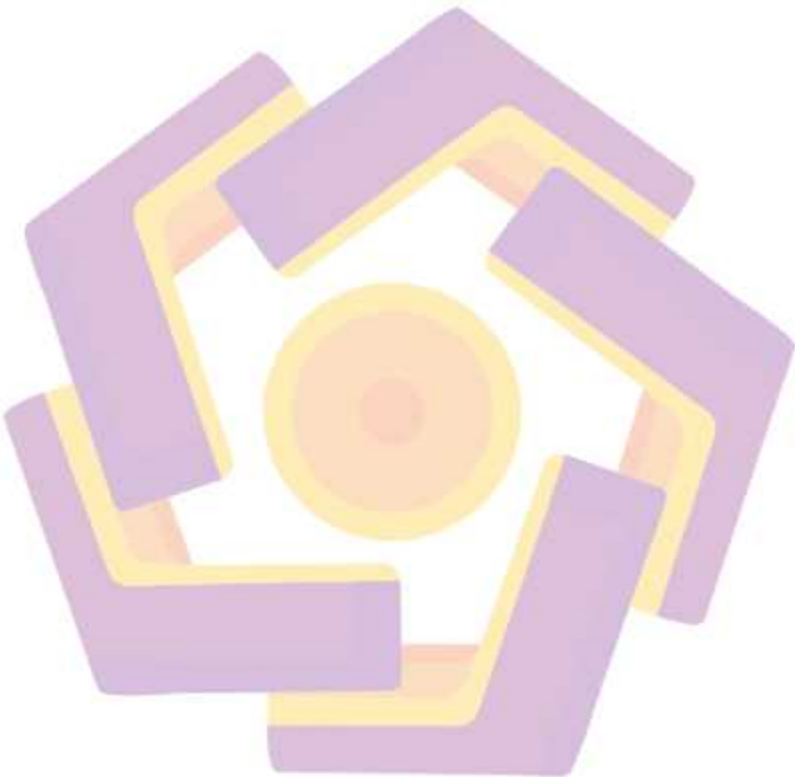
dengan konfigurasi dan tugas yang sama, maka load balancer akan membagi beban ke 2 server tersebut. Dan apabila salah satu server tersebut tidak dapat diakses gangguan, maka server yang lain dapat terus melayani layanan yang diakses oleh user.

2.3.5. Mikrotik

(Moch. Linto Herlambang, 2008) Mikrotik didirikan tahun 1995 bertujuan mengembangkan sistem ISP dengan wireless. Mikrotik saat ini telah mendukung sistem ISP dengan wireless untuk jalur data internet di banyak negara, antara lain Iraq, Kosovo, Sri Lanka, Ghana dan banyak negara lainnya.Berbagai pengembangan telah dilakukan hingga saat ini dengan tersedianya perangkat lunak sistem operasi router versi 2. Menjamin kestabilan, kontrol, dan fleksibilitas pada berbagai media antar muka dan sistem routing dengan menggunakan computer standart sebagai hardware.

Perangkat lunak ini mendukung berbagai fitur untuk keperluan dalam jaringan, mulai dari RADIUS modem pool, hingga sirkuit backbone dengan DS3. Mikrotik berlokasi di Riga, ibukota Latvia, dengan 50 orang karyawan. Mikrotik juga menjalankan sebuah ISP kecil, sebagai media percobaan untuk pengembangan RouterOS software. Pada penelitian ini menggunakan routerboard jenis RB 1100 AHX4 dengan Router Operating System (ROS) versi 3.64.3. RB 1100 AHX4 memiliki spesifikasi cukup mumpuni untuk melakukan load balancing dan failover secara stabil. Spesifikasi RB tersebut adalah Dengan Architecture ARM, CPU

Alpine AL21400 1.4GHz Quad Core , Main Storage/NAND 128MB, RAM 1GB, LAN Ports ,13 Gigabi Router, OS License Level6.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian

3.1.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian kuantitatif, Burhan Bungin (2015) peneletian kuantitatif menjadi faktor penting dalam proses penelitian itu sendiri. Bahwa sebagian dari kegiatan penelitian adalah proses teori atau proses berteori. Pada proses penelitian ini melakukan proses analisis deduktif untuk mencoba menjawab permasalahan yang sedang dihadapi. Pada penelitian kuantitatif, teori atau paradigma teori digunakan untuk mentukan peneliti menemukan masalah penelitian, menemukan hipotesis, menemukan konsep, menemukan metodologi dan menemukan alat analisis data.

3.1.2. Sifat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kausal komparatif, pada penelitian ini melakukan perbandingan terhadap seting software. Selanjutnya dilakukan pengukuran dan pengujian parameter pada perangkat yang ada, dan melakukan perbandingan terhadap masing-masing metode.

dari segi sifatnya penelitian ini adalah penelitian bersifat kuantitatif. Ade Djohar Maturidi (2012) penelitian yang dilakukan harus bisa diukur berdasarkan argumentasi ilmiah sehingga kesimpulan yang dibuat secara rasional didasarkan pada bukti-bukti yang tersedia. Penelitian tersebut juga harus didukung oleh

pengembangan konsep dan teori agar hasilnya dapat dipertangungjawabkan secara ilmiah.

3.1.3. Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Dimana data yang diambil merupakan data dari hasil pengukuran penerapan masing-masing metode pada jaringan FO di obyek penelitian. Dari setiap metode diambil data history trafik data selama 3 bulan terakir. Kemuadian dibandingkan pada masing-masing metode tersebut. Setelah di bandingkan kemudian di gabungkan kedua metode tersebut.Bagian ini memuat jenis, sifat dan pendekatan penelitian yang digunakan beserta penjelasan secara garis besar mengenai penelitian ini sehingga dapat dikelompokkan dalam penelitian tersebut.

Optimasi yaitu proses mencari solusi yang terbaik atau nilai optimal dari permasalahan optimasi. Permasalahan optimasi tersebut ada yang mencari nilai maksimal atau nilai minimal (Nyoman Gunantara, 2018). Dalam penelitian yang dilakukan pada SMK Negeri 1 Jenar mengambil Optimasi Nilai Maksimal. Nilai yang diharapkan nanti adalah nilai tertinggi pada kesetabilan kecepatan transfer data.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, pengumpulan data yang digunakan dengan meotode observasi, wawancara dan studi literatur atau kepustakaan.

a. Observasi

Jonathan (2006) observasi adalah metode pengumpulan data melalui pengamatan yang cermat dan teliti secara langsung terhadap gejala-gejala yang diselidiki. Observasi yang digunakan adalah observasi langsung, yaitu untuk memperoleh data dari subjek penelitian dengan pengamatan aktifitas langsung di lokasi. Yaitu penelitian dengan melakukan pengamatan secara mendalam dan menyeluruh mengenai hal-hal yang berkaitan dengan objek penelitian dengan berinteraksi sosial antara peneliti dan obyek penelitian selama pengumpulan data.

b. Studi literatur atau kepustakaan

Burhan Bungin (2005) pada peneltian kuantitatif adalah suatu tahap yang harus dilakukan karena tahap ini bagian penting untuk. Menentukan "*state of the art*" sebuah langkah mutakhir dari penelitian yang akan dilakukan ini, dimana penelitian yang akan dilakukan dapat dibedakan dengan penelelitian yang lainnya. Jadi tinjauan pustaka ini dilakukan juga untuk melihat dimana posisi teoritis yang akan dikembangkan.Peneliti melakukan pencarian literatur dan pengumpulan materi yang berkaitan dari buku, jurnal dan referensi lainnya yang yang terkait. Sehingga diperoleh literatur yang sesui dengan obyek penelitian.

c. Wawancara

Jonathan (2006) metode wawancara adalah pengumpulan data dengan jalan tanya jawab sepihak dengan cara sistematis dan berlandaskan pada tujuan penelitian. Metode wawancara ini digunakan untuk memperoleh keterangan,

informasi dan penjelasan seputar permasalahan secara mendalam sehingga diperoleh data yang akurat dan terpercaya dari subyek penelitian karena diperoleh secara langsung tanpa perantara.

3.3. Metode Analisis Data

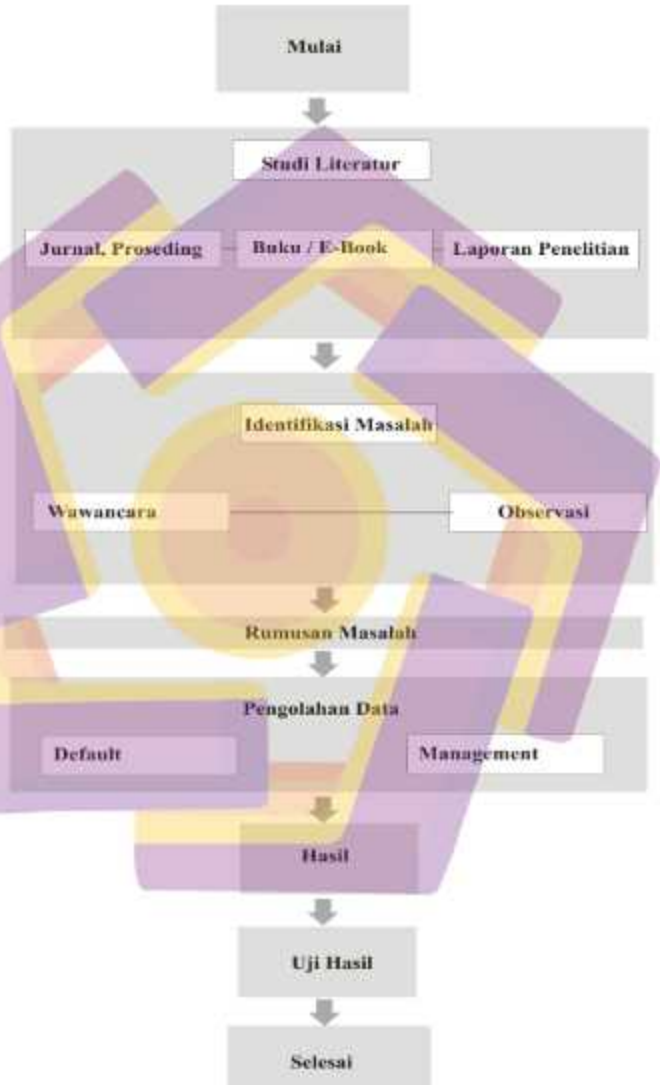
Hasibuan (2007) menjelaskan bahwa analisis data adalah proses mengatur urutan data, mengorganisasikannya ke suatu pola, katagori dan kesatuan uraian dasar. Hasibuan membedakan dengan penafsiran, yaitu memberikan arti yang signifikan terhadap data, menjelaskan pola uraian dan mencari hubungan di antara dimensi-dimensi uraian.

Pada tahapan penelitian ini akan dilakukan proses analisis data dari data yang telah diperoleh sebagai bahan penelitian. Analisis data merupakan proses penyederhanaan data dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diimplementasikan. Analisa data diperlukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat akurasi data yang diperoleh dari subyek penelitian.

Pada proses analisa data penelitian ini terdiri dari 1 ISP provider Telkom dengan 2 koneksi FO masing-masing memiliki besar bandwidth 50 Mbs. Dengan menggunakan 1 bauh roter Mikrotik RB1100AHX4 untuk managemen bandwidth dengan menggunakan 20 titik akses point

3.4. Alur Penelitian

Berikut bagan alur penelitian di tunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alur Peneltian

Dari gambar bagan alur penelitian diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Studi literatur

Peneliti melakukan pengumpulan data dan informasi yang terkait dengan topik penelitian yang diambil dari berbagai buku, Jurnal, e-book dan lain-lain. Bertujuan untuk memperkuat dasar penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti.

b. Identifikasi masalah

Peneliti melalui prosesnya melakukan wawancara terhadap user atau pengguna internet untuk mendapatkan keterangan berapa kecepatan, ping dan jitter yang didapat ketika melakukan speedtest.

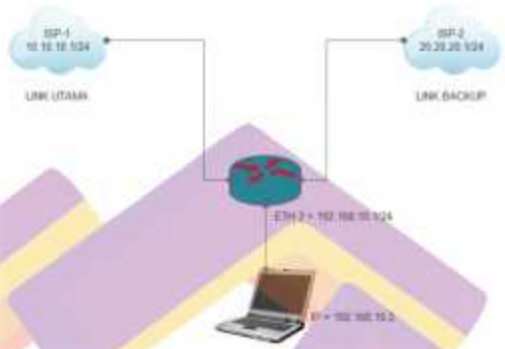
c. Rumusan masalah

Selanjutnya peneliti merumuskan masalah dari penemuan hasilwawancara dan observasi sehingga mendapaatkan pokok pembahasan yang menjadi inti permasalahn di lapangan.

d. Pengolahan data

Pada tahapan ini peneliti mengolah data default dan data yang dimanajemen. Data default berupa data pengaturan pokok yang terdapat di mikrotik RB 1100 AHX4 tanpa menambahkan metode *failover* ataupun *load balance* sehingga trafik yang keluar dari mikrotik merupakan trafik murni tanpa ada penambahan metode apapun. Dalam pengolahan data yang dimanajemen, peneliti menerapkan dua metode yang digunakan untuk mengoptimalkan *bandwidth* serta perangkat yang

ada pada SMK Negeri 1 Jenar Sragen. Pertama peneliti menggunakan *failover* sebagai switching antar modem, cara kerjanya bias dilihat pada gambar 3.2 berikut



Gambar 3.2. *Failover* dan *Load balance*

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa terdapat dua buah koneksi internet yang mana link utama digunakan sebagi link awal, dalam penelitian ini apabila link utama mencapai 1200 Gb saat penggunaan data maka akan otomatis berpindah ke link backup, kemudian apabila link backup mencapai 1200 Gb dalam penggunaan datanya maka kedua link tersebut akan bekerja bersama-sama menjadi *load balance*.

e. Hasil

Pada tahapan ini hasil dari pengolahan data pada router yang menggunakan management bandwidth dapat diambil dari data log mikrotik, data log bekerja berdasarkan script yang dibuat. Script yang dibuat dan ditanam di mikrotik dalam penelitian ini berupa script monitoring bandwidth, script penjadwalan *failover* dan script load balance. Script monitoring ini bertugas melakukan monitoring pada setiap interface yang digunakan pada mikrotik, hasil monitoring dikalkulasi dan

setiap 30 detik ditampilkan pada Log mikrotik. Script *failover* bekerja untuk mendeteksi perpindahan koneksi, ketika sebuah koneksi mengalami batas limit penggunaan data yang sudah ditetapkan maka akan melakukan perindahan secara otomatis. Script *load balance*, pada script ini bekerja untuk mendeteksi ketika kedua koneksi mencapai batas limit tertentu maka akan menggabungkan kedua koneksi tersebut agar bekerja bersama-sama sehingga menghasilkan koneksi yang stabil tanpa ada *fluktuasi* yang terlalu tinggi.

f. Uji hasil

Uji hasil ini adalah berupa pengujian yang dilakukan ketika hardware mikrotik telah diseting dengan berbagai metode yang disebutkan diatas serta ditanami script agar dapat bekerja secara otomatis atau tidak.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Obyek Penelitian

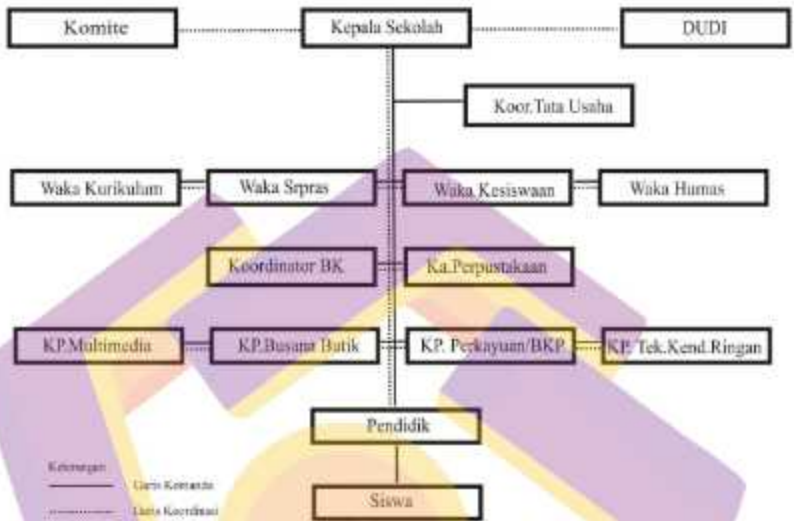
4.1.1. Gambaran Umum SMK Negeri 1 Jenar Sragen

Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 1 Jenar, Sragen adalah satu-satunya sekolah SMK Negeri yang ada di Kecamatan Jenar, Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah. Beralamatkan di Jl. Tangen – Banyurip KM.8, DesaDawung, KecamatanJenar, KabupatenSragen, Kode Pos57256. Sekolah SMK ini didirikan pada tanggal 30 Oktober 2003, berdasarkan Surat Keputusan 425/1175/24/2003 yang di keluarkan oleh Pemerintah Kabupaten Sragen, Kepala Sekolah untuk saat ini (27 Desember 2019) Drs. Suyono, M.Pd.

Secara umum sarana dan prasarana cukup memadai dan sangat mendukung untuk proses belajar mengajar. Salah satu prasarana pembelajaran adalah menggunakan jaringan internet. Di sekolahan ini telah tersambung dalam jaringan internet dengan menggunakan ISP Telkom. Dengan menggunakan dua line FO, setiap line dengan kapasitas bandwidth 50 MBps. Jadi total penggunaan bandwidth sebesar 100 MBpssetiap bulannya berdasarkan kalender berjalan.

Walaupun menggunakan dua line, penggunaanya masih kurang maksimal, karena terbatas pengguaan FUP. Jika sudah memenuhi batas FUP maka kecepatannya akan berkurang menjadi sekitar 20% dari kecepatan normal. Karena penurunan yang sangat sikinifikan sehingga mempengaruhi proses belajar ketika harus terkoneksi dalam jaringan internet.

4.1.2. Struktur Organisasi SMK Negeri 1 Jenar Sragen



Gambar 4.1. Struktur Organisasi

Struktur dalam terminologi organisasi merupakan identitas yang membedakan antara satu organisasi dengan organisasi lainnya. Struktur organisasi adalah cerminan bagaimana oranisasi memperlakukan dirinya dan kelompok-kelompok kepentingan terhadap organisasi tersebut. Namun demikian, perlu ditegaskan bahwa struktur organisasi dibentuk agar organisasi efektif untuk bergerak dalam mencapai tujuan organisasi. Untuk dapat mencapai tujuan yang ditentukan adapun tugas pokok dan fungsi masing-masing stakeholderpada organisasi SMKN 1 Jenar.

4.1.2.1. Kepala Sekolah

Kepala sekolah bertanggung jawab sepenuhnya terhadap seluruh kegiatan sekolah, di sini kepala sekolah juga berperan sebagai Manager, Edukator, Leader Motivator dan juga Inovatorbaik dari dalam maupun di luar, tugas kepala sekolah diantarannyayaitu:

1. Menyusun program kerja sekolah.
2. Mengawasi proses belajar mengajar, pelaksanaan dan penilaian terhadap proses dan hasil belajar serta bimbingan dan konseling (BK).
3. Sebagai pembina kesiswaan.
4. Pelaksanaan bimbingan dan penilaian bagi para guru serta tenaga kependidikan lainnya.
5. Penyelenggaraan administrasi sekolah yaitu meliputi administrasi ketenagaan, keuangan, kesiswaan, perlengkapan dan kurikulum.Pelaksanaan hubungan sekolah dengan lingkungan sekitar dan atau masayarakat.

4.1.2.2. Komite

Berdasarkan Permendikbud 75 Tahun 2016, Komite Sekolah adalah lembaga mandiri yang beranggotakan orangtua/wali peserta didik, komunitas sekolah, serta tokoh masyarakat yang peduli pendidikan. Tugas dan fungsi komite sekolah yaitu :

1. memberikan pertimbangan dalam penentuan dan pelaksanaan kebijakan pendidikan;

2. menggalang dana dan sumber daya pendidikan lainnya dari masyarakat baik perorangan/organisasi/dunia usaha/dunia industri maupun pemangku kepentingan lainnya melalui upaya kreatif dan inovatif;
3. mengawasi pelayanan pendidikan di Sekolah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan; dan
4. menindaklanjuti keluhan, saran, kritik, dan aspirasi dari peserta didik, orangtua/wali, dan masyarakat serta hasil pengamatan Komite Sekolah atas kinerja Sekolah;

4.1.2.3. DUDI

DU/DI merupakan kependekan dari Dunia Usaha Dunia Industri yang merupakan suatu tempat perusahaan atau tempat industri yang menjadi relasi sekolah untuk pelatihan dan pembelajaran bagi siswa siswi diluar sekolah yang disebut sebagai kegiatan PRAKERIN (Praktek Kerja Industri) atau PSG (Pendidikan Sistem Ganda).

Pendidikan Sistem Ganda (PSG) atau Pendidikan Praktik Kerja industri merupakan salah satu strategi pokok dalam rangka operasionalisasi "link and match" di mana suatu proses pendidikan yang melibatkan sekolah dan industry yang diharapkan kesenjangan kualitas lulusan dan kebutuhan industry dapat ditekan. Praktik Industri atau praktik kerja industri adalah suatu program yang bersifat wajib tempuh bagi siswa SMK yang merupakan bagian dari program Pendidikan Sistem Ganda (PSG) dalam pedoman teknis pelaksanaan PSG pada SMK disebutkan bahwa Praktik Kerja Industri adalah praktik keahlian produktif

yang dilaksanakan di industri atau di perusahaan yang berbentuk kegiatan mengajarkan pekerjaan produksi dan jasa (Kepmendiknas, 1997).

4.1.2.4. Koord.Tata Usaha

Tata usaha merupakan suatu kegiatan pencatatan dan penyusunan berbagai macam keterangan. Tujuannya adalah agar keterangan-keterangan tersebut bisa dipergunakan secara langsung sebagai bahan atau sumber informasi bagi siapa saja yang membutuhkan, khususnya pimpinan organisasi/perusahaan yang bersangkutan (Saiman, 2002).

Berdasarkan struktur organisasinya tata usaha dipimpin oleh kepala tata usaha atau disebut sebagai coordinator tata usaha yang kemudian disingkat dengan koord.tata usaha. Koord.tata usaha memiliki beberapa tugas dan fungsi pokok diantaranya yaitu:

1. Mengkoordinasi dan melaksanakan kegiatan organisasi/instansi
2. Membina dan pengembangan karier pegawai tata usaha
3. Memberi penilaian hasil kerja karyawan
4. Menyusun program tata usaha
5. Membantu mengelola keuangan
6. Membagi tugas tata usaha dan pembantu pelaksana
7. Menyusun laporan pelaksanaan kegiatan pengurusan ketatausahaan secara berkala.

4.1.2.5. Waka Kurikulum

Waka Kurikulum adalah wakil kepala bagian kurikulum sekolah yang merupakan seseorang yang memiliki tugas untuk menyusun kegiatan pelajaran dan program pendidikan yang diberikan oleh suatu Lembaga penyelenggara pendidikan yang berisi rancangan pelajaran yang akan diberikan kepada peserta pelajaran dalam satu periode jenjang Pendidikan. Beberapa tugas waka kurikulum diantaranya yaitu:

1. kurikulum menjadi program operasional diklat di sekolah melalui analisis kurikulum, sinkronisasi, menetapkan kurikulum validasi.
2. Menetapkan program pembelajaran, jadwal kegiatan, pembagian tugas mengajar, jadwal pelajaran dan bahan ajar.
3. Mengorganisasi/mengkorrdinasi KBM baik teori maupun praktik yang terdiri dari: Persiapan KBM, Pelaksanaan KBM, Evaluasi Hasil Belajar, Analisis Hasil Evaluasi Belajar, Perbaikan dan Pengayaan.

4.1.2.6. Waka Sarpras

Wakil Kepala Sekolah Bidang Sarana dan Prasaranaatau disebut sebagai Waka Sarpras merupakan pejabat yang ditunjuk oleh Kepala Sekolah dan bertanggung jawab kepada Kepala Sekolah dalam memimpin, merencanakan, mengembangkan, mengarahkan, mengkoordinasikan, mengawasi, dan mengendalikan kegiatan sekolah dalam melaksanakan program bidang sarana prasarana sesuai dengan visi, misi, dan program kerja yang telah ditetapkan oleh sekolah.

4.1.2.7. Waka Kesiswaaan

Waka Kesiswaan merupakan pejabat yang ditunjuk oleh Kepala Sekolah yang berertanggung jawab kepada Kepala Sekolah dalam melaksanakan tugas-tugas di bidang Penyusun program pembinaan kesiswaan, melaksanakan bimbingan, pengarahan dan pengendalian kegiatan siswa/OSIS dalam rangka menegakkan disiplin dan tata tertib sekolah serta membaina dan melaksanakan koordinasi keamanan, kebersihan, ketertiban, keindahan, kekeluargaan, kerindangan dan kegiatan kurikuler (7-K).

4.1.2.8. Waka Humas

Wakil Kepala Sekolah Bidang Humas (hubungan masyarakat) atau disebut sebagai Waka Humas merupakan pejabat yang ditunjuk oleh Kepala Sekolah yang bertanggung jawab kepada kepala sekolah dalam bidang kerja sama industri, perguruan tinggi, dan masyarakat / stakeholder, selain itu Waka Humas juga berttanggungjawab meliputi menyusun dan melaksanakan program kerja, mengarahkan, membina, memimpin, mengawasi dan mengkoordinasikan pelaksanaan tugas, khususnya di bidang hubungan kerjasama dengan dunia usaha/dunia industri yang relevan serta memasarkan tamatan SMK.

4.1.2.9. Koordinator BK

Koordinator BK (Bimbingan Konseling) adalah sebagai pelaksana utama yang mengkoordinir seluruh kegiatan yang terkait dalam pelaksanaan kegiatan

bimbingan dan konseling di sekolah baik terhadap warga sekolah, orang tua siswa, komite sekolah serta masyarakat.

4.1.2.10. Ka. Perpustakaan

Kepala Bidang Perpustakaan atau Ka Perpustakaan dipimpin oleh seorang Kepala Bidang yang bertanggungjawab kepada Kepala Sekolah yang mempunyai tugas pokok merencanakan operasional, mengelola, mengkoordinasikan, mengendalikan mengevaluasi dan melaporkan urusan Bidang Perpustakaan. Tugas pokok ka perpustakaan diantaranya adalah :

1. Perencanaan operasional Bidang Perpustakaan meliputi Layanan Perpustakaan dan Pengelolaan Perpustakaan;
2. Pembinaan urusan Layanan Perpustakaan serta Pengelolaan Perpustakaan;
3. Pengendalian, evaluasi dan pelaporan urusan Layanan Perpustakaan serta Pengelolaan Perpustakaan;

4.1.2.11. KP. Multimedia

KPMultimedia adalah kependekan dari Kepala Program Multimedia yang mana merupakan guru yang ditunjuk untuk menjabat sebagak kepala program pada jurusan tertentu oleh kepala sekolah yang memiliki tugas mengkoordinasi guru produktif sesuai jurusan serta bertanggung jawab terhadap perkembangan dijurusan Multimedia.

4.1.2.12. KP. Busana Butik

KP Busana Butik adalah kependekan dari Kepala Program Busana Butik yang mana merupakan guru yang ditunjuk untuk menjabat sebagak kepala program pada jurusan tertentu oleh kepala sekolah yang memiliki tugas mengkoordinasi guru produktif sesuai jurusan serta bertanggung jawab terhadap perkembangan dijurusan Busana Butik.

4.1.2.13. KP. Perkayuan/BKP

KP Perkayuan / BKP adalah kependekan dari Kepala Program Bisnis Kontruksi dan Properti yang mana merupakan guru yang ditunjuk untuk menjabat sebagak kepala program pada jurusan tertentu oleh kepala sekolah yang memiliki tugas mengkoordinasi guru produktif sesuai jurusan serta bertanggung jawab terhadap perkembangan dijurusan BKP

4.1.2.14. KP. Tek. Kend. Ringan

KP Tek. Kend. Ringan adalah kependekan dari Kepala Program Teknik Kendaraan Ringan yang mana merupakan guru yang ditunjuk untuk menjabat sebagak kepala program pada jurusan tertentu oleh kepala sekolah yang memiliki tugas mengkoordinasi guru produktif sesuai jurusan serta bertanggung jawab terhadap perkembangan dijurusan Tek. Kend. Ringan.

4.1.2.15. Pendidik

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Dalam melaksanakan tugasnya pendidik pada SMK Negeri 1 jenar berkoordinasi dengan masing-masing Kepala Program serta waka kurikulum atau bahkan dengan kepala sekolah. Pendidik di SMK Negeri 1 jenar rata-rata memiliki kualifikasi strata 1.

4.1.2.16. Siswa

Menurut Undang-Undang Pendidikan No. 2 Th. 1989 Mengacu dari beberapa istilah murid atau siswa, murid diartikan sebagai orang yang berada dalam taraf pendidikan yang dalam berbagai literatur murid juga disebut sebagai anak didik. Pada SMK Negeri 1 jenar siswa ataupun siswi berasal dari berbagai desa, kecamatan bahkan kabupaten sekitar. Siswa siswi di SMK tersebut merupakan lulusan dari SLTP baik dari dalam ataupun luar kecamatan jenar.

4.2. Hasil Pengumpulan Data

Penggunaan bandwidth pada obyek penelitian sebesar 50 MBps. Karena jika hanya menggunakan satu line saja kurang dari satu bulan sudah memenuhi kuota FUP. Sehingga kecepatannya berkurang menjadi sebesar 20% dari kecepatan normal. Karena kecepatan koneksinya berkurang maka dilakukan penambahan langganan satudengan kapasitas bandwidth yang sama. Walaupun sudah melakukan

pemasangan dua line, tidak bisa berjalan bersamaan sebesar 100 MBps. Sehingga dilakukan pembagian setiap satu line terhubung dengan 20 titik akses point. Berikut tangkapan layar langgana ISP dua line dengan kapasitas 100 MBps. Ditunjukkan pda gambar 4.2 sebagai berikut.

Gambar 4.2. Langganan ISP 2 Line FO

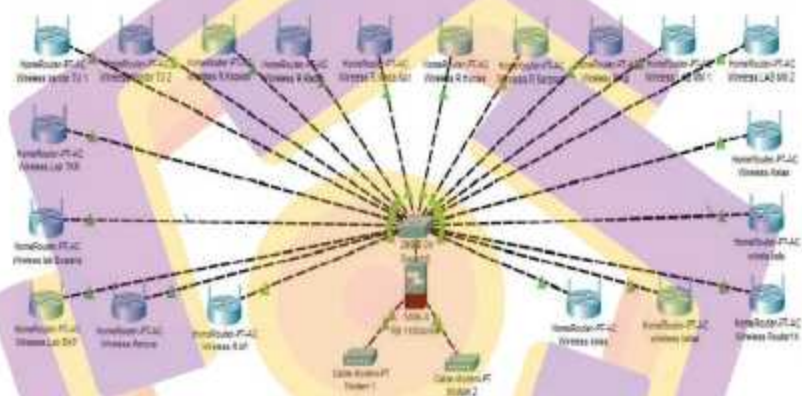
Walau telah menggunakan dua line pada ISP yang sama, hal ini belum cukup efektif.Karena tidak bisa mengontrol manajemen bandwidth secara maksimal sehingga prlu adanya ssebuah metode untuk melakukan pengontrolan bandwidth.

4.2.1. Topologi Jaringan Star

Topologi jaringan adalah, hal yang menjelaskan hubungan geometris antara unsur-unsur dasar penyusun jaringan, yaitu node, link, dan station. Ada beberapa jenis topologi yang dapat diguakan untuk memenuhi kebutuhan dalam koneksi jaringan. Pada SMK Negeri 1 Jenar, topologi yang digunakan adalah topologi star.

Topologi star sendiri merupakan bentuk topologi jaringan yang berupa konvergensi dari node tengah ke setiap node atau pengguna.

Topologi star menggunakan hub/switch sebagai node tengah untuk saling terhubung satu sama lain dari client server menuju ke server atau sebaliknya.Topologi yang ada di SMKN 1 Jenar dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Topologi Star Pada SMKN 1 Jenar

Pada topologi gambar 4.3 menunjukkan bahwa di SMKN 1 Jenar menggunakan 2 koneksi Internet dengan ISP yang sama. Kedua koneksi internet tersebut digambarkan dengan 2 buah modem dengan nama modem 1 dan modem 2. Kedua modem tersebut terhubung dengan sebuah router yang digunakan sebagai server yakni tipe RB 11000AHX4.

Server tersebut digunakan untuk memanajemen bandwidth serta managemen user. Pada port output server mikrotik RB1100AHX4 terhubung dengan 1 buah switch hub yang kemudian tiap masing-masing port hub tersebut terhubung dengan Akses Point di tempat yang berbeda.Akses point yang terpasang

pada SMKN 1 Jenar sebanyak 20 titik. Akses point yang digunakan dibervariasi, mulai dari merk TP-Link, Tenda, Ubiquiti dan Lain sebagainya.

Dari berbagai merk tersebut tentunya juga menghasilkan kualitas yang berbeda, baik dari segi jumlah user yang bisa masuk melalui akses point tersebut atau kualitas koneksi dari akses point ke masing-masing user. Dari semua aksespoint yang terpasang memiliki jarak yang berbeda. Mulai mulai dari 3meter dari server hingga 200m dari server. Dalam penyebaran jumlah titik aksespoint yang ada SMKN 1 Jenar menggunakan kabel UTP Cat5e.Disamping harganya yang ekonomis, kabel tersebut juga memiliki kualitas koneksi data yang baik, sehingga mampu mentransmisikan data dengan stabil.

4.2.2. Managemen login User

Managemen login user yang disediakan di SMKN 1 Jenar merupakan managemen user hotspot yang mana tiap-tiap user mendapat kode akses sendiri sesuai dengan akun yang terdaftar. Sebelum user dapat memakai koneksi internet maka tiap user akan disuguhkan dengan tampilan landing page captive portal untuk memasukkan user serta password yang diberikan oleh admin kepada masing-masing user. Hal ini bisa dilihat pada gambar 4.4.

Gambar 4.4. Captiv Portal landing page login SMKN 1 Jenar

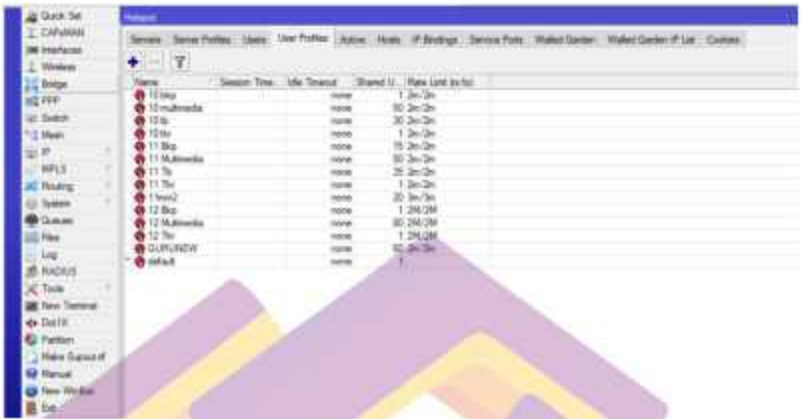
Setelah user berhasil memasukkan akun yang telah didaftar.Maka user tersebut akan terkoneksi dengan internet dengan ditandai berupa user akan dibawa pada laman web SMKN 1 Jenar yang ditunjukan pada gambar 4.5 dan 4.6.

Gabar 4.5. User berhasil memasukkan akun yang sesui dengan yang terdaftar

Gabar 4.6. User berhasil login akan dibawa pada web SMKN 1 Jenar

4.2.3. Managemen Admin

Managemen admin ini merupakan pengelolaan terhadap user atas koneksi internet yang ada pada SMKN 1 Jenar, Manajemen admin inii meliputi management akun. Akunt tersebut dibagi menjadi beberapa bagian meliputi akun user admin yaitu akun yang digunakan admin untuk masuk dalam system untuk melakukan management user dan konfigurasi lainnya. Akun user Guru, Akun tersebut merupakan akun untuk akses internet yang diberikan oleh admin kepada user yang notabenenya merupakan user guru pada SMKN 1 Jenar. Akun user siswa, akun tersebut merupakan akun untuk akses internet yang diberikan admin kepada masing-masing siswa. Masing-masing akun tersebut dilimit dengan Batasan 2MBps/user karena keterbatasan data yang ada serta berpotensi terjadinya FUP. Managemen tiap user dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gabar 4.7.Profile Akun User

4.3. Hasil Analisis Data

4.3.1. Hasil Data Managemen Default

Data yang diperoleh adalah data penggunaan selama tiga bulan, yaitu bulan Agustus, September dan Oktober tahun 2019. Dengan menggunakan dua modem yang telah disedikan oleh ISP. Mengambilan data selama tiga bulan dengan 2 modem untuk mendapatkan data sebagai pembanding. Sehingga dapat ditemukan puncak data pada saat FUP.

4.3.1.1. Modem FO 1

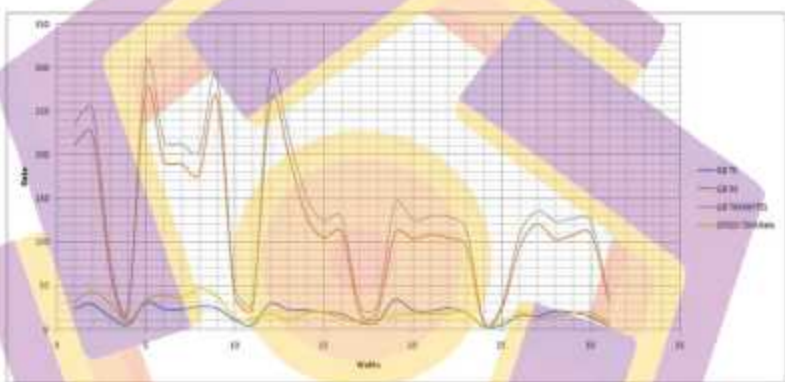
Penggunaan data pada bulan Agustus di modem 1 data memenuhi FUP pada hari Senin tanggal 12. Sehingga kecepatan data tidak lebih dari 20 MBps setelah memenuhi FUP. Penggunaan data pada FO 1 dibulan Agustus di tunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Penggunaan data pada FO 1 bulan Agustus

No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Kamis 01 Agustus 2019	23.77	211.44	235.21	31.1
2	Jumat 02 Agustus 2019	28.6	224.59	253.19	42.8
3	Sabtu 03 Agustus 2019	14.05	67.31	81.36	29.1
4	Minggu 04 Agustus 2019	5.01	18.88	23.89	8.3
5	Senin 05 Agustus 2019	30.53	273.42	303.95	32.5
6	Selasa 06 Agustus 2019	23.32	194.07	217.39	38.6
7	Rabu 07 Agustus 2019	22.77	189.85	212.62	35.3
8	Kamis 08 Agustus 2019	26.13	178.15	204.28	46.2
9	Jumat 09 Agustus 2019	24.01	264.91	288.92	37.2
10	Sabtu 10 Agustus 2019	10.42	37.65	48.07	13.5
11	Minggu 11 Agustus 2019	4.92	25.02	29.94	11.7
12	Senin 12 Agustus 2019	29.44	261.1	290.54	17.3
13	Selasa 13 Agustus 2019	22.59	201.44	224.03	10.4
14	Rabu 14 Agustus 2019	22.02	130.77	152.79	18.4
15	Kamis 15 Agustus 2019	19.19	104.9	124.09	19.4
16	Jumat 16 Agustus 2019	17.3	111.51	128.81	12.1
17	Sabtu 17 Agustus 2019	7.88	19.04	26.92	8.6
18	Minggu 18 Agustus 2019	8.59	18.35	26.94	11.3
19	Senin 19 Agustus 2019	33.8	109.96	143.76	15.9
20	Selasa 20 Agustus 2019	21.41	103.41	124.82	17.2
21	Rabu 21 Agustus 2019	20.77	108.55	129.32	16.8
22	Kamis 22 Agustus 2019	24.23	104.65	128.88	17.4
23	Jumat 23 Agustus 2019	18.83	94.77	113.6	18.7
24	Sabtu 24 Agustus 2019	2.78	5.83	8.61	2.1
25	Minggu 25 Agustus 2019	4.31	23.27	27.58	9.2
26	Senin 26 Agustus 2019	15.33	94.02	109.35	18.5
27	Selasa 27 Agustus 2019	14.74	120.67	135.41	13.6
28	Rabu 28 Agustus 2019	20.72	103.01	123.73	14.8
29	Kamis 29 Agustus 2019	19.01	107.92	126.93	18.5
30	Jumat 30 Agustus 2019	14.41	109.35	123.76	19
31	Sabtu 31 Agustus 2019	4.07	32.45	36.52	8.5

Hasil peroleh data penggunaan pada FO 1 dibulan Agustus nilai grafik tertinggi pada hari senin tanggal 5, dengan penggunaan total 303.95 GB. Sedangkan penggunaan terendah pada hari sabtu tanggal 24, penggunaan data 8.61 GB. Pada

grafik terdapat 4 warna yaitu biru, orange, abu-abu dan kuning. Warna Biru menunjukkan nilai TX. Warna Orange menunjukkan nilai RX. Warna abu-abu menunjukkan nilai TXRXBYTES dan warna kuning menunjukkan nilai TXRXRate. Kecepatan transfer data tertinggi pada FO 1 bulan Agustus di hari Kamis tanggal 8, dengan kecepatan 46.2 MBps. Sedangkan transfer data terendah pada hari Sabtu tanggal 24 sebesar 2.1 MBps.Grafik penggunaan data FO 1pada bulan agustus ditunjukkan pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik FO 1 Bulan Agustus

Penggunaan data pada bulan September di modem 1 data memenuhi FUP pada hari Rabu tanggal 11. Sehingga kecepatan data tidak lebih dari 20 MBps setelah memenuhi FUP. Penggunaan data pada FO 1 dibulan September di tunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Penggunaan data pada FO 1 bulan September

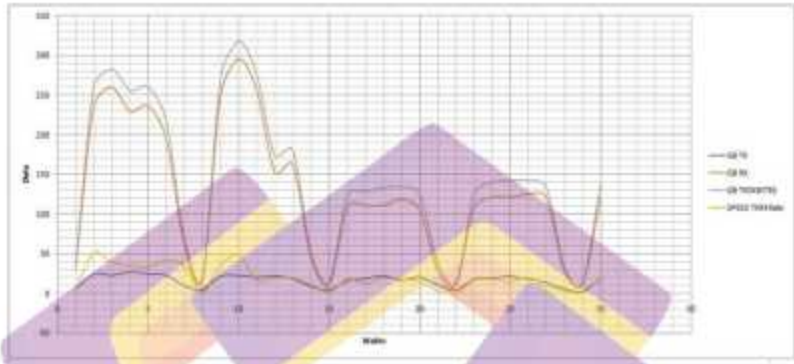
No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Minggu 01 September 2019	5.4	30.8	36.2	4.2
2	Senin 02 September 2019	23.89	236.06	259.95	50.8
3	Selasa 03 September 2019	22.54	260.19	282.73	39.1

Tabel 4.2. (Lanjutan)

4	Rabu 04 September 2019	26.32	229.13	255.45	34.3
5	Kamis 05 September 2019	24.32	236.19	260.51	33.5
6	Jumat 06 September 2019	22.42	195.17	217.59	41.6
7	Sabtu 07 September 2019	9.06	62.32	71.38	35.3
8	Minggu 08 September 2019	4.3	17.31	21.61	2.2
9	Senin 09 September 2019	21.32	249.16	270.48	35.2
10	Selasa 10 September 2019	22.21	295.42	317.63	48.5
11	Rabu 11 September 2019	20.02	256.12	276.14	17.2
12	Kamis 12 September 2019	21.73	152.57	174.3	19.4
13	Jumat 13 September 2019	18.08	162.32	180.4	19.4
14	Sabtu 14 September 2019	8.33	45.02	53.35	11.3
15	Minggu 15 September 2019	3.98	10.67	14.65	1.4
16	Senin 16 September 2019	15.4	108.61	124.01	18.1
17	Selasa 17 September 2019	18.17	110.51	128.68	12.6
18	Rabu 18 September 2019	21.92	111.23	133.15	19.3
19	Kamis 19 September 2019	16.11	118.21	134.32	17.9
20	Jumat 20 September 2019	20.2	105.18	125.38	15.9
21	Sabtu 21 September 2019	9.87	29.65	39.52	3.8
22	Minggu 22 September 2019	3.52	11.12	14.64	0.6
23	Senin 23 September 2019	17.32	107.65	124.97	16.7
24	Selasa 24 September 2019	18.91	121.08	139.99	18.1
25	Rabu 25 September 2019	21.1	121.04	142.14	15.2
26	Kamis 26 September 2019	17.43	125.12	142.55	20.5
27	Jumat 27 September 2019	13.03	120.14	133.17	9.6
28	Sabtu 28 September 2019	5.21	27.89	33.1	3.8
29	Minggu 29 September 2019	2.32	12.17	14.49	0.8
30	Senin 30 September 2019	18.2	122.12	140.32	19.8

Hasil peroleh data penggunaan pada FO 1 dibulan September nilai grafik tertinggi pada hari selasa tanggal 10, dengan penggunaan total 317.63 GB. Sedangkan penggunaan terendah pada hari Minggu tanggal 29, penggunaan data 14.49 GB.Kecepatan transfer data tertinggi pada FO 1 bulan September di hari Senin tanggal 2, dengan kecepatan 50.8 MBps. Sedangkan transfer data terendah

pada hari Minggu tanggal 22 sebesar 0.6 MBps. Grafik nilai data FO 1bulan September ditunjukkan pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Grafik FO 1 Bulan September

Penggunaan data pada bulan Oktober di modem 1 data memenuhi FUP pada hari Jum'at tanggal 11. Sehingga kecepatan data tidak lebih dari 20 MBps setelah memenuhi FUP. Penggunaan data pada FO 1 dibulan September di tunjukkan pada tabel 4.3.

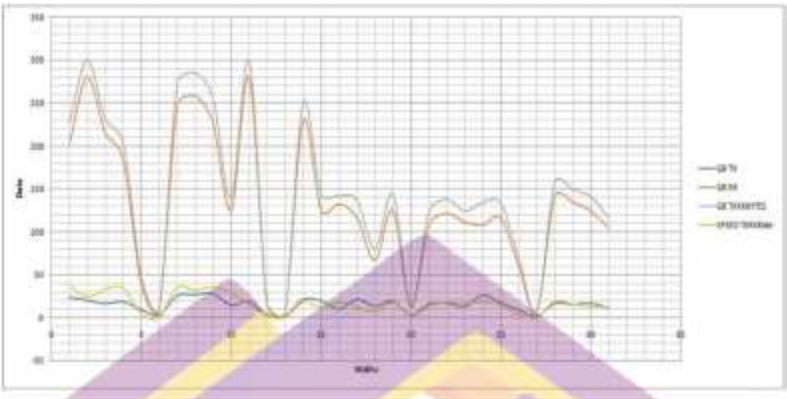
Tabel 4.3. Penggunaan data pada FO 1 bulan Oktober

No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Selasa 01 Oktober 2019	23.97	202.34	226.31	37.8
2	Rabu 02 Oktober 2019	20.19	280.52	300.71	23.8
3	Kamis 03 Oktober 2019	16.22	215.65	231.87	33.1
4	Jumat 04 Oktober 2019	18.62	184.9	203.52	34.3
5	Sabtu 05 Oktober 2019	9.22	39.69	48.91	5.5
6	Minggu 06 Oktober 2019	2.92	9.37	12.29	0.26
7	Senin 07 Oktober 2019	25.67	247.12	272.79	35.3
8	Selasa 08 Oktober 2019	26.92	258.49	285.41	31.5
9	Rabu 09 Oktober 2019	28.05	227.16	255.21	35.2
10	Kamis 10 Oktober 2019	14.51	125.08	139.59	28.5
11	Jumat 11 Oktober 2019	19.08	280.38	299.46	15.8

Tabel 4.3. (Lanjutan)

12	Sabtu 12 Oktober 2019	3.23	14.77	18	2.4
13	Minggu 13 Oktober 2019	1.32	5.12	6.44	0.38
14	Senin 14 Oktober 2019	21.12	229.48	250.6	18.3
15	Selasa 15 Oktober 2019	19.66	124.67	144.33	12.4
16	Rabu 16 Oktober 2019	10.17	132.46	142.63	18.1
17	Kamis 17 Oktober 2019	20.93	115.99	136.92	12.6
18	Jumat 18 Oktober 2019	13.42	66.57	79.99	6.9
19	Sabtu 19 Oktober 2019	19.21	125.01	144.22	17.9
20	Minggu 20 Oktober 2019	2.16	12.06	14.22	1.9
21	Senin 21 Oktober 2019	15.55	107.65	123.2	13.8
22	Selasa 22 Oktober 2019	16.82	121.09	137.91	17.6
23	Rabu 23 Oktober 2019	13.22	111.15	124.37	16.7
24	Kamis 24 Oktober 2019	26.41	107.72	134.13	18.1
25	Jumat 25 Oktober 2019	17.2	115.84	133.04	15.2
26	Sabtu 26 Oktober 2019	8.73	59.58	68.31	3.7
27	Minggu 27 Oktober 2019	1.71	7.14	8.85	0.62
28	Senin 28 Oktober 2019	16.51	141.55	158.06	18.8
29	Selasa 29 Oktober 2019	15.22	134.33	149.55	15.8
30	Rabu 30 Oktober 2019	16.7	124.32	141.02	12.8
31	Kamis 31 Oktober 2019	11.4	104.71	116.11	12.8

Hasil peroleh data penggunaan pada FO 1 dibulan Oktober nilai grafik tertinggi pada hari rabu tanggal 02, dengan penggunaan total 280.52 GB. Sedangkan penggunaan terendah pada hari Minggu tanggal 13, penggunaan data sebesar 6.44 GB.Kecepatan transfer data tertinggi pada FO 1 bulan Oktober di hari Selasa tanggal 1, dengan kecepatan 37.8 MBps. Sedangkan transfer data terendah pada hari Minggu tanggal 6 sebesar 0.26 MBps. Grafik nilai data FO 1bulan Oktober ditunjukkan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. Grafik FO 1 Bulan Oktober

Pada modem FO 1 puncak FUP dibulan Agustus tanggal 12. Sedangkan bulan September pada tanggal 11 dan pada bulan oktober pada tanggal 11.

4.3.1.2. Modem FO 2

Penggunaan data pada bulan Agustus di modem 2 data memenuhi FUP pada hari selasa tanggal 13. Sehingga kecepatan data tidak lebih dari 20 MBps setelah memenuhi FUP. Penggunaan data pada FO 2 dibulan September di tunjukkan pada tabel 4.4.

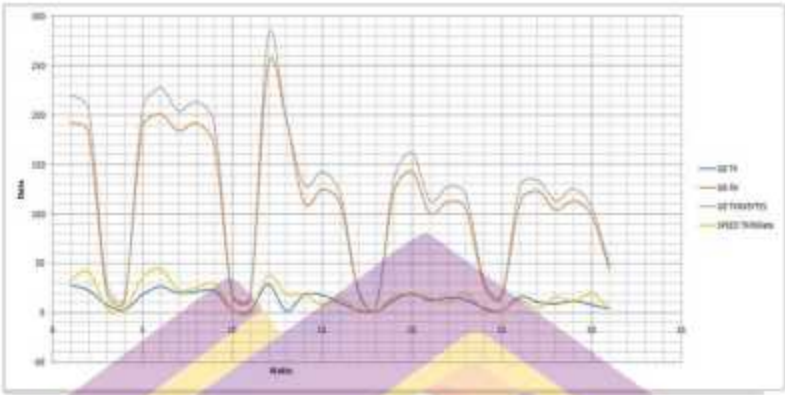
Tabel 4.4. Penggunaan data pada FO 2 bulan Oktober

No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Kamis 01 Agustus 2019	27.87	192.54	220.41	33.5
2	Jumat 02 Agustus 2019	22.89	182.06	204.95	41.6
3	Sabtu 03 Agustus 2019	8.54	21.19	29.73	5.3
4	Minggu 04 Agustus 2019	3.32	11.13	14.45	3.2
5	Senin 05 Agustus 2019	18.32	187.19	205.51	35.2
6	Selasa 06 Agustus 2019	26.42	201.17	227.59	44.5

Tabel 4.4. (Lanjutan)

7	Rabu 07 Agustus 2019	20.06	184.32	204.38	23.7
8	Kamis 08 Agustus 2019	21.62	192.03	213.65	25.4
9	Jumat 09 Agustus 2019	22.32	170.16	192.48	29.4
10	Sabtu 10 Agustus 2019	3.22	15.42	18.64	3.3
11	Minggu 11 Agustus 2019	2.31	14.12	16.43	0.4
12	Senin 12 Agustus 2019	28.73	250.57	279.3	38.1
13	Selasa 13 Agustus 2019	2.00	195.32	197.32	18.7
14	Rabu 14 Agustus 2019	18.33	111.02	129.35	19.3
15	Kamis 15 Agustus 2019	17.98	124.67	142.65	7.9
16	Jumat 16 Agustus 2019	10.4	110.61	121.01	15.9
17	Sabtu 17 Agustus 2019	3.17	21.51	24.68	1.8
18	Minggu 18 Agustus 2019	1.08	4.77	5.85	0.9
19	Senin 19 Agustus 2019	13.11	122.21	135.32	16.7
20	Selasa 20 Agustus 2019	19.2	143.18	162.38	18.1
21	Rabu 21 Agustus 2019	12.87	100.65	113.52	15.2
22	Kamis 22 Agustus 2019	15.21	112.12	127.33	10.5
23	Jumat 23 Agustus 2019	13.32	105.65	118.97	19.6
24	Sabtu 24 Agustus 2019	5.09	28.08	33.17	2.8
25	Minggu 25 Agustus 2019	2.21	16.04	18.25	1.8
26	Senin 26 Agustus 2019	16.43	111.12	127.55	13.8
27	Selasa 27 Agustus 2019	11.03	123.14	134.17	4.6
28	Rabu 28 Agustus 2019	9.21	103.89	113.1	16.1
29	Kamis 29 Agustus 2019	12.32	113.17	125.49	11.4
30	Jumat 30 Agustus 2019	8.2	98.12	106.32	19.2
31	Sabtu 31 Agustus 2019	4.17	43.55	47.72	4.1

Hasil peroleh data penggunaan pada FO 2 dibulan Agustus nilai grafik tertinggi pada hari Senin tanggal 12, dengan penggunaan total 250.57 GB. Sedangkan penggunaan terendah pada hari Minggu tanggal 18, penggunaan data sebesar 5.85 GB.Kecepatan transfer data tertinggi pada FO 2 bulan Agustus di hari Selasa tanggal 6, dengan kecepatan 44.5 MBps. Sedangkan transfer data terendah pada hari Minggu tanggal 11 sebesar 0.4 MBps. Grafik nilai data FO 2 ditunjukkan pada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Grafik FO 2 Bulan Agustus

Penggunaan data pada bulan September di modem 2 data memenuhi FUP pada hari senin tanggal 16. Sehingga kecepatan data tidak lebih dari 20 MBps setelah memenuhi FUP. Penggunaan data pada FO 2 dibulan September di tunjukkan pada tabel 4.5.

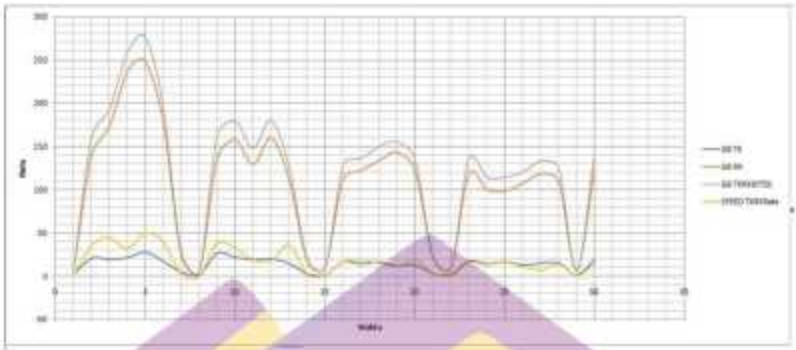
Tabel 4.5. Penggunaan data pada FO 2 bulan September

No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Minggu 01 September 2019	1.77	5.04	6.81	1.2
2	Senin 02 September 2019	20.29	138.56	158.85	35.2
3	Selasa 03 September 2019	19.24	173.29	192.53	44.5
4	Rabu 04 September 2019	21.12	236.43	257.55	31.7
5	Kamis 05 September 2019	27.62	248.19	275.81	49.4
6	Jumat 06 September 2019	16.82	177.97	194.79	39.4
7	Sabtu 07 September 2019	4.96	23.12	28.08	3.3
8	Minggu 08 September 2019	1.42	4.63	6.05	0.8
9	Senin 09 September 2019	26.22	136.66	162.88	38.1
10	Selasa 10 September 2019	21.61	157.92	179.53	32.6
11	Rabu 11 September 2019	18.72	129.22	147.94	19.3
12	Kamis 12 September 2019	19.53	159.87	179.4	17.9
13	Jumat 13 September 2019	14.38	112.32	126.7	35.9

Tabel 4.5. (Lanjutan)

14	Sabtu 14 September 2019	2.73	17.82	20.55	2.8
15	Minggu 15 September 2019	1.12	9.47	10.59	1.2
16	Senin 16 September 2019	16.2	111.79	127.99	16.7
17	Selasa 17 September 2019	13.93	121.99	135.92	18.1
18	Rabu 18 September 2019	16.08	133.73	149.81	15.2
19	Kamis 19 September 2019	11.81	143.31	155.12	11.5
20	Jumat 20 September 2019	12.45	122.48	134.93	19.6
21	Sabtu 21 September 2019	3.17	21.65	24.82	3.8
22	Minggu 22 September 2019	1.92	8.92	10.84	0.8
23	Senin 23 September 2019	17.22	118.5	135.72	15.8
24	Selasa 24 September 2019	14.11	100.32	114.43	13.6
25	Rabu 25 September 2019	16.24	98.54	114.78	16.1
26	Kamis 26 September 2019	12.83	107.62	120.45	11.4
27	Jumat 27 September 2019	14.73	118.24	132.97	7.2
28	Sabtu 28 September 2019	15.01	109.19	124.2	14.1
29	Minggu 29 September 2019	1.62	6.17	7.79	1.6
30	Senin 30 September 2019	18.6	124.92	143.52	14.2

Hasil peroleh data penggunaan pada FO 2 dibulan September nilai grafik tertinggi pada hari Kamis tanggal 5, dengan penggunaan total 275.81 GB. Sedangkan penggunaan terendah pada hari Minggu tanggal 8, penggunaan data sebesar 6.05 GB.Kecepatan transfer data tertinggi pada FO 2 bulan September di hari Kamis tanggal 5, dengan kecepatan 49.4 MBps. Sedangkan transfer data terendah pada hari Minggu tanggal 11 sebesar 0.8 MBps. Grafik nilai data FO 2 ditunjukkan pada gambar 4.12



Gambar 4.12. Grafik FO 2 Bulan September

Penggunaan data pada bulan Oktober di modem 2 data memenuhi FUP pada hari Kamis tanggal 10. Sehingga kecepatan data tidak lebih dari 20 MBps setelah memenuhi FUP. Penggunaan data pada FO dibulan Oktober di tunjukkan pada tabel 4.6.

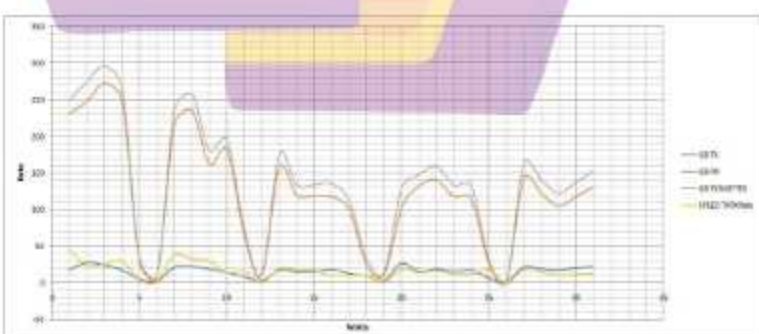
Tabel 4.6. Penggunaan data pada FO 2 bulan Oktober

No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Selasa 01 Oktober 2019	18.08	231.11	249.19	44.7
2	Rabu 02 Oktober 2019	27.39	247.86	275.25	23.7
3	Kamis 03 Oktober 2019	24.08	272.72	296.8	25.4
4	Jumat 04 Oktober 2019	17.18	249.23	266.41	29.4
5	Sabtu 05 Oktober 2019	4.82	28.65	33.47	3.3
6	Minggu 06 Oktober 2019	1.82	7.67	9.49	1.4
7	Senin 07 Oktober 2019	21.27	215.89	237.16	38.1
8	Selasa 08 Oktober 2019	22.12	235.83	257.95	32.6
9	Rabu 09 Oktober 2019	18.86	161.69	180.55	29.3
10	Kamis 10 Oktober 2019	14.2	181.42	195.62	13.7
11	Jumat 11 Oktober 2019	8.13	65.07	73.2	15.9
12	Sabtu 12 Oktober 2019	2.29	9.89	12.18	0.23
13	Minggu 13 Oktober 2019	17.83	156.82	174.65	19.9
14	Senin 14 Oktober 2019	14.52	119.2	133.72	16.7
15	Selasa 15 Oktober 2019	15.26	118.71	133.97	17.1
16	Rabu 16 Oktober 2019	18.33	117.03	135.36	9.2
17	Kamis 17 Oktober 2019	12.52	100.27	112.79	10.5
18	Jumat 18 Oktober 2019	9.32	23.78	33.1	9.6

Tabel 4.6. (Lanjutan)

19	Sabtu 19 Oktober 2019	2.7	10.98	13.68	1.8
20	Minggu 20 Oktober 2019	26.41	102.18	128.59	18.4
21	Senin 21 Oktober 2019	15.38	132.22	147.6	13.8
22	Selasa 22 Oktober 2019	18.82	140.11	158.93	16.6
23	Rabu 23 Oktober 2019	15.51	117.42	132.93	12.1
24	Kamis 24 Oktober 2019	17.31	114.61	131.92	11.4
25	Jumat 25 Oktober 2019	5.93	26.92	32.85	17.2
26	Sabtu 26 Oktober 2019	0.97	1.75	2.72	0.32
27	Minggu 27 Oktober 2019	21.07	141.99	163.06	18.4
28	Senin 28 Oktober 2019	18.82	121.63	140.45	14.2
29	Selasa 29 Oktober 2019	17.6	104.62	122.22	10.4
30	Rabu 30 Oktober 2019	19.91	117.61	137.52	11.4
31	Kamis 31 Oktober 2019	22.09	131.02	153.11	12.4

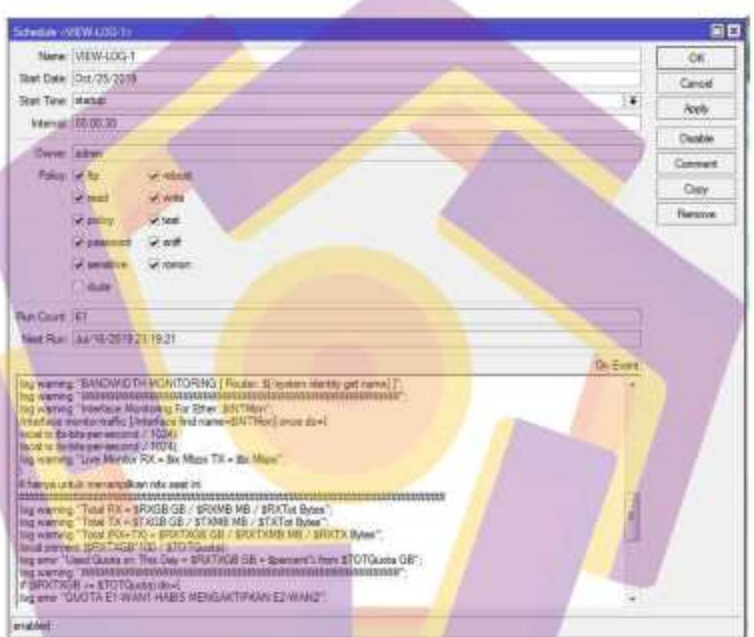
Hasil peroleh data penggunaan pada FO 2 dibulan Oktober nilai grafik tertinggi pada hari Kamis tanggal 3, dengan penggunaan total 296.8 GB. Sedangkan penggunaan terendah pada hari Sabtu tanggal 26, penggunaan data sebesar 2.72 GB.Kecepatan transfer data tertinggi pada FO 2 bulan September di hari Selasa tanggal 1, dengan kecepatan 44.7 MBps. Sedangkan transfer data terendah pada hari Minggu tanggal 12 sebesar 0.23 MBps. Grafik nilai data FO 2 ditunjukkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13. Grafik FO 2 Bulan Oktobr

4.3.2. Hasil Data Failover

Untuk memberikan perintah managemen bandwidth pada modem FO 1 dan modem FO 2 dibutuhkan memberikan perintah pada mikrotik. Berikut script untuk memberikan perintah Failover, yang di tunjukkan padagambar 4.14.



Gambar 4.14. Script managemen Failover

4.3.2.1. Modem FO 1 ManagemenFailover

Penggunaan modem FO 1 setelah managemen dihasilkan penggunaan data mencapai FUP pada hari Selasa tanggal 12 Nopember 2019. Penggunaan data tertinggi sebesar 242.28 GB pada hari Jum'at tanggal 8 Nopember. Sedangkan penggunaan data terendah pada hari Minggu tanggal 3 Nopember sebesar 9.36GB.

Kecepatan transfer data tertinggi pada hari Jum'at tanggal 8 Nopember sebesar 46.2 MBps. Sedangkan kecepatan transfer data terendah pada hari Minggu tanggal 3 Nopember sebesar 1.1 MBps. Kecepatan terendah karena penggunaan pada hariMinggu dan kondisi sekolah tidak aktif.

Penggunaan puncak data mencapai FUP pada hari Selasa tanggal 12 Nopember. Sehingga terjadi perpindahan transfer data dari FO 1 ke FO 2 secara otomatis. Maka dalam tabel 4.7 dicatat setelah tanggal 12,transfer data dan penggunaanya adalah 0, karena data telah berpindah ke FO 2. Diuraikan pada tabel 4.7 sebagai berikut.

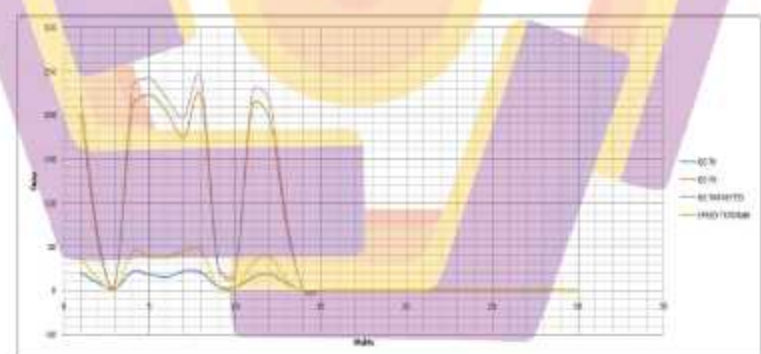
Tabel 4.7. Penggunaan data FO 1Managemen Failover bulan Nopember

No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Jumat 01 Nopember 2019	20.77	201.44	222.21	37.1
2	Sabtu 02 Nopember 2019	8.6	54.59	63.19	12.8
3	Minggu 03 Nopember 2019	2.05	7.31	9.36	1.1
4	Senin 04 Nopember 2019	22.01	208.88	230.89	44.3
5	Selasa 05 Nopember 2019	18.53	223.42	241.95	37.5
6	Rabu 06 Nopember 2019	15.32	204.07	219.39	38.3
7	Kamis 07 Nopember 2019	22.77	174.85	197.62	45.3
8	Jumat 08 Nopember 2019	21.13	221.15	242.28	46.2
9	Sabtu 09 Nopember 2019	4.01	24.91	28.92	4.2
10	Minggu 10 Nopember 2019	3.42	17.65	21.07	2.5
11	Senin 11 Nopember 2019	14.92	211.02	225.94	31.7
12	Selasa 12 Nopember 2019	19.44	197.1	216.54	39.4
13	Rabu 13 Nopember 2019	0	0	0	0
14	Kamis 14 Nopember 2019	0	0	0	0
15	Jumat 15 Nopember 2019	0	0	0	0
16	Sabtu 16 Nopember 2019	0	0	0	0
17	Minggu 17 Nopember 2019	0	0	0	0
18	Senin 18 Nopember 2019	0	0	0	0
19	Selasa 19 Nopember 2019	0	0	0	0

Tabel 4.7. (Lanjutan)

20	Rabu 20 Nopember 2019	0	0	0	0
21	Kamis 21 Nopember 2019	0	0	0	0
22	Jumat 22 Nopember 2019	0	0	0	0
23	Sabtu 23 Nopember 2019	0	0	0	0
24	Minggu 24 Nopember 2019	0	0	0	0
25	Senin 25 Nopember 2019	0	0	0	0
26	Selasa 26 Nopember 2019	0	0	0	0
27	Rabu 27 Nopember 2019	0	0	0	0
28	Kamis 28 Nopember 2019	0	0	0	0
29	Jumat 29 Nopember 2019	0	0	0	0
30	Sabtu 30 Nopember 2019	0	0	0	0

Dari perolehan data pada tabel Penggunaan data FO 1Managemen Failover bulan Nopember. Garis warna biru menunjukkan TX, warna orange RX sedangkan warna abu-abu adalah TXRXBYTES. TXRXRate ditunjukkan padagaris berwarna kuning. Ditunjukkan grafik pada gambar 4.15 sebagai berikut.



Gambar 4.15. Grafik FO 1 Failover

4.3.2.2. Modem FO 2 ManagemenFailover

Penggunaan modem FO 2 setelah managemen dihasilkan penggunaan data mencapai FUP pada hari Selasa tanggal 24 Nopember 2019. Penggunaan data tertinggi sebesar 248.38 GB pada hari Senin tanggal 18 Nopember. Sedangkan penggunaan data terendah pada hari Minggu tanggal 24 Nopember sebesar 4.58 GB.

Kecepatan transfer data tertinggi pada hari Rabu tanggal 20 Nopember sebesar 46.8 MBps. Sedangkan kecepatan transfer data terendah pada hariMinggu tanggal 17 Nopember sebesar 2.3 MBps. Kecepatan terendah dikarenakan penggunaan pada hari Minggu dan kondisi sekolah tidak aktif.

Dicatat pada tanggal 1 sampai dengan tanggal 12 adalah 0, karena data yang digunakan pada FO 1. Penggunaan puncak data mencapai FUP FO 2 pada hari Senin tanggal 25 Nopember. Sehingga terjadi perpindahan transfer data dari FO 2 ke penggabungan dua koneksiFO 1 dan FO 2 secara otomatis. Diuraikan pada tabel 4.8 sebagai berikut.

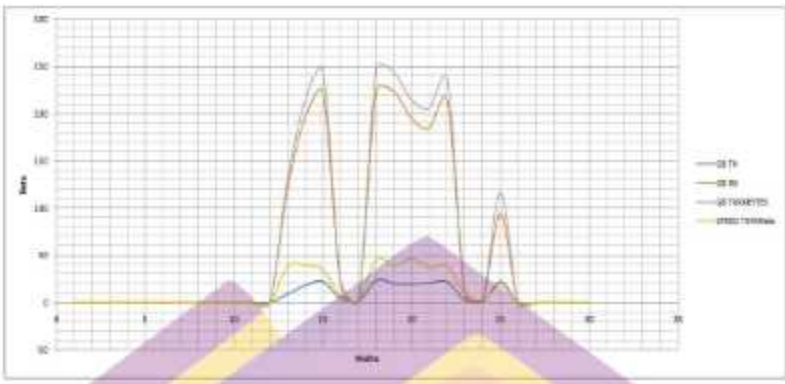
Tabel 4.8. Penggunaan data FO 2Managemen Failover bulan Nopember

No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Jumat 01 Nopember 2019	0	0	0	0
2	Sabtu 02 Nopember 2019	0	0	0	0
3	Minggu 03 Nopember 2019	0	0	0	0
4	Senin 04 Nopember 2019	0	0	0	0
5	Selasa 05 Nopember 2019	0	0	0	0
6	Rabu 06 Nopember 2019	0	0	0	0
7	Kamis 07 Nopember 2019	0	0	0	0
8	Jumat 08 Nopember 2019	0	0	0	0
9	Sabtu 09 Nopember 2019	0	0	0	0

Tabel 4.8. (Lanjutan)

10	Minggu 10 Nopember 2019	0	0	0	0
11	Senin 11 Nopember 2019	0	0	0	0
12	Selasa 12 Nopember 2019	0	0	0	0
13	Rabu 13 Nopember 2019	9.23	120.77	130	38.4
14	Kamis 14 Nopember 2019	18.13	196.3	214.43	39.4
15	Jumat 15 Nopember 2019	22.3	221.51	243.81	35.1
16	Sabtu 16 Nopember 2019	4.48	19.04	23.52	7.6
17	Minggu 17 Nopember 2019	1.59	3.35	4.94	2.3
18	Senin 18 Nopember 2019	23.8	224.58	248.38	45.9
19	Selasa 19 Nopember 2019	20.41	223.41	243.82	39.9
20	Rabu 20 Nopember 2019	19.77	194.55	214.32	46.8
21	Kamis 21 Nopember 2019	21.23	184.65	205.88	37.4
22	Jumat 22 Nopember 2019	21.83	214.77	236.6	38.7
23	Sabtu 23 Nopember 2019	2.78	8.83	11.61	9.7
24	Minggu 24 Nopember 2019	1.31	3.27	4.58	3.2
25	Senin 25 Nopember 2019	22.33	94.02	116.35	18.5
26	Selasa 26 Nopember 2019	0	0	0	0
27	Rabu 27 Nopember 2019	0	0	0	0
28	Kamis 28 Nopember 2019	0	0	0	0
29	Jumat 29 Nopember 2019	0	0	0	0
30	Sabtu 30 Nopember 2019	0	0	0	0

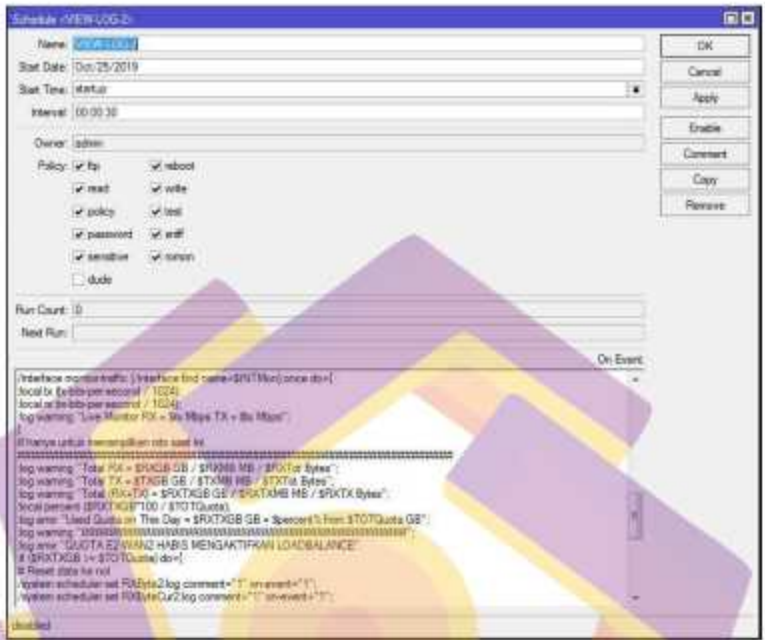
Dari perolehan data pada tabel Penggunaan data FO 2 Managemen Failover bulan Nopember. Garis warna biru menunjukkan TX, warna orange RX sedangkan warna abu-abu adalah TXRXBYTES. TXRXRate ditunjukkan pada garis berwarna kuning. Ditunjukkan grafik pada gambar 4.16 sebagai berikut.



Gambar 4.16. Grafik FO 2 Failover

4.3.3. Hasil Data Load Balance

Untuk memberikan perintah managemen penggabungan bandwidth pada modem FO 1 dan modem FO 2 dibutuhkan memberikan perintah pada mikrotik. Berikut script untuk memberikan perintah Load balance , yang di tunjukkan pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Script managemen Load balance

Managemen Load balance akan bekerja ketika FO 1 dan FO 2 telah mencapai FUP. Load balance pada bulan Nopember mulai hari Selasa tanggal 26. Penggunaan data tertinggi pada managmen Load balance pada hari Selasa tanggal 26. Penggunaan data paling rendah pada hari Sabtu tanggal 30 Nopember.

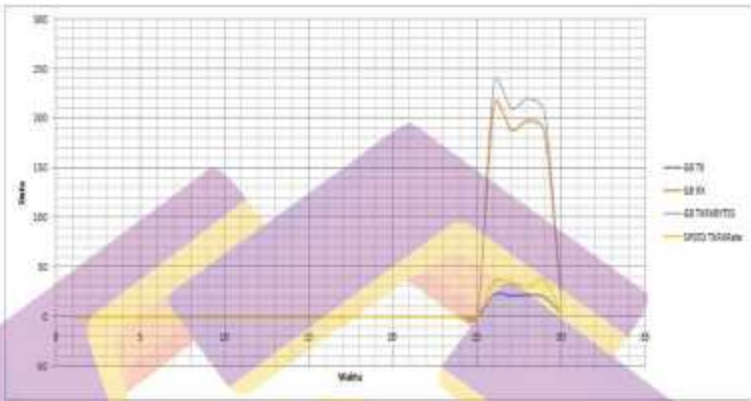
Kecepatan transfer data menggunakan Load balance tertinggi pada hari Jum'at tanggal 29 Nopember sebesar 36.3 MBps. Sedangkan kecepatan transfer data terendah pada hari Sabtu tanggal 30 Nopember sebesar 3.1 MBps. Ditunjukkan pada tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4.9. Penggunaan Data Load Balance Bulan Nopember

No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Jumat 01 Nopember 2019	0	0	0	0
2	Sabtu 02 Nopember 2019	0	0	0	0
3	Minggu 03 Nopember 2019	0	0	0	0
4	Senin 04 Nopember 2019	0	0	0	0
5	Selasa 05 Nopember 2019	0	0	0	0
6	Rabu 06 Nopember 2019	0	0	0	0
7	Kamis 07 Nopember 2019	0	0	0	0
8	Jumat 08 Nopember 2019	0	0	0	0
9	Sabtu 09 Nopember 2019	0	0	0	0
10	Minggu 10 Nopember 2019	0	0	0	0
11	Senin 11 Nopember 2019	0	0	0	0
12	Selasa 12 Nopember 2019	0	0	0	0
13	Rabu 13 Nopember 2019	0	0	0	0
14	Kamis 14 Nopember 2019	0	0	0	0
15	Jumat 15 Nopember 2019	0	0	0	0
16	Sabtu 16 Nopember 2019	0	0	0	0
17	Minggu 17 Nopember 2019	0	0	0	0
18	Senin 18 Nopember 2019	0	0	0	0
19	Selasa 19 Nopember 2019	0	0	0	0
20	Rabu 20 Nopember 2019	0	0	0	0
21	Kamis 21 Nopember 2019	0	0	0	0
22	Jumat 22 Nopember 2019	0	0	0	0
23	Sabtu 23 Nopember 2019	0	0	0	0
24	Minggu 24 Nopember 2019	0	0	0	0
25	Senin 25 Nopember 2019	0	0	0	0
26	Selasa 26 Nopember 2019	22.48	213.34	235.82	34.4
27	Rabu 27 Nopember 2019	21.44	188.02	209.46	34
28	Kamis 28 Nopember 2019	22.02	197.64	219.66	30
29	Jumat 29 Nopember 2019	19.82	185.7	205.52	36.3
30	Sabtu 30 Nopember 2019	3.02	11.7	14.72	3.1

Dari perolehan data pada tabel Data Load Balance Bulan Nopember. Garis warna biru menunjukkan TX, warna orange RX sedangkan warna abu-abu adalah

TXRXBYTES. TXRXRate ditunjukkan pada garis berwarna kuning. Ditunjukkan grafik pada gambar 4.18 sebagai berikut.



Gambar 4.18. Grafik FO 1 &2 Load Balance

4.3.4. Skenario Pengujian

Dalam penelitian ini peneliti melakukan banyak percobaan dengan menggunakan dua buah metode yang sudah ditentukan. Metode pertama yaitu mengunakan metode failover, failover sendiri merupakan sebuah sistem untuk dapat berpindah secara manual maupun otomatis jika salah satu sistem mengalami kegagalan sehingga menjadi backup untuk sistem yang mengalami kegagalan. Dalam penerapan pada penelitian ini failover bekerja secara otomatis berdasarkan jumlah peggunaan quota yang sudah ditentukan, dalam hal ini quota diseting pada titik 2000Gb sehingga ketika pada modem FO 1 mengalami FUP maka secara otomatis melakukan failover ke modem FO 2.

Metode yang kedua adalah Loadbalance, Loadbalance sendiri merupakan pendistribusian beban trafik atau pengalihan beban trafik berbasiskan jaringan pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal,

optimal, memaksimalkan throughput, memperkecil waktu tanggap. Dalam penelitian ini loadbalance akan bekerja ketika modem FO2 mencapai penggunaan quota sebesar 2000Gb. Sehingga akan mengaktifkan kembali koneksi modem FO 1 secara otomatis.

Dari analisa data yang didapat pengujian dilakukan dengan mengambil data log mikrotik, data tersebut diambil setiap 30 detik sekali dan tampil pada layer log mikrotik secara otomatis. Dari data-data log tersebut data yang diambil dan diolah adalah data pada jam istirahat ke-2 pada jam 12.00 – 12.15 WIB. Pengujian dilakukan selama 4 bulan yang mana 3 bulan pengujian dengan manajemen default dan 1 bulan dengan manajemen metode failover dan loadbalance. Pengujian tersebut dilakukan sebanyak 120 kali untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

4.4. Hasil Pengujian

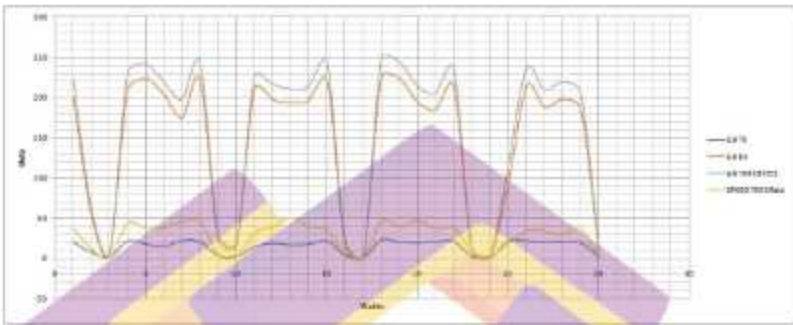
Dari hasil pengujian diketahui, bahwa kecepatan transfer data pada saat hari efektif. Yaitu hari Senin sampai dengan hari Jum'at lebih cenderung stabil. Kecepatan transfer data dengan rata-rata sebesar 37.51MBps.Kecepatantransfer data menggunakan managemen Failover dan Load balance tertinggi pada hari Rabu tanggal 13 Nopember sebesar 47.9 MBps. Sedangkan kecepatan transfer data terendah pada hari Senin tanggal 25 Nopember sebesar 2.3 MBps. Ditunjukkan pada tabel 4.10 sebagai berikut.

Tabel 4.10. Hasil Uji Managemen Failover Load Balance

Modem 1 dan 2					
No	Tanggal	GB			TXRXRate
		TX	RX	TXRXBYTES	
1	Jumat 01 Nopember 2019	20.77	201.44	222.21	37.1
2	Sabtu 02 Nopember 2019	8.6	54.59	63.19	12.8
3	Minggu 03 Nopember 2019	2.05	7.31	9.36	1.1
4	Senin 04 Nopember 2019	22.01	208.88	230.89	44.3
5	Selasa 05 Nopember 2019	18.53	223.42	241.95	37.5
6	Rabu 06 Nopember 2019	15.32	204.07	219.39	38.3
7	Kamis 07 Nopember 2019	22.77	174.85	197.62	45.3
8	Jumat 08 Nopember 2019	21.13	221.15	242.28	46.2
9	Sabtu 09 Nopember 2019	4.01	24.91	28.92	4.2
10	Minggu 10 Nopember 2019	3.42	17.65	21.07	2.5
11	Senin 11 Nopember 2019	14.92	211.02	225.94	31.7
12	Selasa 12 Nopember 2019	19.44	197.1	216.54	39.4
13	Rabu 13 Nopember 2019	9.23	120.77	130	38.4
14	Kamis 14 Nopember 2019	18.13	196.3	214.43	39.4
15	Jumat 15 Nopember 2019	22.3	221.51	243.81	35.1
16	Sabtu 16 Nopember 2019	4.48	19.04	23.52	7.6
17	Minggu 17 Nopember 2019	1.59	3.35	4.94	2.3
18	Senin 18 Nopember 2019	23.8	224.58	248.38	45.9
19	Selasa 19 Nopember 2019	20.41	223.41	243.82	39.9
20	Rabu 20 Nopember 2019	19.77	194.55	214.32	46.8
21	Kamis 21 Nopember 2019	21.23	184.65	205.88	37.4
22	Jumat 22 Nopember 2019	21.83	214.77	236.6	38.7
23	Sabtu 23 Nopember 2019	2.78	8.83	11.61	9.7
24	Minggu 24 Nopember 2019	1.31	3.27	4.58	3.2
25	Senin 25 Nopember 2019	22.33	94.02	116.35	18.5
26	Selasa 26 Nopember 2019	22.48	213.34	235.82	34.4
27	Rabu 27 Nopember 2019	21.44	188.02	209.46	34
28	Kamis 28 Nopember 2019	22.02	197.64	219.66	30
29	Jumat 29 Nopember 2019	19.82	185.7	205.52	36.3
30	Sabtu 30 Nopember 2019	3.02	11.7	14.72	3.1

Berdasarkan pergerakan grafik kecepatan transfer data menggunakan managemen Failover dan Load balance cenderung stabil. Garis warna biru menunjukkan TX, warna orange RX sedangkan warna abu-abu adalah

TXRXBYTES. TXRXRate ditunjukkan pada garis berwarna kuning. Ditunjukkan grafik pada gambar 4.19 sebagai berikut.



Gambar 4.19.Managemen Failover Load Balance

4.5. Perbandingan Data Managemen default dengan Managemen Fallover &Load Balance

Hasil pengujian dari data normal dengan transfer data managemen. Bahwa dihasilkan untuk tranfer data pada FO 1 nilai tertinggi bulan Agustus 2019 sebesar 46.2 MBps. Sedangkan tranfer data terendah pada FO 1 bulan Agustus sebesar 2.1 MBps. Sehingga menghasilkan nilai rata-rata sebesar 19.81 MBps.Data normal FO 1 pada bulan September nilai tertinggi sebesar 50.8 MBps. Sedangkan nilai terendah sebesar 0.6 MBps. Maka nilai rata-rata transfer data FO 1 bulan September sebesar 19.53 MBps. Data normal FO 1 pada bulan Oktober nilai tertinggi sebesar 37.8 MBps. Sedangkan nilai terendah sebesar 0.26 MBps. Maka nilai rata-rata transfer data FO 1 bulan Oktober sebesar 16.7 MBps.

Transfer data normal pada FO 2 di bulan Agustus 2019 nilai tertinggi sebesar 44.5 MBps. Nilai transfer data terendah pada bulan agustus sebesar 0.4

MBps. Sehingga menghasilkan nilai transfer data rata-rata pada bulan Agustus sebesar 16.19 MBps.Data normal FO 2 pada bulan September nilai tertinggi sebesar 49.4 MBps. Sedangkan nilai terendah sebesar 0.8 MBps. Maka nilai rata-rata transfer data FO 2 bulan September sebesar 17.76 MBps. Pada bulan Oktober nilai transfer data tertinggi di bulan Oktober sebesar 44.7 MBps. Tansfer data terendah pada bulan Oktober sebesar 0.23 MBps. Sehingga mengahasilkan nilai tranfer data rata-rata sebesar 16.1 MBps.Data diuraikan pada tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11. Transver Data TXRXRate Normal dan Managemen

Tanggal	Transver Data TXRXRate Normal (MBps)						Transver Data TXRXRate Managemen (MBps)
	Modem FO 1			Modem FO 2			
	Agus	Sept	Okt	Agus	Sept	Okt	
1	31.1	4.2	37.8	33.5	1.2	44.7	37.1
2	42.8	50.8	23.8	41.6	35.2	23.7	12.8
3	29.1	39.1	33.1	5.3	44.5	25.4	1.1
4	8.3	34.3	34.3	3.2	31.7	29.4	44.3
5	32.5	33.5	5.5	35.2	49.4	3.3	37.5
6	38.6	41.6	0.26	44.5	39.4	1.4	38.3
7	35.3	35.3	35.3	23.7	3.3	38.1	45.3
8	46.2	2.2	31.5	25.4	0.8	32.6	46.2
9	37.2	35.2	35.2	29.4	38.1	29.3	4.2
10	13.5	48.5	28.5	3.3	32.6	13.7	2.5
11	11.7	17.2	15.8	0.4	19.3	15.9	31.7
12	17.3	19.4	2.4	38.1	17.9	0.23	39.4
13	10.4	19.4	0.38	18.7	35.9	19.9	47.9
14	18.4	11.3	18.3	19.3	2.8	16.7	39.4
15	19.4	1.4	12.4	7.9	1.2	17.1	35.1
16	12.1	18.1	18.1	15.9	16.7	9.2	7.6
17	8.6	12.6	12.6	1.8	18.1	10.5	2.3
18	11.3	19.3	6.9	0.9	15.2	9.6	45.9
19	15.9	17.9	17.9	16.7	11.5	1.8	39.9
20	17.2	15.9	1.9	18.1	19.6	18.4	46.8
21	16.8	3.8	13.8	15.2	3.8	13.8	37.4
22	17.4	0.6	17.6	10.5	0.8	16.6	38.7
23	18.7	16.7	16.7	19.6	15.8	12.1	9.7

Tabel 4.11. (Lanjutan)

24	2.1	18.1	18.1	2.8	13.6	11.4	3.2
25	9.2	15.2	15.2	1.8	16.1	17.2	2.3
26	18.5	20.5	3.7	13.8	11.4	0.32	34.4
27	13.6	9.6	0.62	4.6	7.2	18.4	34
28	14.8	3.8	18.8	16.1	14.1	14.2	30
29	18.5	0.8	15.8	11.4	1.6	10.4	36.3
30	19	19.8	12.8	19.2	14.2	11.4	3.1
31	8.5		12.8	4.1		12.4	

Pada hasil pengujian transfer data managemen yang dilakukan selama bulan November, menggunakan dua metode yang digabungkan.Pertama, menggunakan metode failover dan kedua menggunakan metode load balance .Berdasarkan dari penggunaan data pada bulan Agustus, September dan Oktober.Bahwa nilai transfer data rata-rata penggunaan sebelum pertengahan bulan mengalami FUP total.Sehingga sangat mempengaruhi TXRXRate yang akan mengakibatkan menurunnya kecepatan transfer data pengunaan internet.

Maka dari itu dilakukan managemen degan metode failover dari Modem FO 1 Ke Modem FO 2. Pada tahap ini, ketika modem FO 1 mencapai puncak penggunaan batas data FUP, yaitu sebesar 2000GB maka penggunaan data otomatis pindah ke Modem FO 2. Pada metode failover ini, peneliti menggunakan script yang dipasang pada scheduler Mikrotik. Script tersebut berupa monitoring penggunaan data dan script failover dan load balance. Untuk script monitoring penggunaan data dapat dilihat pada gambar 4.20sebagai berikut.

```
1  ##############################################################
2  :local INTMon E1-WAN1;
3  :local RXByteCur [/interface get $INTMon rx-byte];
4  ##############################################################
5  :local RXByteCount [/system scheduler get RXByteCur1.log on-event];
6  ##############################################################
7  :local RXByte [/system scheduler get RXByte1.log on-event];
8  ##############################################################
9  :local TXByteCur [/interface get $INTMon tx-byte];
10 ##############################################################
11 :local TXByteCount [/system scheduler get TXByteCur1.log on-event];
12 ##############################################################
13 :local TXByte [/system scheduler get TXByte1.log on-event];
14 ##############################################################
15 :local ifReboot 0;
16 ##############################################################
17 :if ($RXByteCur>=$RXByteCount) do={} else={:set $ifReboot ($ifReboot+1);}
18 :if ($TXByteCur>=$TXByteCount) do={} else={:set $ifReboot ($ifReboot+1);}
19 ##############################################################
20 :if ($ifReboot>=1) do={
21 ##############################################################
22 :set $RXByte ($RXByte+$RXByteCount);
23 /system scheduler set RXByte1.log comment=$RXByte on-event=$RXByte
24 ##############################################################
25 :set $TXByte ($TXByte+$TXByteCount);
26 /system scheduler set TXByte1.log comment=$TXByte on-event=$TXByte
27 } else={
28 ##############################################################
29 }
30 :set RXByteCount ($RXByteCur);
31 /system scheduler set RXByteCur1.log comment=$RXByteCount on-event=$RXByteCount
32 ##############################################################
33 :set TXByteCount ($TXByteCur);
34 /system scheduler set TXByteCur1.log comment=$TXByteCount on-event=$TXByteCount
35 ##############################################################
36
```

Gambar. 4.20. Script Monitoring Penggunaan Data

Pada gambar 4.20 diatas merupakan script untuk memonitoring penggunaan data pada E1-WAN1 yang merupakan Port 1 dari mikrotik RB1100AHX4. Port tersebut digunakan sebagai sumber internet yang berasal dari Modem FO 1. Script tersebut juga berlaku pada E2-WAN2 yang merupakan Port No 2 pada mikrotik RB1100AHX4 yang digunakan sebagai sumber internet yang berasal dari Modem FO 2.

Pada tahap pemantauan data, ketika script mendeteksi bahwan Modem FO 1 mengalami FUP, maka secara otomatis akan berpindah ke Modem FO 2 dengan sript Failover. Script Failover dapat dilihat pada gambar 4.21 sebagai berikut.

```
1   ##############################################################
2   :local INTMon E1-WAN1;
3   :local TOTQuota 2000;
4   ##############################################################
5   :local RXByteCur [/interface get $INTMon rx-byte];
6   :local RXByte [/system scheduler get RXByte2.log on-event];
7   ##############################################################
8   :local TXByteCur [/interface get $INTMon tx-byte];
9   :local TXByte [/system scheduler get TXByte2.log on-event];
10  ##############################################################
11  :local RXTot ($RXByte+$RXByteCur);
12  :local RXMB ($RXTot / 1024 / 1024);
13  :local RXGB ($RXTot  / 1024 / 1024 / 1024);
14  ##############################################################
15  :local TXTot ($TXByte+$TXByteCur);
16  :local TXMB ($TXTot / 1024 / 1024);
17  :local TXGB ($TXTot / 1024 / 1024 / 1024);
18  ##############################################################
19  :local RXTX ($RXTot+$TXTot);
20  :local RXTXMB ($RXMB+$TXMB);
21  :local RXTXGB ($RXGB+$TXGB);
22  ##############################################################
23  :log warning "##############################################";
24  :log warning "BANDWIDTH MONITORING ( Router: $[/system identity get name] )";
25  :log warning "##############################################";
26  :log warning "Interface Monitoring For Ether: $INTMon";
27  /interface monitor-traffic [/interface find name=$INTMon] once do={
28  :local tx (tx-bits-per-second / 1024);
29  :local rx (rx-bits-per-second / 1024);
30  :log warning "Live Monitor RX = $rx Mbps TX = $tx Mbps";
31  }
32  ##############################################################
33  :log warning "Total RX = $RXGB GB / $RXMB MB / $RXTot Bytes";
34  :log warning "Total TX = $TXGB GB / $TXMB MB / $TXTot Bytes";
35  :log warning "Total (RX+TX) = $RXTXGB GB / $RXTXMB MB / $RXTX Bytes";
36  :local percent ($RXTXGB*100 / $TOTQuota);
37  :log error "Used Quota on This Day = $RXTXGB GB = $percent% from $TOTQuota GB";
38  :log warning "##############################################";
39  :if ($RXTXGB >= $TOTQuota) do={
40  :log error "QUOTA E1-WAN1 HABIS MENGANTIFKAN E2-WAN2";
```

Gambar. 4.21. Script monitoring & aktivasi failover bagian 1

Karena script tidak cukup di capture 1 halaman, maka script monitoring dibagi menjadi 2 bagian. Berikut Gambar 4.22 Script monitoring & aktivasi failover bagian 2.

```
41  /system scheduler disable [/system scheduler find name="BANDWIDTH-MONITORING-1"];
42  /system scheduler disable [/system scheduler find name="VIEW-LOG-1"];
43  /system scheduler enable [/system scheduler find name="BANDWIDTH-MONITORING-2"];
44  /system scheduler enable [/system scheduler find name="VIEW-LOG-2"];
45  # reset data ke nol
46  /system scheduler set RXByte1.log comment="1" on-event="1";
47  /system scheduler set RXByteCur1.log comment="1" on-event="1";
48  /system scheduler set TXByte1.log comment="1" on-event="1";
49  /system scheduler set TXByteCur1.log comment="1" on-event="1";
50  /system scheduler disable [/system scheduler find name="CHECK-DATE-01"];
51  #enable route
52  /ip route disable [/ip route  find comment="ke_E1-WAN1"];
53  /ip route enable [/ip route  find comment="ke_E2-WAN2"];
54  } else={
55  :log error "QUOTA MASIH AMAN";
56  }
```

Gambar. 4.22. Script Monitoring & Aktivasi Failover Bagian 2

Sript pada gambar 4.21 dan 4.22 menunjukkan gambaran perjalanan data, mulai dari proses perekaman penggunaan data. Pada puncak penggunaan data pada titik 2000GB seperti yang ditunjukkan pada baris ke-3 pada gambar 4.21. Mikrotik akan melakukan failover dengan mendisable routing yang berasal dari modem FO 1 yang ditunjukkan pada baris 52 pada gambar 4.22.Kemudian mengeaktifkan routing pada modem FO 2 pada baris 53 gambbar 4.22.

Pada saat modem FO 2 aktif dan dalam perjalanannya saat penggunaan data hingga mencapaian titik puncak data yaitu sebesar 2000GB.Maka mikrotik melakukan Load balance dengan mengaktifkan kembali routing modem FO 1. Kondisi saat load balance dapat dilihat pada gambar 4.23 berikut.

```
1   ##############################################################
2   :log warning "Total RX = $RXGB GB / $RXMB MB / $RXTot Bytes";
3   :log warning "Total TX = $TXGB GB / $TXMB MB / $TXTot Bytes";
4   :log warning "Total (RX+TX) = $RXTXGB GB / $RXTXMB MB / $RXTX Bytes";
5   :local percent ($RXTXGB*100 / $TOTQuota);
6   :log error "Used Quota on This Day = $RXTXGB GB = $percent% from $TOTQuota GB";
7   :log warning "##############################################";
8   :log error "QUOTA KI-WAN2 HABIS MENGAKTIFKAN LOADBALANCE"
9   :if ($RXTXGB >= $TOTQuota) do={
10  # Reset data ke nol
11  /system scheduler set RXByte2.log comment="1" on-event="1";
12  /system scheduler set RXByteCur2.log comment="1" on-event="1";
13  /system scheduler set TXByte2.log comment="1" on-event="1";
14  /system scheduler set TXByteCur2.log comment="1" on-event="1";
15  /ip route enable [/ip route  find comment="ke_KI-WAN1"];
16  /system scheduler enable [/system scheduler find name="CHECK-DATE-01"]
17  /ip firewall mangle enable [/ip firewall mangle find  comment="LBPCC"];
18  /system scheduler disable [/system scheduler find name="BANDWIDTH-MONITORING-2"];
19  /system scheduler disable [/system scheduler find name="VIEW-LOG-2"]
20  /ip route enable [/ip route  find comment="ke_KI-WAN2"];
21  } else={
22  :log error "QUOTA MASIH AMAN";
23  }
24  :local varDate;
25  :local varDay;
26  :set varDate [/system clock get date];
27  :set varDay [:pick $varDate 4 6];
28  :if ($varDay = "28") do={
29  /system scheduler enable [/system scheduler find name="CHECK-DATE-01"]
30  }
```

Gambar 4.23. ScriptAktivasi Load balance

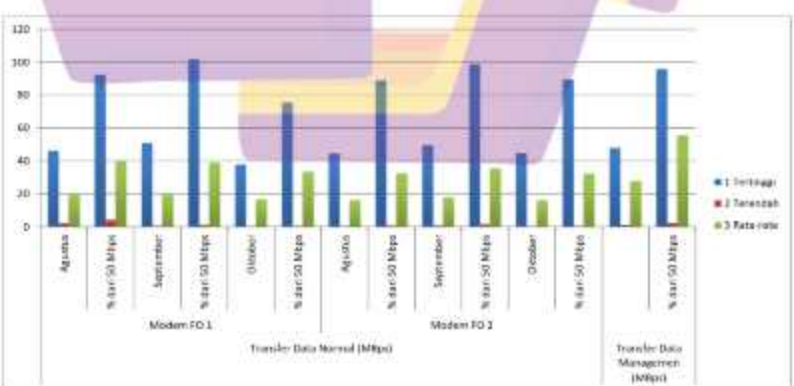
Sehingga pada bulan Nopembermenghasilkan transfer data dengan nilai tertinggi sebesar 47.9 MBps,nilai presentase 95.8% dari seluruh total kecepatan transfer data 50 Mbps. Sedangkan nilai transfer data terendah sebesar 1.1 MBps,

nilai presentase 2.2% dari seluruh total kecepatan transfer data 50 Mbps. Sehingga menghasilkan nilai transfer data rata-rata sebsar 27.81 MBps,nilai presentase 55.62% dari seluruh total kecepatan transfer data 50 Mbps. Hasil perbandingan data normal dan managemen di uraikan pada tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12. Perbandingan Data Normal dan Managemen

No	Nilai Transfer Data	Transfer Data Normal (MBps)												Transfer Data Managemen (MBps)	% dari 50 Mbps
		Modem FO 1						Modem FO 2							
		Agu	% dari 50 Mbps	Sep	% dari 50 Mbps	Okt	% dari 50 Mbps	Agu	% dari 50 Mbps	Sep	% dari 50 Mbps	Okt	% dari 50 Mbps		
1	Tertinggi	46.2	92.40	50.8	101.6	77.8	75.6	44.5	89	49.4	98.8	44.7	89.4	47.9	95.8
2	Terendah	2.1	4.20	0.6	1.2	0.26	0.52	0.4	0.8	0.8	1.6	0.23	0.46	1.1	2.2
3	Rata-rata	19.81	39.62	19.53	39.06	16.7	33.4	16.19	32.38	17.76	35.52	16.1	32.2	27.81	55.62

Dari hasil perbandingan diperoleh bahwa nilai transfer data normal rata-rata tanpa managemen 17.68MBps, dengan nilai persentase 35.36%. Sedangkan nilai transfer data managemen rata-rata sebesar atau lebihdari 27.81 MBps, dengan nilai persentase 55.62%. Grafik Tranfer Data Normal dan Managemen ditunjukkan pada gambar 4.24 berikut.



Gambar 4.24. Grafik Tranfer Data Normal dan Managemen

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai analisa optimasi penggunaan *bandwidth* dengan*failover* dan *loadbalance* pada mikrotik (Studi Kasus SMK Negeri 1 Jenar Sragen) sebagai berikut:

1. Pada penelitian 3 bulan pada managemen default atau sebelum dilakukan managemen failover dan load balance. Modem FO 1 dan modem FO 2mengalami penurunan TXRXRate. Penurunan nilai transfer data menjadi tidak lebih dari 20 MBps. Dengan nilai transfer data rata-rata selama tiga bulan sebesar17.68 MBps, mengakibatkan mengganggu koneksi data.
2. Penelitian dengan menggunakan managemen failover dan load balance, menghasilkan perbedaan yang sangat signifikan pada penurunan TXRXRate terhadap penelitian sebelumnya. Menggunakan metode failover dan load balance, mampu menjaga tingkat stabilitas nilai transfer data dengan nilai rata-rata sebesar 27.81 MBps.
3. Dengan metode failover dan load balance, mampu menjaga kesetabilan TXRXRate meskipun kedua modem mengalami FUP total. Karena telah mengabungkan dua koneksi modem menjadi satu.
4. Metode failover dan loadbalance ini dapat diterapkan pada lokasi atau tempat lain yang berbeda dengan situasi kondisi 1 ISP yang sama ,2 Line FO dengan jenis langganan data yang sama pula.

5.2. Saran

Dari penelitian yang dilakukan peneliti masih banyak kekurangan-kekurangan yang mungkin belum muncul dikarenakan peneliti hanya meneliti mengambil data 1 bulan setelah router dimanagemen. Pada penelitian selanjutnya bisa dilakukan berbagai percobaan dengan menggunakan set point dibawah titik batas FUP agar sebelum FUP koneksi berpindah pada koneksi lain. Hal ini untuk menjaga TXRXrate agar tetap stabil. Selain itu sebaiknya juga bias menggunakan berbagai metode Load balance agar bias mendapat hasil yang maksimal sesuai situasi dan kondisi pada tempat masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

PUSTAKA BUKU

Bungin, Burhan., 2005, Metodologi Penelitian Kuantitatif, Jakarta: Kencana.

Hasibuan, Zainal A., 2007, Metodologi Penelitian pada Bidang Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Jakarta: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia

Maturidi, Ade Djohar., 2012, Metode Penelitian Teknik Informatika, Yogyakarta: Deepublish

Nyuman Gunantara, 2018, Teknik Optimasi, Denpasar:udayana university press

Sarwono, Jonathan., 2006, Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif, Yogyakarta: Graha Ilmu

Siswanto., 2007, Operations Research Jilid 2, Jakarta: Erlangga

PUSTAKA MAJALAH, JURNAL ILMIAH ATAU PROSIDING

Atyaf Dhari & and Khaldun I. Arif., An Efficient Load Balancing Scheme for Cloud Computing, Journal of Science and Technology, 2017

Bakhtiar Rifai dan Eko Supriyanto., Management System Failover Dengan Routing Dinamis Open Shortest Path First Dan Border Gateway Protocol, Jurnal ilmu pengetahuan dan ilmu computer, VOL. 3. NO. 1 AGUSTUS 2017, E-ISSN: 2527-4864

Darmawan & Teguh Imanto, Jurnal., Analisa Link Balancing dan Failover 2 Provider Menggunakan Border Gateway Protocol (BGP) Pada Router Cisco 7606s, Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 2017

Futri Utami, Hj. Lindawati Dan Suzanzefi., Optimalisasi Load Balancing Dua Isp Untuk Manajemen Bandwidth Berbasis Mikrotik, Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Paper Unisbank Ke-3 (Sendi_U 3), 2017

Geethu Gopinath P P & Shriram K Vasudevan., An in-depth analysis and study of Load balancing techniques in the cloud computing environment, ScienceDirect, 2015

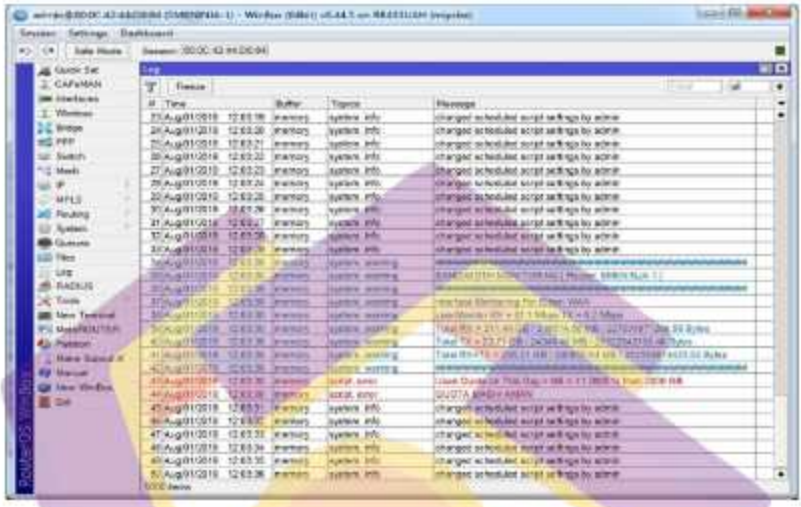
Rahmad Dani dan Fajar Suryawan., Perancangan Dan Pengujian Load Balancing Dan Failover Menggunakan NGINX, Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika, 2017

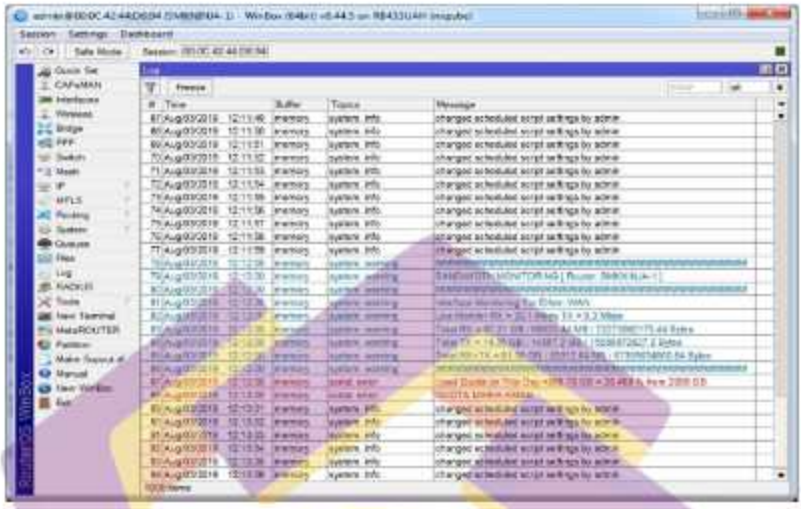
Toni Sukendar & Moh Ikhsan Saputro., Menjaga konektifitas Internet Agar Selalu Up Dengan Metode Fail Over Berbasis Mikrotik Pada SMA Darusallam Jakarta, Jurnal Teknik Komputer, 2017

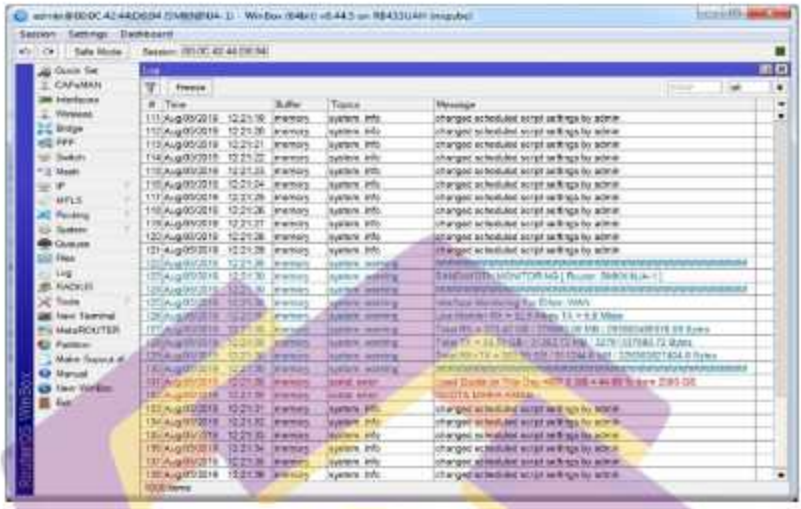
Yoga Pangestu, Didik Setiyadi dan Fata Nidaul Khasanah., Metode Per Connection Classifier Untuk Implementasi Load Balancing Jaringan Internet, Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, System Embedded & Logic, 1-7 (2018)

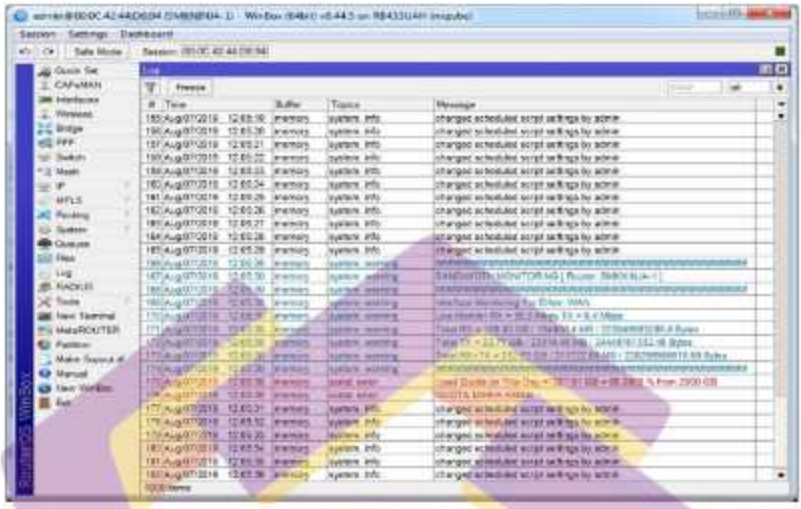
LAMPIRAN

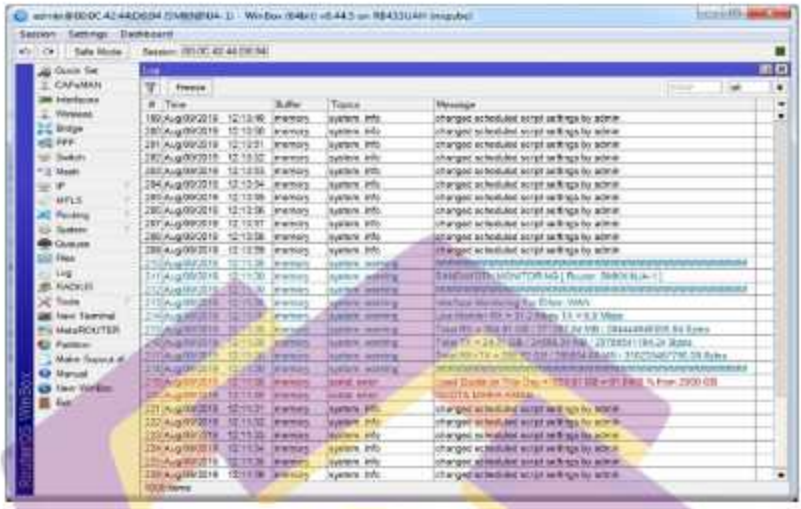
Lampiran 1: Capture Log Mikrotik Modem Fo 1 Bulan Agustus

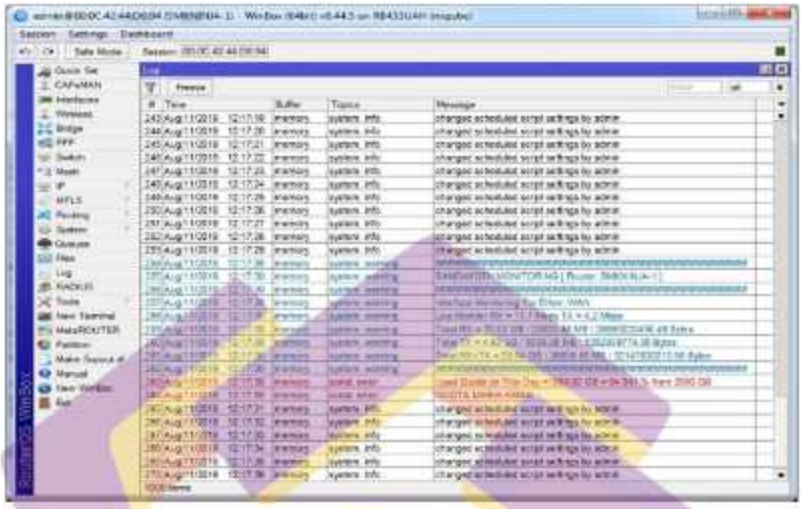


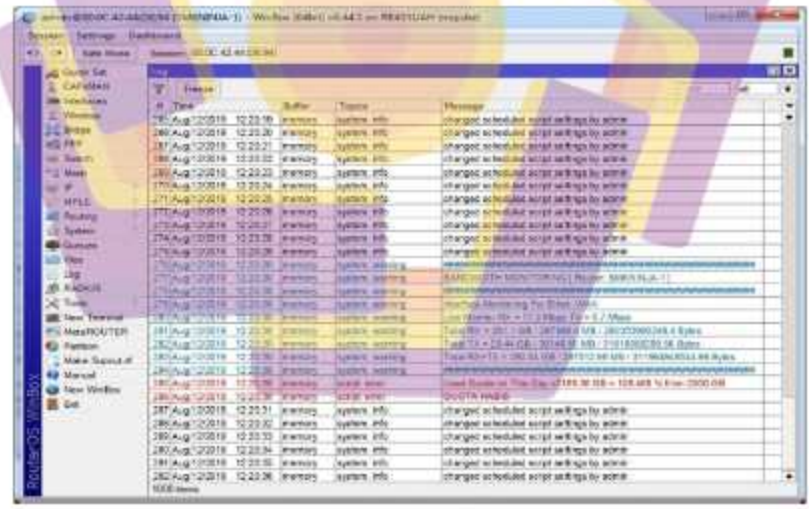


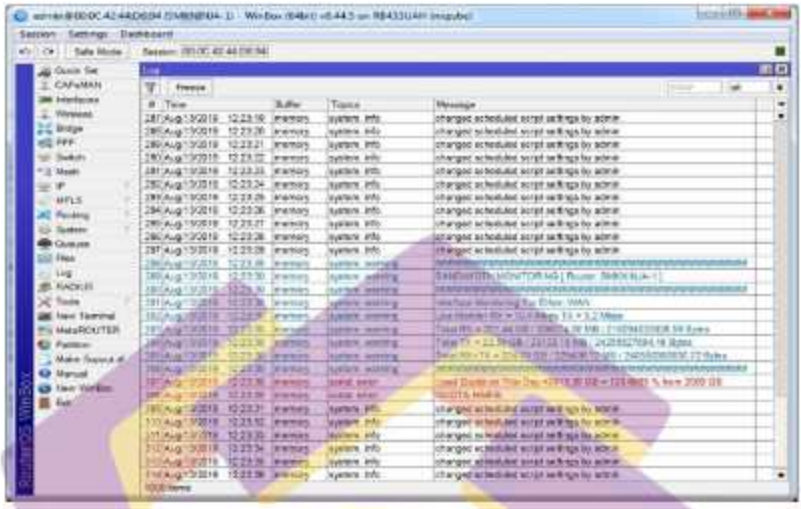


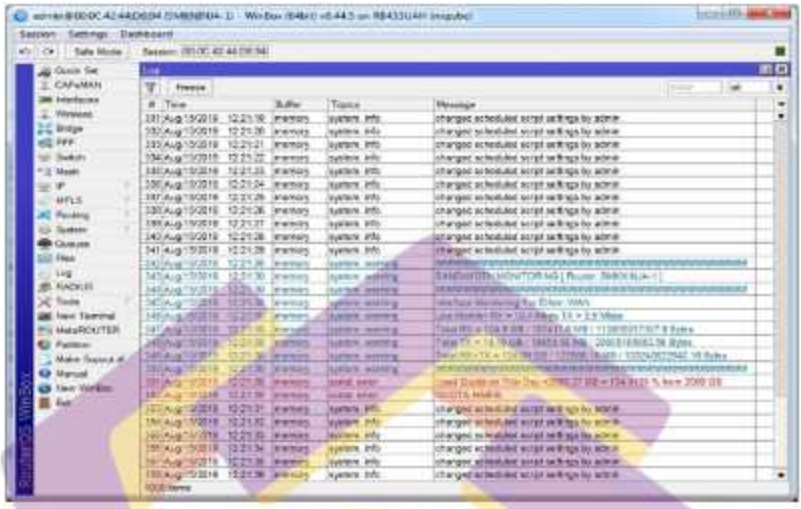


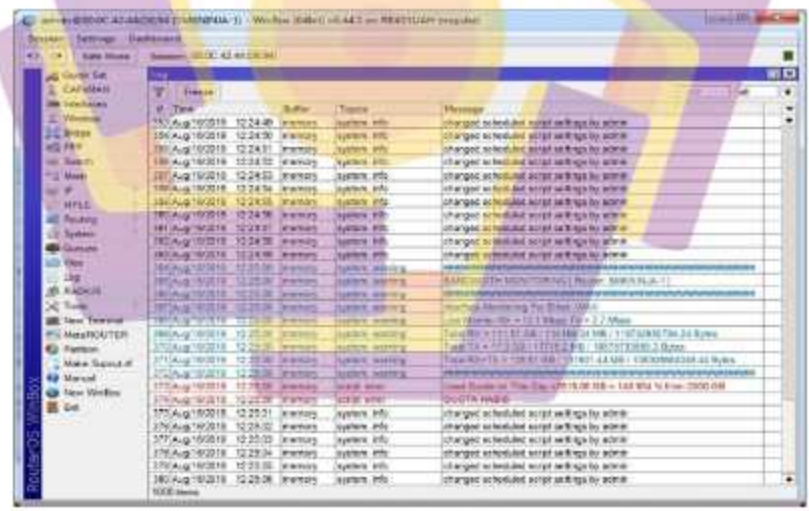


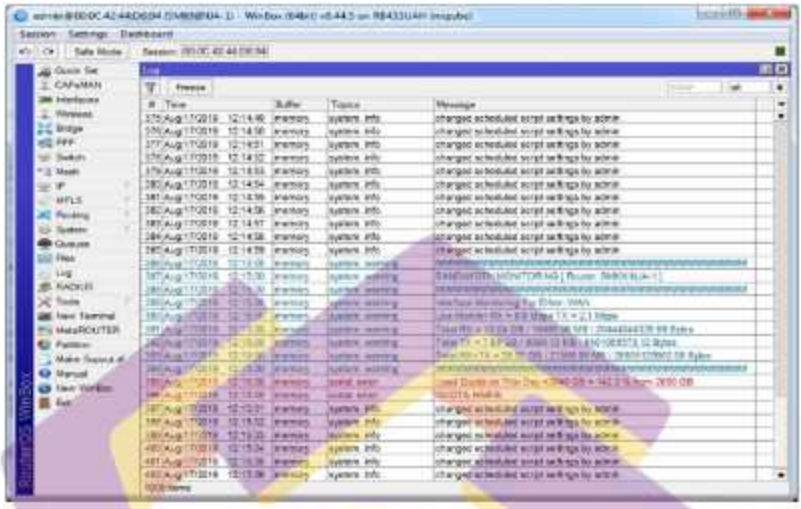


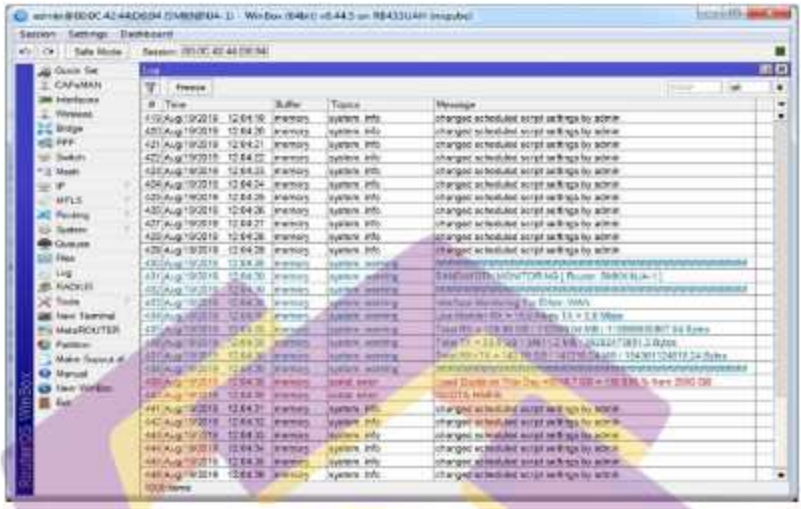


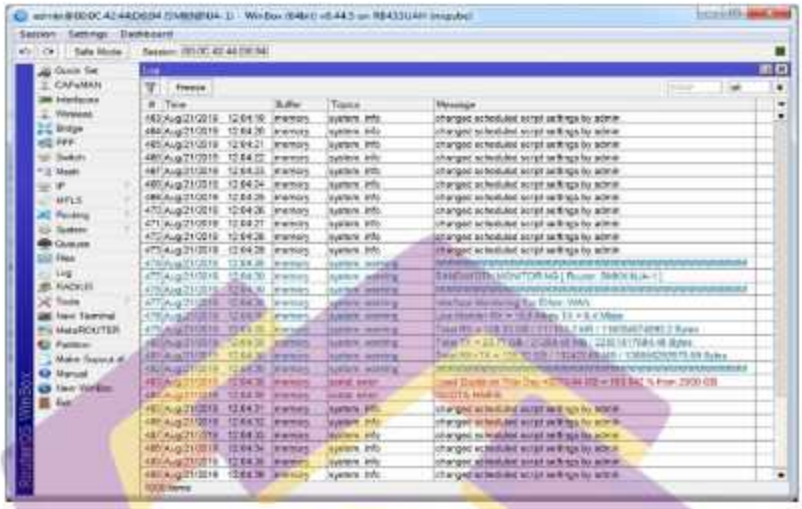


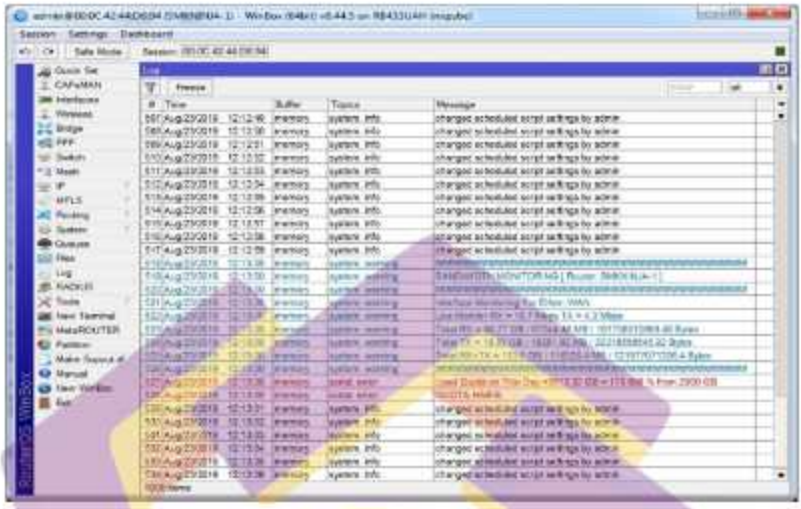


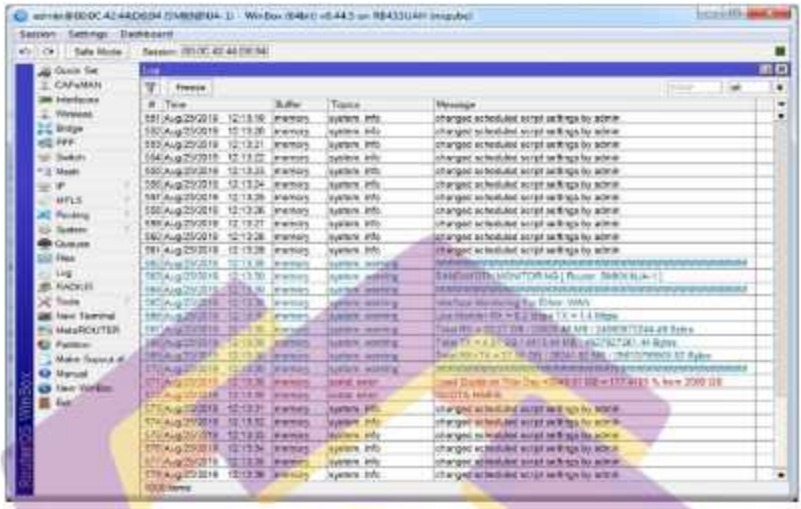


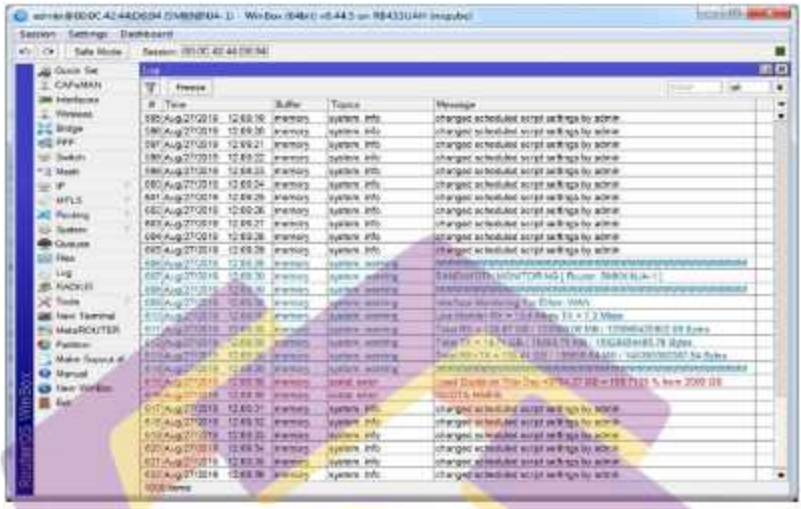


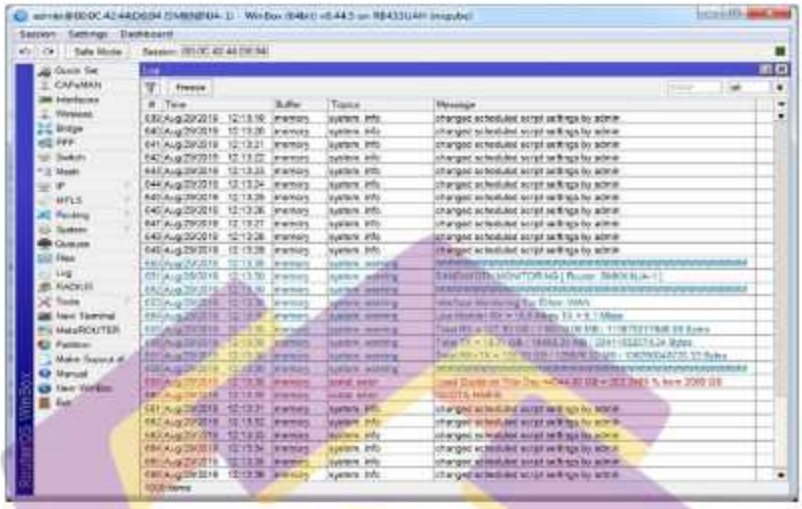


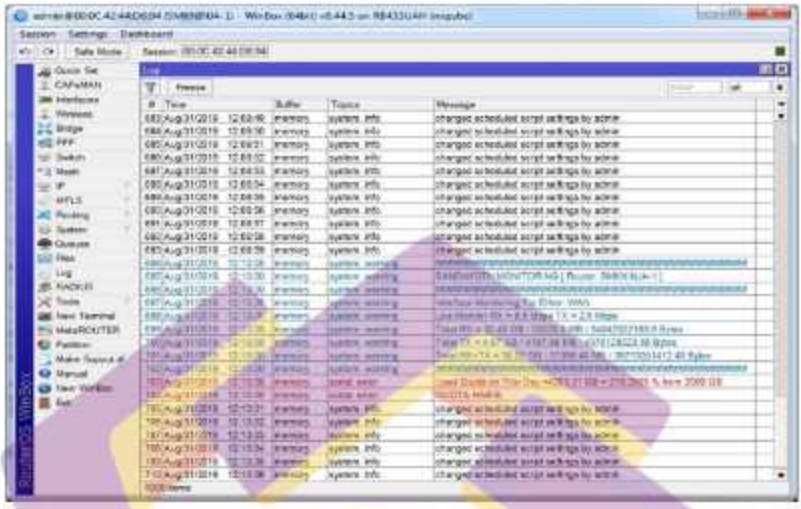




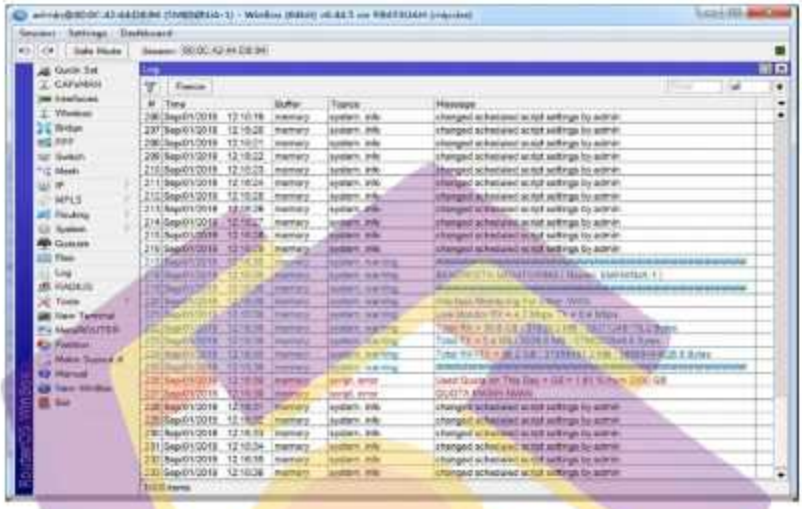


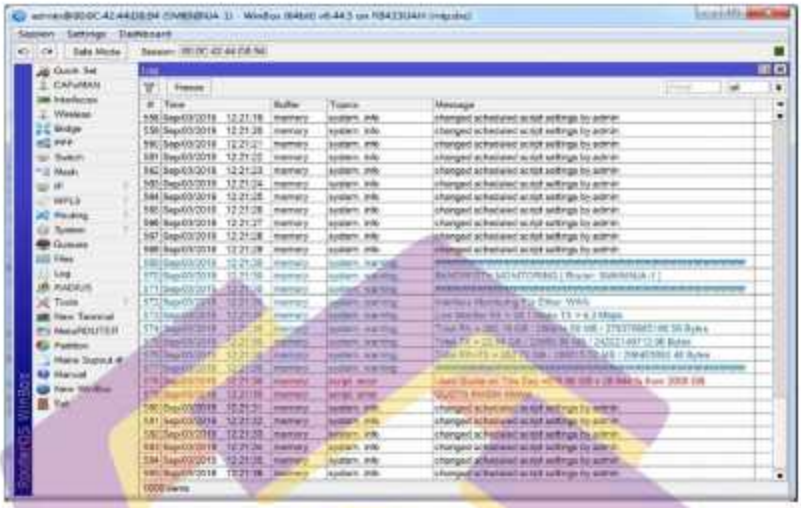


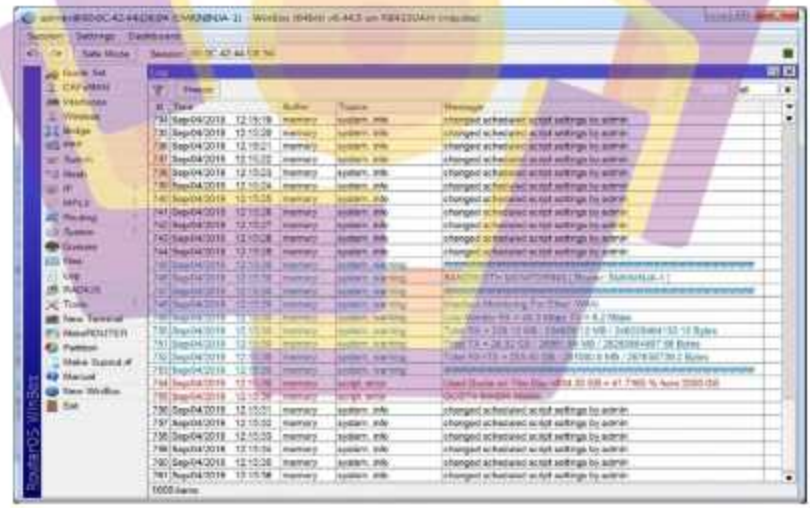


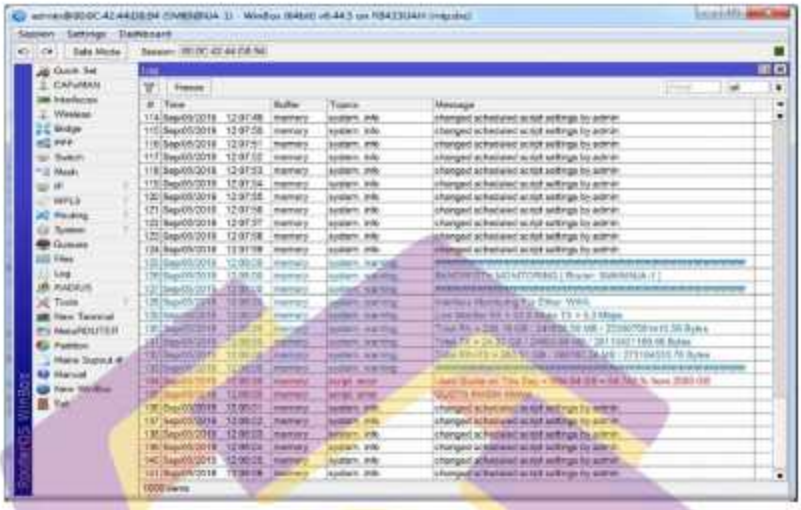


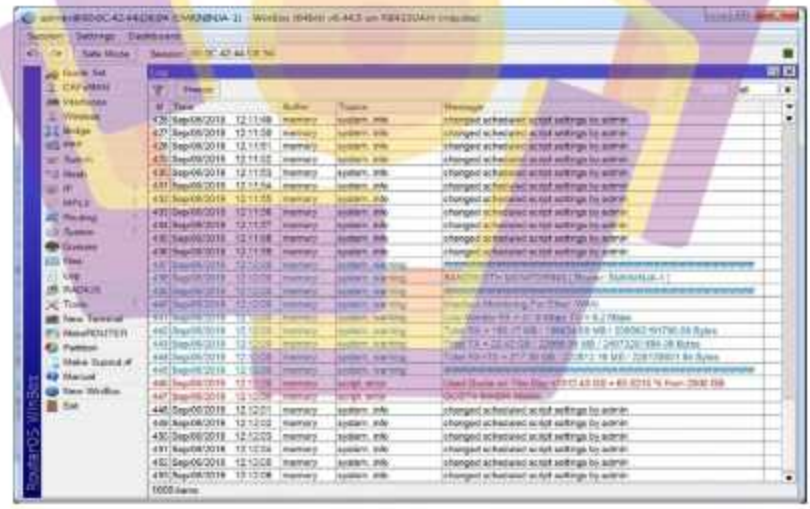
Lampiran 2: Capture Log Mikrotik Modem Fo 1 Bulan September

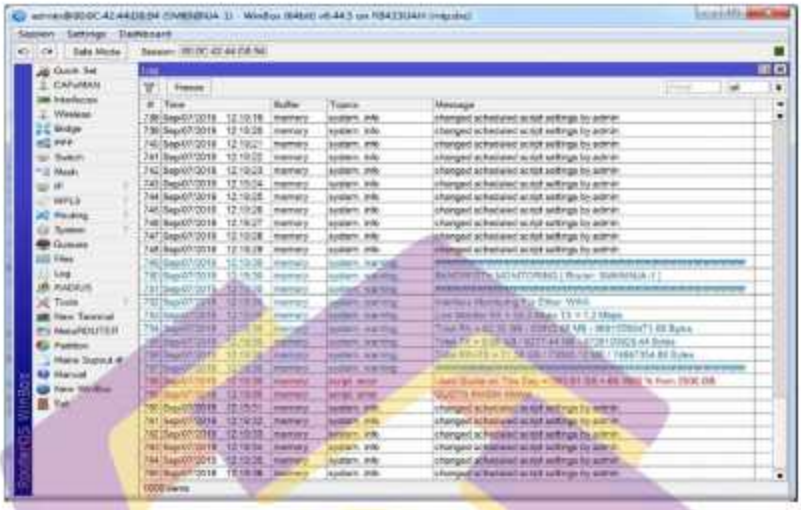


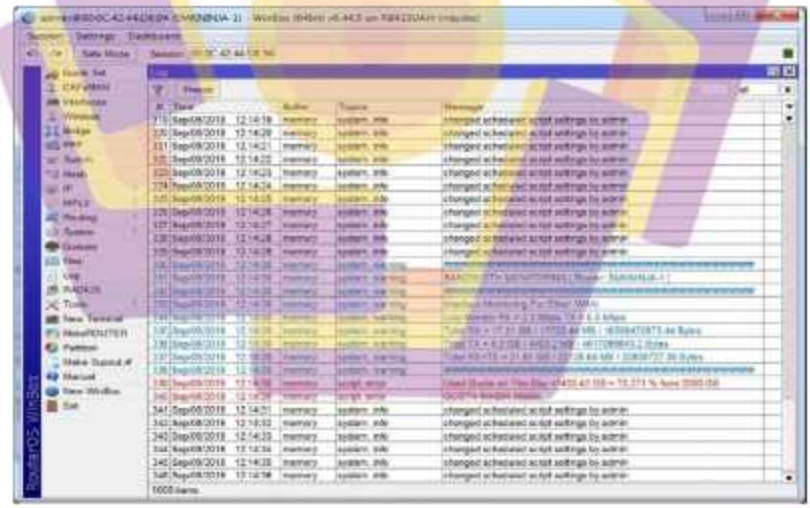


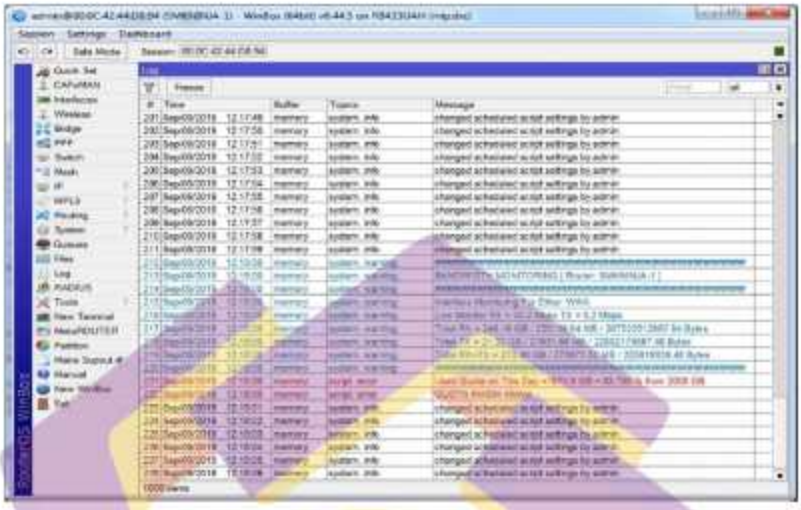


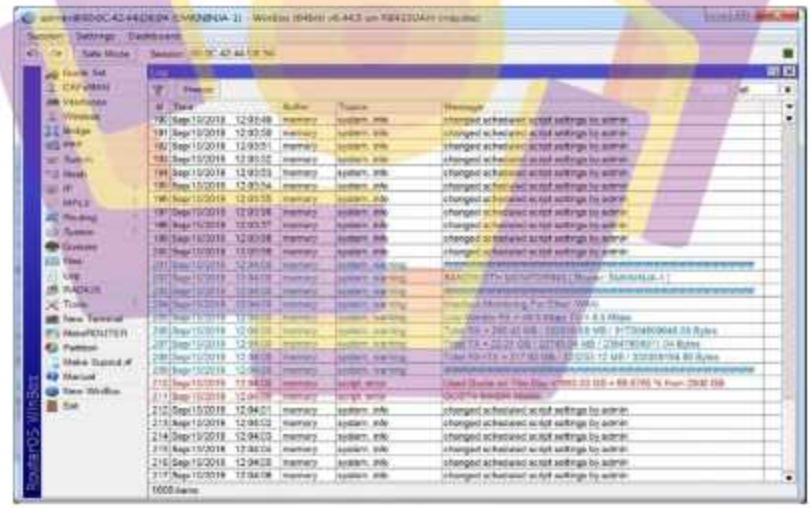


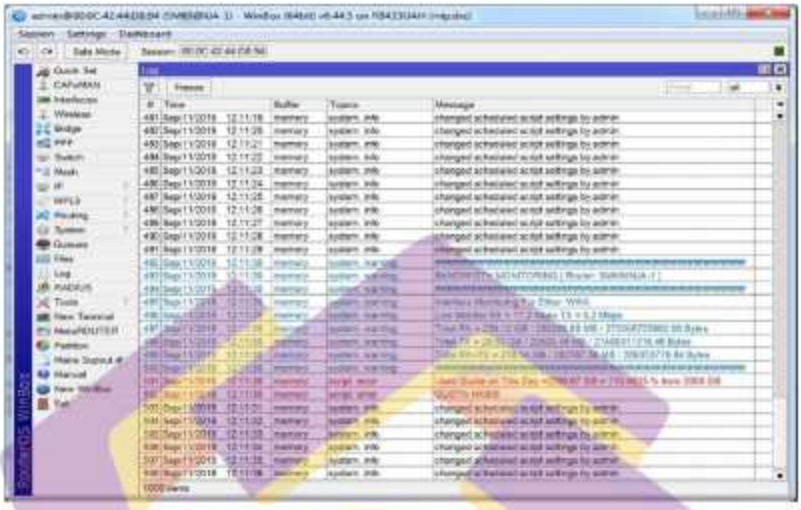


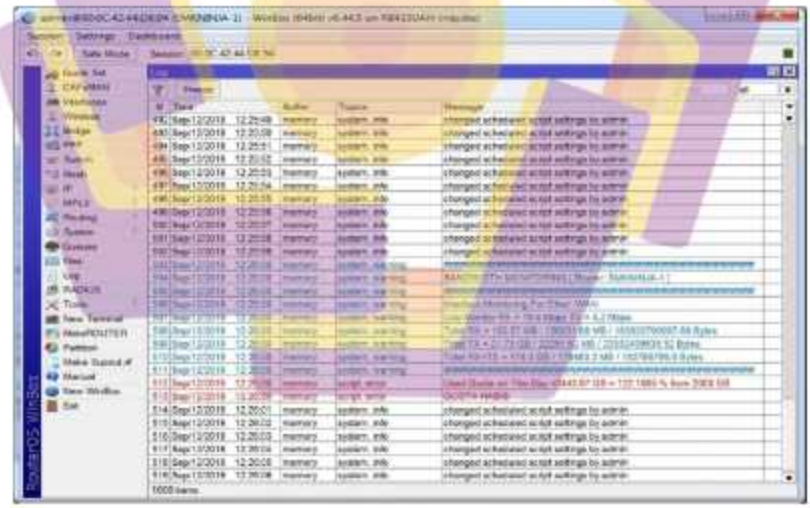


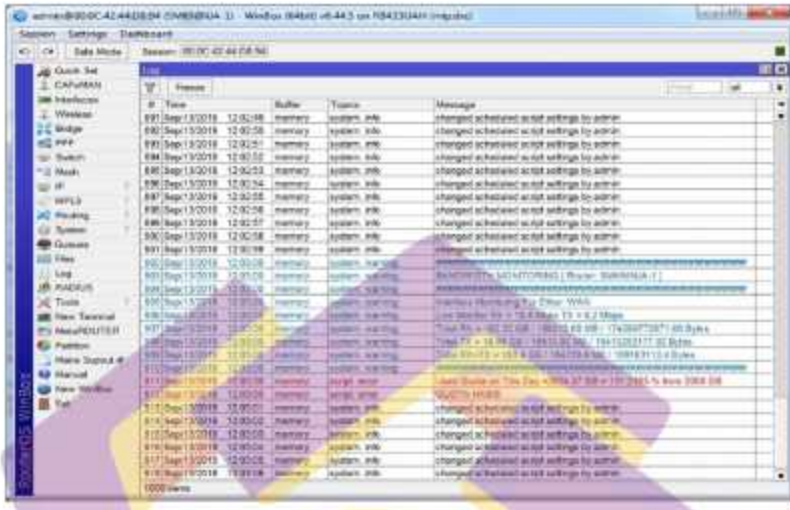


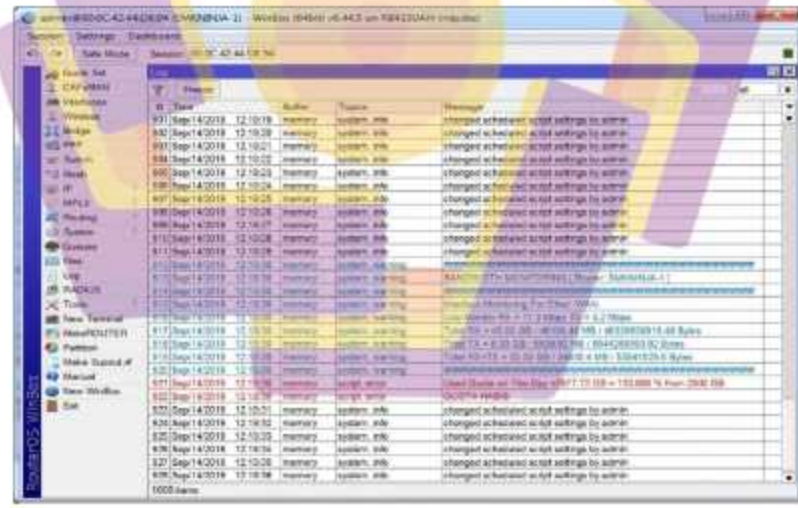


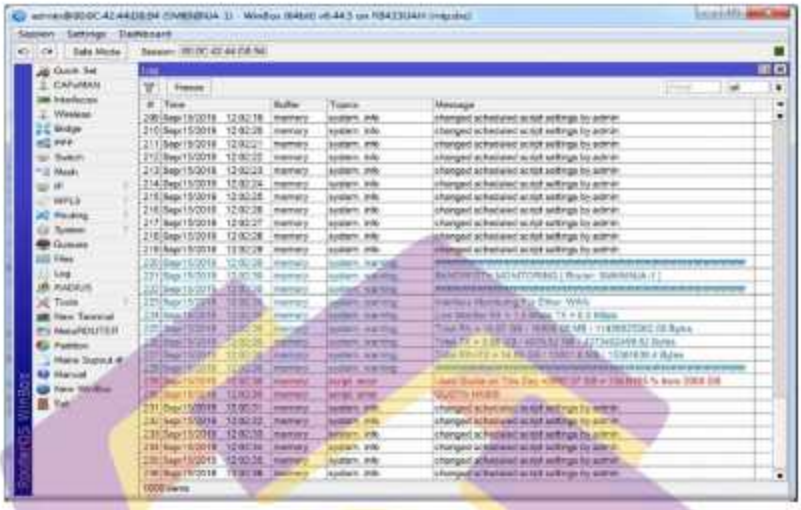


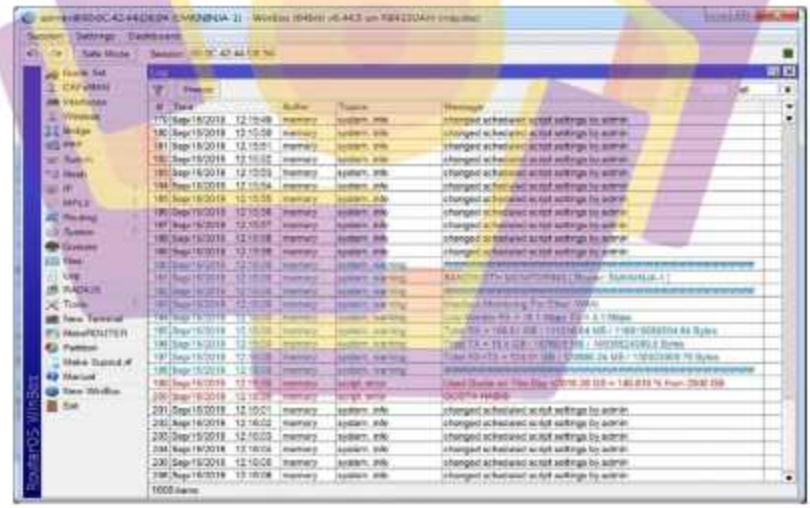


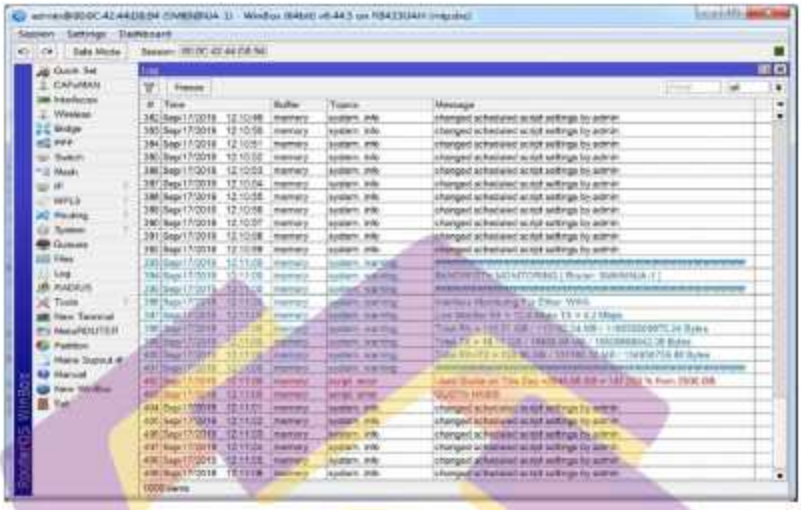


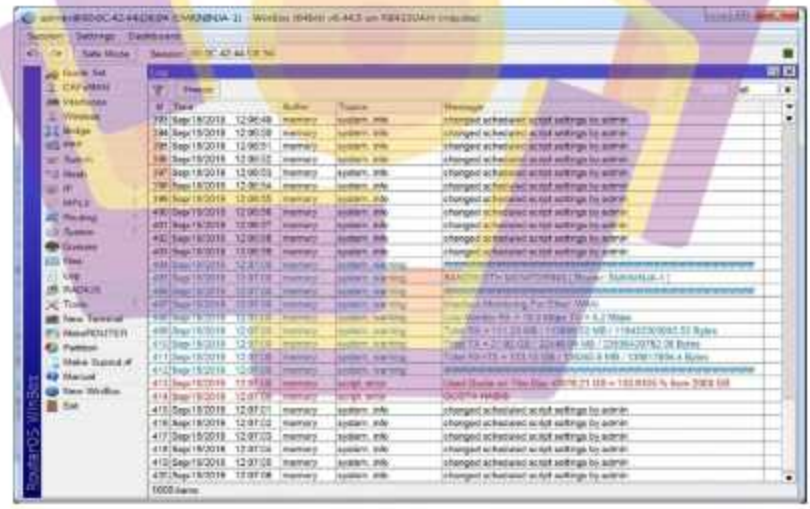


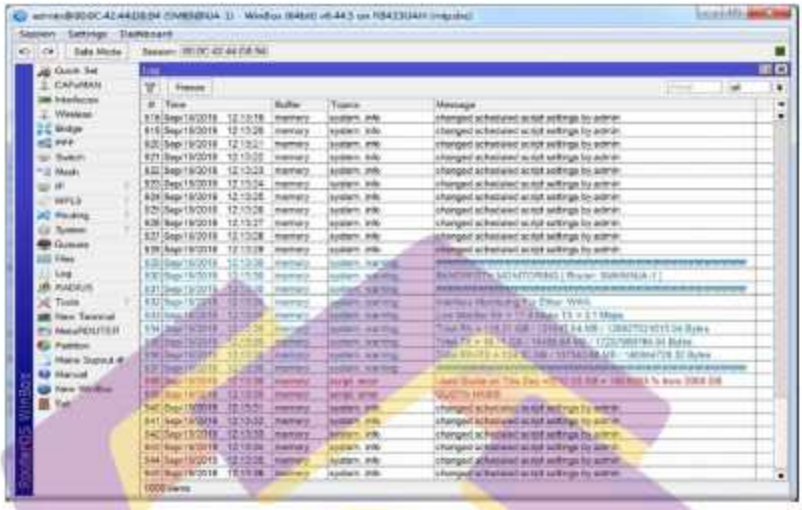


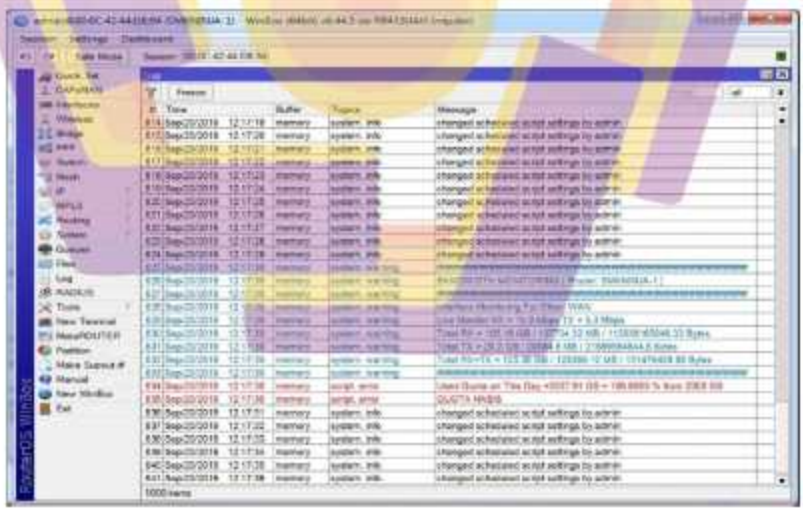


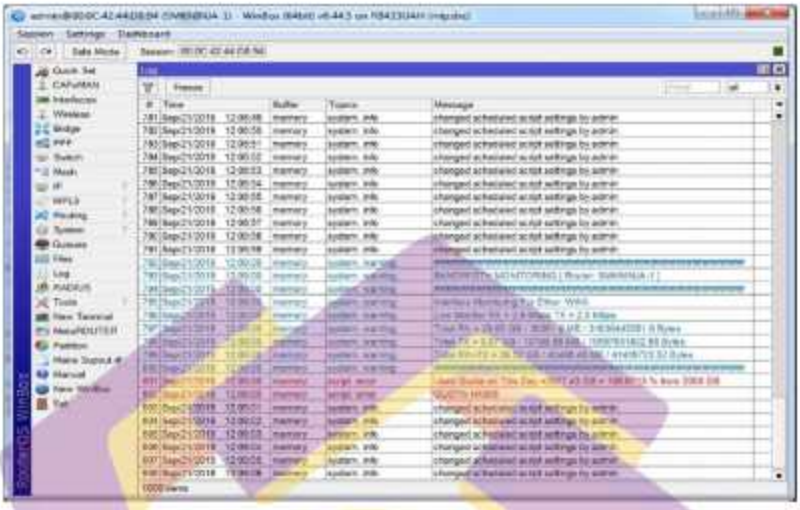


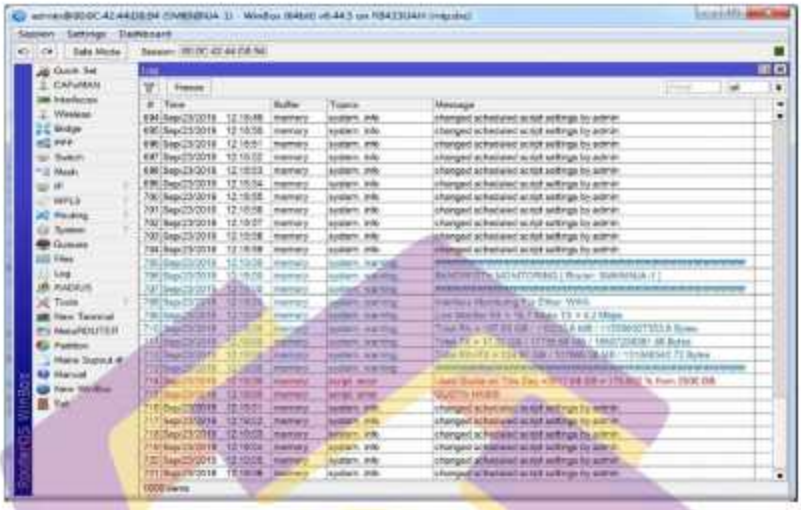


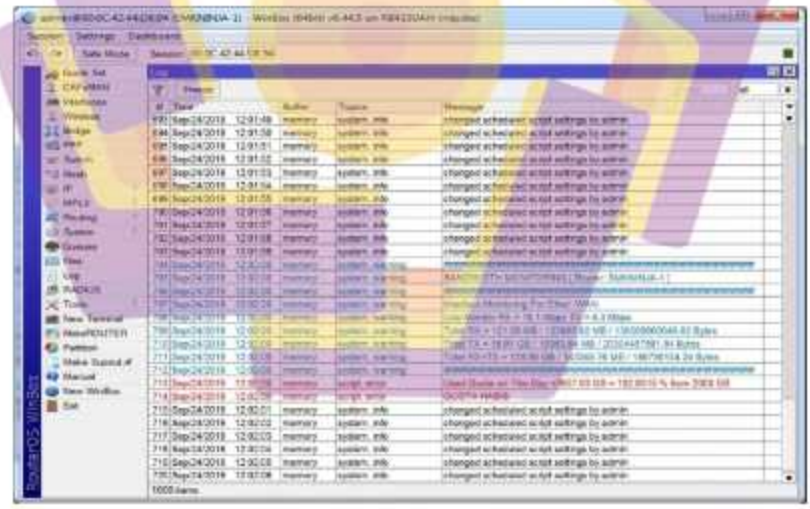


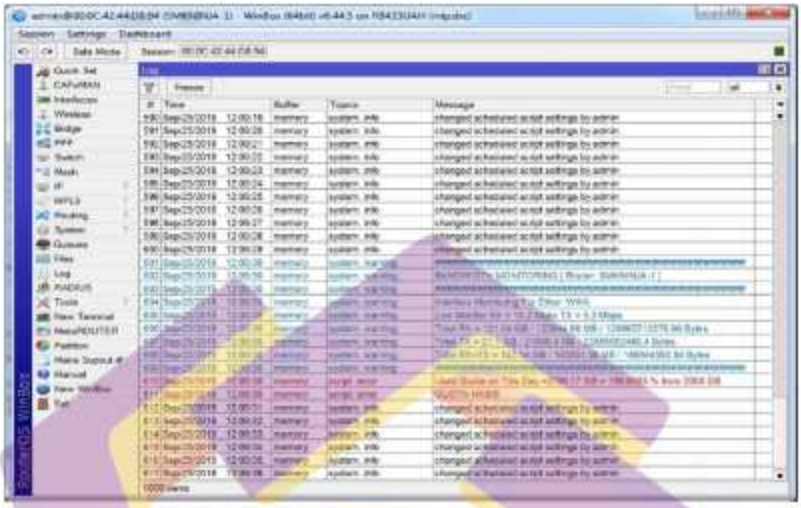


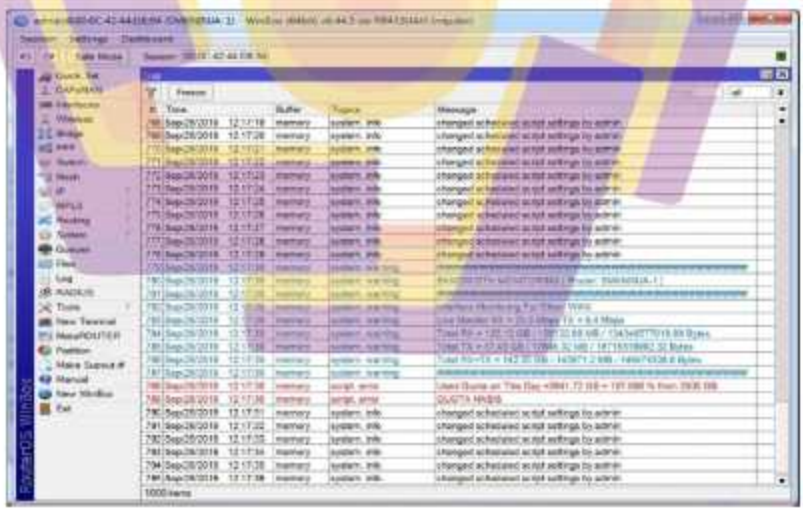


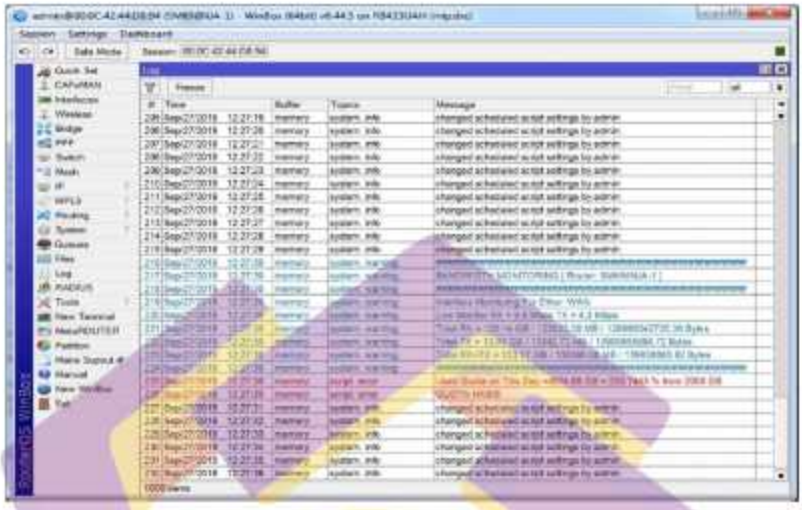


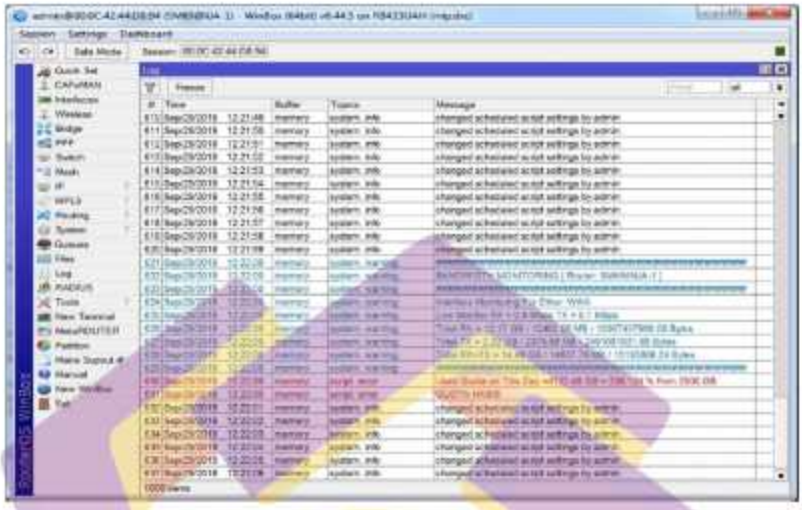


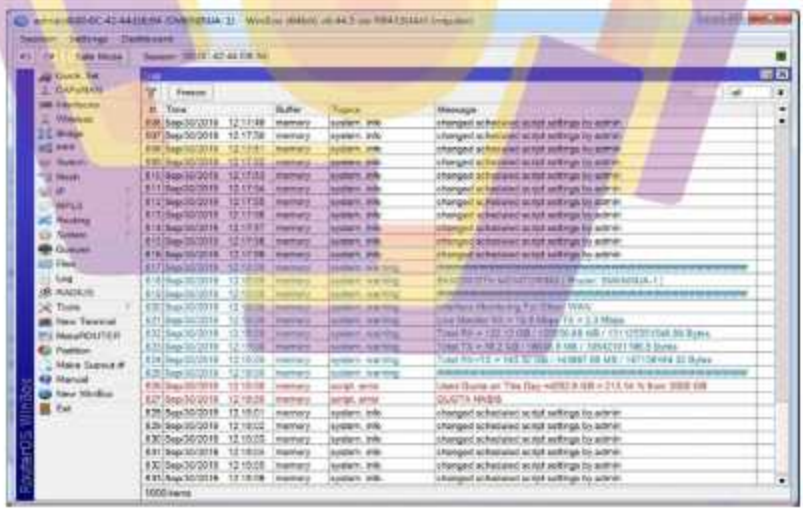




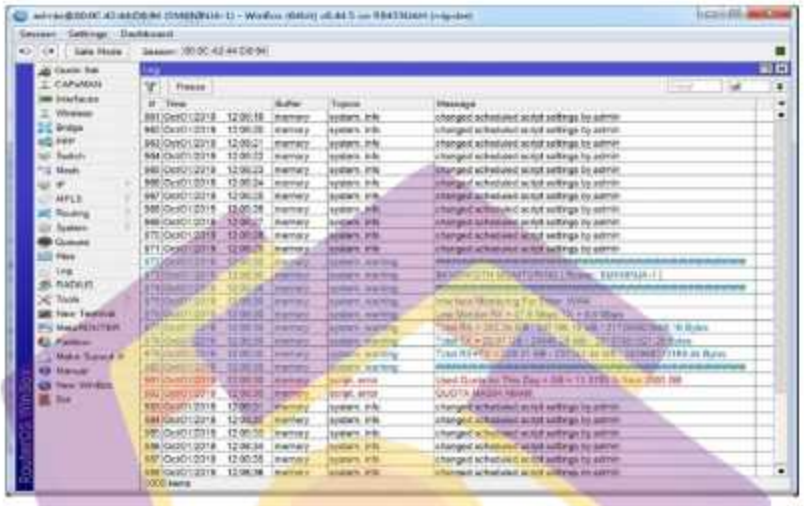


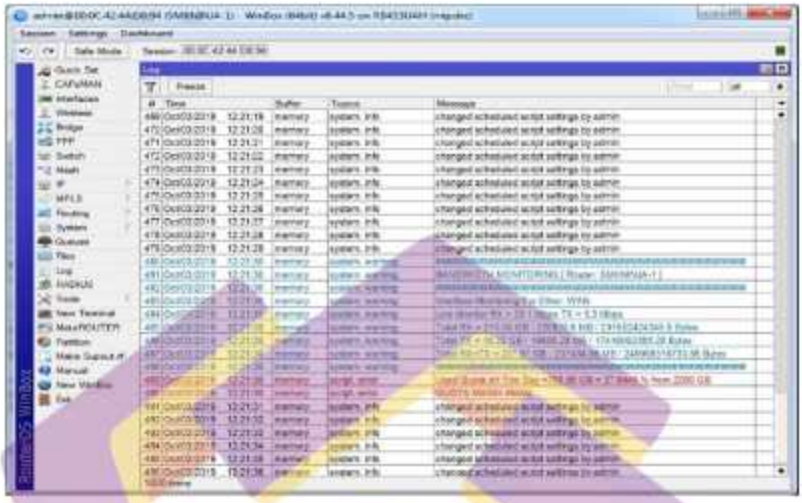


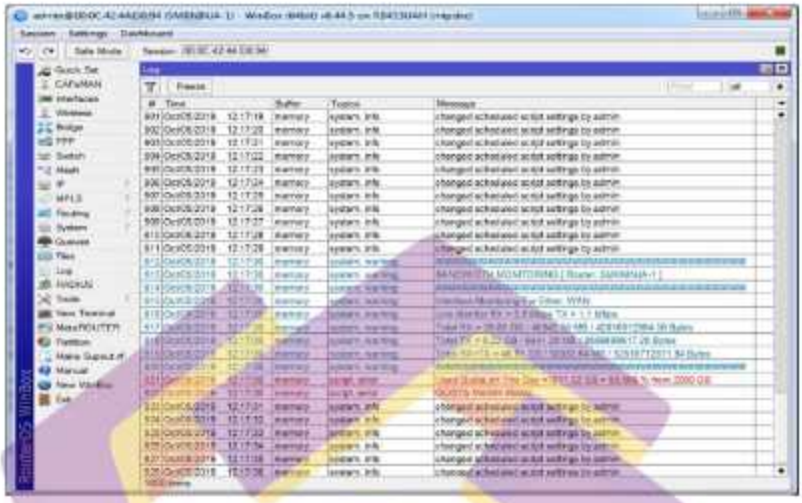


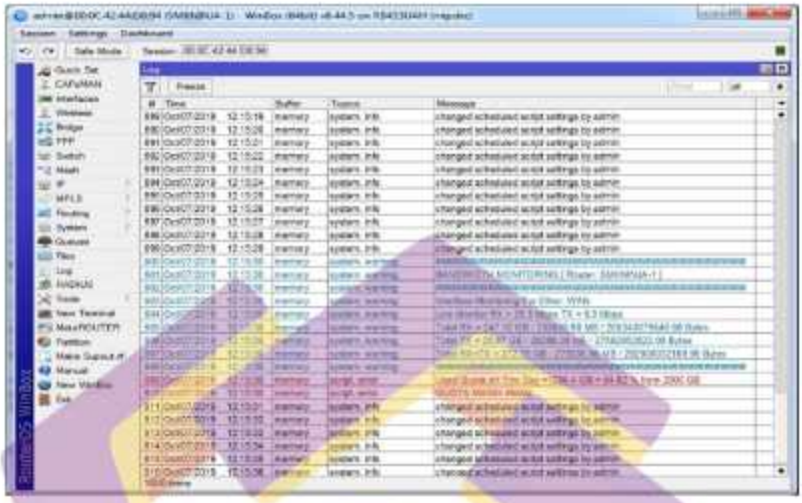


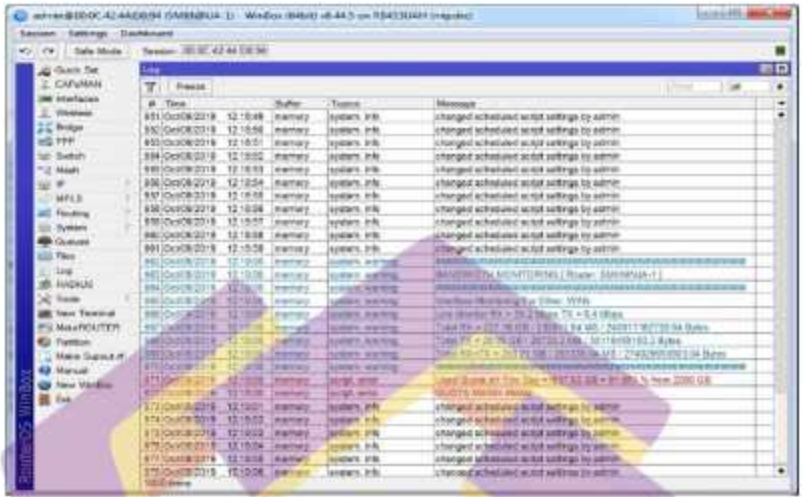
Lampiran 3: Capture Log Mikrotik Modem Fo 1 Bulan Oktober

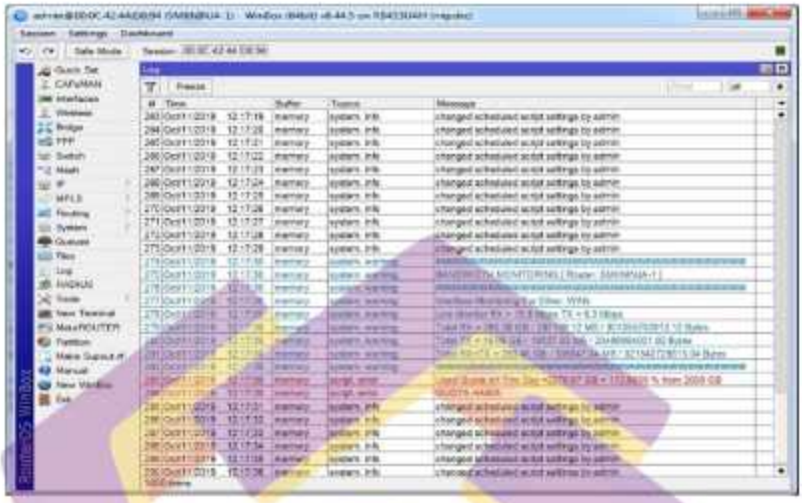


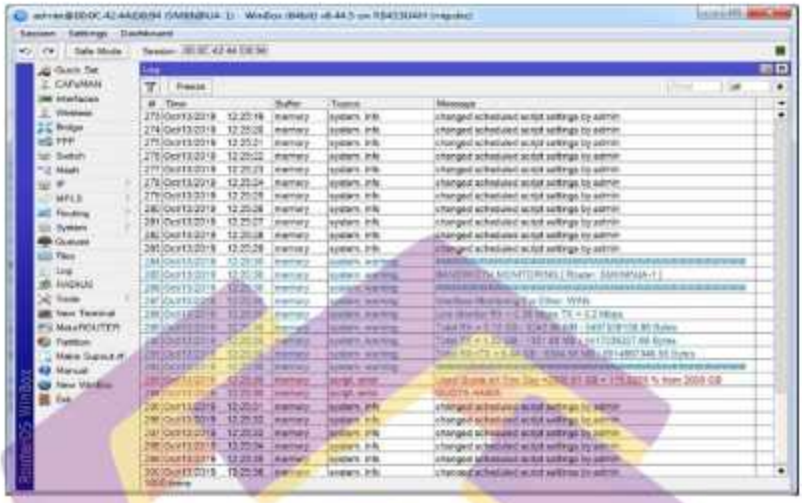


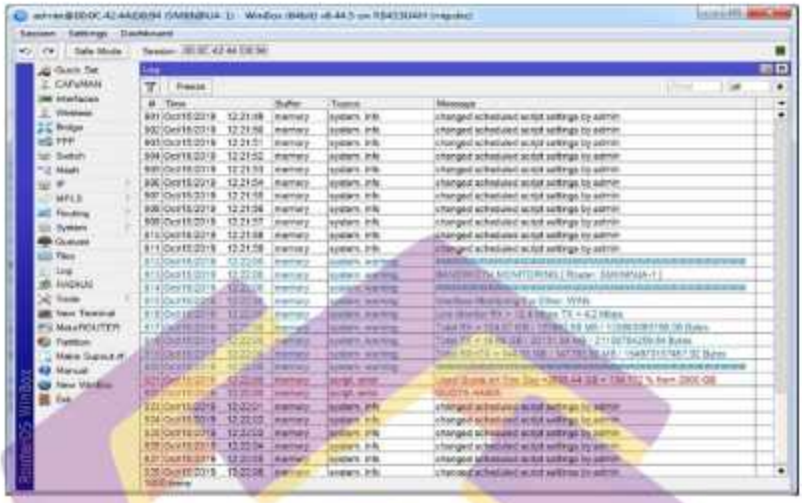


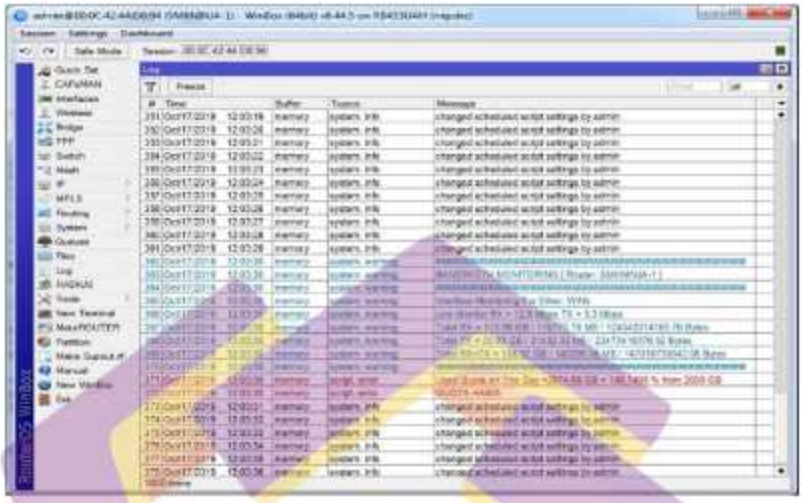


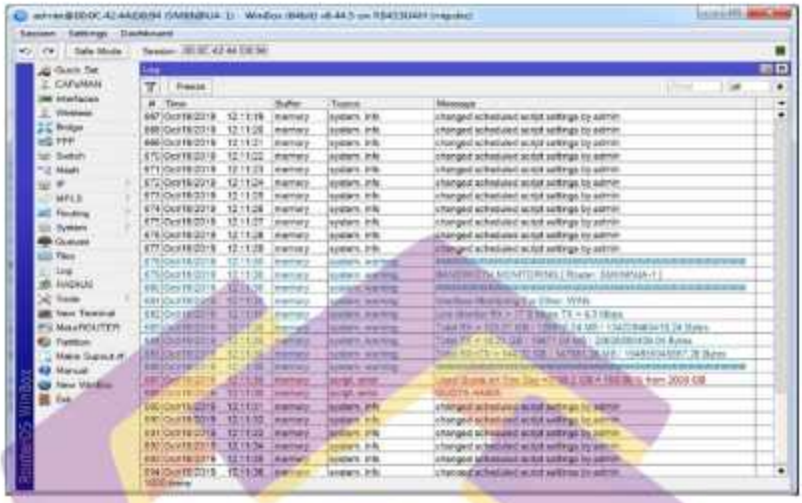


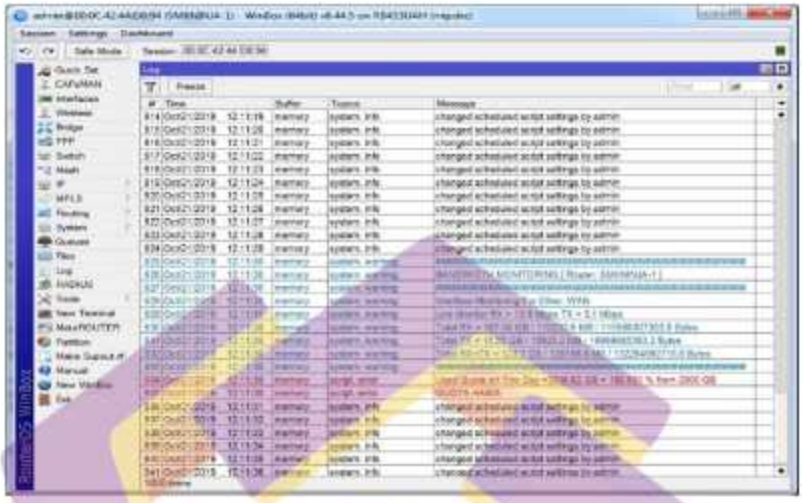


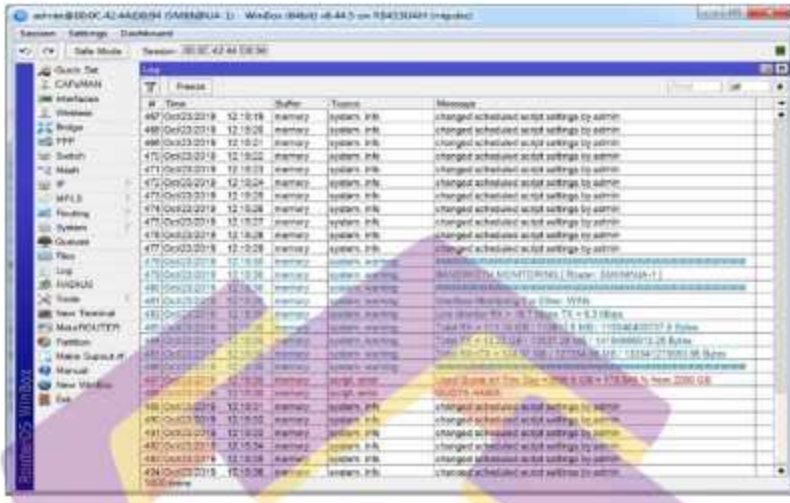


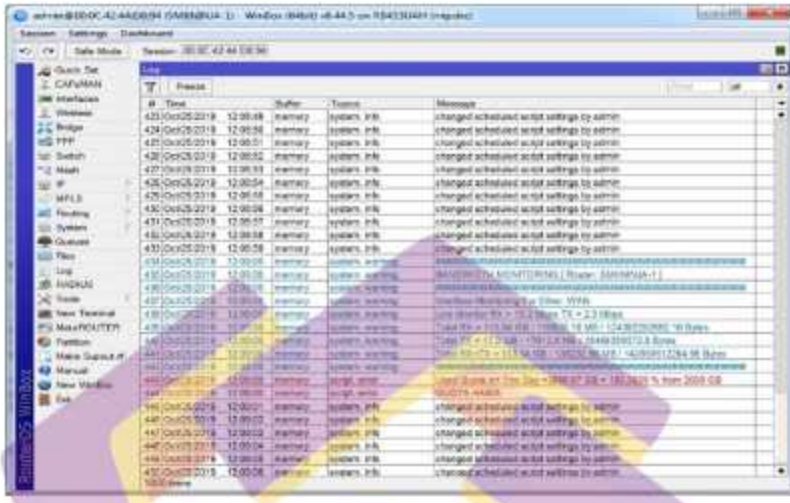


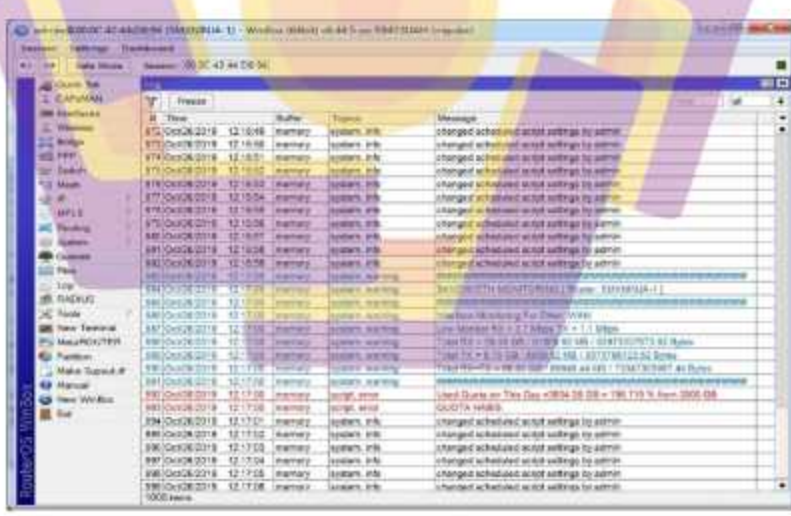


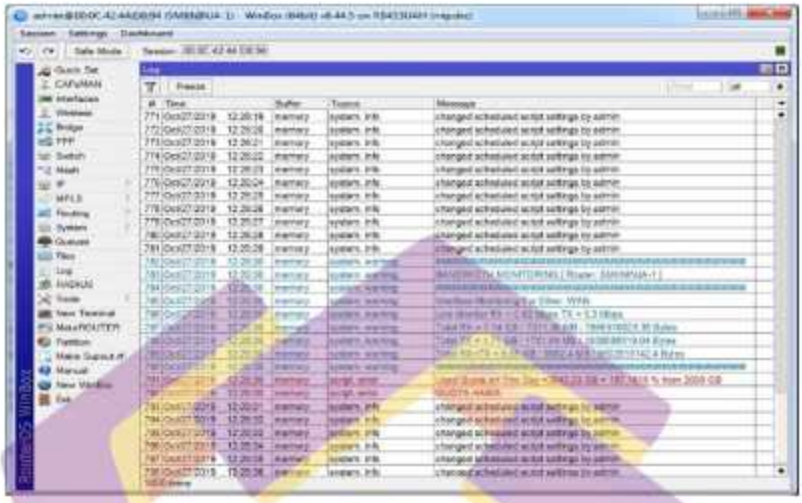


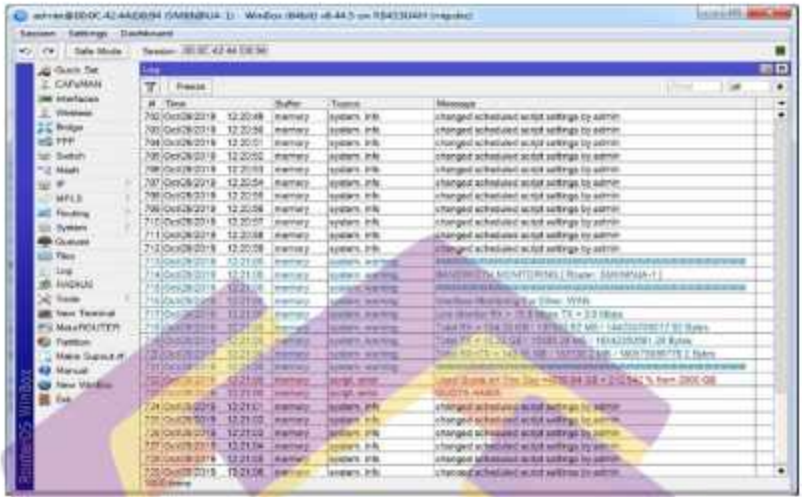


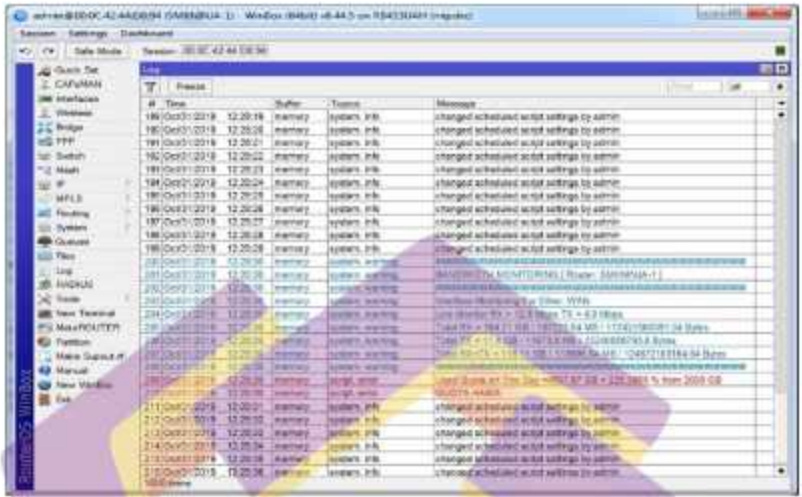




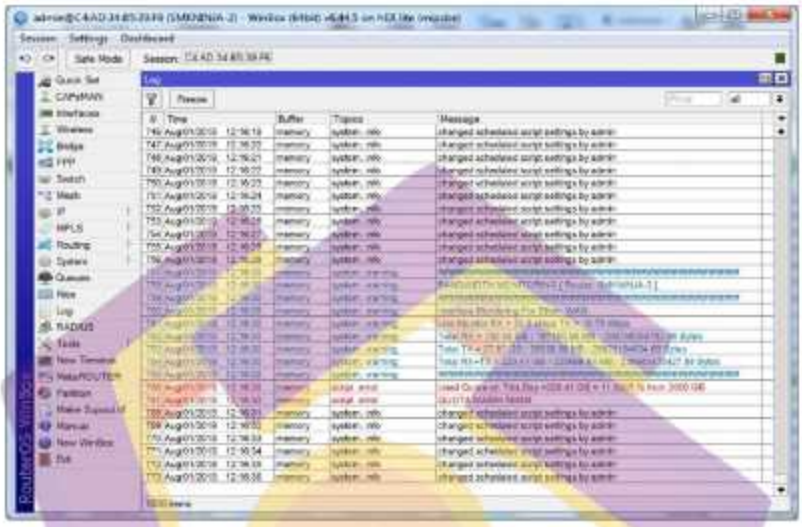


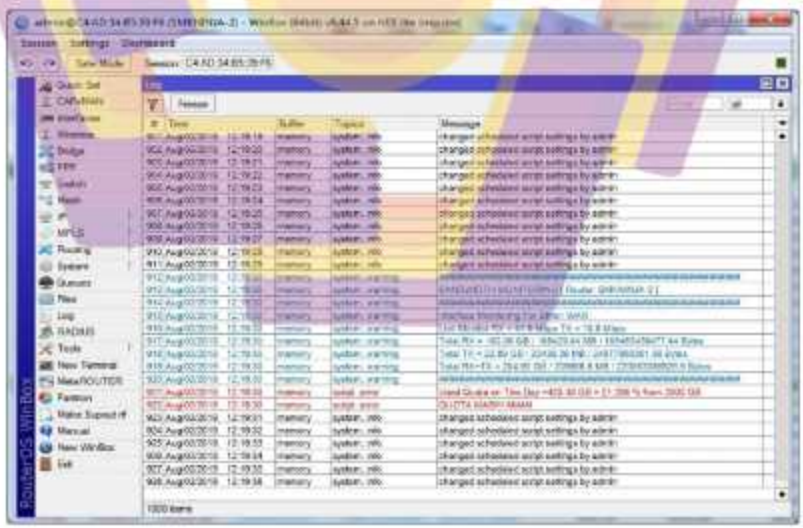


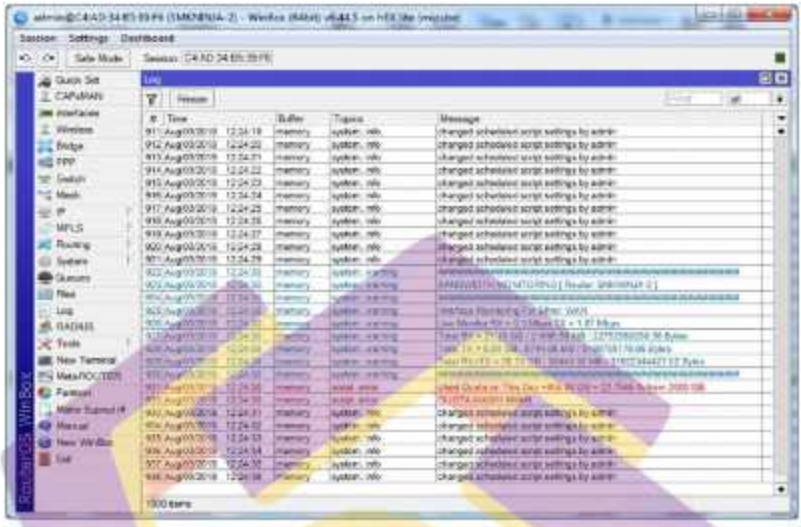


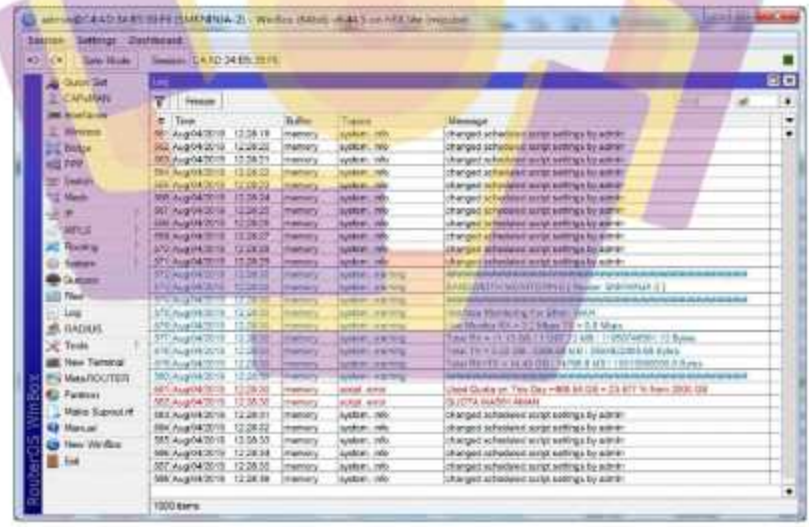


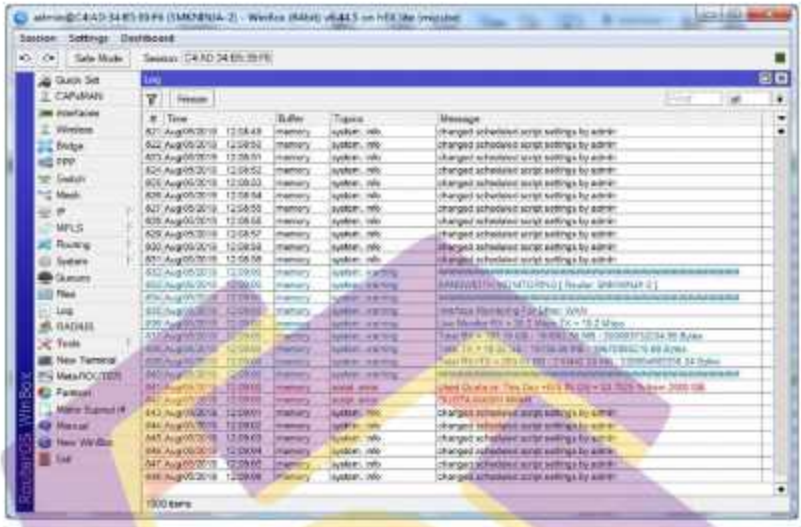
Lampiran 4: Capture Log Mikrotik Modem FO 2 Bulan Agustus

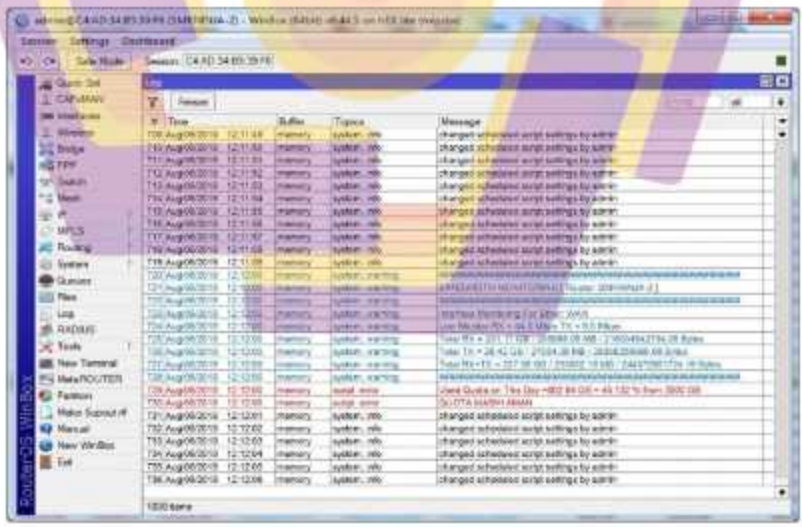


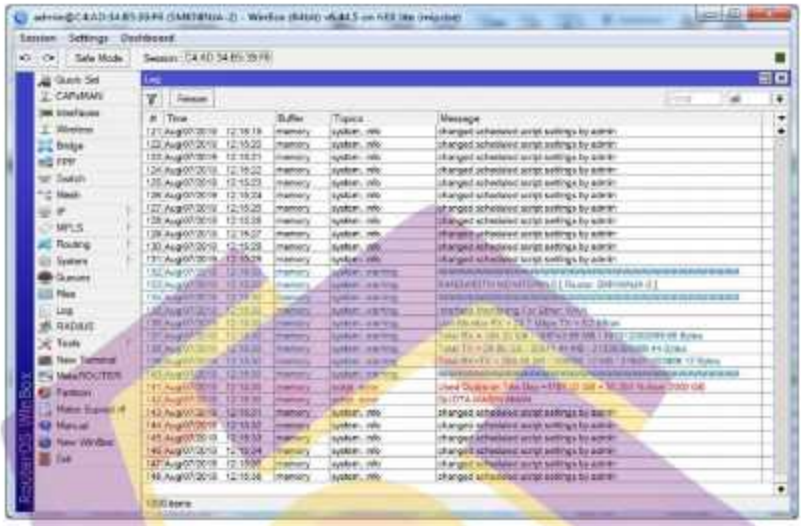


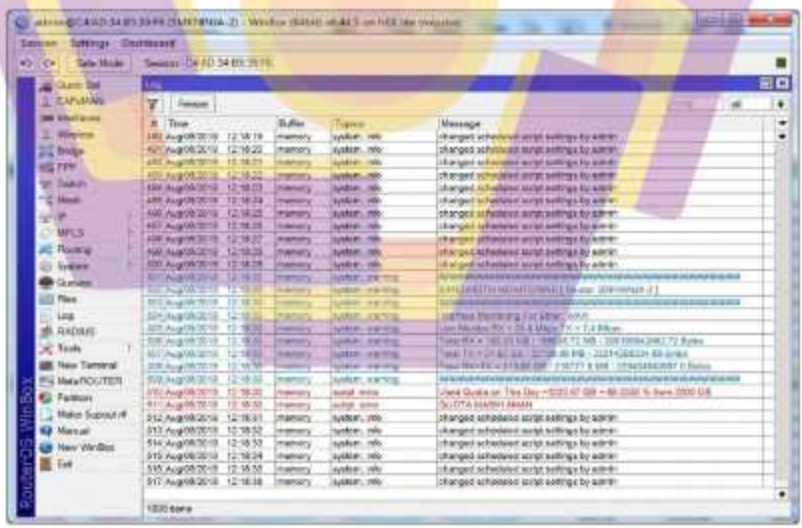


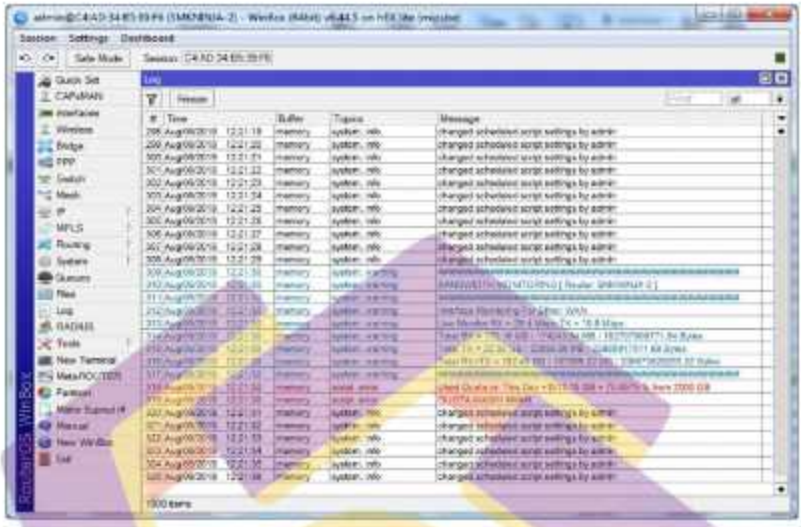


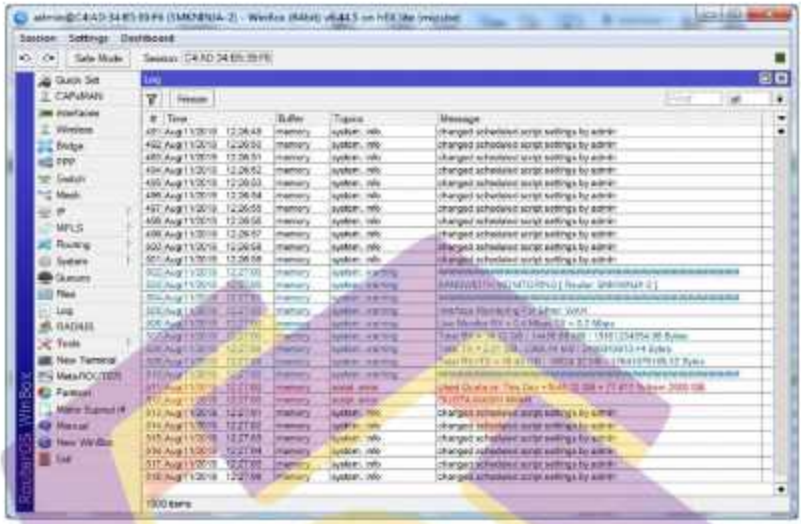

Session Settings Dashboard
Safe Mode
Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
MPLS
Routing
System
Queues
Files
Log
RADIUS
Tools
New Terminal
MetaROUTER
Partition
Make Supout.rif
Manual
New WinBox
Exit
RouterOS WinBox
Log
Freeze
Time
Buffer
Topics
Message
1000 items

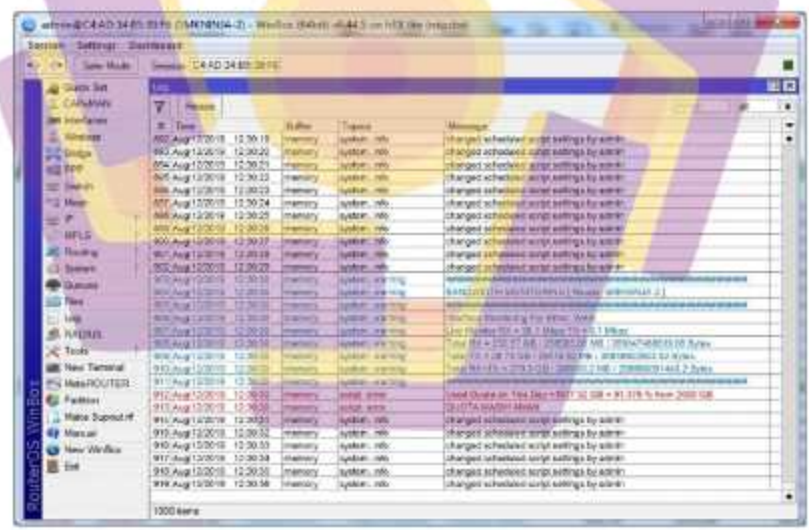

Session Settings Dashboard
Safe Mode
Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
MPLS
Routing
System
Queues
Files
Log
RADIUS
Tools
New Terminal
MetaROUTER
Partition
Make Supout.rif
Manual
New WinBox
Exit
RouterOS WinBox
Log
Freeze
Time
Buffer
Topics
Message
1000 items

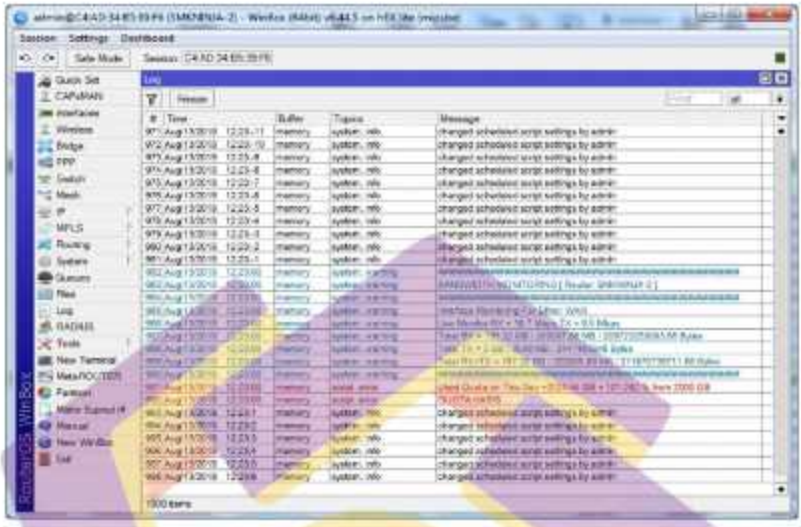


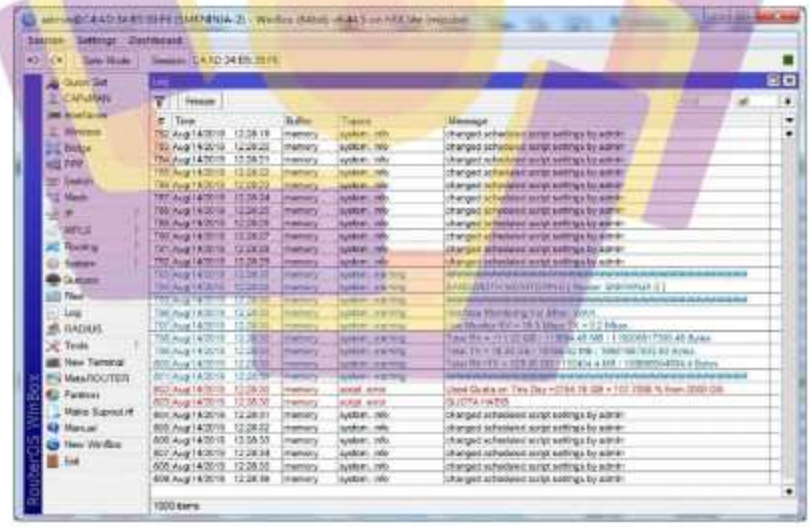


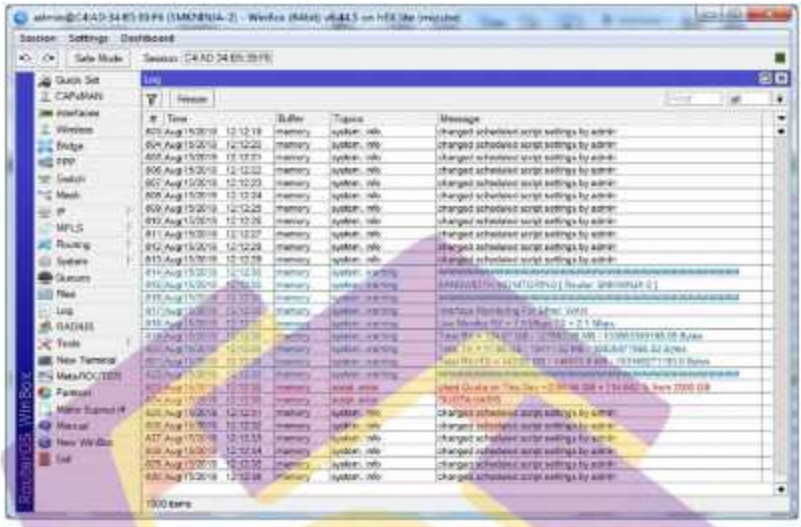


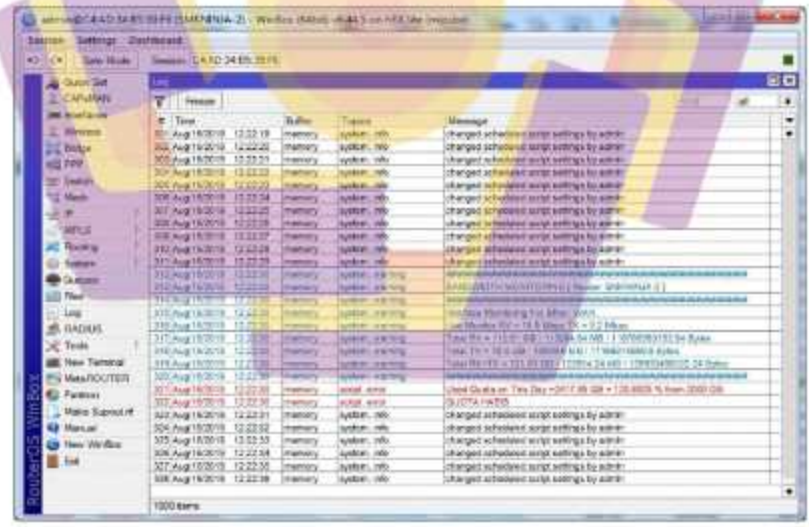


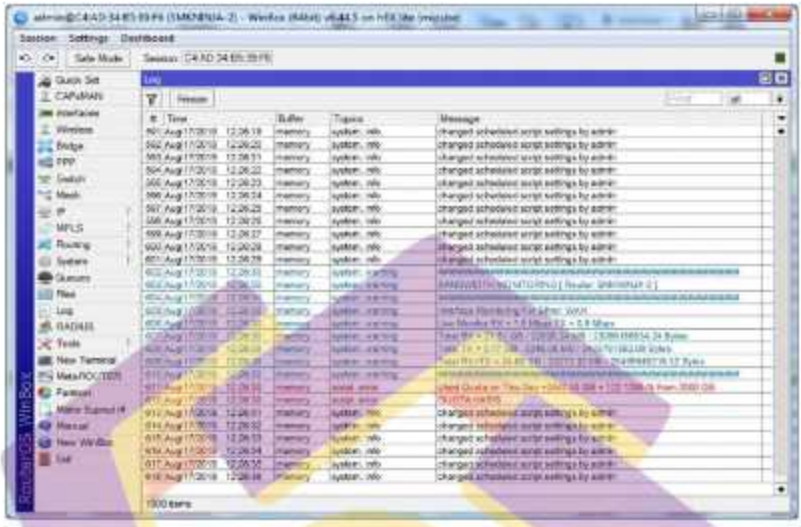


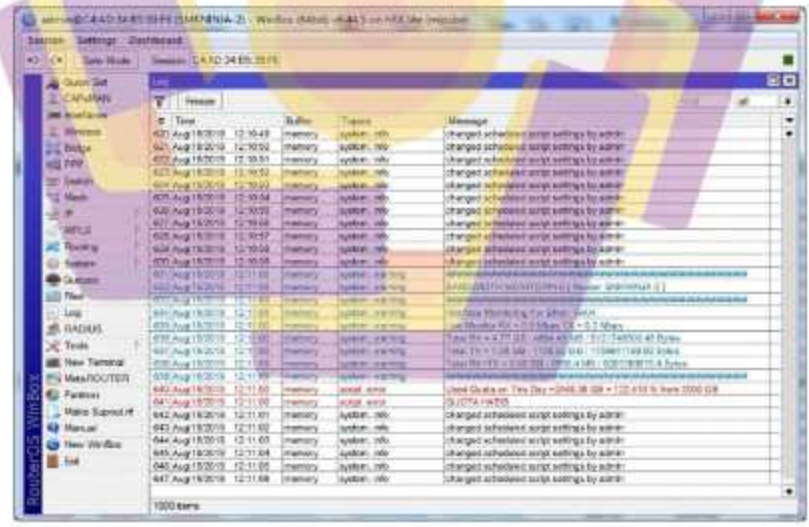


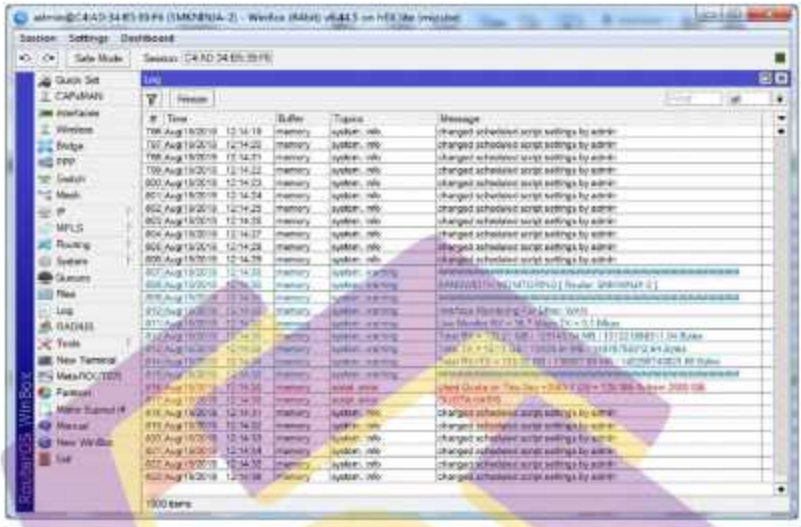


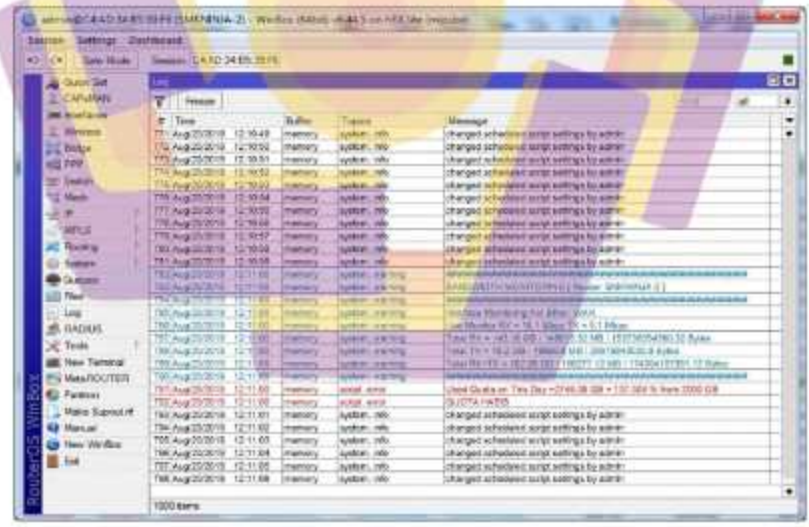


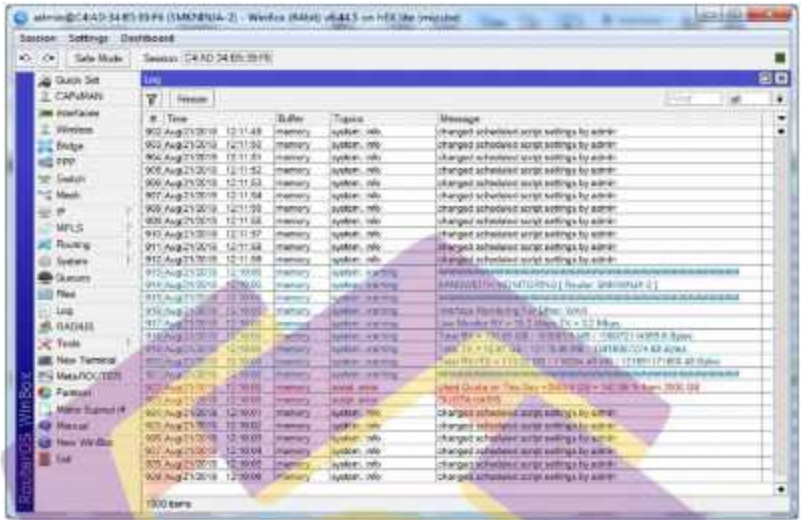


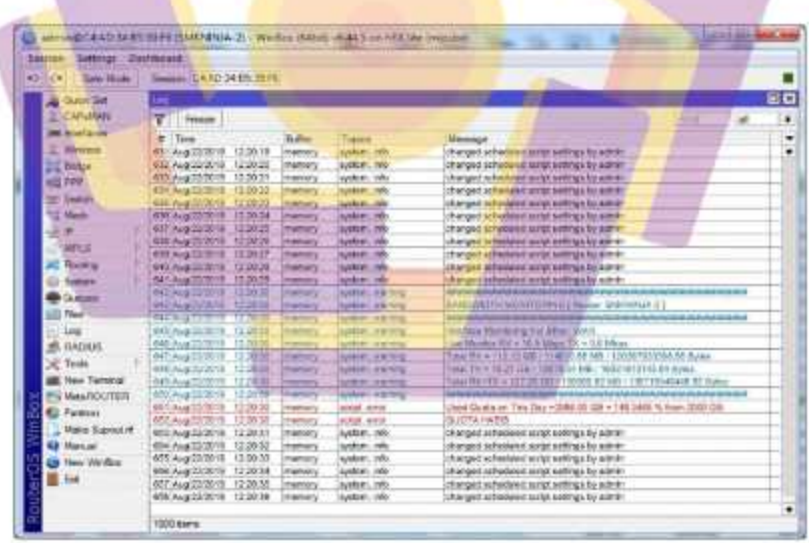


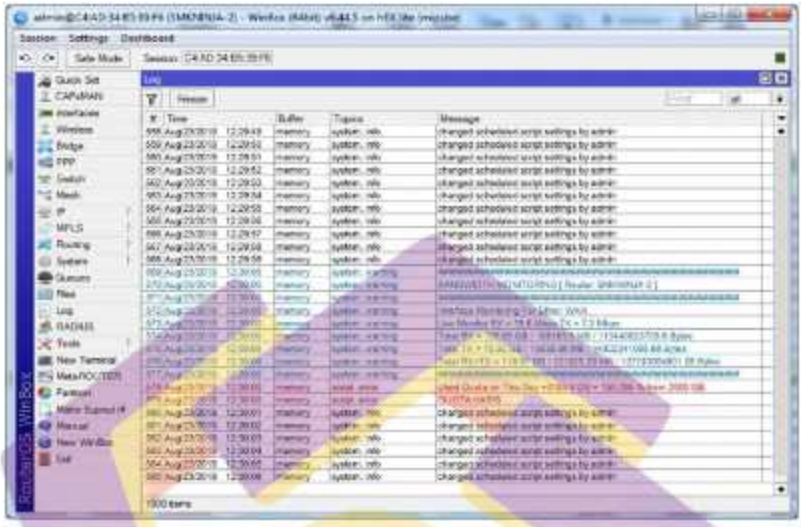


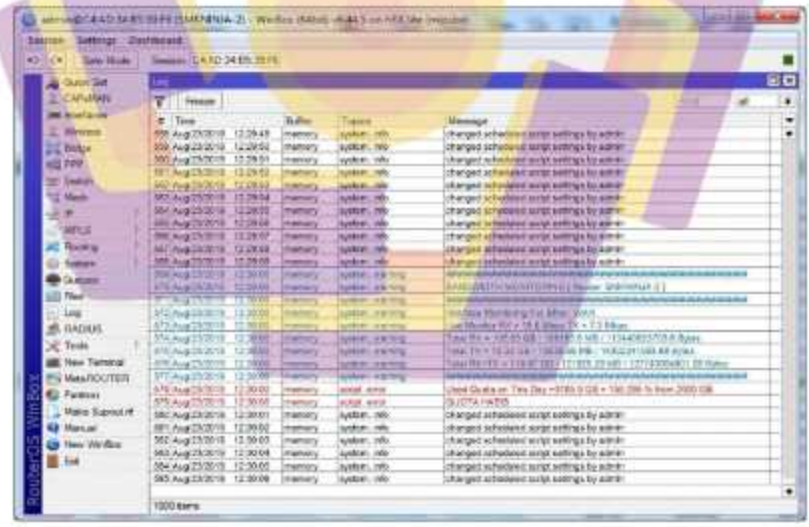


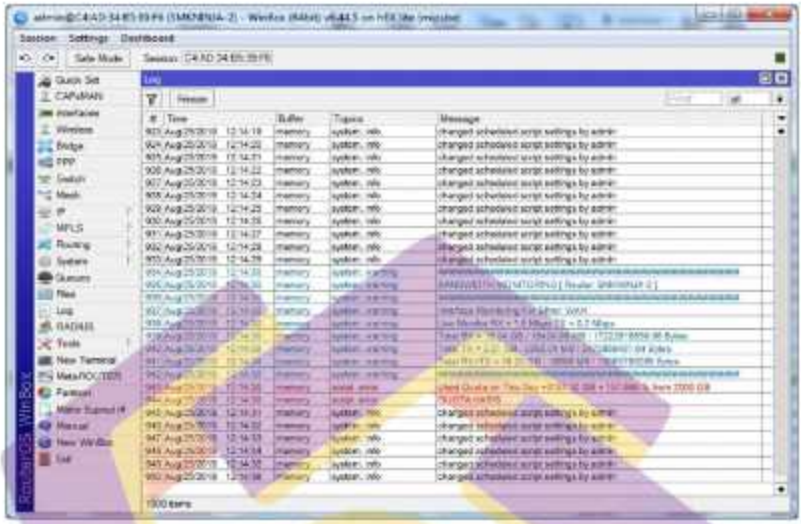


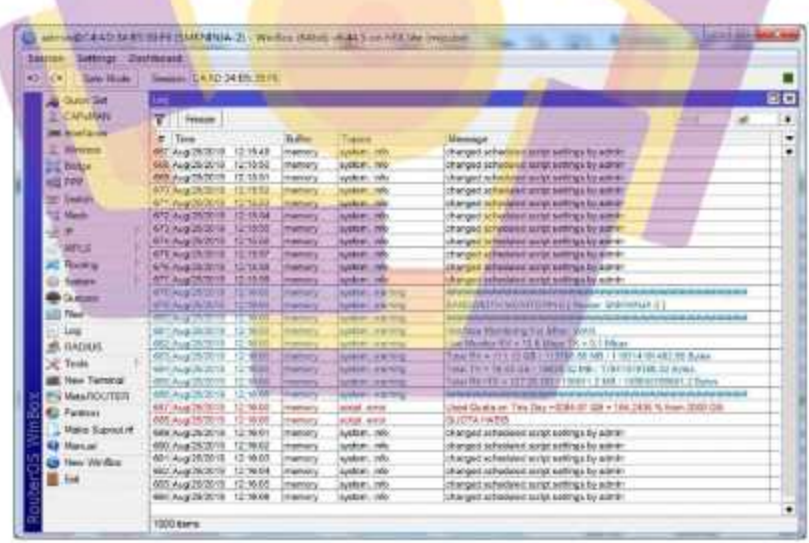


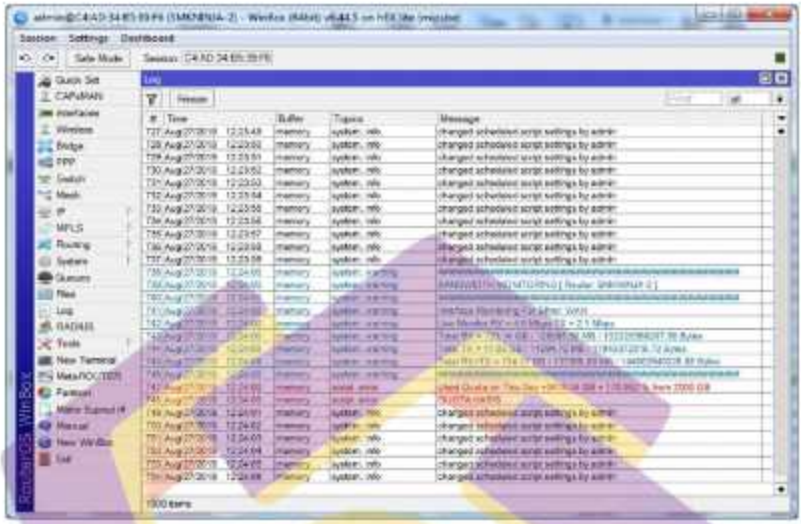


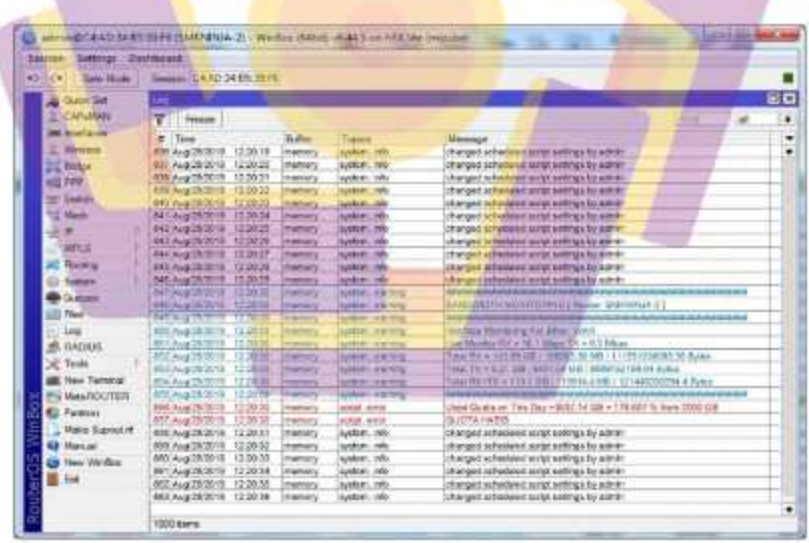


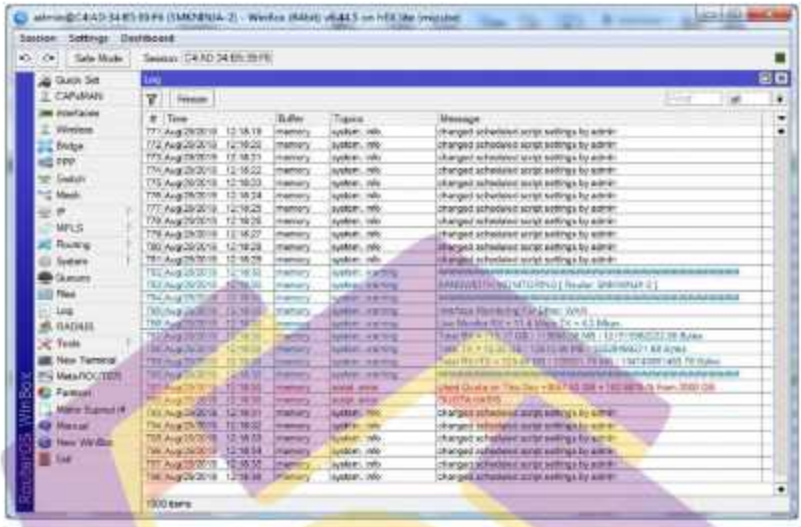


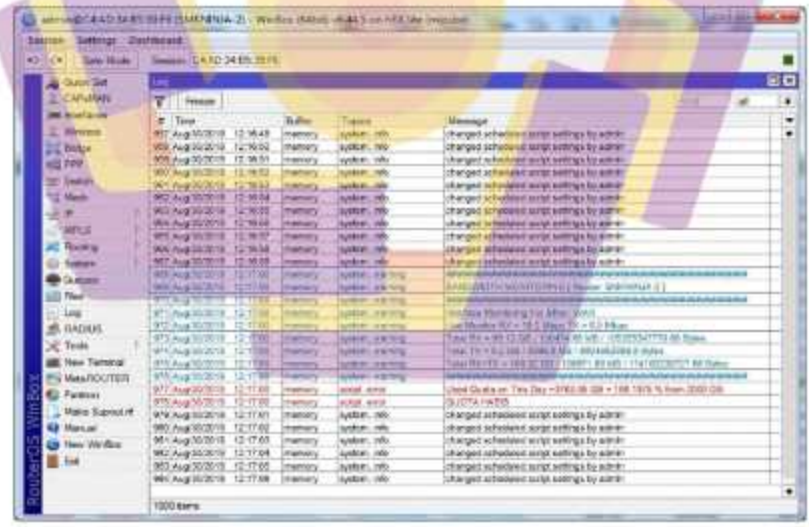


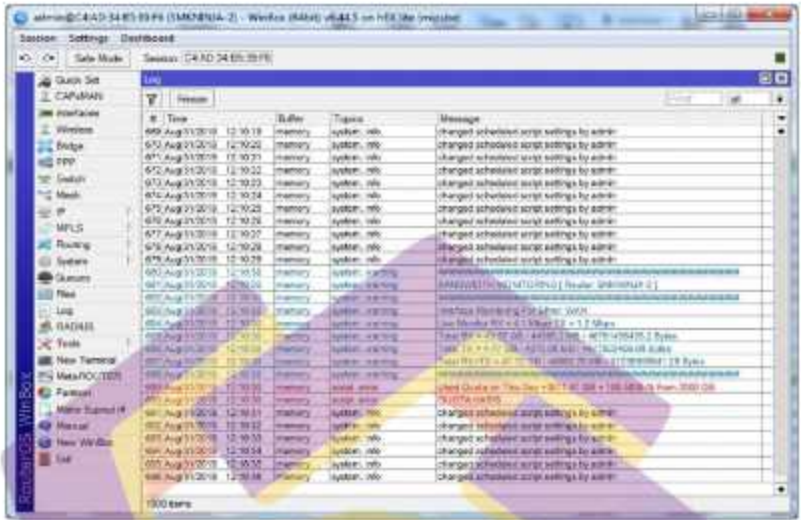




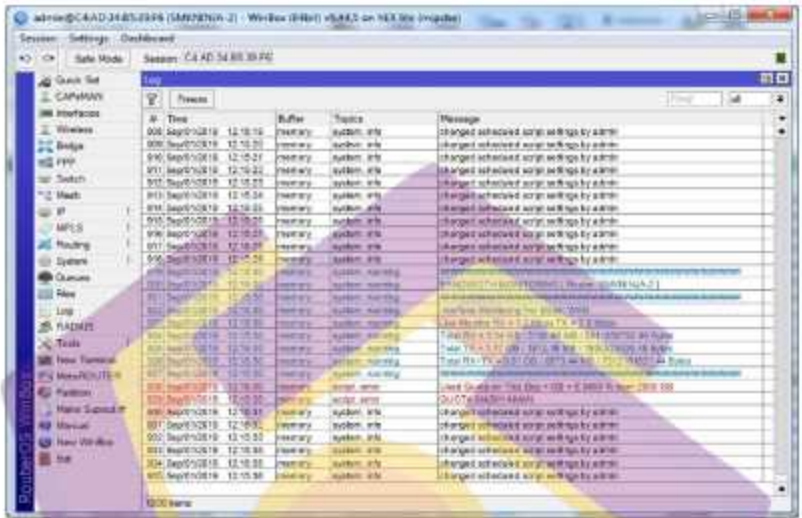


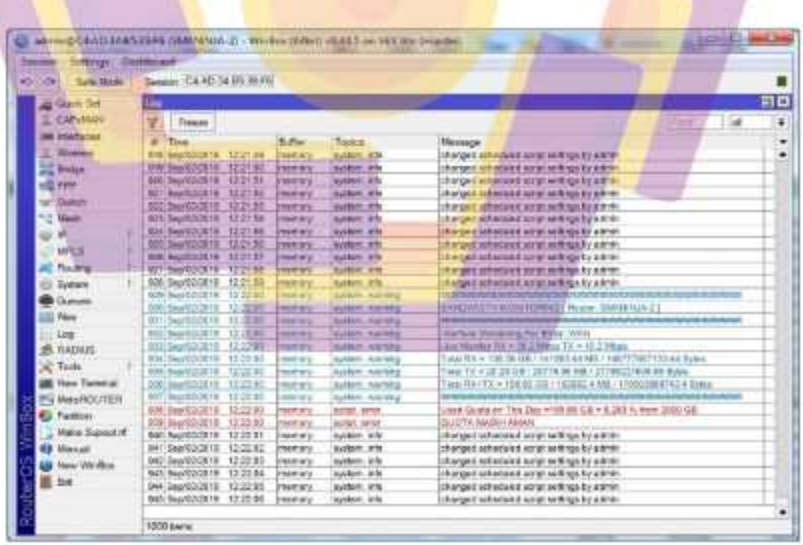


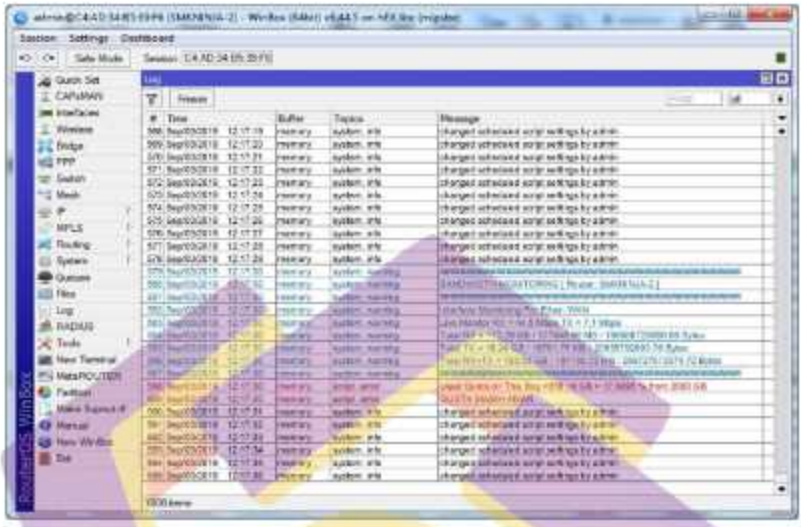


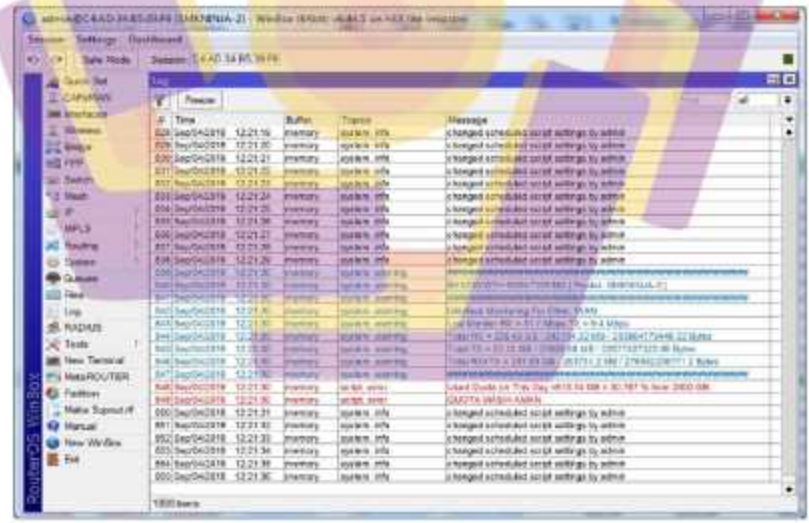

Session
Settings
Dashboard
Safe Mode
Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
MPLS
Routing
System
Queues
Files
Log
RADIUS
Tools
New Terminal
MetaROUTER
Partition
Make Supout.rif
Manual
New WinBox
Exit
RouterOS WinBox
Log
Freeze
Time
Buffer
Topics
Message
1500 items

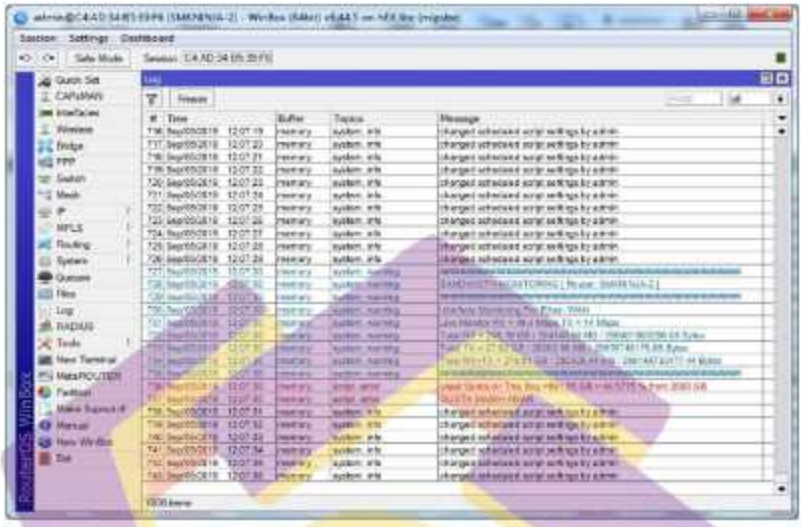
Lampiran 5: Capture Log Mikrotik Modem FO 2 Bulan September

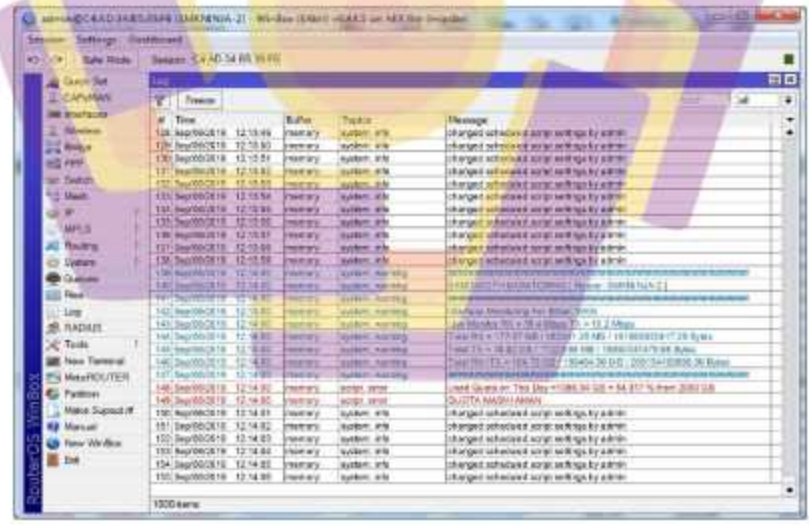


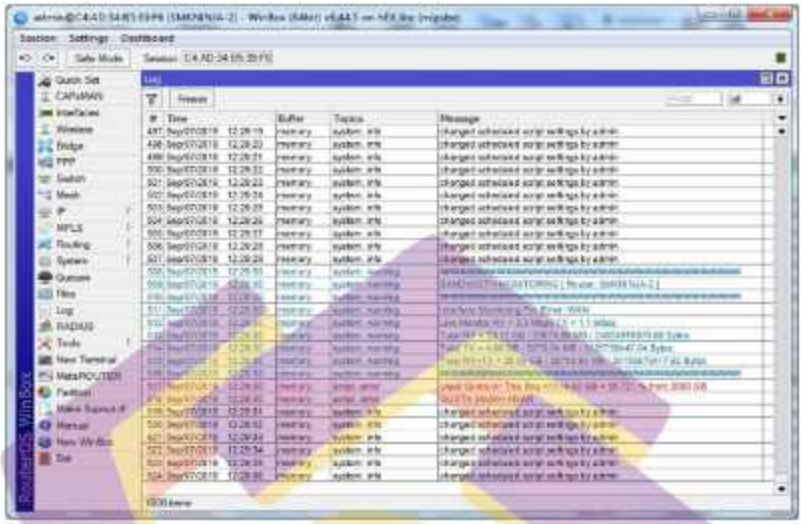


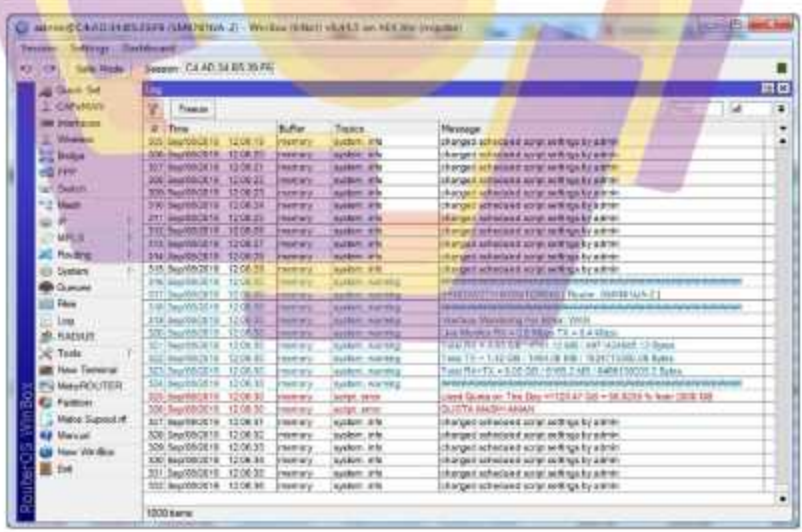


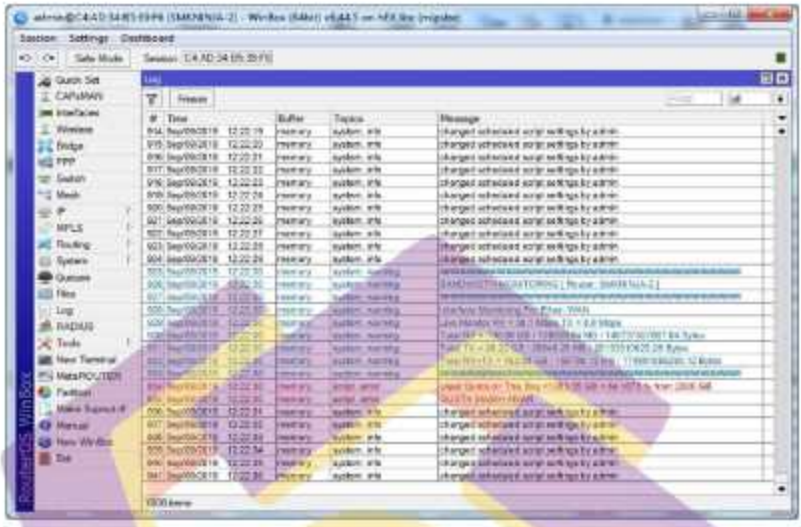


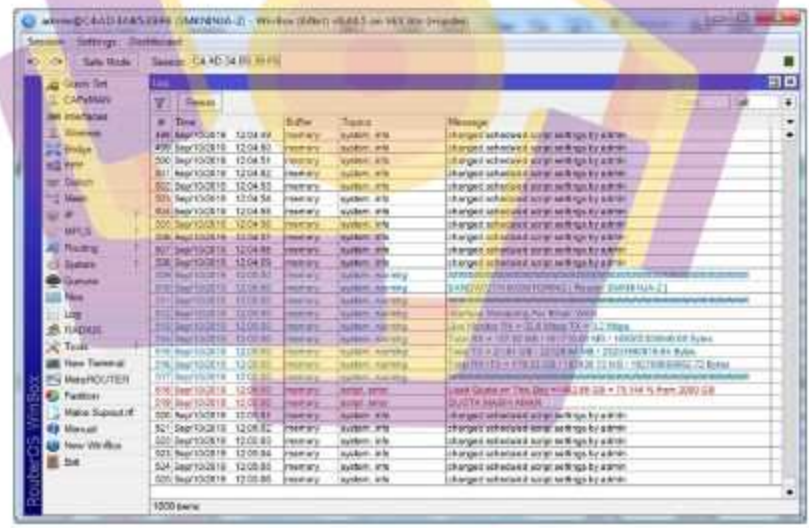


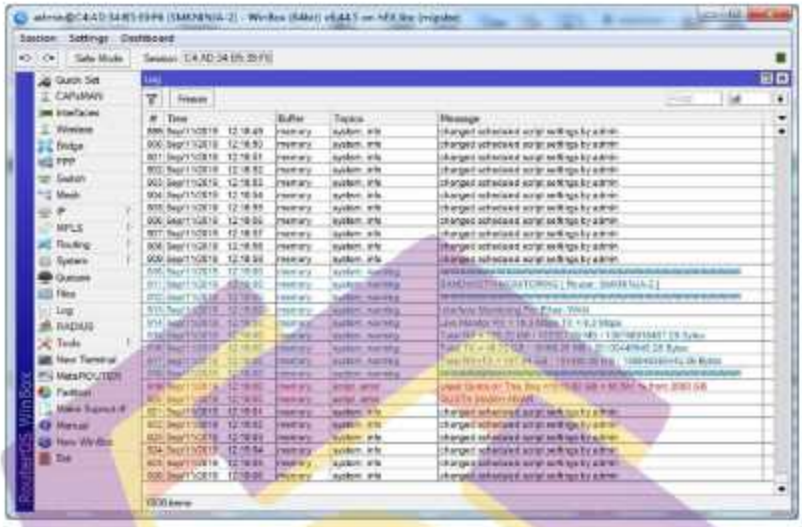


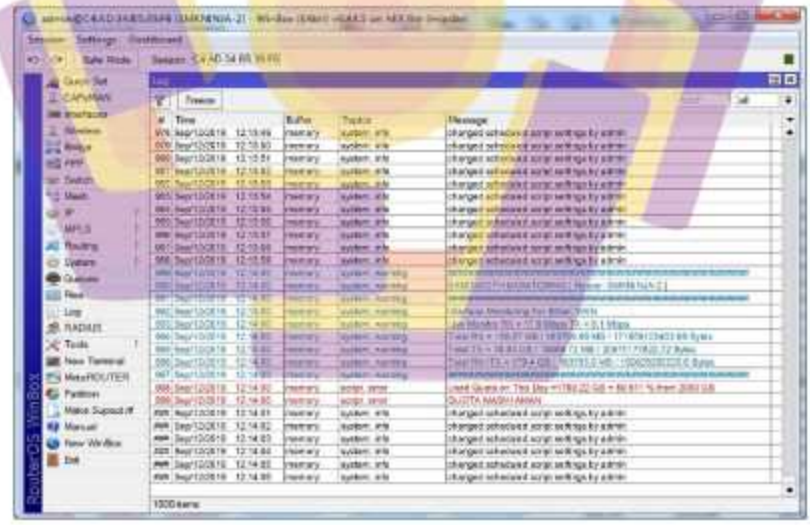


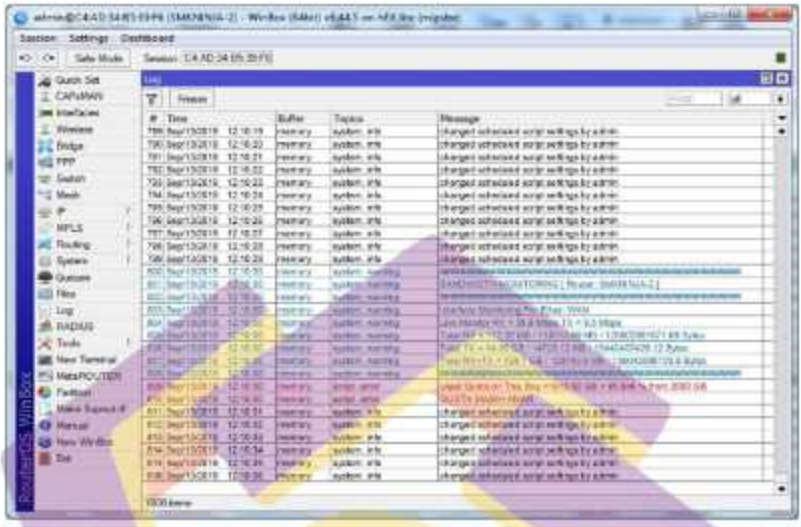


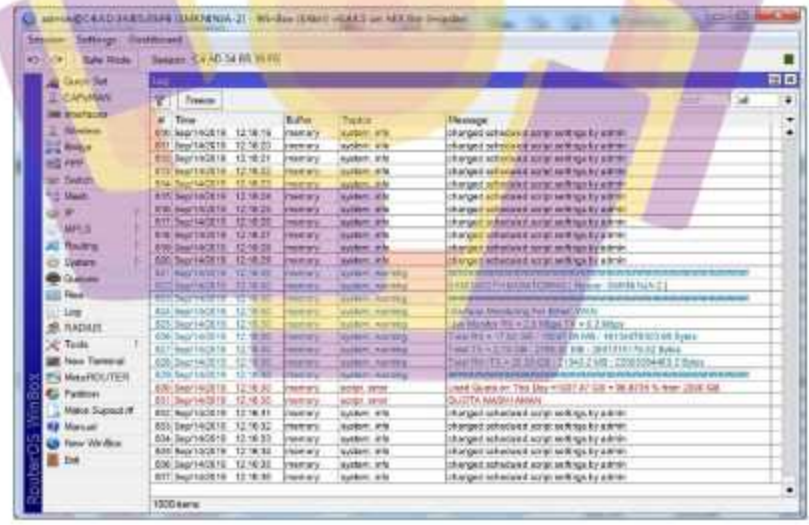


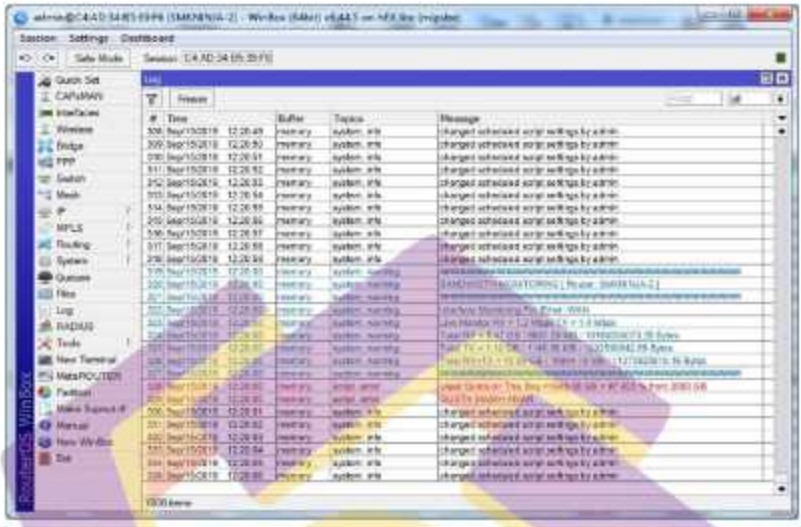


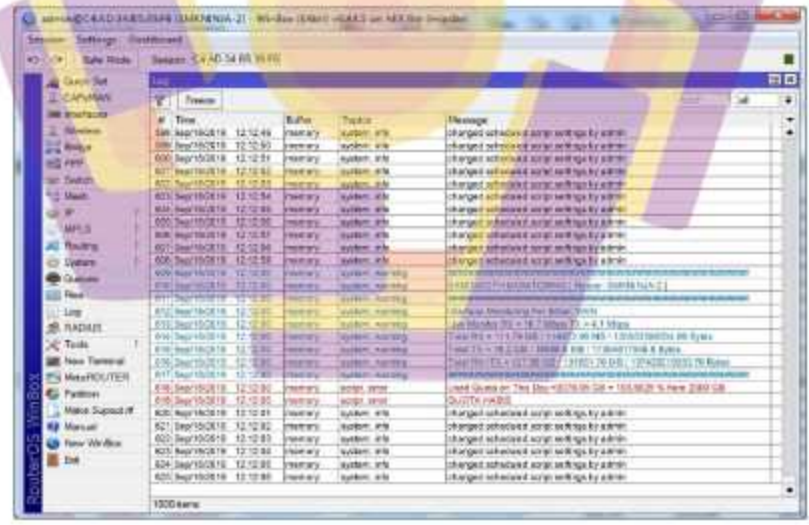


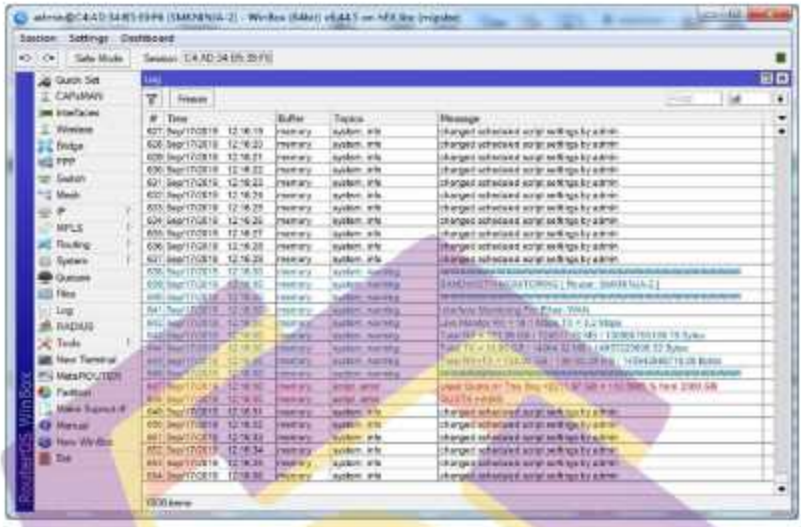


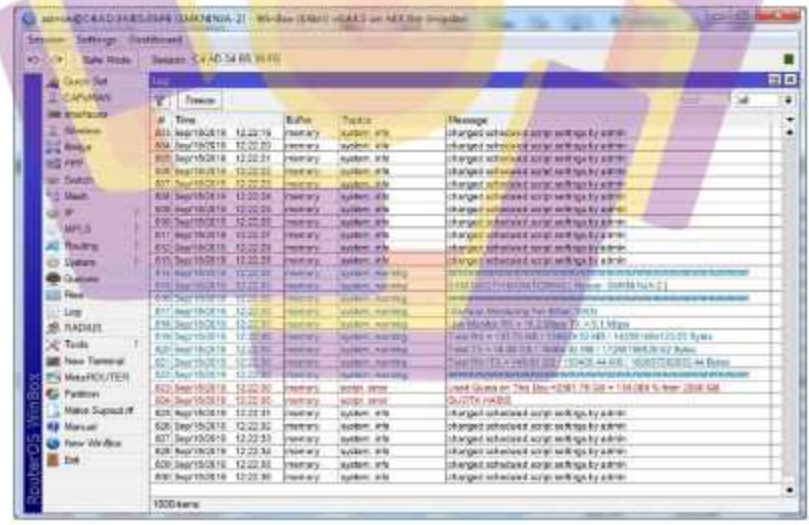


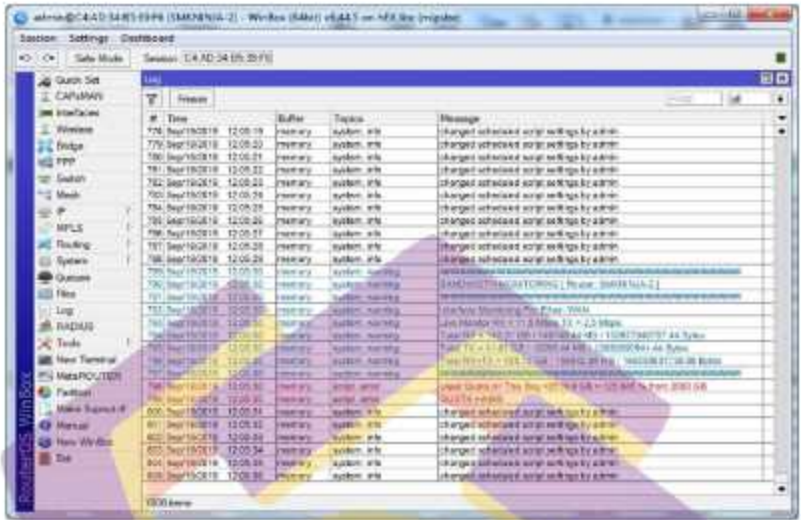


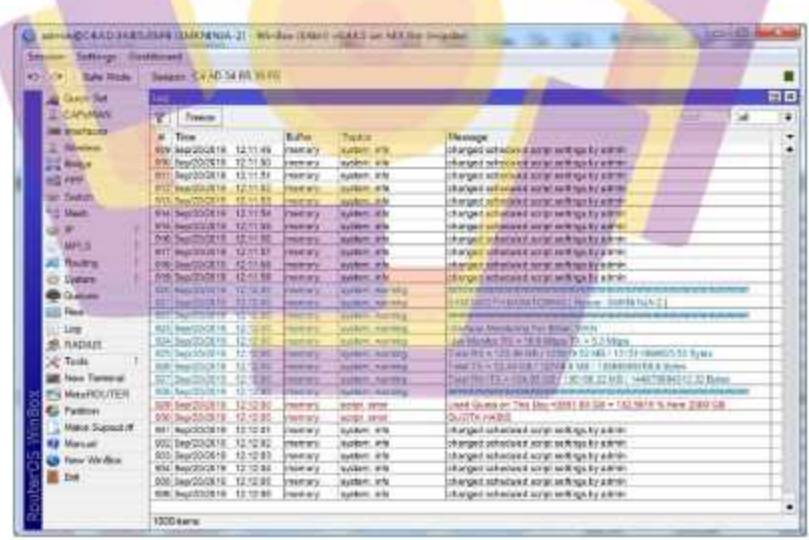


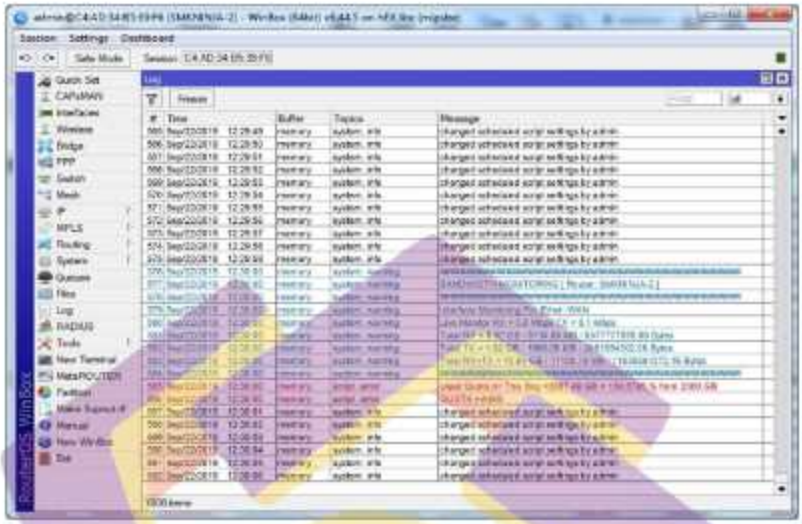


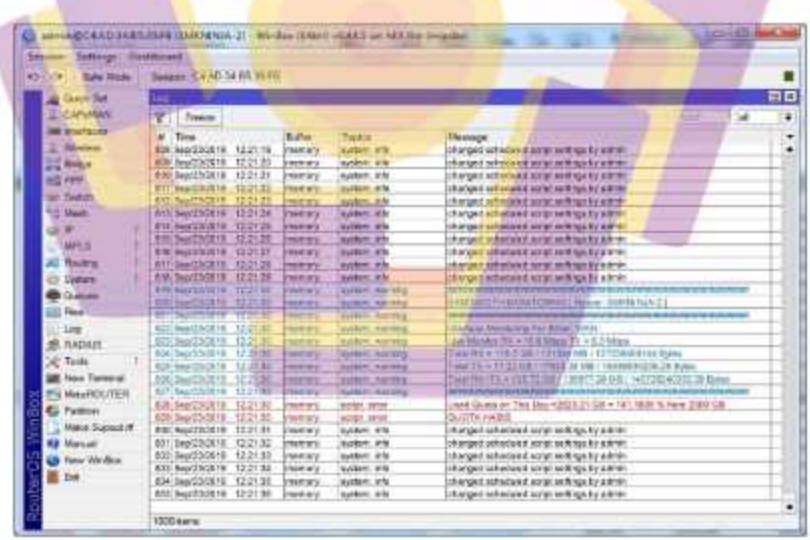


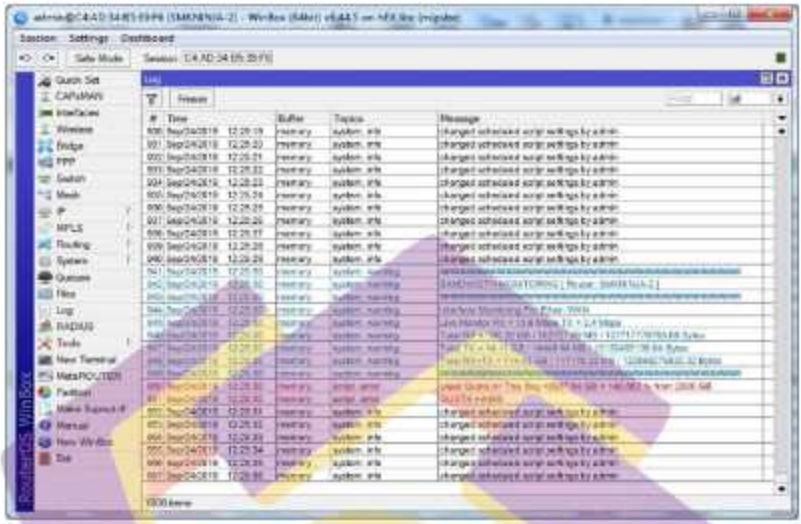


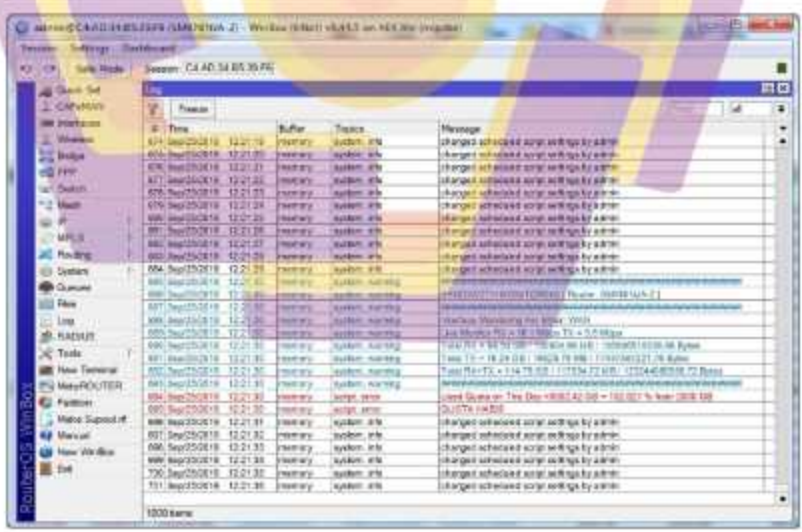


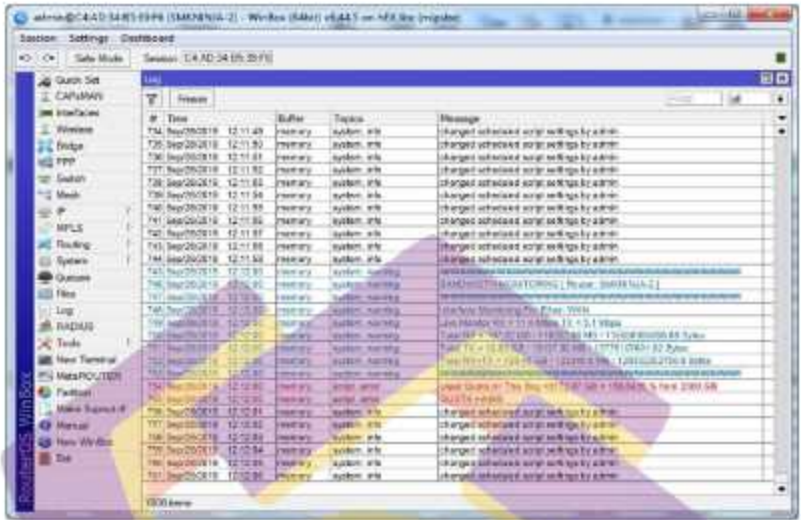


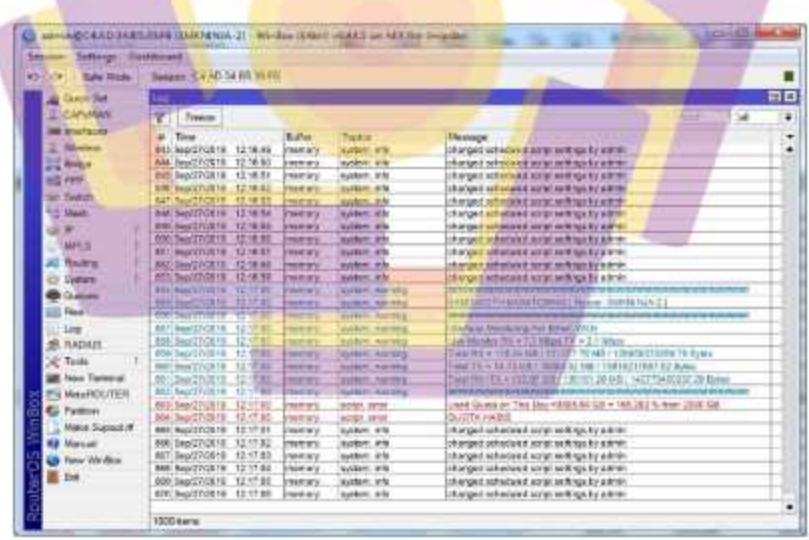


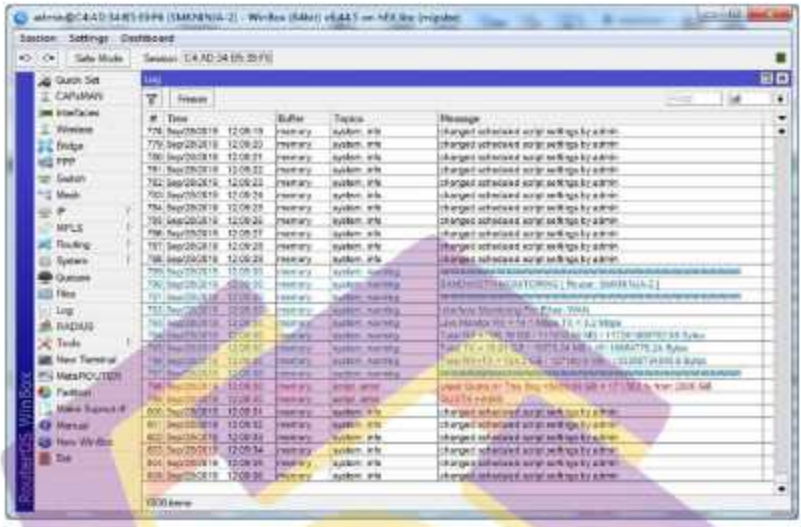


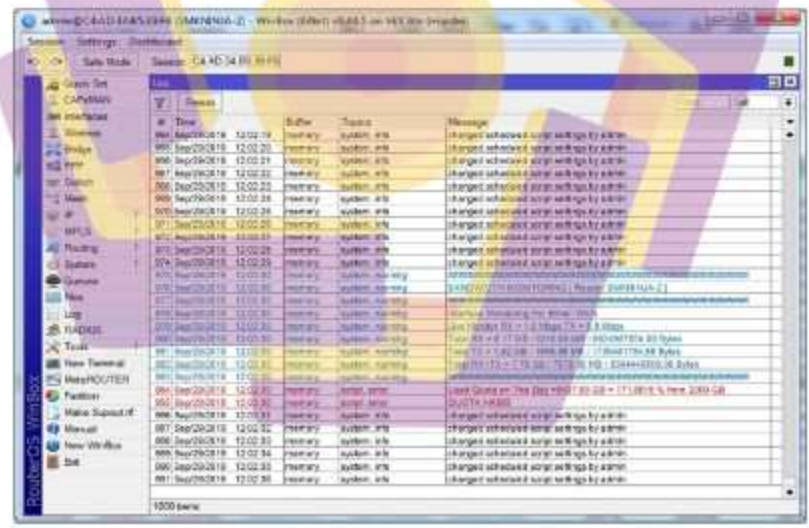


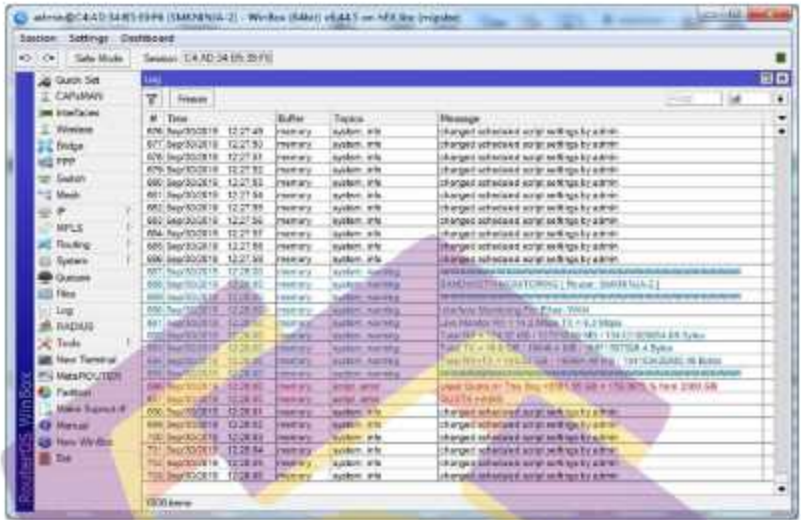




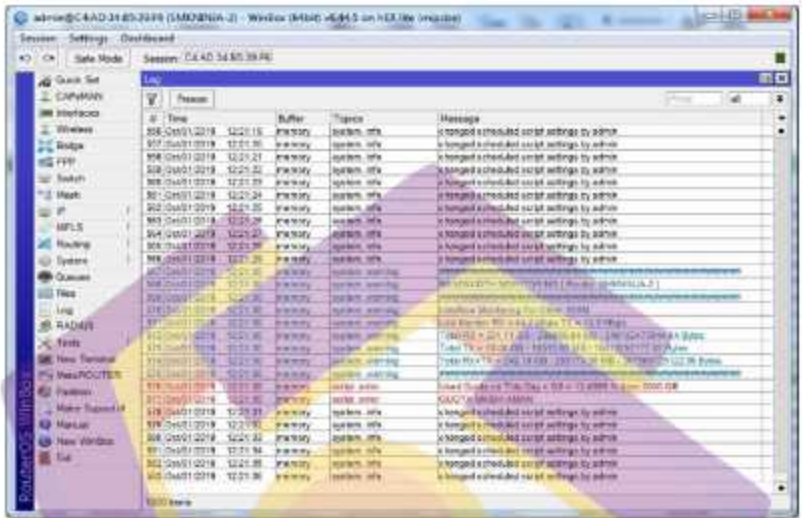


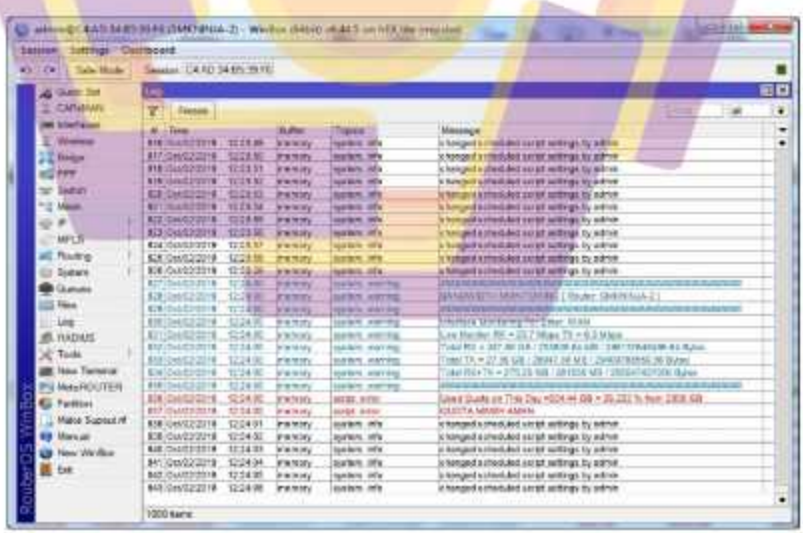


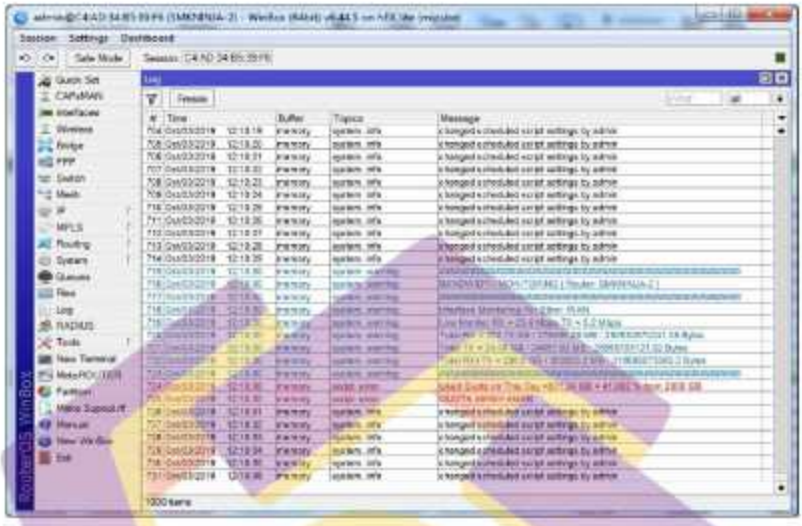


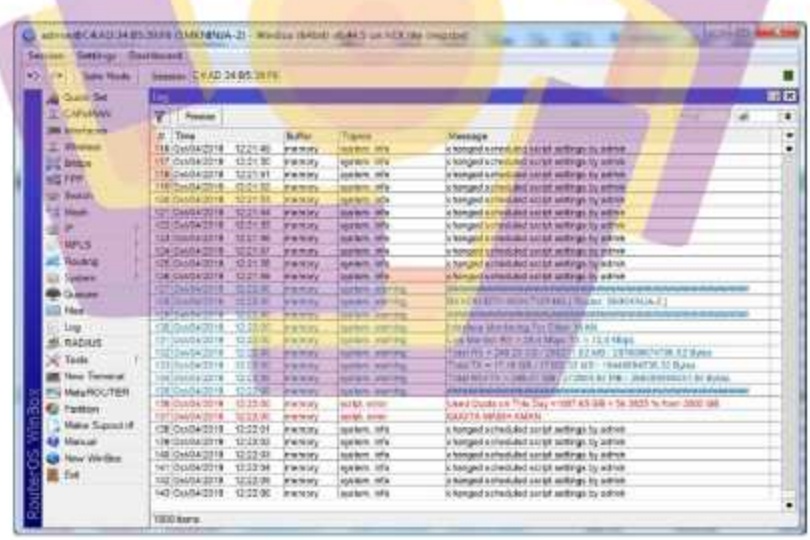

Session Settings Dashboard
Safe Mode
Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
MPLS
Routing
System
Queues
Files
Log
RADIUS
Tools
New Terminal
MetaROUTER
Partition
Make Supout.rif
Manual
New WinBox
Exit
RouterOS WinBox
Log
Freeze
Time
Buffer
Topics
Message

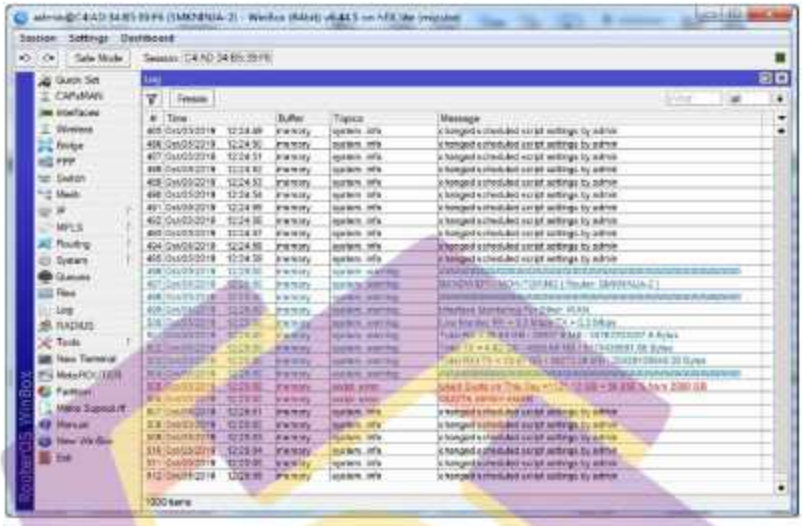
Lampiran 6: Capture Log Mikrotik Modem FO 2 Bulan Oktober

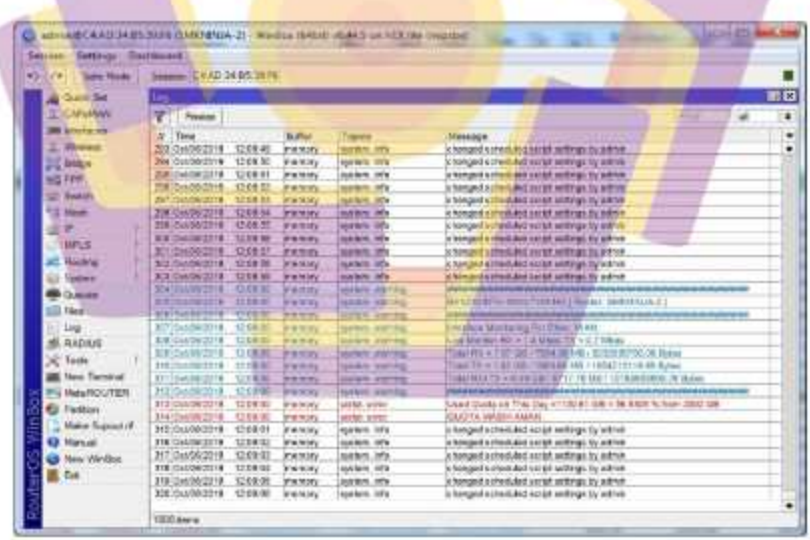


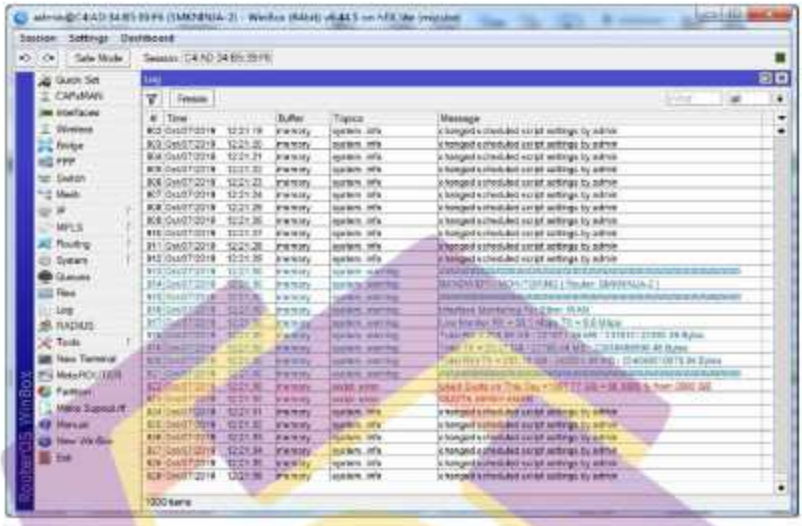


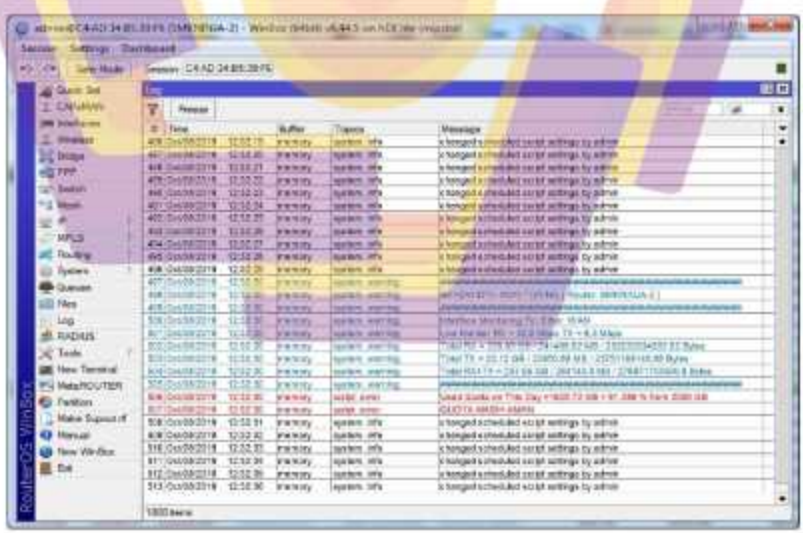


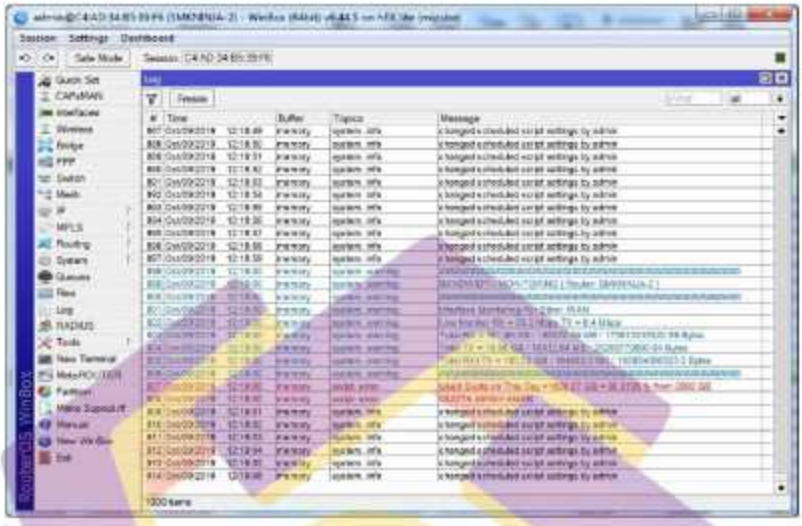


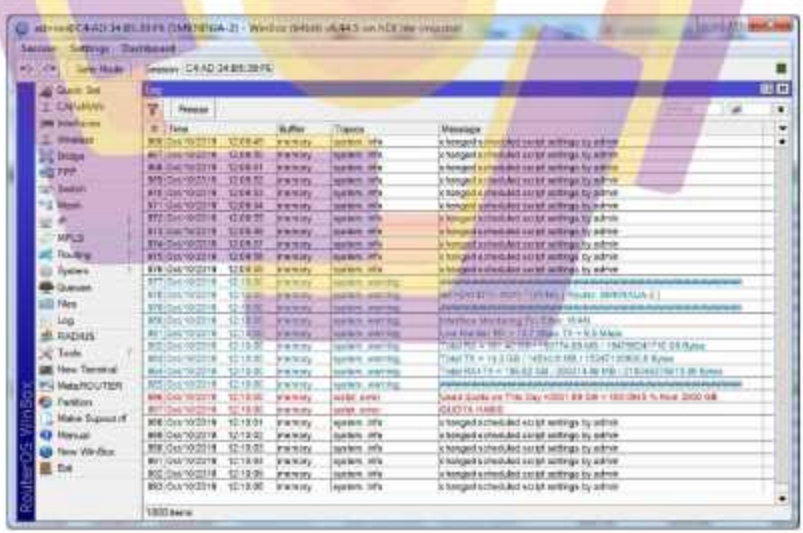


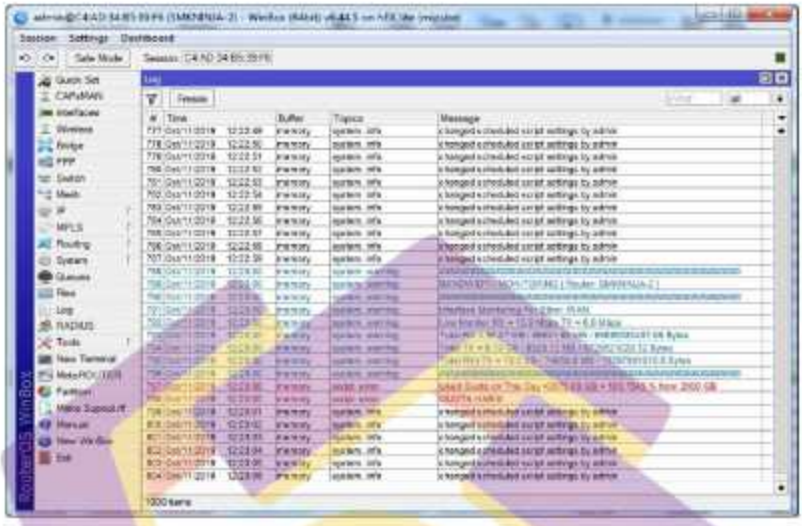


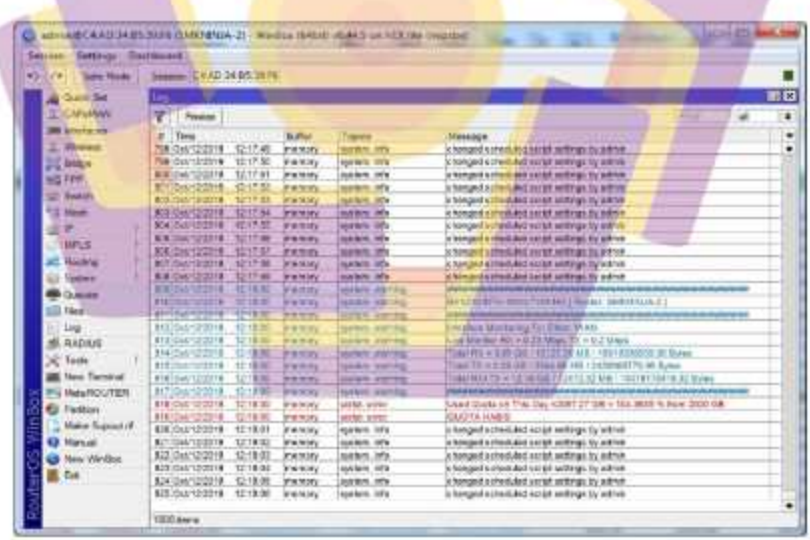

Session Settings Dashboard
Safe Mode
Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
MPLS
Routing
System
Queues
Files
Log
RADIUS
Tools
New Terminal
MetaROUTER
Partition
Make Supout.rif
Manual
New WinBox
Exit
RouterOS WinBox
Log
Freeze
Time
Buffer
Topics
Message
1000 items

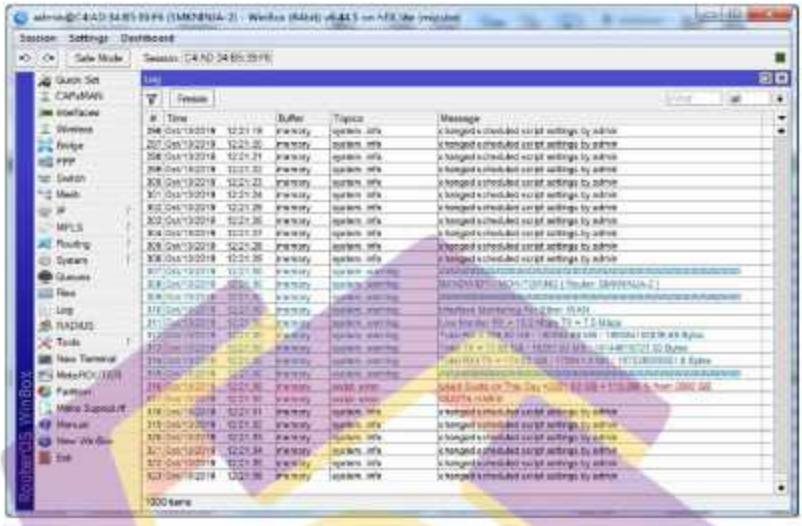

Session Settings Dashboard
Safe Mode
Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
MPLS
Routing
System
Queues
Files
Log
RADIUS
Tools
New Terminal
MetaROUTER
Partition
Make Supout.rif
Manual
New WinBox
Exit
RouterOS WinBox
Log
Freeze
Time
Buffer
Topics
Message
1000 items

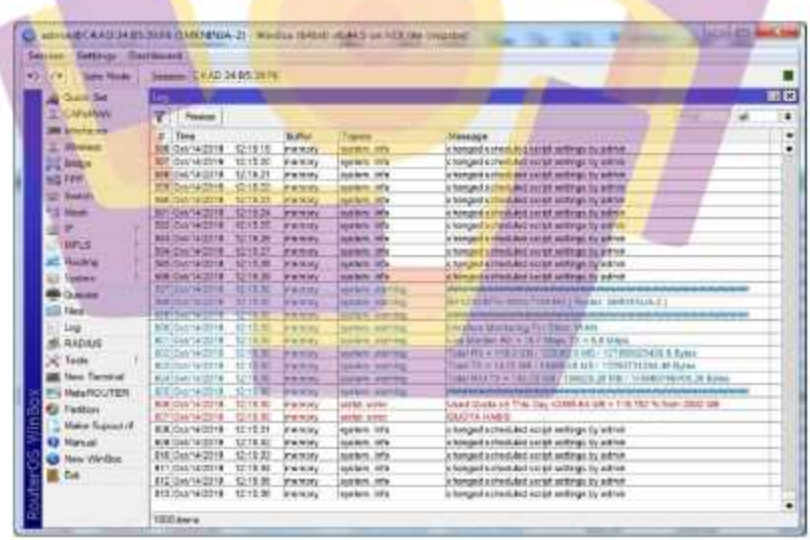


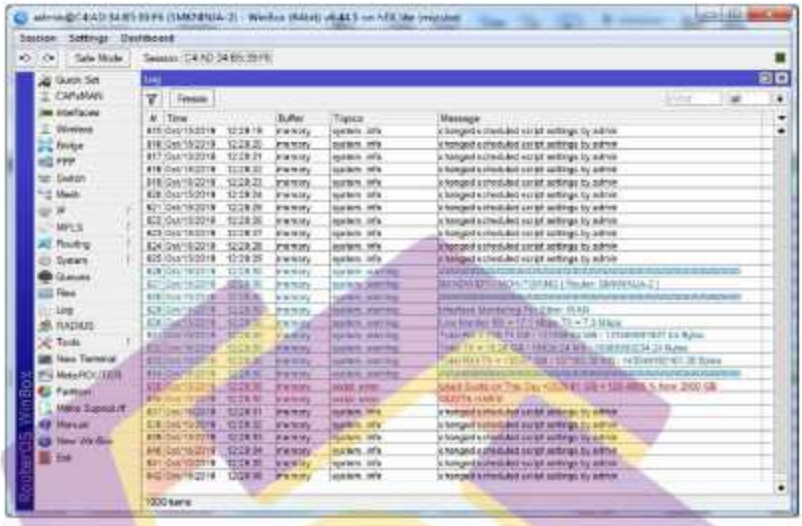


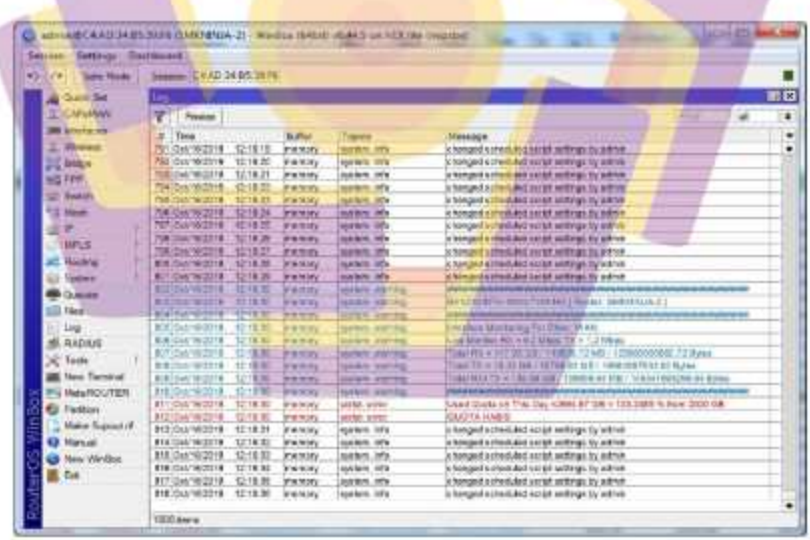


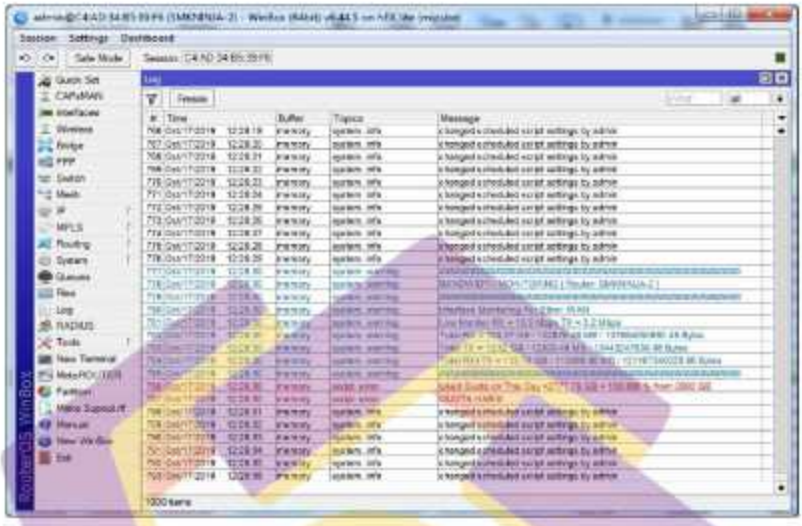


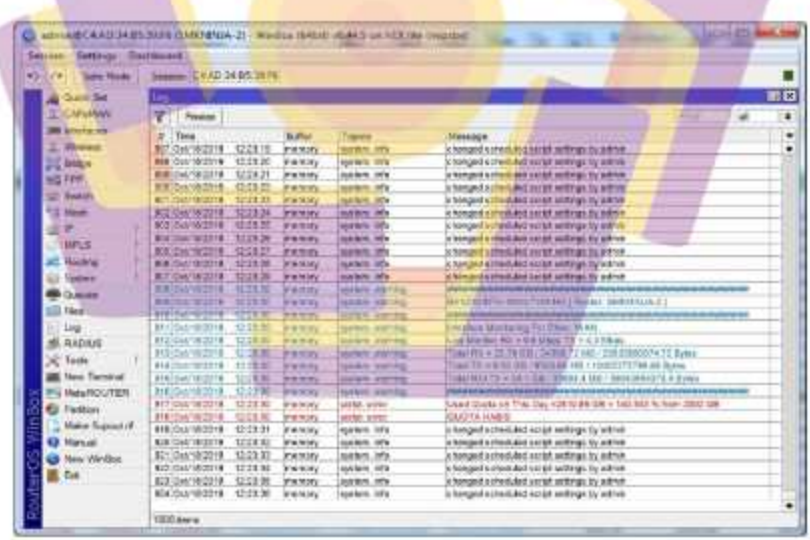


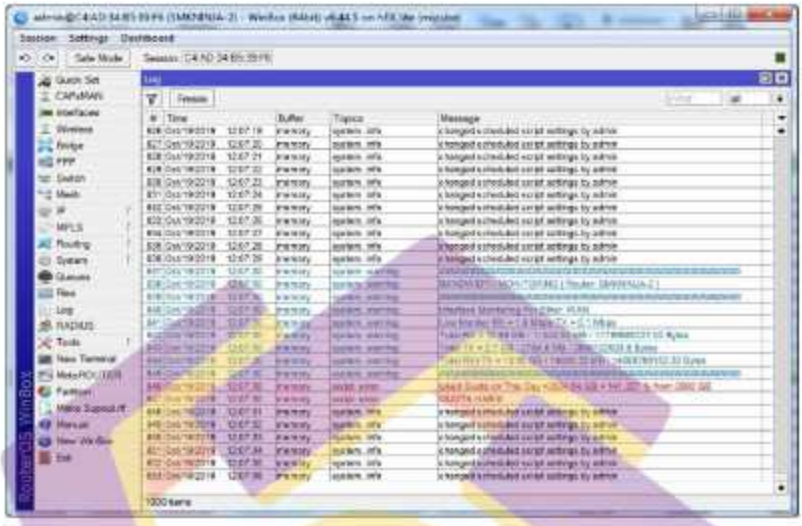


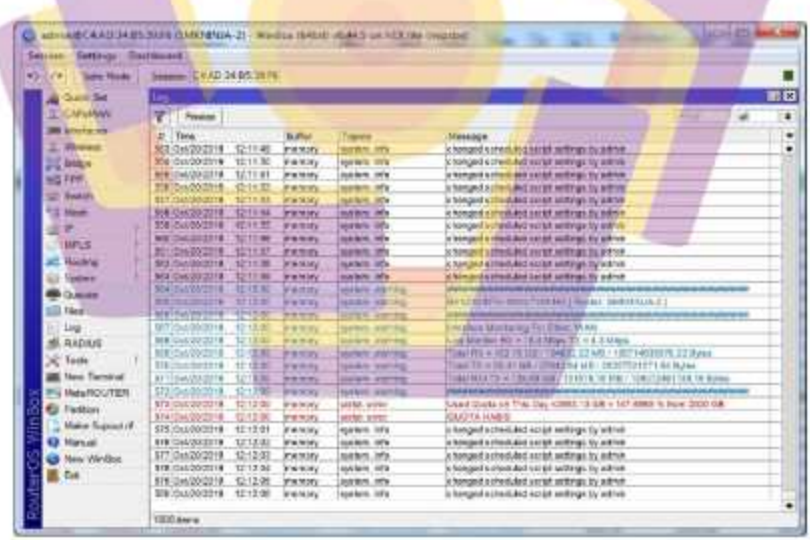


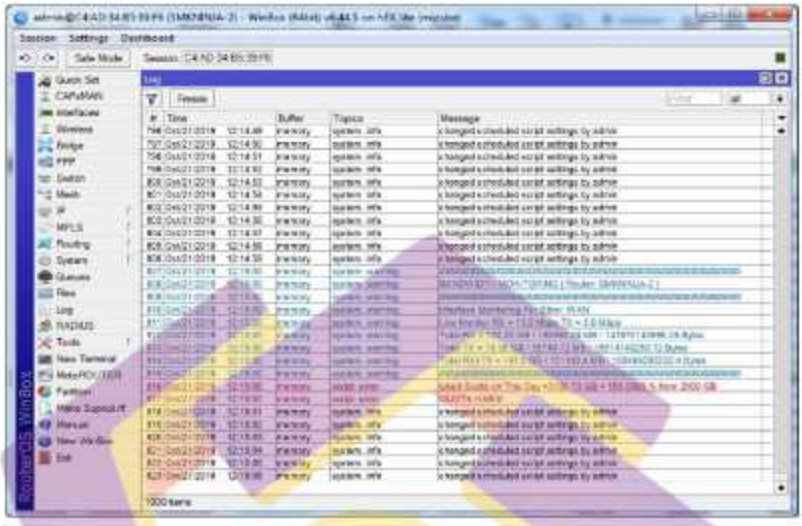


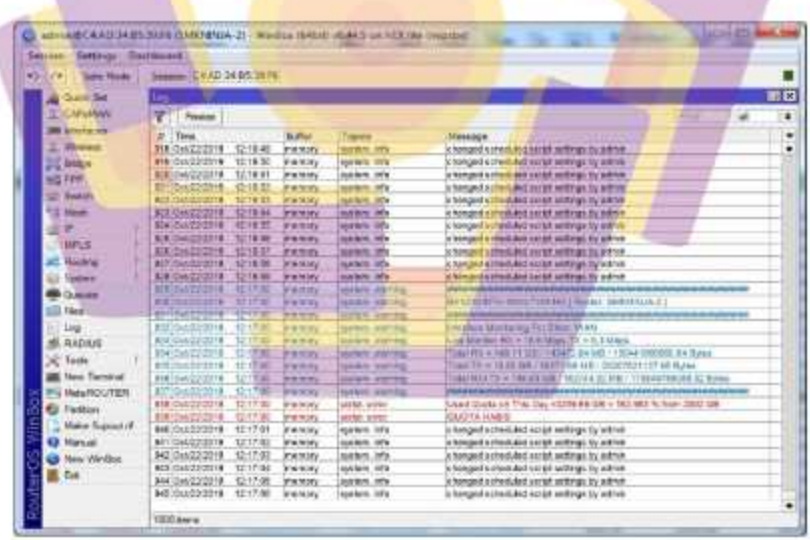


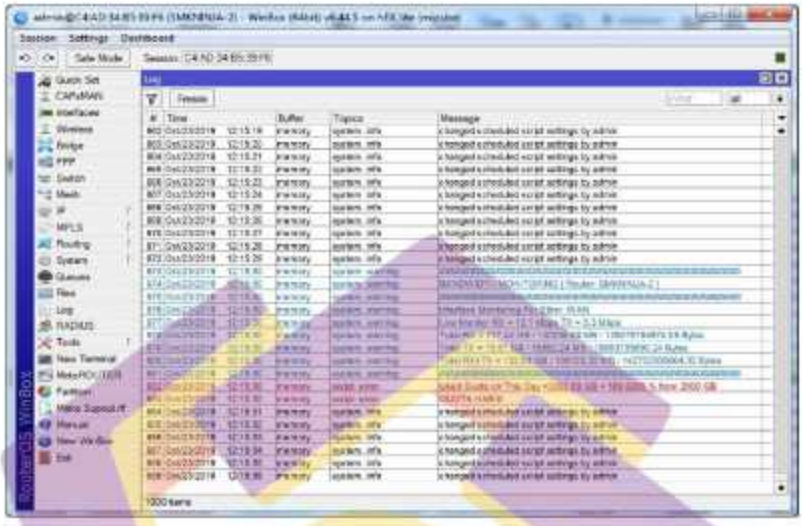


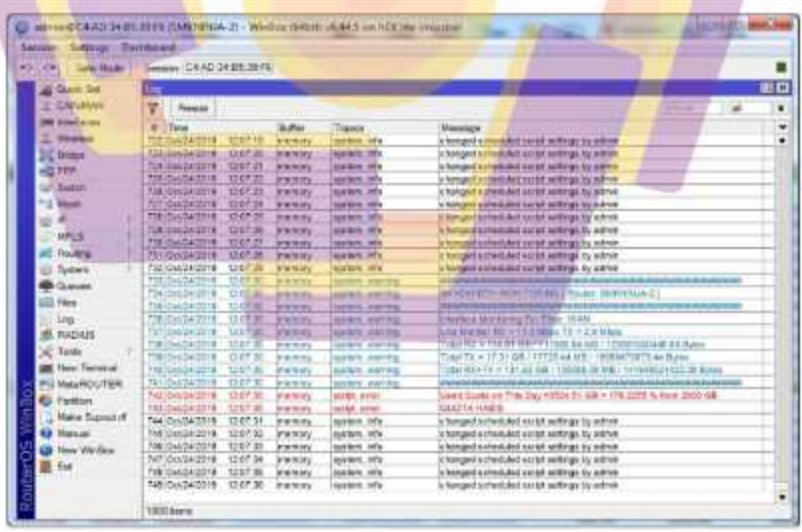


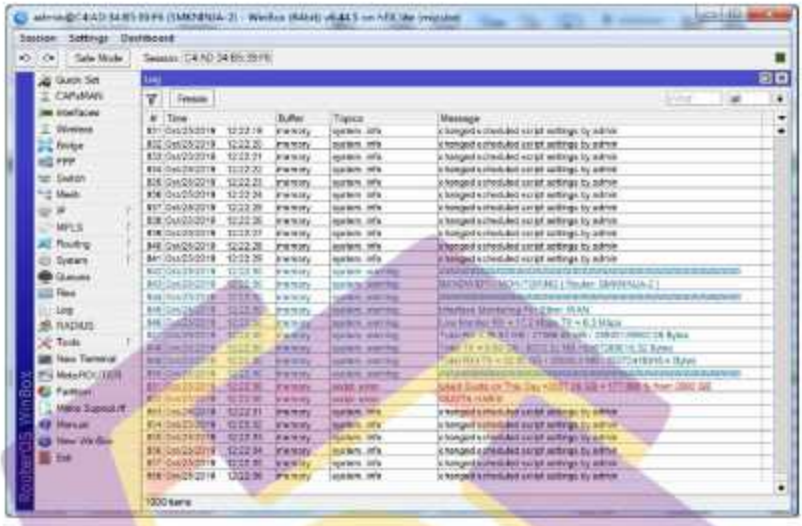


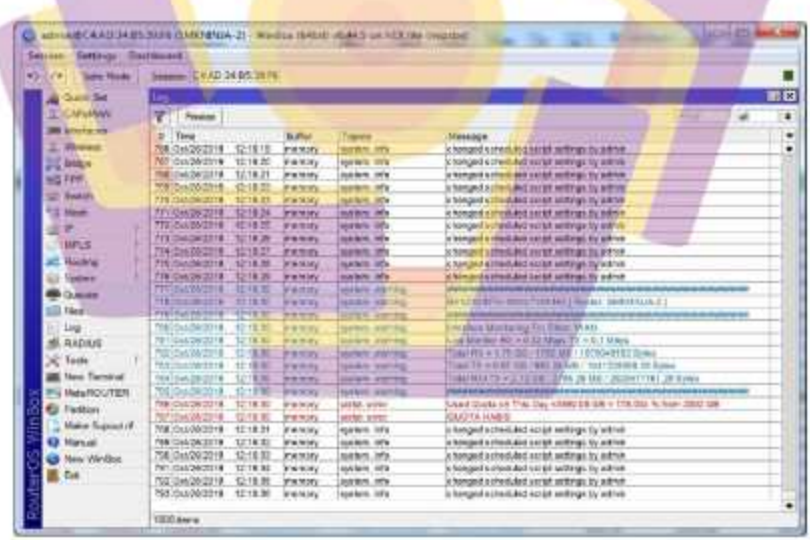


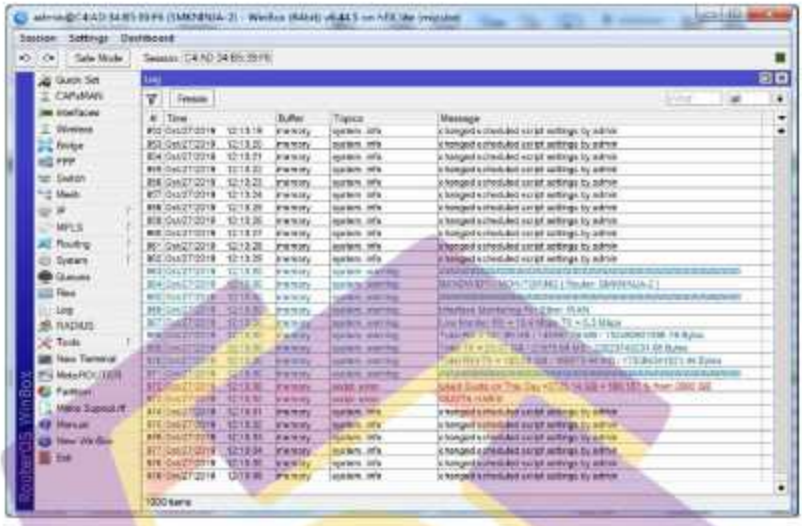


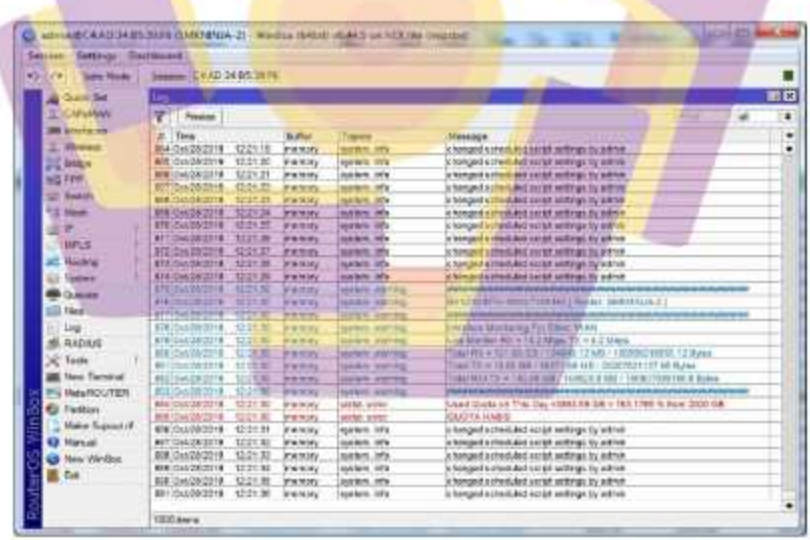


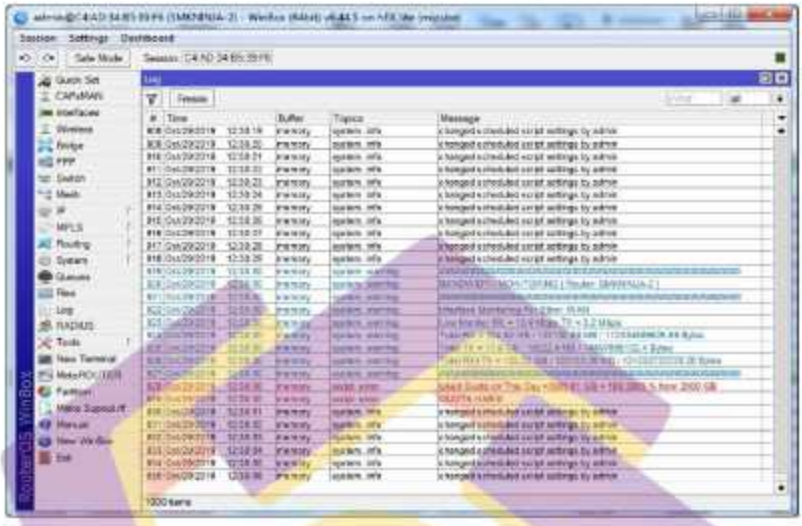


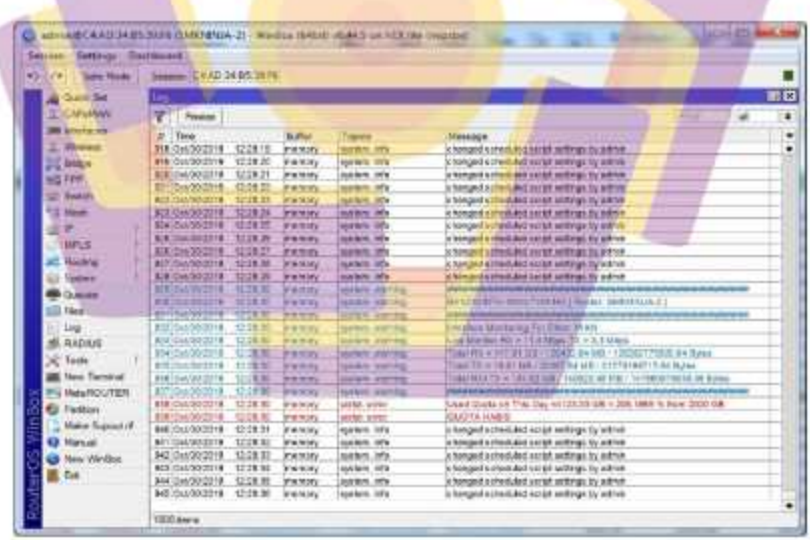


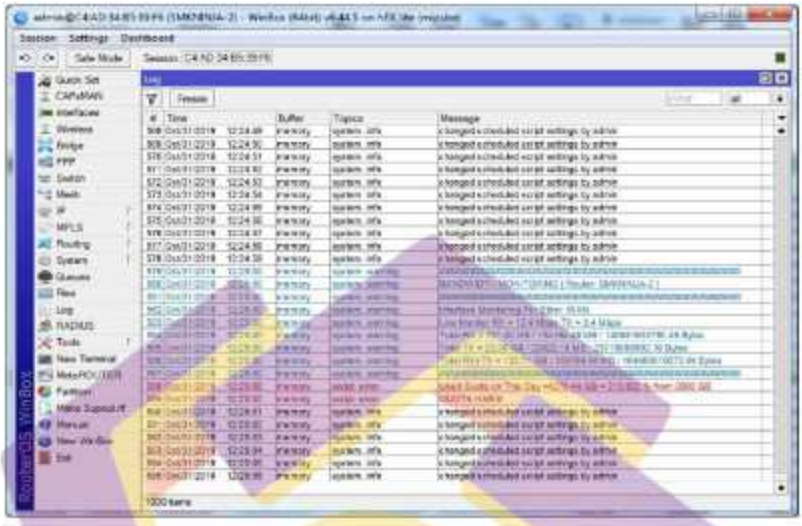




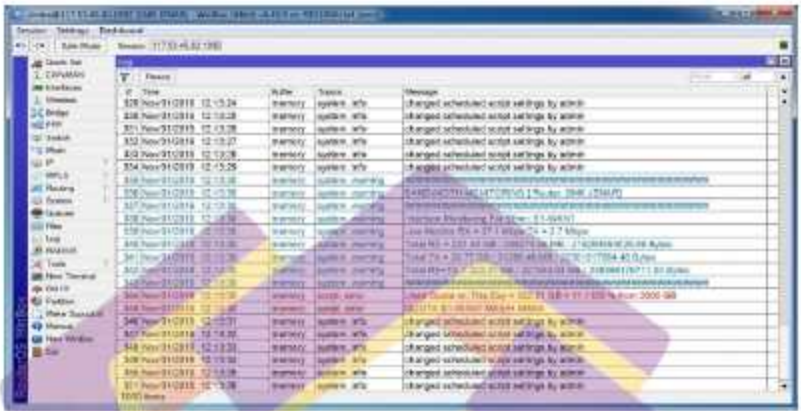


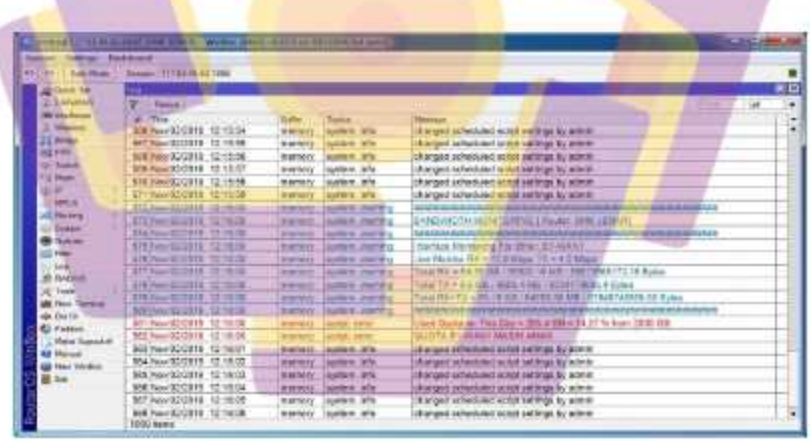


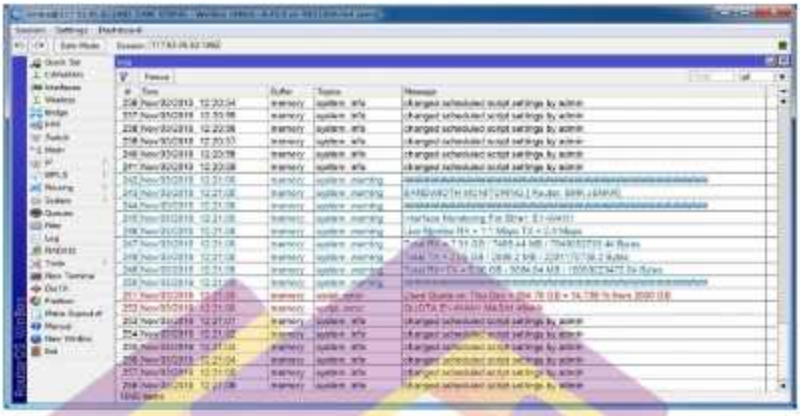


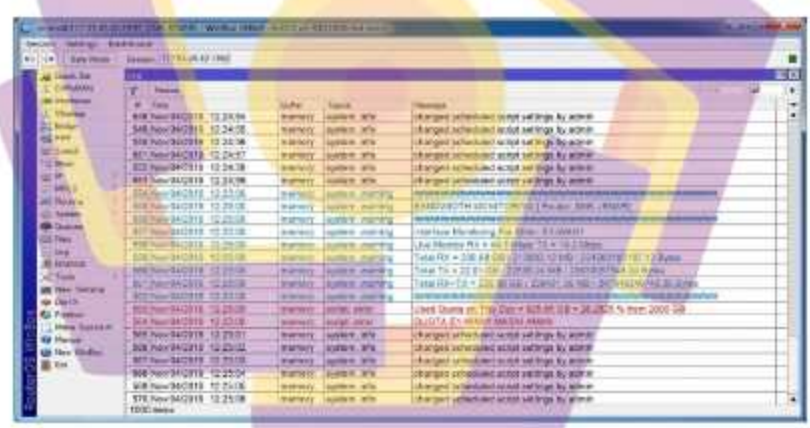

Session Settings Dashboard
Safe Mode
Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
MPLS
Routing
System
Queues
Files
Log
RADIUS
Tools
New Terminal
MetaROUTER
Partition
Make Supout.rif
Manual
New WinBox
Exit
RouterOS WinBox
Log
Freeze
Time
Buffer
Topics
Message
1000 items

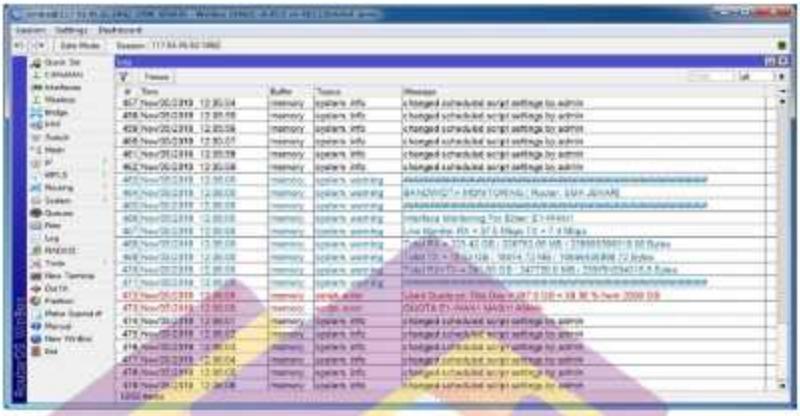
Lampiran 7: Capture Log Mikrotik Modem FO 1 & FO 2 Bulan Nopember

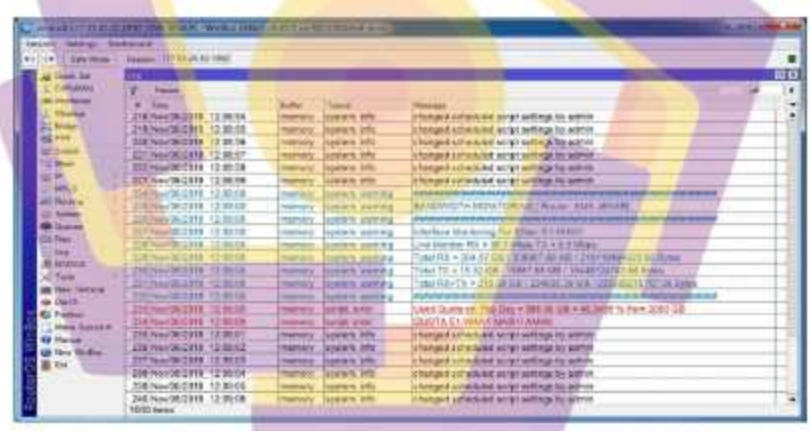


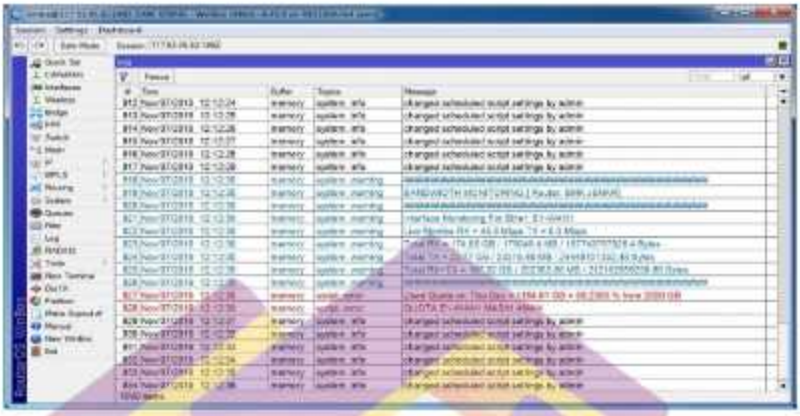


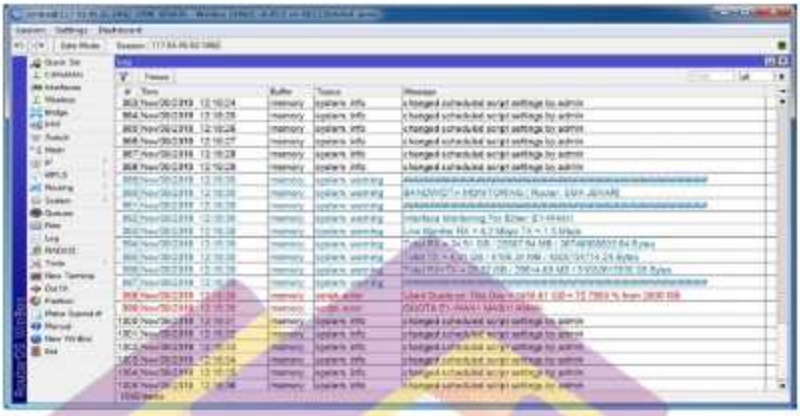


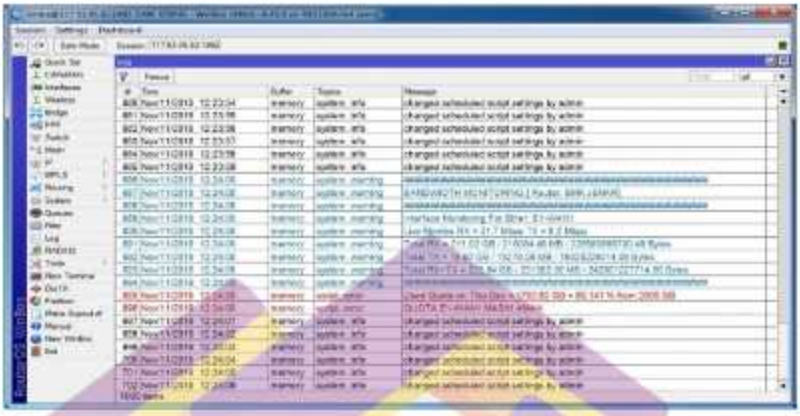


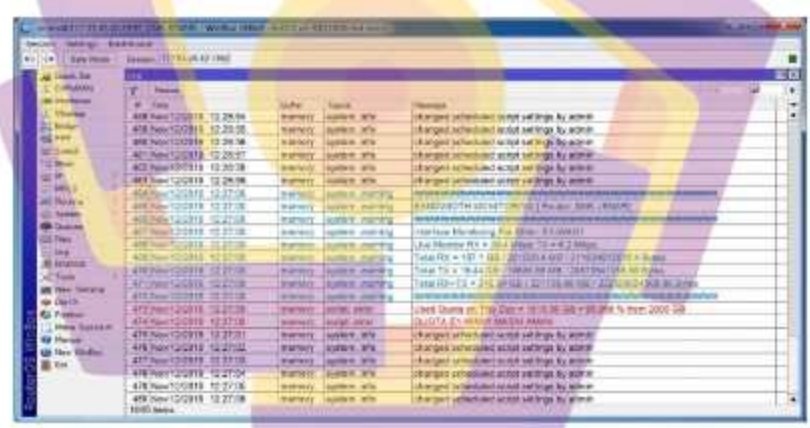


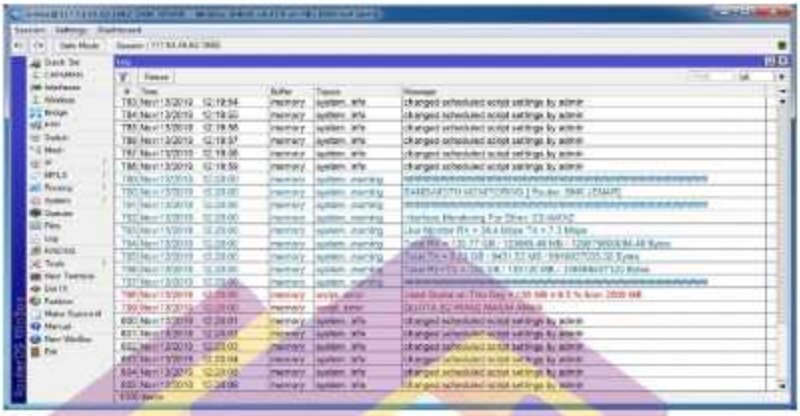


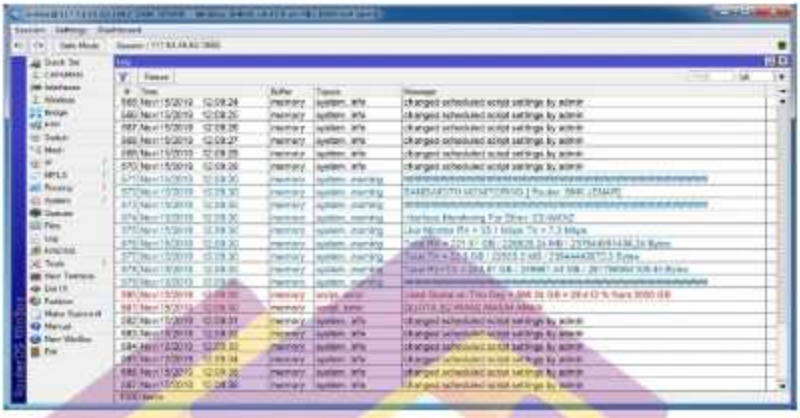


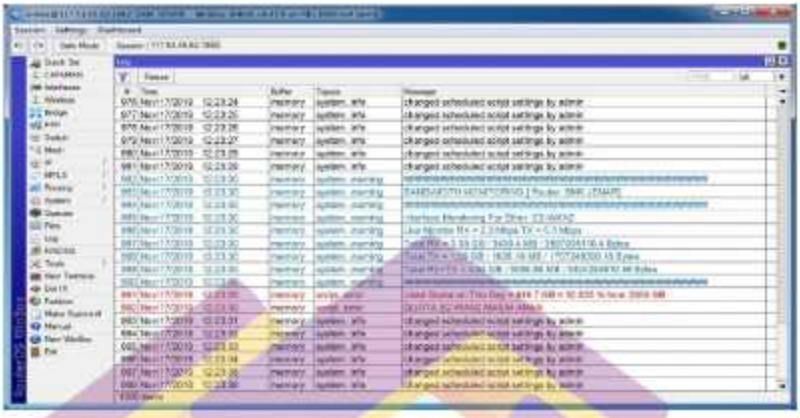


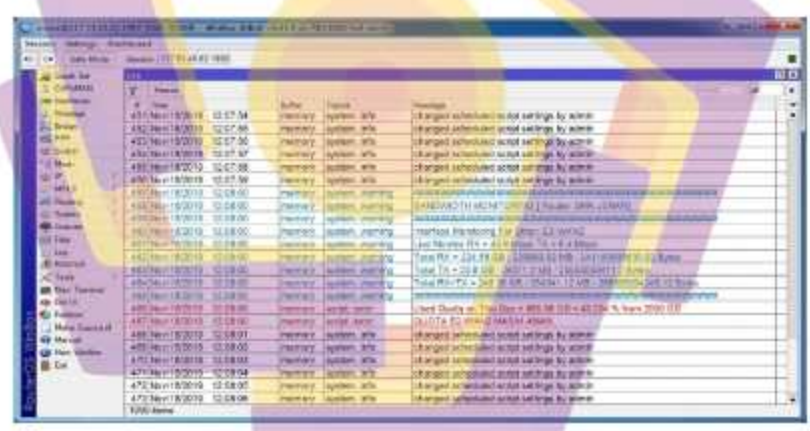


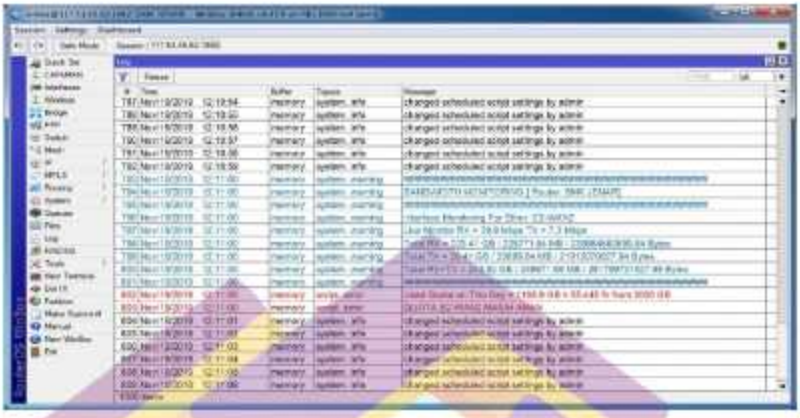


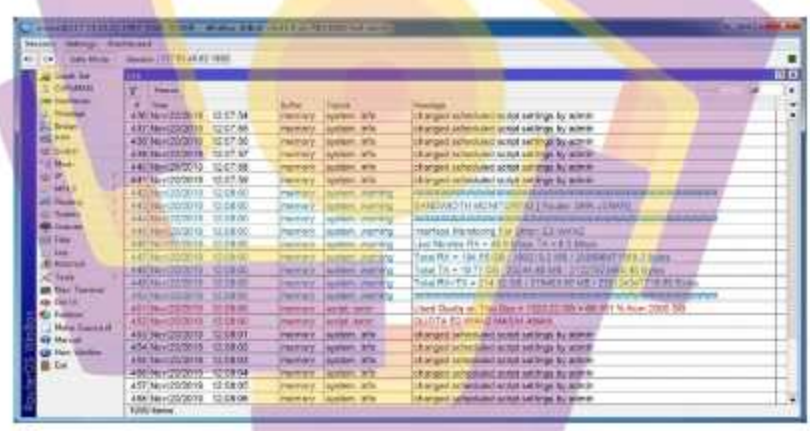


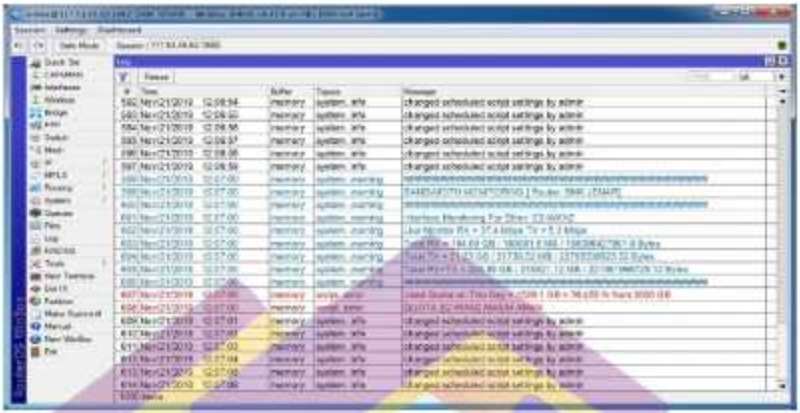


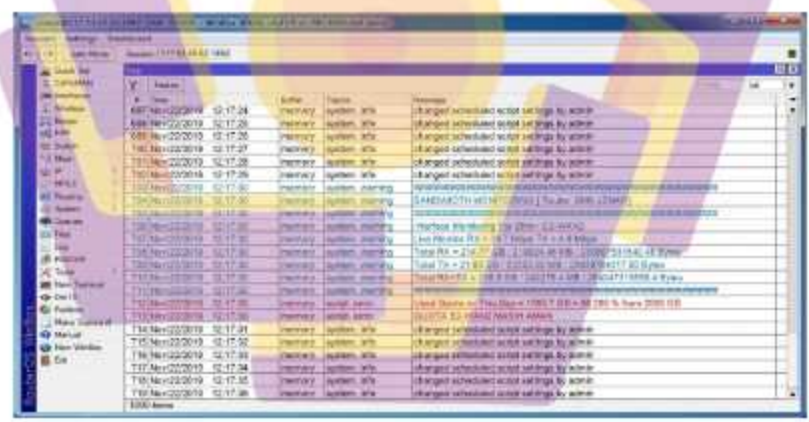


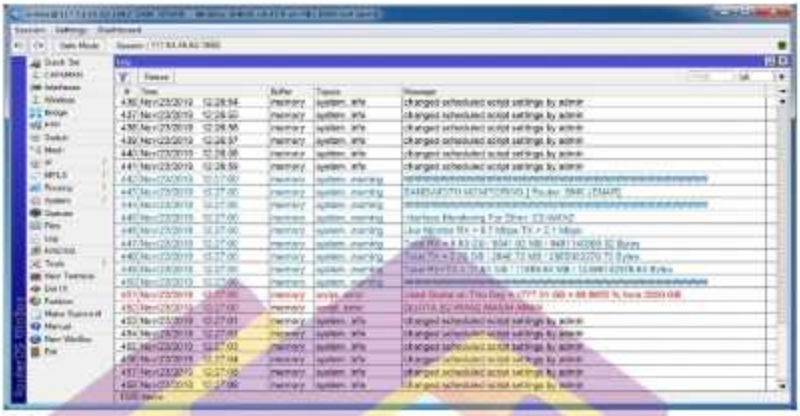


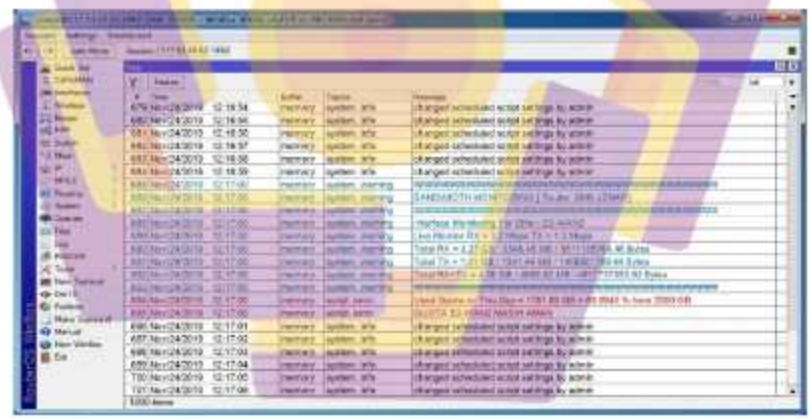


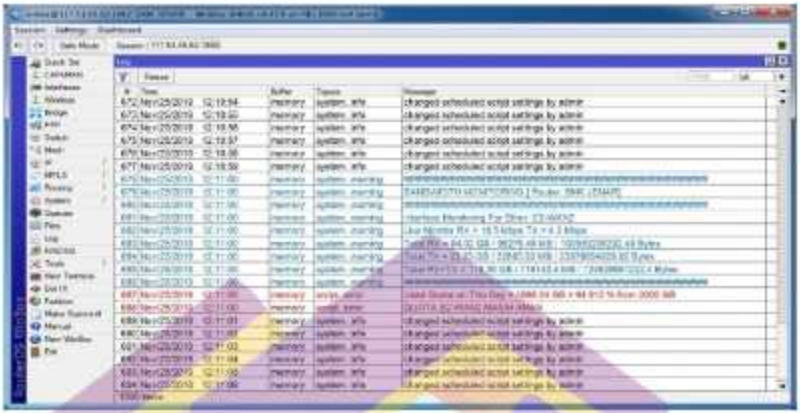


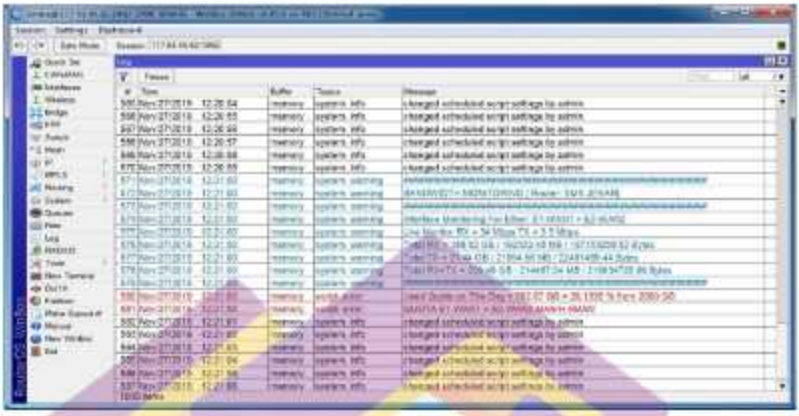


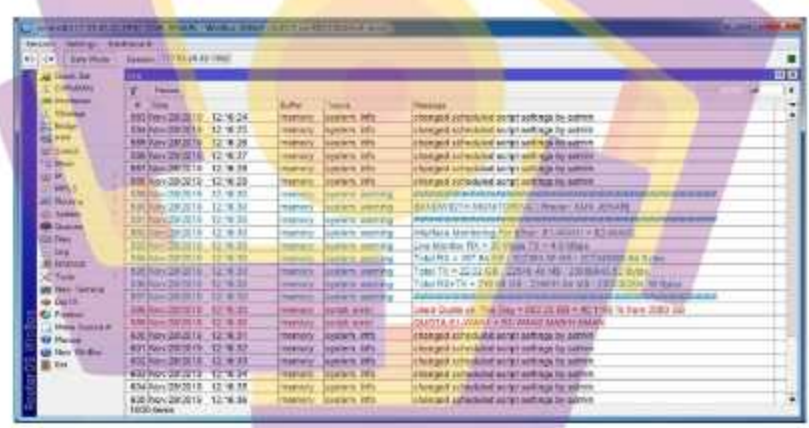


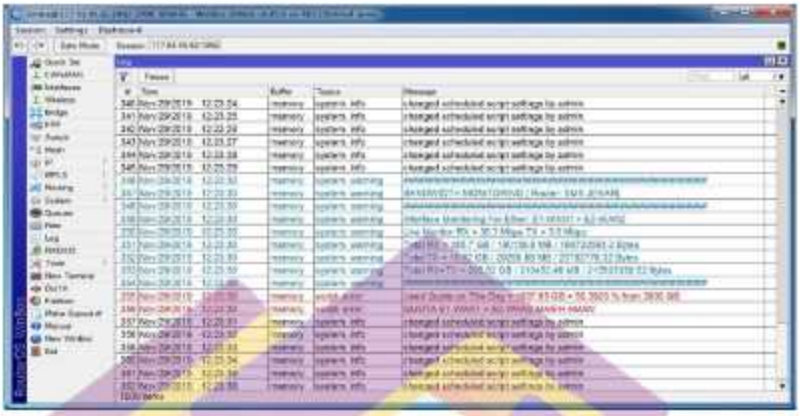


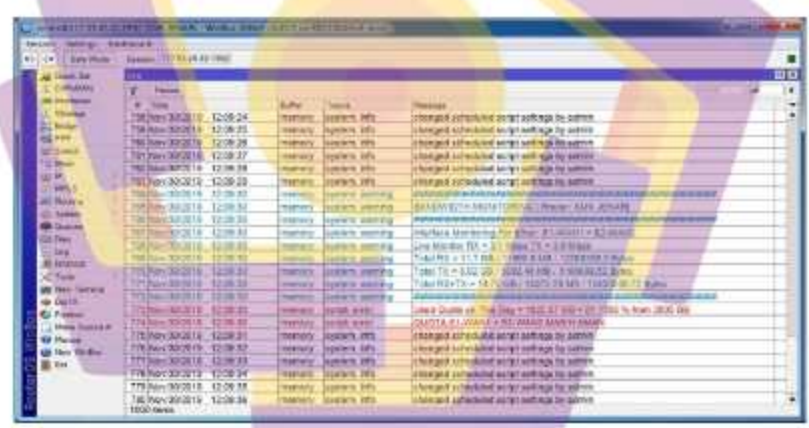
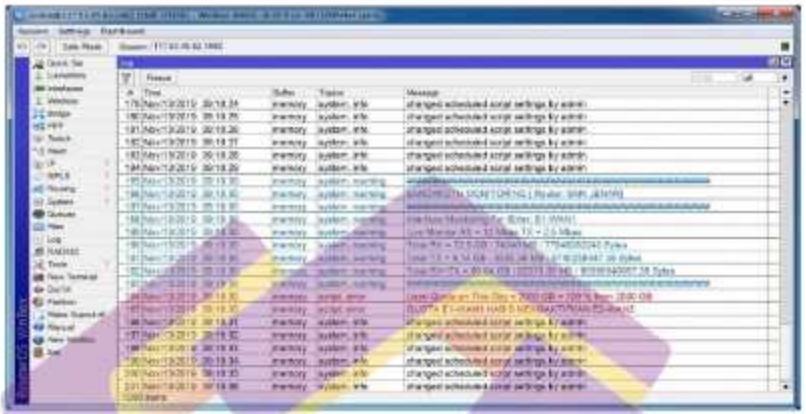
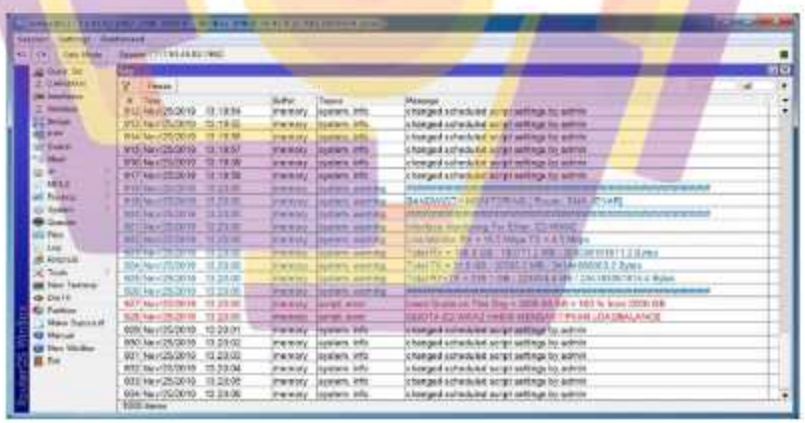












Lampiran 8: Capture Log Mikrotik Failover Loadbalance