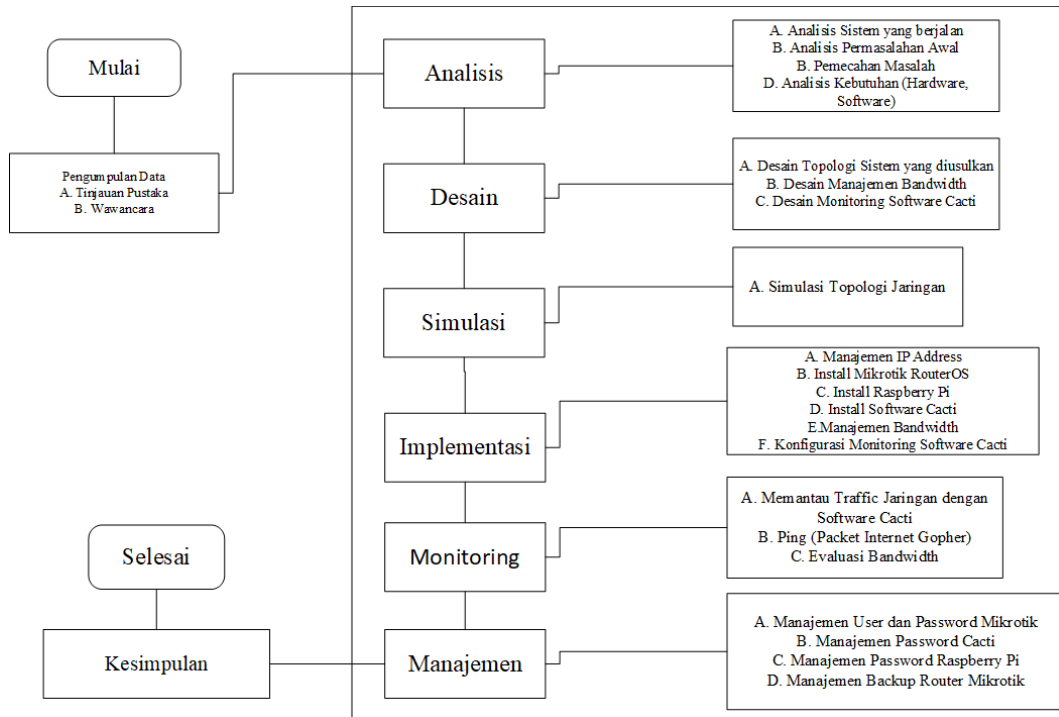


BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan untuk menentukan manajemen *bandwidth* Queue Tree terbaik pada Warnet SweetNet dan monitoring jaringan. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

3.1. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam menyusun serta melengkapi data adalah :

a) Tinjauan Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan oleh peneliti meliputi pengambilan data tentang informasi sebuah jaringan, baik dari segi topologi, serta jaringan apa yang digunakan pada Warnet SweetNet. Literatur lainnya yang berisi teori-teori yang berkaitan dengan penelitian akan disebutkan pada daftar pustaka.

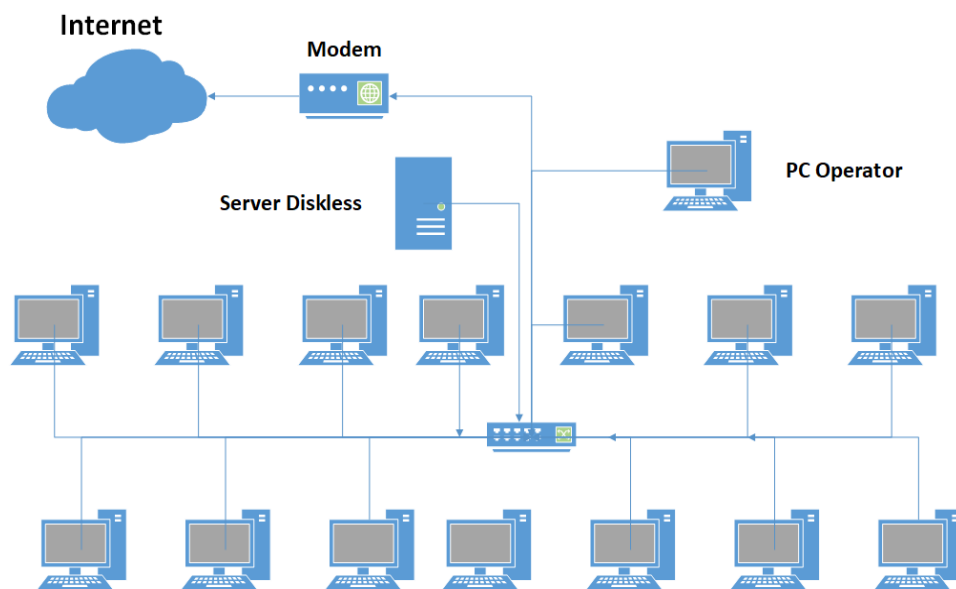
b) Wawancara

Wawancara merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka langsung dengan narasumber dengan cara tanya jawab

langsung. Pada penelitian ini wawancara dilakukan dengan pemilik Warnet Sweet-Net dan juga beberapa pengguna Warnet SweetNet untuk menggali informasi tentang hal-hal yang dibutuhkan untuk mendukung pengembangan sistem.

3.2. Analisis

3.2.1. Analisis Sistem yang Berjalan



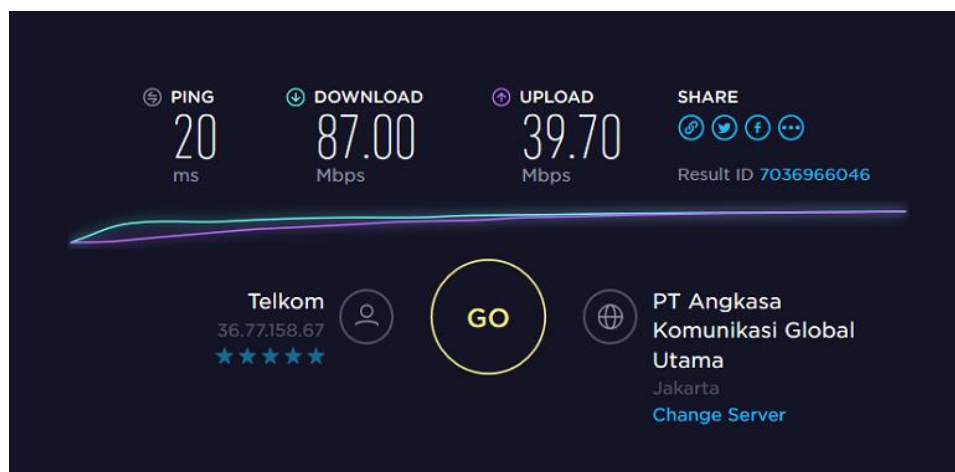
Gambar 3.2. Topologi yang sedang berjalan

Warnet Sweet-Net memiliki 14 komputer klien, 1 komputer operator dan 1 server diskless. Server diskless merupakan suatu layanan jaringan komputer yang dapat beroperasi tanpa ketersediaan media penyimpanan lokal (*hardisk*) pada komputer klien. PC operator digunakan untuk mencatat waktu dan biaya penggunaan internet oleh pengguna komputer Warnet SweetNet. Pada topologi yang sedang berjalan koneksi Internet yang digunakan Warnet Sweet-Net adalah melalui modem Indihome dari Telkom dengan jaringan fiber optik yang mendukung kecepatan sampai dengan 100 Mbps. Koneksi modem Indihome pada Warnet SweetNet didistribusikan ke 14 komputer klien melalui media kabel (LAN) yang terhubung ke Switch secara langsung.

Modem mendapat IP Address secara *dynamic*, yang terkoneksi Point to Point Protocol Over Ethernet (PPPoE) ke Telkom Indihome. Pengelamatan IP untuk

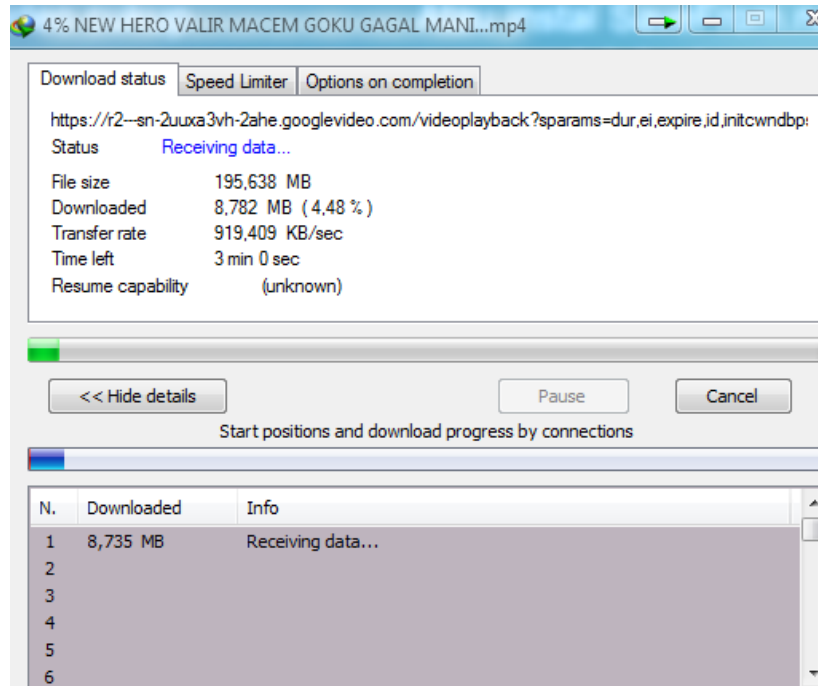
komputer klien dilakukan secara dinamis dengan menggunakan *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) yang diberikan oleh server diskless secara langsung. Kelas IP yang digunakan untuk client yaitu IP kelas C.

Aplikasi speedtest (<https://www.speedtest.net>) digunakan untuk menguji kecepatan koneksi internet baik kecepatan *download* maupun *upload*. Berdasarkan gambar 3.3 terlihat bahwa Warnet SweetNet memiliki kecepatan *download* sebesar 87 Mbps dan *upload* sebesar 39,70 Mbps.

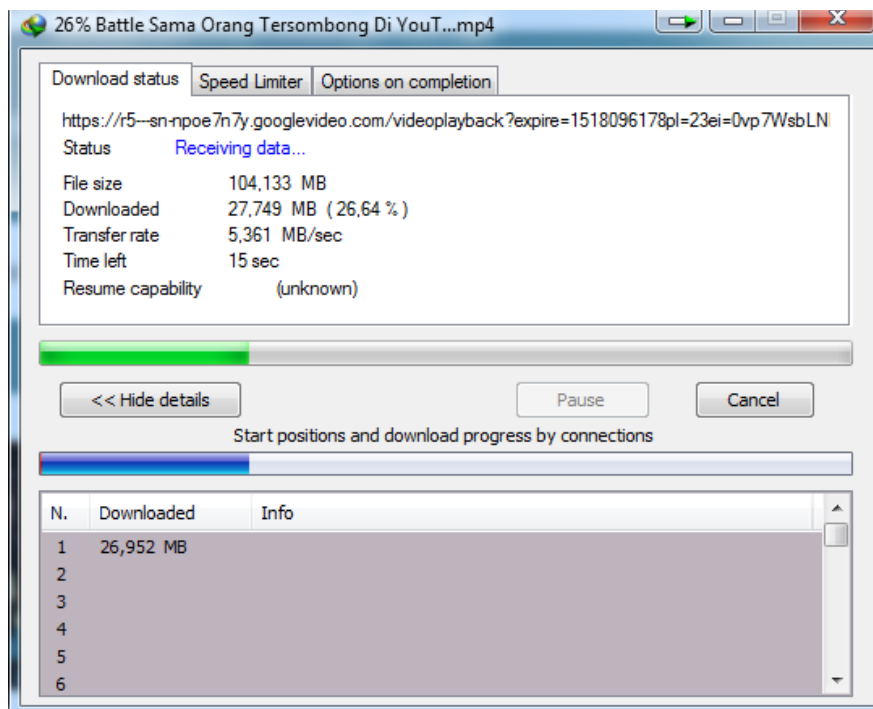


Gambar 3.3 *Bandwidth* Warnet SweetNet

Warnet SweetNet belum menerapkan pengelolaan *bandwidth* dengan baik sehingga kecepatan *download* dan *upload* tiap-tiap komputer klien berbeda. Uji coba menggunakan topologi yang ada menggunakan 2 komputer klien (PC2 dan PC 12) secara bersamaan mengunduh file video dari laman <https://www.youtube.com>. Terlihat pada komputer 2 kecepatan unduh menggunakan *software* Internet Download Manager (IDM) sebesar 919 KB/second (gambar 3.4). Sedangkan pada komputer 12 kecepatan unduh sebesar 5,3 MB/second (gambar 3.5). Hasil uji coba menunjukkan bahwa kecepatan transfer data pada 2 komputer tersebut tidak sama.



Gambar 3.4 Download PC 2 Warnet SweetNet



Gambar 3.5 Download PC 12 Warnet SweetNet

3.2.2. Analisis Permasalahan awal

Berdasarkan analisis sistem yang berjalan diketahui bahwa kecepatan transfer data tiap-tiap komputer klien berbeda. Hal ini mengakibatkan ketidakadilan bagi pengguna Warnet SweetNet. Permasalahan ini terjadi karena pada Warnet SweetNet belum diterapkan manajemen *bandwidth*. Selain permasalahan pembagian *bandwidth* yang merata pada Warnet SweetNet juga belum memiliki monitoring penggunaan *bandwidth*.

3.2.3. Pemecahan Masalah

Masalah pembagian *bandwidth* yang tidak merata dapat diatasi dengan cara manajemen penggunaan *bandwidth*. Manajemen *bandwidth* dapat menggunakan router Mikrotik sedangkan untuk masalah monitoring penggunaan *bandwidth* dapat memanfaatkan *software* Cacti yang diinstal pada perangkat Raspberry Pi. Sehingga diperlukan topologi baru untuk menggantikan topologi yang saat ini berjalan.

3.2.4. Analisis Kebutuhan

Topologi baru yang akan dibangun membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak untuk memecahkan masalah yang ada.

3.2.3.1. Perangkat Keras

Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Spesifikasi Router Mikrotik menggunakan *Personal Computer* (PC) adalah :

Tabel 3.1. Spesifikasi PC Router Mikrotik

Perangkat	Spesifikasi	Fungsi
Processor	Intel Atom	Sebagai pengolahan data computer
Hardisk	948 MB	Sebagai tempat penyimpanan data
Memory	RAM 2 GB	Sebagai tempat penyimpanan data sementara
LAN Card	NIC Realtek RTL8111 & Realtek 8169	Sebagai alat menghubungkan ke dalam jaringan komputer

- b. Spesifikasi Server Diskless yang digunakan untuk jaringan diskless adalah :

Tabel 3.2. Spesifikasi Server Diskless

Perangkat	Spesifikasi	Fungsi
Processor	AMD A6-6400K 3,9Ghz	Sebagai tempat pengolahan data komputer
Memory	RAM 16 GB	Sebagai tempat penyimpanan sementara
Motherboard	MSI MS-7721	Sebagai tempat komponen komputer
Video Card	AMD Radeon HD8470D	Sebagai alat tampilan grafis

- c. Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B yang di gunakan untuk server monitoring adalah:

Tabel 3.3. Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B

Fitur Teknis	Model B
SOC	Broadcom BCM2837
CPU	4x ARM Cortex-A53, 1.2GHz
GPU	Broadcom VideoCore IV
RAM	1GB LPDDR2 (900 MHz)
Networking	10/100 Ethernet, 2.4GHz 802.11n Wireless
Bluetooth	Bluetooth 4.1 Classic, Bluetooth Low Energy
Storage	MicroSD
GPIO	40-pin header, populated
Ports	HDMI, 3.5 mm analogue audio Jack, 4x usb 2.0, Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Serial Interface (DSI)

- d. Spesifikasi Modem yang digunakan untuk koneksi Gateway Internet adalah :

Table 3.4. Spesifikasi Modem ZTE F609

Interface Perangkat	Deskripsi
PON(PON)	SC/APC interface untuk Koneksi Fiber.
Phone	Mendukung dua telpon interface dengan Konektor RJ-11
LAN	Mendukung 4 10/100/1000 base-T-Ethernet Interface dengan Konektor RJ-45 Mendukung Half/Full Duplex dan Flow Control Mendukung MDI/MDIX auto-sensing
Power	12v Power Input Interface
USB	Mendukung Interface USB, 2.0 Standard

- e. Spesifikasi perangkat Switch yang digunakan adalah :

Tabel 3.5. Spesifikasi Switch DGS 1024D

General	DGS-1024D
Number Of Ports	24 10/100/1000 Mbps ports
Standard	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3 10BASE-T • IEEE 802.3u 100BASE-TX • IEEE 802.3ab 1000BASE-T • IEEE 802.1p Quality of Service(QoS) • IEEE 802.3x Flow Control Supported for Full Duplex • Auto Negotiation • IEEE 802.3az Energy-Efficient Ethernet (EEE)
Data Transfer Rates	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet 10Mbps/20 Mbps (Half-duplex/full duplex) • Fast Ethernet 100 Mbps/200Mbps (half-duplex/full duplex) • Gigabit Ethernet 2000 Mbps (Full duplex)
Network Cables	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet 2-pair UTP Cat.3/4/5/5e, UTP Cable • Fast Ethernet 2-pair UTP Cat.5/5e, UTP Cable • Gigabit Ethernet 4-pair UTP Cat.5/5e, UTP Cable

- f. Spesifikasi PC *Client* yang digunakan adalah :

Tabel 3.6. Spesifikasi PC *Client*

Perangkat	Spesifikasi	Fungsi
Processor	Intel Pentium G3240	Sebagai pengolahan data computer
Motherboard	MSI H81M-E35 V2	Sebagai tempat komponen computer
Video Card	VGA Intel HD Graphics	Sebagai tampilan grafis monitor
Memory	RAM Team Elite Plus DDR3 PC12800 1600Mhz 4GB	Sebagai penyimpanan data sementara
Sound Card	Realtek ALC887	Sebagai output suara
LAN Card	NIC Realtek RTL811G	Sebagai alat menghubungkan ke jaringan komputer

- g. Spesifikasi *Notebook* yang digunakan adalah :

Tabel 3.7. Spesifikasi *Notebook*

Perangkat	Spesifikasi	Fungsi
Processor	AMD A8-4500M	Melakukan olah data pada komputer
Memory	RAM 8 GB	Media Penyimpanan data sementara sebelum diproses oleh prosesor
Hardisk	Hardisk 500 GB	Media Penyimpanan data dan Informasi
Lan Card	Realtek PCIe	Menghubungkan Komputer ke dalam jaringan
Wireless Card	Qualcomm Atheros AR5B125	Menghubungkan komputer ke dalam jaringan tanpa kabel
Sound Card	Realtek Sound	Menampilkan output suara

3.2.3.2. Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah :

Tabel 3.8. Spesifikasi Perangkat Lunak

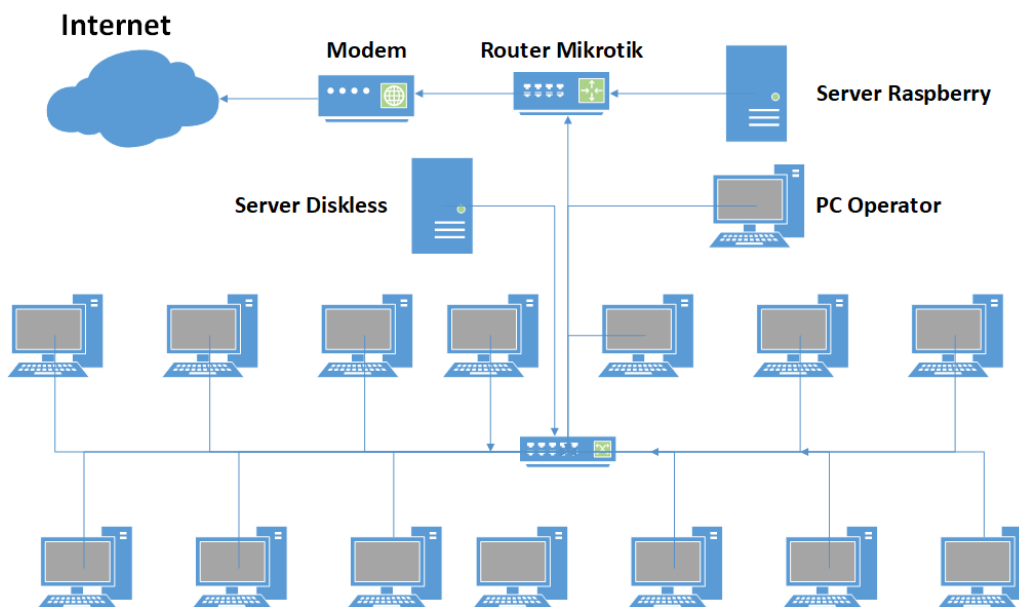
Software	Fungsi
RouterOS	Sebagai Operating System Router Mikrotik
Raspbian (Debian)	Sebagai Operating System Raspberry Pi
Winbox	Sebagai Tools Remote Router Mikrotik melalui GUI
Cacti	Sebagai Aplikasi Monitoring
Myql	Sebagai Database Penyimpanan Data Aplikasi Cacti
Iperf	Sebagai Aplikasi untuk menganalisa jaringan
Microsoft Visio	Sebagai Aplikasi untuk mendesain jaringan komputer

3.3. Desain

Pada tahap desain, dibuat rancangan topologi manajemen sistem jaringan menggunakan router Mikrotik dan monitoring Cacti. Berikut penjelasan mengenai perancangan desain topologi, desain manajemen *bandwidth* dan desain monitoring.

3.3.1. Desain Topologi Sistem yang Diusulkan

Berdasarkan permasalahan yang ada perlu dilakukan perancangan topologi jaringan baru menggunakan manajemen jaringan router Mikrotik dan monitoring *software* Cacti. Pada Gambar 3.6 adalah skema topologi jaringan baru yang penulis usulkan untuk permasalahan topologi jaringan :



Gambar 3.6. Topologi Sistem yang diusulkan

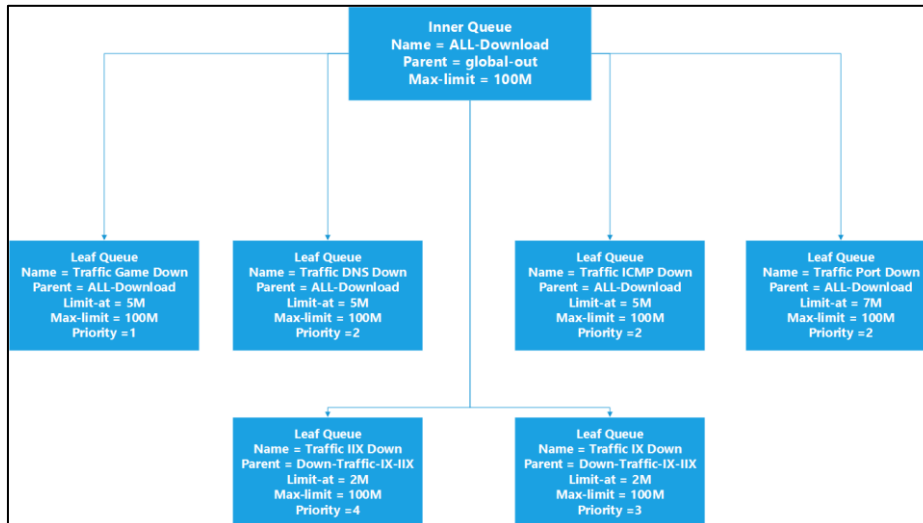
Dari skema topologi diatas menggambarkan proses kerja jaringan mulai dari sumber daya internet Telkom Indihome menggunakan kabel fiber optik masuk kedalam router Mikrotik dan di monitoring *bandwidth* jaringan menggunakan perangkat Raspberry Pi yang telah diinstall *software* Cacti. Berikut Gambaran perbedaan jaringan lama dan jaringan baru pada tabel 3.9.

Tabel 3.9. Perbedaan Jaringan Lama dan Jaringan Baru

No	Jaringan Lama	Jaringan Baru
1	Belum ada router pengatur jaringan	Ditambahkan perangkat baru router Mikrotik
2	Belum diterapkan manajemen <i>bandwidth</i> sehingga <i>bandwidth</i> bebas tidak terkontrol	Telah menerapkan sistem manajemen <i>bandwidth</i> dengan menguji coba 3 metode PCQ, SFQ, dan RED
3	Belum adanya monitoring <i>bandwidth</i> pada jaringan	Ditambahkannya perangkat baru untuk monitoring <i>bandwidth</i>

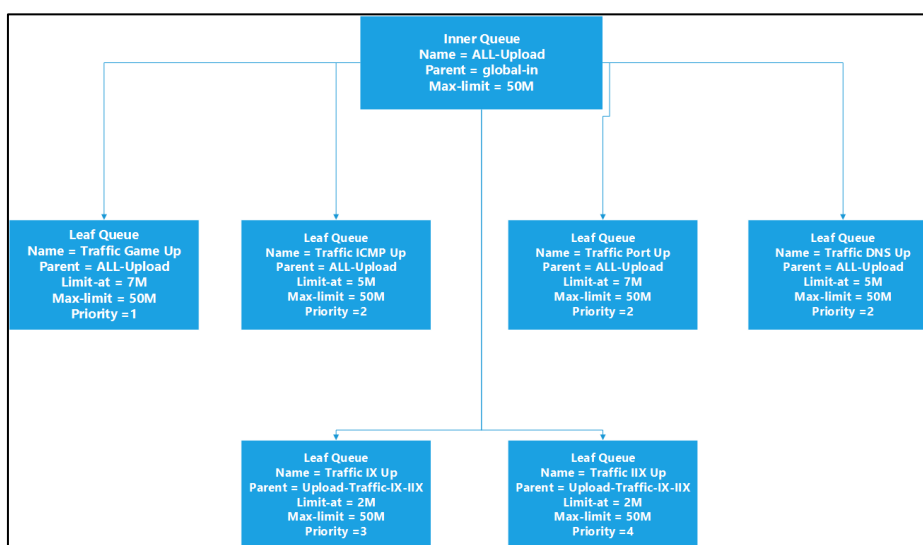
3.3.2. Desain Manajemen *Bandwidth*

Pada router Mikrotik metode Hierarchical Token Bucket (HTB) sebagai metode default disamping metode lain seperti PCQ, SFQ, dan RED maka queue yang di buat oleh RouterOS seharusnya dapat memberikan alokasi *bandwidth* maksimum dan minimum yang akan di terima oleh komputer client. Adapun batas maksimum dari alokasi *bandwidth* yang akan dari alokasi *bandwidth* yang akan diterima komputer client disebut *Maximum Information Rate* (MIR) sedangkan untuk *bandwidth* minimum disebut dengan *Committed Information Rate* (CIR). Pada saat menyusun konfigurasi queue tersebut ke dalam bentuk hirarki, akan ada konfigurasi queue yang bertindak sebagai parent (*inner queue*) dan ada konfigurasi queue yang bertindak sebagai child (*leaf queue*). Metode manajemen *bandwidth* dengan menggunakan HTB memungkinkan sebuah queue memiliki nilai *priority* atau prioritas.



Gambar 3.7. Desain Manajemen *Bandwidth* Download Router Mikrotik

Pada gambar 3.7 terdapat beberapa parent (*inner queue*) yang diberi nama yaitu ALL-Download. Adapun juga beberapa child (*leaf queue*) yang diberi nama yaitu Traffic ICMP Down, Traffic DNS Down, Traffic Game Down, Traffic Port Down, Traffic-IIX-Down, dan Traffic-IX-Down. Masing-masing diberikan priority yang berbeda, untuk traffic *bandwidth* yang membutuhkan traffic *bandwidth* stabil diberikan priority terlebih dahulu. Seperti Traffic Game Down diberikan priority 1, Traffic DNS Down, Traffic ICMP Down dan Traffic Port Down diberikan priority 2, sedangkan Traffic IX Down diberikan priority 3 dan Traffic IIX Down diberikan priority 4.

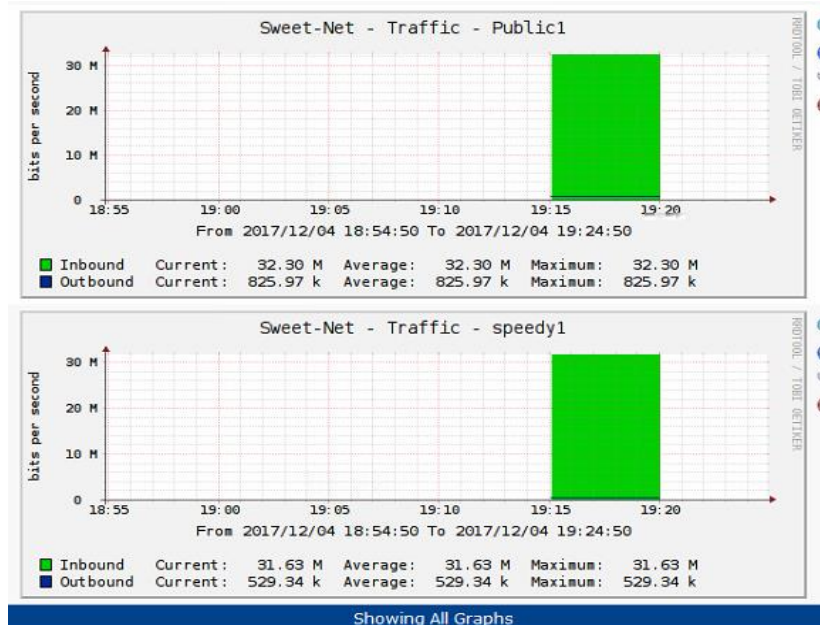


Gambar 3.8. Desain Manajemen *Bandwidth* Upload Router Mikrotik

Pada gambar 3.8 terdapat beberapa parent (*inner queue*) yang diberi nama yaitu ALL-Upload. Adapun juga beberapa child (*leaf queue*) yang diberi nama yaitu Traffic ICMP Upload, Traffic DNS Upload, Traffic Game Upload, Traffic Port Upload, Traffic-IIX-Upload, dan Traffic-IX-Upload. Masing-masing diberikan priority yang berbeda, untuk traffic *bandwidth* yang membutuhkan traffic *bandwidth* stabil diberikan priority tertinggi. Seperti Traffic Game Down diberikan priority 1, Traffic ICMP Down Traffic, DNS Down dan Traffic Port Down diberikan priority 2, sedangkan Traffic IX Down diberikan priority 3 dan Traffic IIX Down diberikan priority 4.

3.3.3. Desain Monitoring Software Cacti

Pada gambar 3.9 merupakan desain monitoring *software* Cacti yang diakses menggunakan *browser* Mozilla Firefox dengan alamat IP Address <http://192.168.0.15/cacti>. Desain monitoring *software* Cacti nanti akan terlihat *traffic* jaringan Download dan Upload. Pada *software* Cacti dapat terlihat juga *traffic* maksimum, rata-rata, dan yang sedang berjalan untuk proses *download* dan *Upload*.



Gambar 3.9. Desain Monitoring Software Cacti

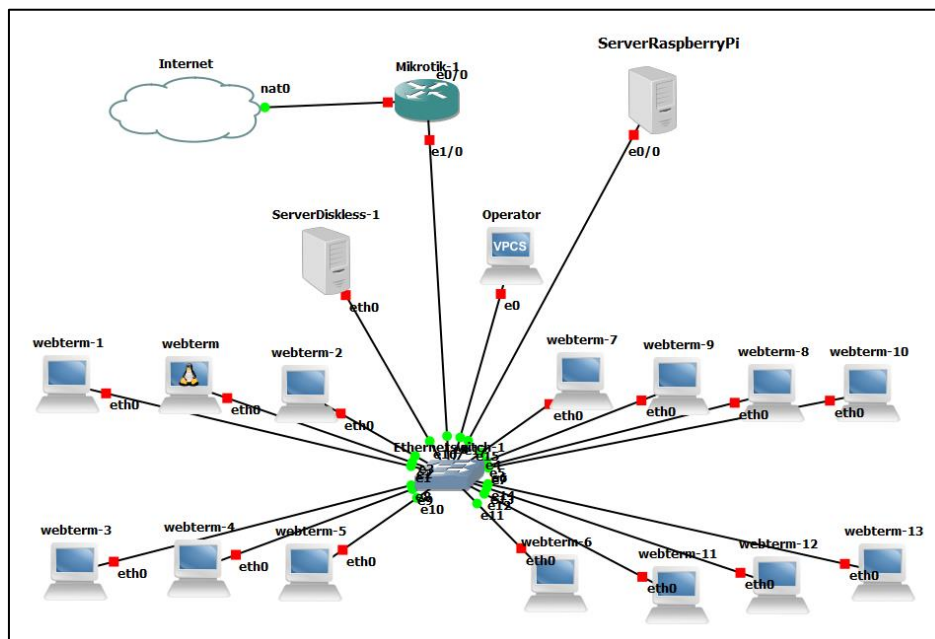
3.4. Simulasi

Pada tahap simulasi, penulis menggunakan *software* sebagai tempat simulasi jaringan. Penulis memilih *software Graphical Network Simulation (GNS3)* sebagai simulasi jaringan karena dengan simulasi penulis dapat melakukan uji coba tanpa menggunakan kinerja jaringan yang sedang berjalan.

Software GNS3 terdapat *virtual machine sistem operation* yaitu sistem operasi didalam sistem operasi, yang melindungi dari kesalahan atau error dalam melakukan penginstalan tanpa mengganggu sistem operasi yang sudah berjalan. Terdapat beberapa *virtual machine* yaitu VMWare Workstation dan Oracle Virtualbox, semua *software virtual machine* tersebut dapat berjalan di Windows, Linux, dan Apple. Pada GNS3 dapat diinstall beberapa perangkat router seperti Cisco, Juniper, dan Mikrotik sehingga dapat digambarkan desain ataupun alur yang nanti nya akan di terapkan pada jaringan yang sesungguhnya.

3.4.1. Simulasi Topologi Jaringan

Simulasi jaringan menggunakan *software GNS3* :



Gambar 3.10. Simulasi Jaringan Sistem baru

Pada gambar 3.10 merupakan desain untuk menjalankan *software GNS3*. Beberapa perangkat yang diperlukan dalam simulasi seperti :

1. Cloud NAT Sebagai gateway lokal untuk terhubung ke internet.

2. Virtualbox Router Mikrotik v5 Sebagai perangkat router untuk manajemen *bandwidth*.
3. Virtualbox Raspberry Pi Sebagai perangkat server untuk monitoring jaringan yang di *install* dengan *software* Cacti.
4. Virtualbox Windows 7 Sebagai klien pada jaringan lokal untuk dapat mengakses mikrotik via Winbox.
5. Client Webterm Mozilla Firefox Sebagai klien pada jaringan lokal untuk uji coba mengakses internet.
6. Perangkat Switch Sebagai perangkat yang menghubungkan pc virtual dengan perangkat router dan server.

3.5. Implementasi

Tahap implementasi terdiri dari implementasi perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang dibutuhkan yaitu PC router Mikrotik, Raspberry Pi, dan Notebook. Pada Perangkat Lunak dibutuhkan nya sistem operasi Raspbian, Cacti dan RouterOS Mikrotik.

3.5.1. Manajemen IP Address

Pengaturan IP Address dilakukan dengan menggunakan subnetting (VLSM). Warnet Sweet-Net memiliki PC Client 14, 1 PC Operator, 1 PC Server, dan 1 Server Raspberry Pi yang mempunyai rincian sebagai berikut :

Tabel 3.10. Pembagian IP Address Warnet Sweet-Net

IP	Subnet Mask	Network	Keterangan
36.68.170.45		36.68.168.1	IP Modem (<i>Dynamic</i>)
192.168.0.30	255.255.255.224	192.168.0.0	IP Router Local
192.168.0.24	255.255.255.224	192.168.0.0	Server Diskless
192.168.0.15	255.255.255.224	192.168.0.0	IP Server Raspberry Pi
192.168.0.29	255.255.255.224	192.168.0.0	IP PC Operator
192.168.0.1	255.255.255.224	192.168.0.0	IP PC Client
– 192.168.0.14			

3.5.2. Install Mikrotik RouterOS

Pada tahap ini akan melakukan *install* Mikrotik RouterOS. Jika langsung menggunakan router Mikrotik, RouterOS sudah tersedia di dalamnya dan dapat langsung digunakan. Namun pada implementasi ini Mikrotik RouterOS di *install* pada PC. Langkah-langkah dalam meng*install* Mikrotik RouterOS yaitu:

```

Welcome to MikroTik Router Software installation

Move around menu using 'p' and 'n' or arrow keys, select with 'spacebar'.
Select all with 'a', minimum with 'm'. Press 'i' to install locally or 'q' to
cancel and reboot.

[X] system           [X] ipv6             [X] routerboard
[X] ppp              [X] isdn            [X] routing
[X] dhcp             [X] kvm             [X] security
[X] advanced-tools  [X] lcd             [X] ups
[X] calea            [X] mpls            [X] user-manager
[X] gps              [X] multicast       [X] wireless
[X] hotspot          [X] ntp

system (depends on nothing):
Main package with basic services and drivers

```

Gambar 3.11. Tahap 1 Pemilihan Paket Mikrotik RouterOS

Tampilan awal RouterOS Mikrotik terdapat beberapa paket yang akan di*install*, paket tersebut dapat dipilih tergantung kebutuhan yang akan digunakan (gambar 3.11) . Untuk memilih semua paket dapat menekan tombol keyboard “A”, selanjutnya menekan tombol keyboard “i” untuk meng*install* paket.

```

Welcome to MikroTik Router Software installation

Move around menu using 'p' and 'n' or arrow keys, select with 'spacebar'.
Select all with 'a', minimum with 'm'. Press 'i' to install locally or 'q' to
cancel and reboot.

[X] system           [X] ipv6             [X] routerboard
[X] ppp              [X] isdn            [X] routing
[X] dhcp             [X] kvm             [X] security
[X] advanced-tools  [X] lcd             [X] ups
[X] calea            [X] mpls            [X] user-manager
[X] gps              [X] multicast       [X] wireless
[X] hotspot          [X] ntp

system (depends on nothing):
Main package with basic services and drivers

Do you want to keep old configuration? [y/n]:_

```

Gambar 3.12. Tahap 2 Konfirmasi konfigurasi lama Mikrotik RouterOS

Tahap selanjutnya gambar 3.12 konfirmasi untuk tetap menyimpan konfigurasi lama, langsung menekan huruf “y” untuk ya.

```
[X] dhcp           [X] kom           [X] security
[X] advanced-tools [X] lcd          [X] ups
[X] calea         [X] mpls        [X] user-manager
[X] gps          [X] multicast   [X] wireless
[X] hotspot      [X] ntp

system (depends on nothing):
Main package with basic services and drivers

Do you want to keep old configuration? [y/n]:y
Warning: all data on the disk will be erased!
Continue? [y/n]:y

WARNING: couldn't keep config - current license does not allow that
Creating partition.....
Formatting disk...._
```

Gambar 3.13. Tahap 3 Konfirmasi Install Mikrotik RouterOS

Tahap selanjutnya gambar 3.13 konfirmasi untuk melanjutkan tahap *install* Mikrotik RouterOS. Ketik “y” untuk konfirmasi ya.

```
system (depends on nothing):
Main package with basic services and drivers

Do you want to keep old configuration? [y/n]:y
Warning: all data on the disk will be erased!
Continue? [y/n]:y

WARNING: couldn't keep config - current license does not allow that
Creating partition.....
Formatting disk.....

installed system-5.23
installed wireless-5.23
installed user-manager-5.23
installed ups-5.23
installed security-5.23
installed routing-5.23
installing routerboard-5.23 [##### ]
```

Gambar 3.14. Tahap 4 Install RouterOS beserta paket.

Pada tahap gambar 3.14, proses meng*install* RouterOS dan semua paket yang telah di pilih pada tahap 1 sebelumnya. Tunggu sampai proses ini selesai agar Mikrotik RouterOS ter*install* dengan sempurna.

```

installed ntp-5.23
installed multicast-5.23
installed mpls-5.23
installed lcd-5.23
installed kvm-5.23
installed isdn-5.23
installed ipv6-5.23
installed hotspot-5.23
installed gps-5.23
installed calea-5.23
installed advanced-tools-5.23
installed dhcp-5.23
installed ppp-5.23

Software installed.
Press ENTER to reboot

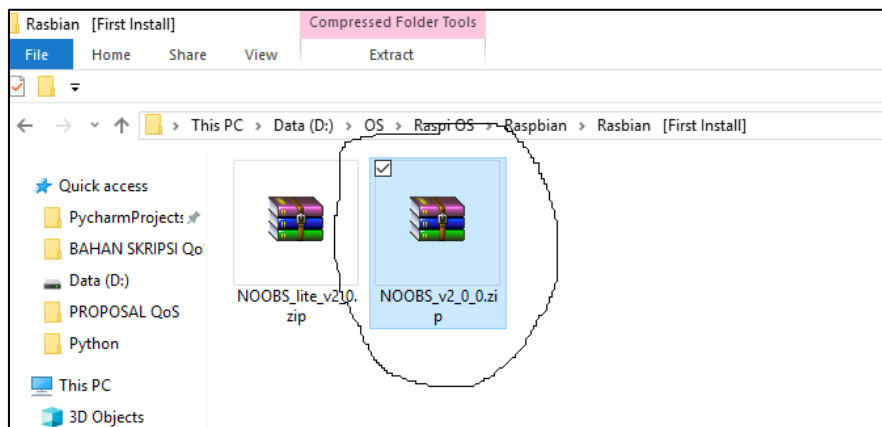
```

Gambar 3.15. Tahap 5 Reboot Router Mikrotik

Pada gambar 3.15, jika *install* Mikrotik RouterOS sudah selesai, reboot Router Mikrotik nya.

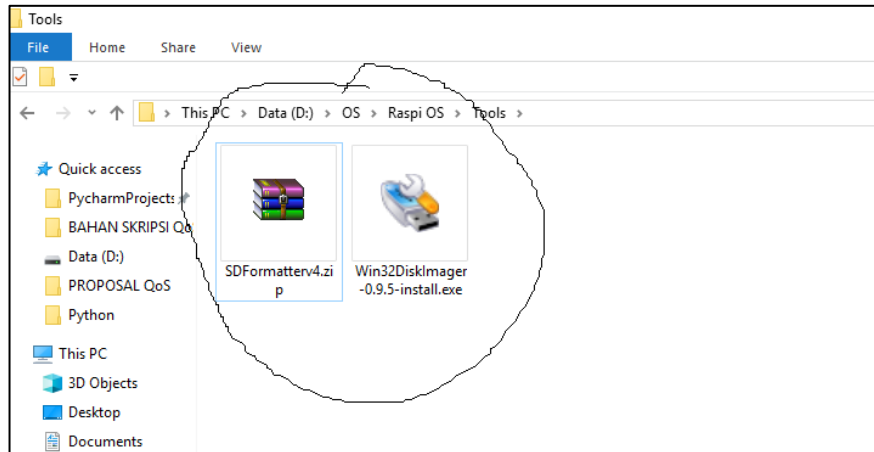
3.5.3. Install Raspberry Pi

Pada tahap ini akan melakukan *install* sistem operasi Raspbian pada perangkat Raspberry Pi.



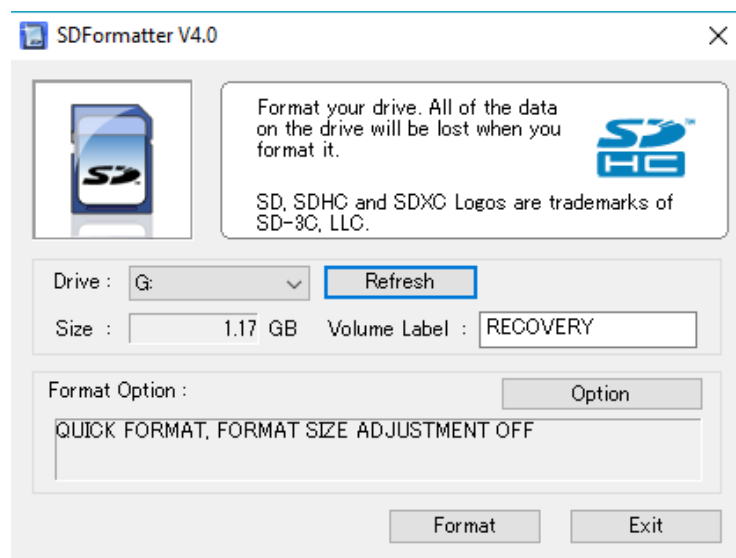
Gambar 3.16. File Sistem Operasi Raspbian Raspberry Pi

Persiapkan File Sistem Operasi Raspbian yang dapat didownload di website Raspberry Pi <https://www.raspberrypi.org/downloads/noobs/> (gambar 3.16).



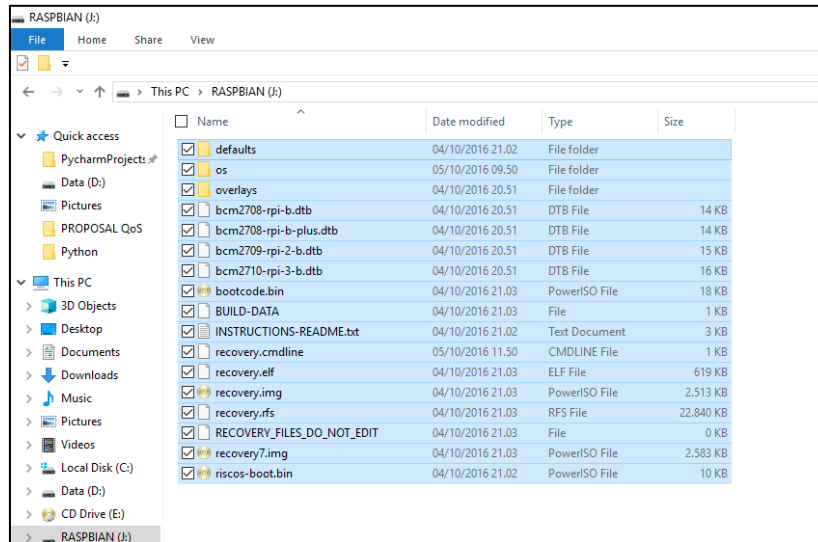
Gambar 3.17. *Software SDFormatter dan Win32DiskImage*

Selanjutnya pada gambar 3.17, menyiapkan beberapa *software* untuk *install* sistem operasi Raspbian, terdiri dari SDFormatter dan Win32DiskImager.



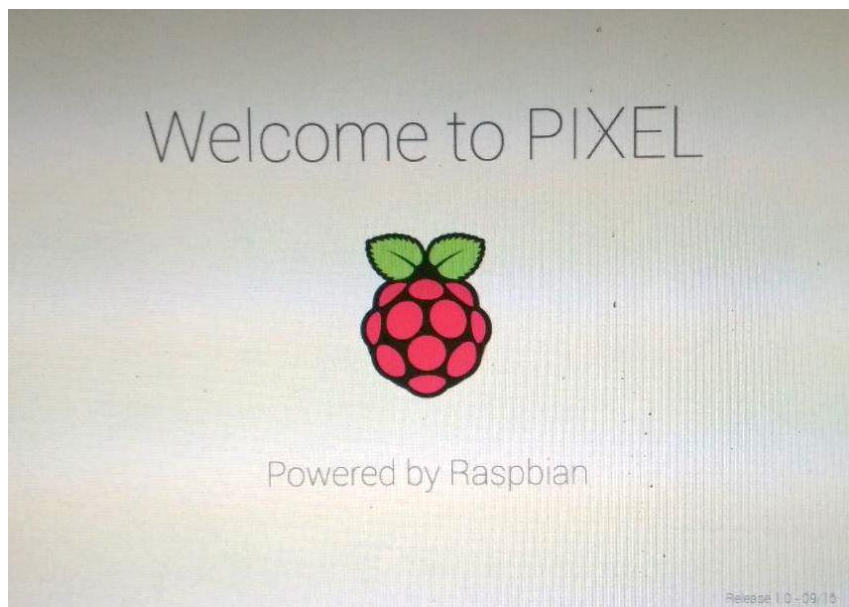
Gambar 3.18. *Software SDFormatter untuk memformat Memory Card*

Buka *software* SDFormatter untuk memformat terlebih dahulu *memory card* yang digunakan sebagai media penyimpanan sistem operasi Raspbian. Pilih Drive terlebih dahulu yang ingin di format terdapat **Drive G:** selanjutnya pilih **Format** tunggu hingga selesai proses format (gambar 3.18).



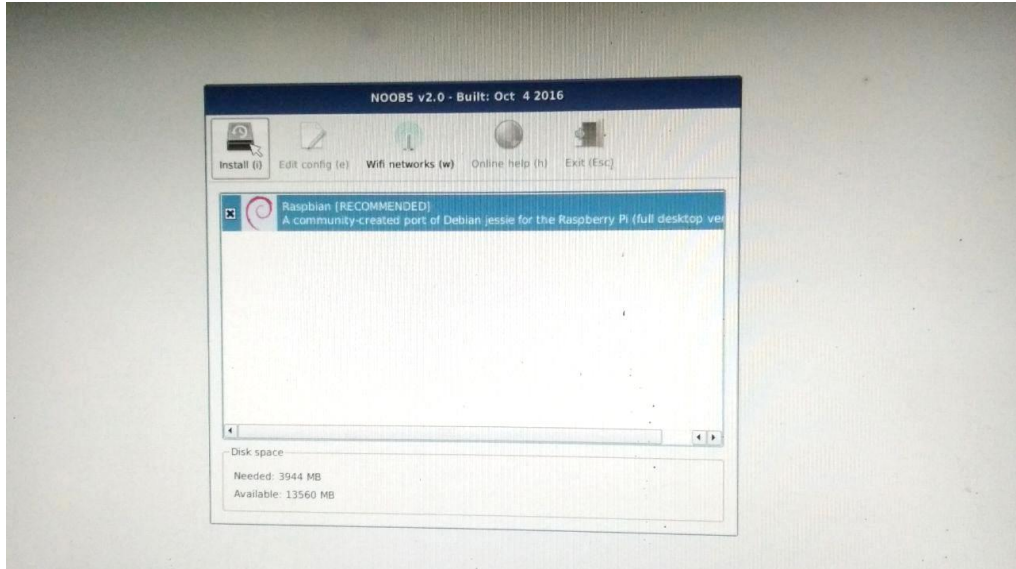
Gambar 3.19. Hasil Extract File Sistem Operasi Raspbian

Jika proses format sudah selesai dilakukan selanjutnya *extract* sistem operasi Raspbian dan *copy* semua file ke Drive *memory card* seperti gambar 3.19, file di *copy* ke **Drive J:** dan sistem operasi siap untuk *diinstall* menggunakan Raspberry Pi.



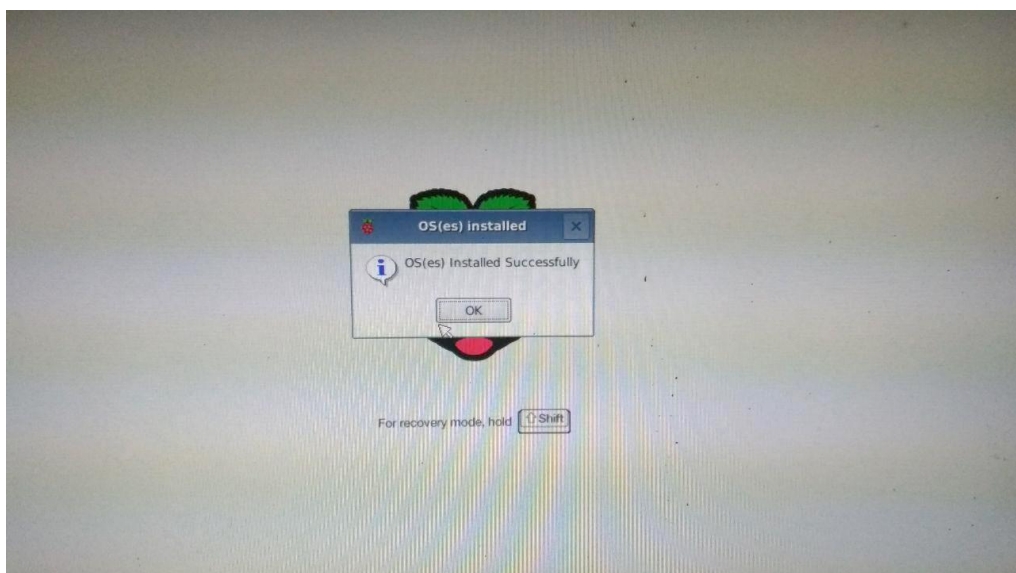
Gambar 3.20. Tampilan Awal Sistem Operasi Raspbian

Tampilan awal *instal* sistem operasi Raspbian pada gambar 3.20 setelah *drive memory card* dimasukan ke dalam Raspberry Pi.



Gambar 3.21. Pemilihan Sistem Operasi Raspbian, lalu Install

Selanjutnya pada tampilan gambar 3.21 terdapat pemilihan sistem operasi, hanya tersedia sistem operasi Raspbian. Perangkat Raspberry Pi tidak hanya diinstall oleh sistem operasi Raspbian saja namun masih terdapat beberapa sistem operasi yaitu seperti, Windows 10 IOT, Ubuntu Mate, Snappy Ubuntu Core dll.

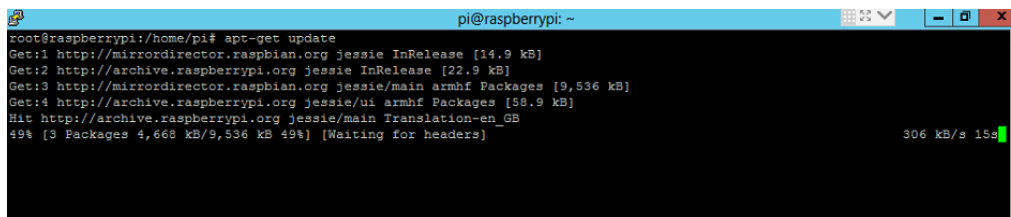


Gambar 3.22. Sistem Operasi Raspbian terinstall.

Sampai tahap gambar 3.22 *install* sistem operasi Raspbian pada Raspberry Pi telah selesai dan dapat digunakan.

3.5.4. Install Software Cacti

Software Cacti diinstall di perangkat Raspberry Pi, untuk dapat mengkonfigurasi perangkat Raspberry Pi memerlukan akses protokol *Secure Shell* (SSH) dan menggunakan *software* Putty untuk meremote atau dari sistem operasi Linux dapat menggunakan Terminal. Langkah awal pada bagian *install software* Cacti adalah akan mengupdate sistem operasi Raspbian Pi dengan perintah : **# apt-get update** (gambar 3.23).

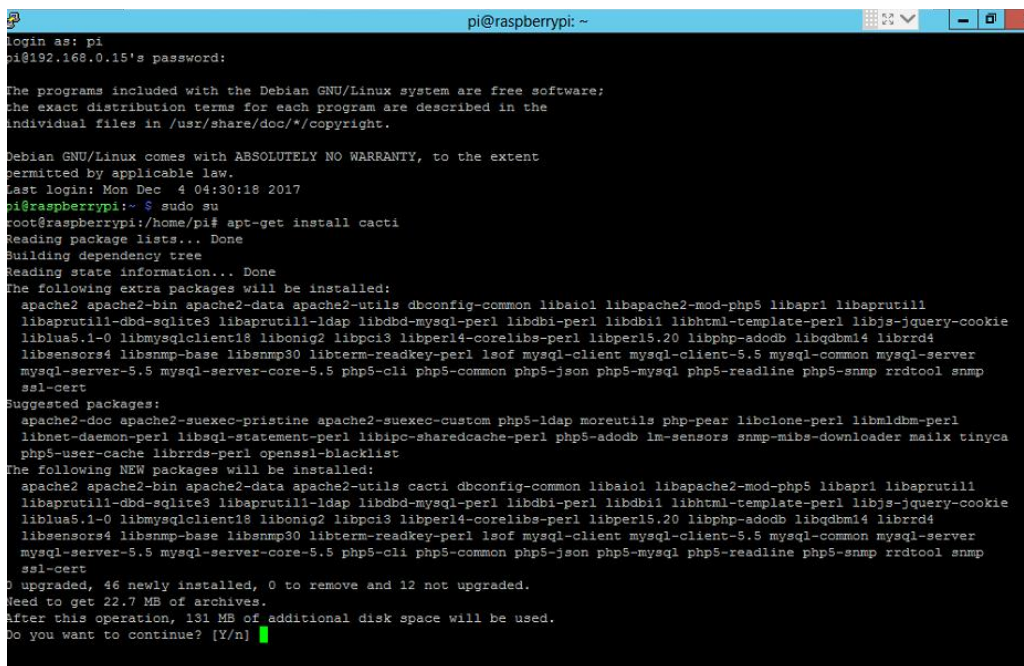


```

pi@raspberrypi: ~
root@raspberrypi:/home/pi# apt-get update
Get:1 http://mirrordirector.raspbian.org jessie InRelease [14.9 kB]
Get:2 http://archive.raspberrypi.org jessie InRelease [22.9 kB]
Get:3 http://mirrordirector.raspbian.org jessie/main armhf Packages [9,536 kB]
Get:4 http://archive.raspberrypi.org jessie/ui armhf Packages [58.9 kB]
Hit http://archive.raspberrypi.org jessie/main Translation-en_GB
49% [3 Packages 4,668 kB/9,536 kB 49%] (Waiting for headers)
306 kB/s 15s

```

Gambar 3.23. Perintah apt-get update



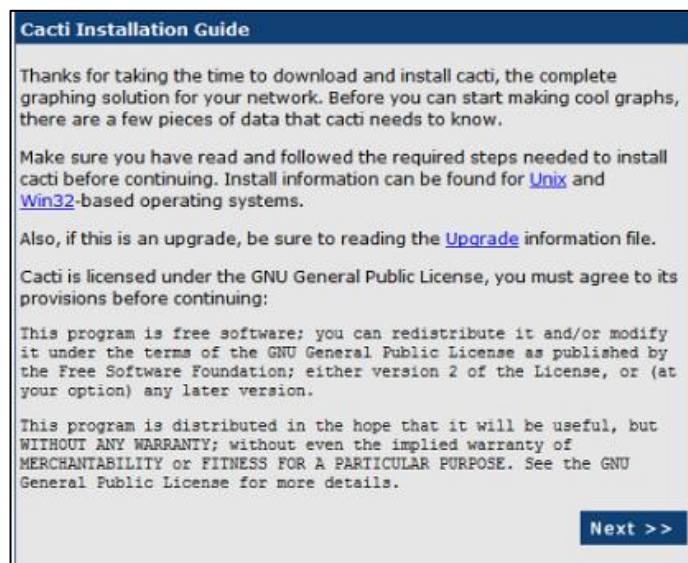
```

pi@raspberrypi: ~
login as: pi
pi@192.168.0.15's password:
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Mon Dec 4 04:30:18 2017
pi@raspberrypi:~$ sudo su
root@raspberrypi:/home/pi# apt-get install cacti
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
 apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utils dbconfig-common libaio1 libapache2-mod-php5 libapr1 libaprutil1
 libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap libdbd-mysql-perl libdbi-perl libdbi1 libhtml-template-perl libjs-jquery-cookie
 liblua5.1-0 libmysqlclient18 libonig2 libpci3 libperl4-corelibs-perl libperl5.20 libphp-adodb libqdbm14 librrd4
 libsensors4 libsnmp-base libsnmp30 libterm-readkey-perl lsaf mysql-client mysql-client-5.5 mysql-common mysql-server
 mysql-server-5.5 mysql-server-core-5.5 php5-cli php5-common php5-json php5-mysql php5-readline php5-snmp rrdtool snmp
 ssl-cert
Suggested packages:
 apache2-doc apache2-suexec-pristine apache2-suexec-custom php5-ldap moreutils php-pear libclone-perl libmldbm-perl
 libnet-daemon-perl libsql-statement-perl libipc-sharedcache-perl php5-adodb lm-sensors snmp-mibs-downloader mailx tinyca
 php5-user-cache librrds-perl openssl-blacklist
The following NEW packages will be installed:
 apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utils cacti dbconfig-common libaio1 libapache2-mod-php5 libapr1 libaprutil1
 libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap libdbd-mysql-perl libdbi-perl libdbi1 libhtml-template-perl libjs-jquery-cookie
 liblua5.1-0 libmysqlclient18 libonig2 libpci3 libperl4-corelibs-perl libperl5.20 libphp-adodb libqdbm14 librrd4
 libsensors4 libsnmp-base libsnmp30 libterm-readkey-perl lsaf mysql-client mysql-client-5.5 mysql-common mysql-server
 mysql-server-5.5 mysql-server-core-5.5 php5-cli php5-common php5-json php5-mysql php5-readline php5-snmp rrdtool snmp
 ssl-cert
0 upgraded, 46 newly installed, 0 to remove and 12 not upgraded.
Need to get 22.7 MB of archives.
After this operation, 131 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n]

```

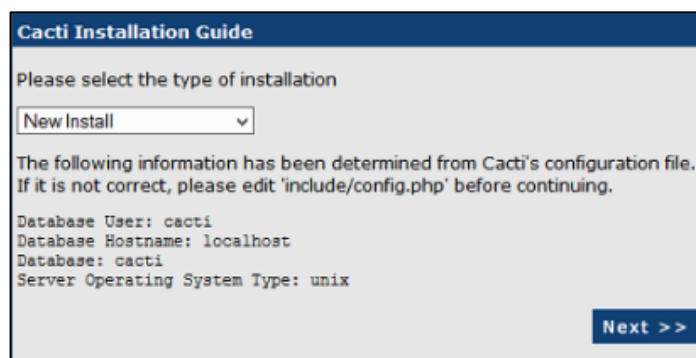
Gambar 3.24. Perintah apt-get install cacti

Tahap selanjutnya gambar 3.24 akan melakukan *install software* Cacti dengan perintah : **#apt-get install cacti**. Selanjutnya didapatkan pertanyaan apakah ingin melanjutkan *install* cacti atau tidak, jawab dengan mengetik huruf “y”.



Gambar 3.25. Tampilan Install Cacti

Jika proses *install software* Cacti sudah dilakukan selanjutnya *software* Cacti dapat di akses menggunakan *browser* Mozilla Firefox atau Google Chrome dengan alamat IP Address Server Raspberry Pi (<http://192.168.0.15/cacti>). Jika sudah masuk tampilan seperti gambar 3.25 selanjut nya klik **Next**.



Gambar 3.26. Tampilan Cacti Installation Guide

Pada tampilan gambar 3.26 terdapat tipe dari *software* Cacti. Pada tahap gambar 3.26 pilih new install karena baru ingin *install software* Cacti, selanjut nya klik **Next**.

The screenshot shows a configuration window for Cacti. It contains several sections with labels and input fields:

- snmpwalk Binary Path:** The path to your snmpwalk binary. Input: /usr/bin/snmpwalk. Status: [OK: FILE FOUND]
- snmpget Binary Path:** The path to your snmpget binary. Input: /usr/bin/snmpget. Status: [OK: FILE FOUND]
- snmpbulkwalk Binary Path:** The path to your snmpbulkwalk binary. Input: /usr/bin/snmpbulkwalk. Status: [OK: FILE FOUND]
- snmpgetnext Binary Path:** The path to your snmpgetnext binary. Input: /usr/bin/snmpgetnext. Status: [OK: FILE FOUND]
- Cacti Log File Path:** The path to your Cacti log file. Input: /var/log/cacti/cacti.log. Status: [OK: FILE FOUND]
- SNMP Utility Version:** The type of SNMP you have installed. Required if you are using SNMP v2c or don't have embedded SNMP support in PHP. Dropdown: NET-SNMP 5.x
- RRDTool Utility Version:** The version of RRDTool that you have installed. Dropdown: RRDTool 1.4.x

A **NOTE** at the bottom states: "Once you click 'Finish', all of your settings will be saved and your database will be upgraded if this is an upgrade. You can change any of the settings on this screen at a later time by going to 'Cacti Settings' from within Cacti." A **Finish** button is located at the bottom right.

Gambar 3.27. Cek paket pendukung *software* Cacti

Pada tahap gambar 3.27 dilakukannya pemeriksaan paket pendukung untuk instalasi *software* Cacti, jika sudah semua berwarna hijau dapat dilanjutkan dengan memilih **Finish**.

The screenshot shows the Cacti User Login page. It features a green header with the text "User Login". Below the header, it says "Please enter your Cacti user name and password below:". There are two input fields: "User Name:" and "Password:". A "Login" button is positioned below the "Password" field.

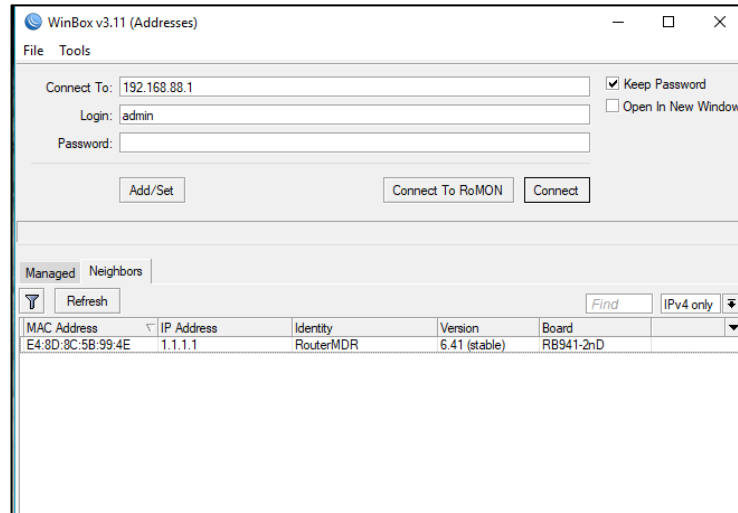
Gambar 3.28. Tampilan User Login Cacti

Proses *install software* Cacti sudah selesai, *software* Cacti dapat digunakan dengan login *username* dan *password* untuk dapat masuk seperti gambar 3.28.

3.5.5. Manajemen *Bandwidth*

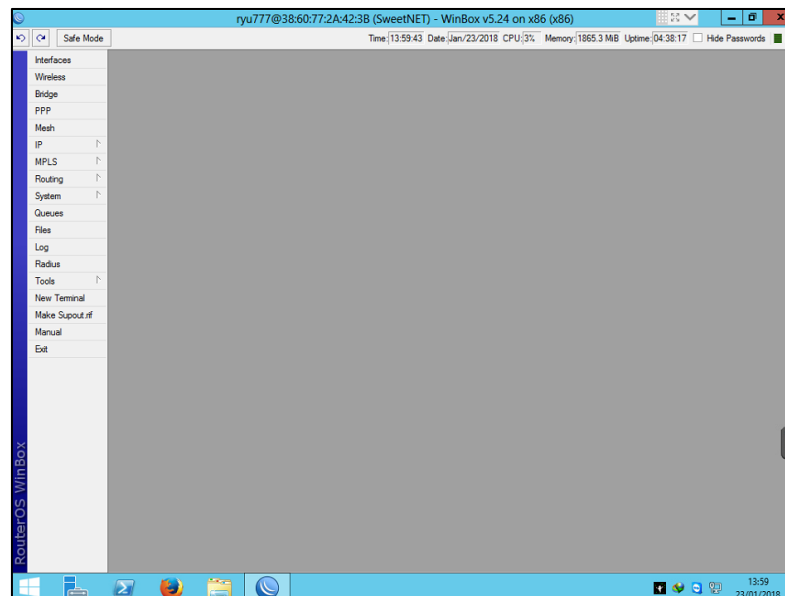
Pada router Mikrotik Konfigurasi dapat menggunakan terminal login CLI (*Command Line Interface*). Tetapi selain setting menggunakan terminal CLI (*Command Line Interface*) dapat juga menggunakan langsung Winbox.

Winbox didapatkan dengan mengakses IP address router Mikrotik menggunakan browser <http://192.168.88.1>. IP Address tersebut merupakan IP *default* Mikrotik.



Gambar 3.29. Tampilan Winbox

Pada gambar 3.29 merupakan tampilan awal Winbox, untuk pertama kali dapat menggunakan *username* = admin, dan *password* = kosong dan klik **Connect**. Setelah *connect*, maka akan masuk ke tampilan winbox dengan menu-menu berada pada sebelah kiri pada gambar 3.30.



Gambar 3.30. Tampilan Menu Winbox

Selanjutnya melakukan konfigurasi manajemen *bandwidth* yang telah disusun pada bagian desain. Pada tahap awal adalah memasukkan daftar IP address dari alamat IP Address yang ada di *Indonesia Internet eXchange* (IIX) ke dalam address-list. Buka **New Terminal** masukan perintah : **/tool fetch address=ixp.mikrotik.co.id src-path=/download/nice.rsc mode=http;** , Selanjutnya masukan perintah : **import nice.rsc** (gambar 3.31).

```

ternak_jerapah@kaskuswarneter
jan/04/2018 09:03:21 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jan/06/2018 09:23:36 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jan/06/2018 12:35:44 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jan/07/2018 10:10:59 system,info,critical Enabled multi-cpu setting, new value wil
l take effect after the reboot.
jan/27/2018 11:57:32 system,error,critical login failure for user ryu777 via winbo
x
[ryu777@SweetNET] > /tool fetch address=ixp.mikrotik.co.id src-path=/download/nice
.rsc mode=http;
status: finished
[ryu777@SweetNET] > █

```

Gambar 3.31. Tool Fetch

Pada gambar 3.32 dapat melihat hasilnya dari import **nice.rsc**. Jika menggunakan Winbox dapat ke menu **IP >> Firewall >> address-list**.

Name	Address
... Nice IIX	
• nice	39.192.0.0/10
• nice	120.160.0.0/11
• nice	182.0.0.0/12
• nice	114.120.0.0/13
• nice	182.28.0.0/14
• nice	114.56.0.0/14
• nice	139.192.0.0/14
• nice	118.136.0.0/15
• nice	182.24.0.0/15
• nice	182.26.0.0/15
• nice	111.94.0.0/15
• nice	140.0.0.0/16
• nice	148.205.0.0/16
• nice	125.162.0.0/16
• nice	125.160.0.0/16
• nice	125.167.0.0/16
• nice	125.164.0.0/16
• nice	125.165.0.0/16
• nice	36.75.0.0/16
• nice	36.74.0.0/16
• nice	36.73.0.0/16
• nice	36.72.0.0/16
• nice	36.79.0.0/16
• nice	36.78.0.0/16
• nice	182.253.0.0/16

Gambar 3.32. Address-list IP Address IIX

Tahap selanjut nya pada gambar 3.33 , memasukkan list IP Address Game ke dalam address list. Jika menggunakan Winbox Address-list terdapat pada menu **IP >> Firewall >> Address-list** .

::: Games Dev	
◆ Games	103.29.164.0/22
◆ Games	103.29.184.0/22
◆ Games	110.232.64.0/19
◆ Games	116.212.96.0/21
◆ Games	117.103.48.0/20
◆ Games	122.102.48.0/21
◆ Games	122.144.0.0/21
◆ Games	175.103.32.0/19
◆ Games	180.178.96.0/20
◆ Games	202.12.75.0/24
◆ Games	202.158.252.0/24
◆ Games	202.162.192.0/19
◆ Games	202.169.32.0/19
◆ Games	202.43.116.0/23
◆ Games	202.43.160.0/19
◆ Games	202.69.96.0/20
◆ Games	202.70.132.0/22
◆ Games	202.78.192.0/20
◆ Games	202.93.16.0/20
◆ Games	202.94.80.0/24
◆ Games	203.1.25.0/24
◆ Games	203.116.0.0/15
◆ Games	203.153.60.0/23
◆ Games	203.89.146.0/23

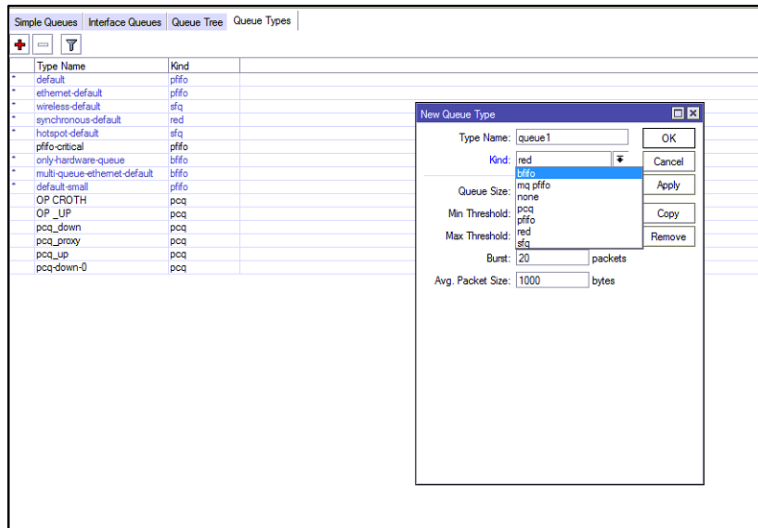
Gambar 3.33. Address-List Game

Tahap address-list sudah dilakukan jika dilihat keseluruhan terdapat beberapa list IP Address dari *Indonesia Internet eXchange (IIX)* dan list IP Address Game, selanjutnya mengkonfigurasi **Firewall mangle** yang berguna untuk menandai sebuah koneksi atau paket data, yang melewati router, masuk ke router, ataupun yang keluar dari router. Konfigurasi **Firewall Mangle** terdapat di menu **IP >> Firewall >> Mangle** atau dapat menggunakan **Terminal** (gambar 3.34).

```
Using nice.rsc from www.mikrotik.co.id, 28 January 2018 20:14:11 WIB, 2287 li...
[ryu777@SweetNET] > ip firewall mangle
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-connection chain=prerouting comment="Port Traffic" disabled=\
\... no dst-port=8291 in-interface=Local new-connection-mark=Mark-port \
\... passthrough=yes protocol=tcp src-address-list=Local
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-connection chain=prerouting disabled=no dst-port=21 \
\... in-interface=Local new-connection-mark=Mark-port passthrough=yes \
\... protocol=tcp src-address-list=Local
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-connection chain=prerouting disabled=no dst-port=22 \
\... in-interface=Local new-connection-mark=Mark-port passthrough=yes \
\... protocol=tcp src-address-list=Local
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=Mark-port disabled=no \
\... in-interface=Local new-packet-mark=upload-port passthrough=no
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-packet chain=postrouting connection-mark=Mark-port disabled=\
\... no new-packet-mark=download-port out-interface=Local passthrough=no
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-connection chain=prerouting comment="UDP Traffic" disabled=no \
\... dst-port=53 in-interface=Local new-connection-mark=Markcon-udp \
\... passthrough=yes protocol=udp src-address-list=Local
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=Markcon-udp disabled=\
\... no in-interface=Local new-packet-mark=Upload-UDP passthrough=no
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-packet chain=postrouting connection-mark=Markcon-udp \
\... disabled=no new-packet-mark=Download-UDP out-interface=Local \
\... passthrough=no
[ryu777@SweetNET] /ip firewall mangle> add action=mark-connection chain=prerouting comment="ICMP Traffic" disabled=\
```

Gambar 3.34. Konfigurasi IP Firewall Mangle

Jika IP Firewall Mangle telah di konfigurasi maka selanjutnya membuat **Queue Type**. Pada pembahasan ini menggunakan 3 tipe yaitu PCQ, SFQ, dan RED. Langkah awal membuat **Queue Type** dapat ke menu **Queues >> Queue Type** atau dapat menggunakan **Terminal** (gambar 3.35). Dapat memilih beberapa metode untuk teknik manajemen *bandwidth* Queue Tree.



Gambar 3.35. Queue Type

Jika **Queue Type** telah di konfigurasi maka selanjutnya menggunakan **Queue Type** dan **Firewall Mangle** tersebut untuk konfigurasi Queue Tree. Queue Tree adalah salah satu teknik untuk manajemen *bandwidth* pada Router Mikrotik. Untuk konfigurasi Queue Tree dapat ke menu **Queues >> Queue Tree** atau dapat menggunakan **Terminal** (gambar 3.36).

```

Terminal
[ryu777@SweetNET] /queue tree> export
# Feb/02/2018 15:18:52 by RouterOS 5.24
# software id = J3E6-P8FD
#
/queue tree
add burst-limit=0 burst-threshold=0 burst-time=0s disabled=yes limit-at=0 \
max-limit=100M name=ALL-DOWNLOAD packet-mark="" parent=global-out \
priority=8
add burst-limit=0 burst-threshold=0 burst-time=0s disabled=yes limit-at=0 \
max-limit=50M name=ALL-UPLOAD packet-mark="" parent=global-in priority=8
add burst-limit=0 burst-threshold=0 burst-time=0s disabled=yes limit-at=5M \
max-limit=100M name="Traffic DNS Down" packet-mark=Download-UDP parent=\
ALL-DOWNLOAD priority=3 queue=pcq_down
add burst-limit=0 burst-threshold=0 burst-time=0s disabled=yes limit-at=5M \
max-limit=100M name="Traffic ICMP Down" packet-mark=Down-ICMP parent=\
ALL-DOWNLOAD priority=3 queue=pcq_down
add burst-limit=0 burst-threshold=0 burst-time=0s disabled=yes limit-at=2M \
max-limit=100M name="Traffic IX Down" packet-mark=download-IX-con parent=\
ALL-DOWNLOAD priority=2 queue=pcq_down
add burst-limit=0 burst-threshold=0 burst-time=0s disabled=yes limit-at=2M \
max-limit=100M name="Traffic IIX Down" packet-mark=download-IIX-con \
parent=ALL-DOWNLOAD priority=2 queue=pcq_down
add burst-limit=0 burst-threshold=0 burst-time=0s disabled=yes limit-at=7M \
max-limit=100M name="Traffic Port Down" packet-mark=download-port parent=\
ALL-DOWNLOAD priority=3 queue=pcq_down
add burst-limit=0 burst-threshold=0 burst-time=0s disabled=yes limit-at=5M \
max-limit=100M name="Traffic Game Down" packet-mark=Download-Game parent=\

```

Gambar 3.36. Konfigurasi Queue Tree

Konfigurasi Queue Tree telah dilakukan untuk melihat tampilan susunan Queue Tree seperti gambar 3.37.

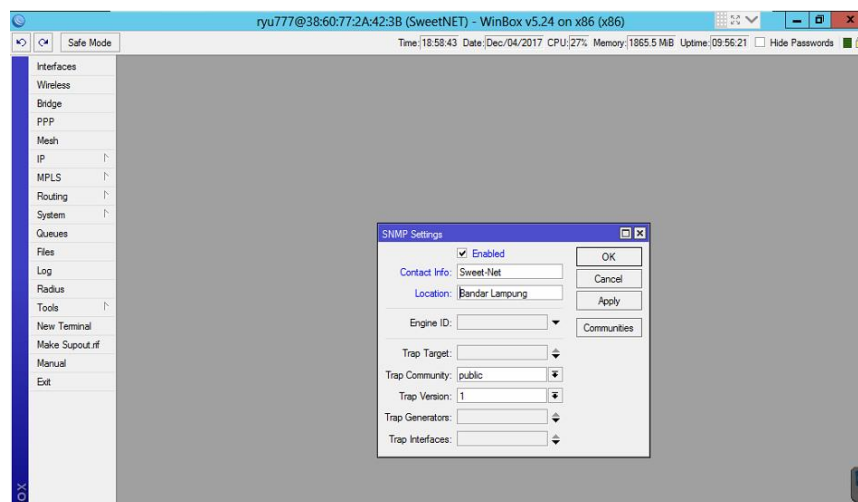
Name	Parent	Packet ...	Priority	Limit At 6...	Max Limit ...	Avg. R...	Bytes	Packets
ALL-DOWNLOAD	global-out		8		100M	97.1 M...	33.8 GiB	25 195 ...
Traffic Game Down	ALL-DOWNL...	Downlo...	1	5M	100M	0 bps	0 B	0
Traffic DNS Down	ALL-DOWNL...	Downlo...	2	5M	100M	7.5 kbps	681.5 ...	6 061
Traffic ICMP Down	ALL-DOWNL...	Downlo...	2	5M	100M	0 bps	0 B	0
Traffic Port Down	ALL-DOWNL...	downlo...	2	7M	100M	14.2 kb...	1658.7 ...	23 434
Traffic IX Down	ALL-DOWNL...	downlo...	3	2M	100M	96.1 M...	33.6 GiB	25 018 ...
Traffic IIX Down	ALL-DOWNL...	downlo...	4	2M	100M	1059.3 ...	197.3 ...	147 621
ALL-UPLOAD	global-in		8		50M	1877.2 ...	615.1 ...	13 770 ...
Traffic Game Up	ALL-UPLOAD	Upload...	1	7M	50M	0 bps	0 B	0
Traffic ICMP Up	ALL-UPLOAD	Up-ICMP	2	5M	50M	0 bps	0 B	0
Traffic Port Up	ALL-UPLOAD	upload...	2	7M	50M	127.5 k...	6.6 MB	30 137
Traffic DNS Up	ALL-UPLOAD	Upload...	2	5M	50M	3.2 kbps	385.0 ...	6 081
Traffic IX Up	ALL-UPLOAD	upload...	3	2M	50M	1728.3 ...	603.7 ...	13 656 ...
Traffic IIX Up	ALL-UPLOAD	upload...	4	2M	50M	18.0 kb...	4502.1 ...	77 467

Gambar 3.37. Tampilan Queue Tree

Pada gambar 3.37 merupakan tampilan akhir susunan manajemen *bandwidth* dengan metode PCQ,SFQ, dan RED menggunakan Queue Tree. Penjelasan untuk desain manajemen *bandwidth* Queue Tree di jelaskan pada gambar 3.7 dan gambar 3.8.

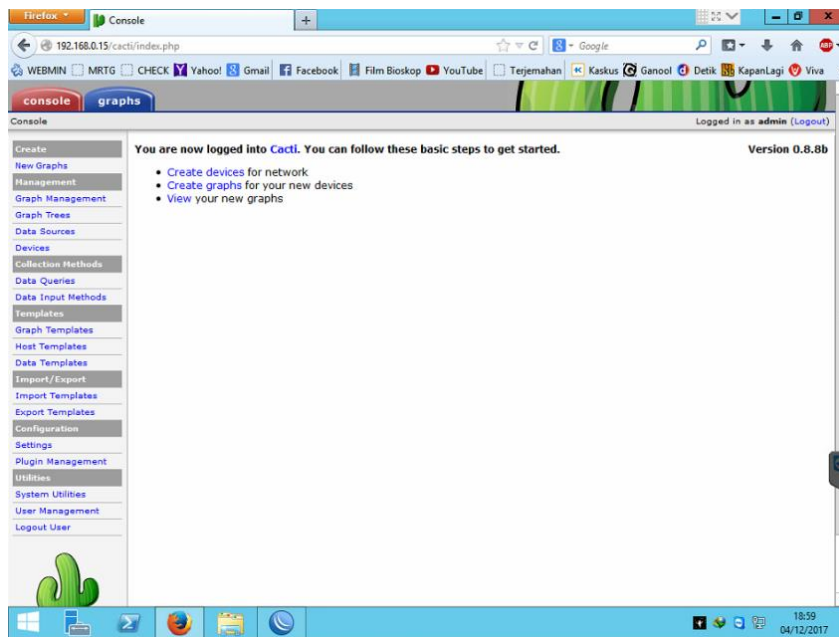
3.5.6. Konfigurasi Monitoring Software Cacti

Untuk mengkonfigurasi monitoring software Cacti langkah awal adalah mengaktifkan protocol SNMP pada Router Mikrotik. Langkah mengaktifkannya pada gambar 3.38 dengan cara mengklik **IP >> SNMP >> Checklist Enabled, Contact info : Sweet-Net, Location : Bandar Lampung >> OK.**



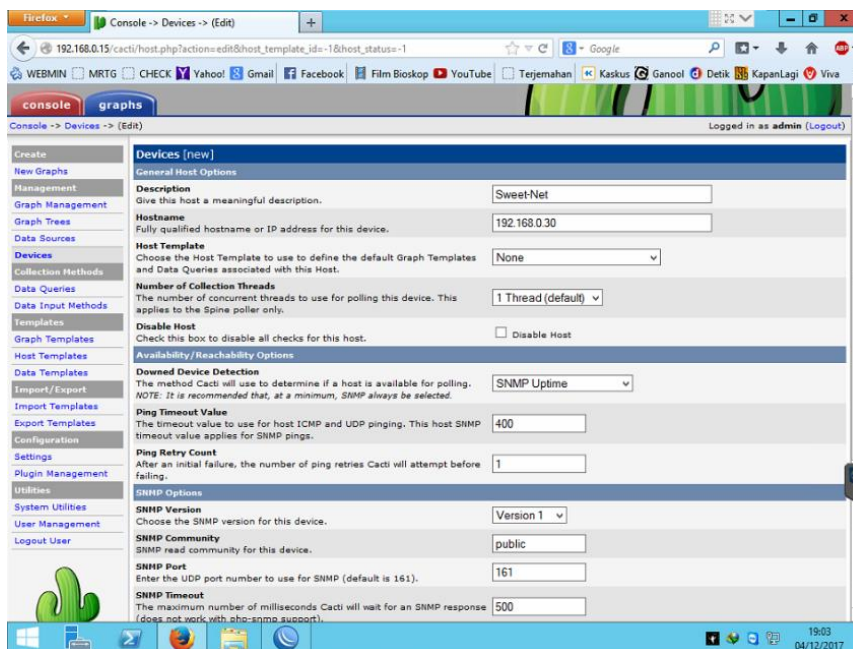
Gambar 3.38. Setting SNMP Router Mikrotik

Selanjutnya masuk ke *software* Cacti menggunakan browser dengan mengakses IP address Raspberry Pi <http://192.168.0.15/cacti> (gambar 3.39).



Gambar 3.39. Tampilan Sistem Cacti

Jika sudah masuk ke *software* Cacti, kemudian tambahkan device yang akan di monitoring seperti router Mikrotik yang akan di monitoring. Langkah menambahkan perangkat Router Mikrotik pada gambar 3.40 yaitu dengan menu pilihan pada sebelah kiri pilih **Device >> Add** .



Gambar 3.40. Add Device *Software* Cacti

Masukan **Description** nama perangkat Router Mikrotik, selanjutnya **Hostname** yaitu IP Address perangkat Router Mikrotik. Langkah selanjutnya tambahkan **Add Data Query** yaitu interface yang akan dimonitoring seperti gambar 3.41 jika sudah klik **Save**.

Associated Graph Templates	
Graph Template Name	Status
No associated graph templates.	
Add Graph Template: Cisco - CPU Usage	Add

Associated Data Queries			
Data Query Name	Debugging	Re-Index Method	Status
No associated data queries.			
Add Data Query: SNMP - Interface Statistics		Re-index Method: Uptime Goes Backwards	Add

Return Save

Gambar 3.41. Tambah Interface Statistics

Jika sukses bagian atas terdapat pemberitahuan **Save Successfully** dan terdapat beberapa data tentang perangkat yang akan di monitoring menggunakan *software Cacti* (gambar 3.42)

Console -> Devices -> (Edit)

192.168.22.2/cacti/host.php?action=edit&id=3

console graphs monitor thold

Console -> Devices -> (Edit)

Create
New Graphs
Management
Graph Management
Graph Trees
Data Sources
Devices
Notification Lists
Thresholds
Collection Methods
Data Queries

Sweet-Net (192.168.0.30)

SNMP Information
System: RouterOS x86
Uptime: 296100 (0 days, 0 hours, 39 minutes)
Hostname: SweetNet
Location: Bandar Lampung
Contact: Sweet-Net

Devices [edit: Sweet-Net]

General Host Options

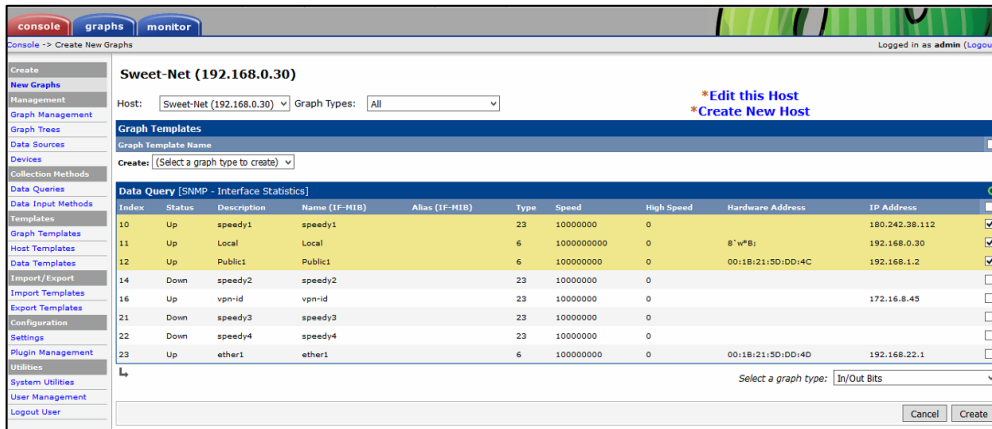
Description: Give this host a meaningful description. Sweet-Net

Hostname: Fully qualified hostname or IP address for this device. 192.168.0.30

*Create Graphs for this Host
*Data Source List
*Graph List

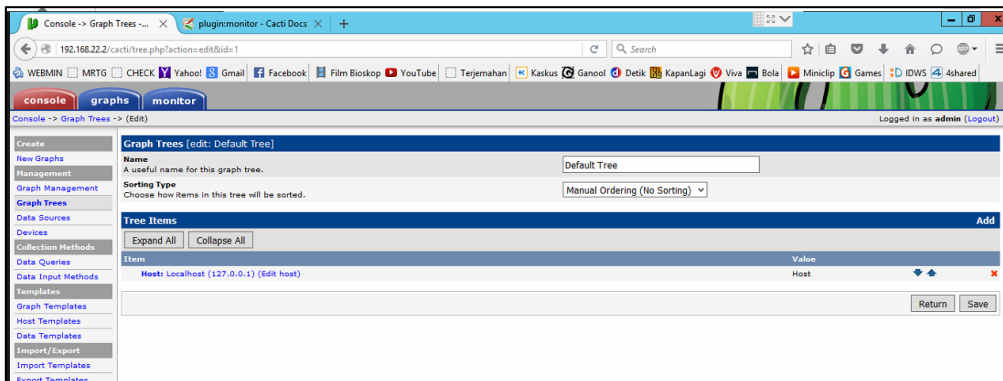
Gambar 3.42. Save Successfully

Tahap selanjutnya yaitu **Create Graph For This Host** untuk memilih interface perangkat yang akan di pilih, jika sudah dipilih klik **Create** (gambar 3.43).



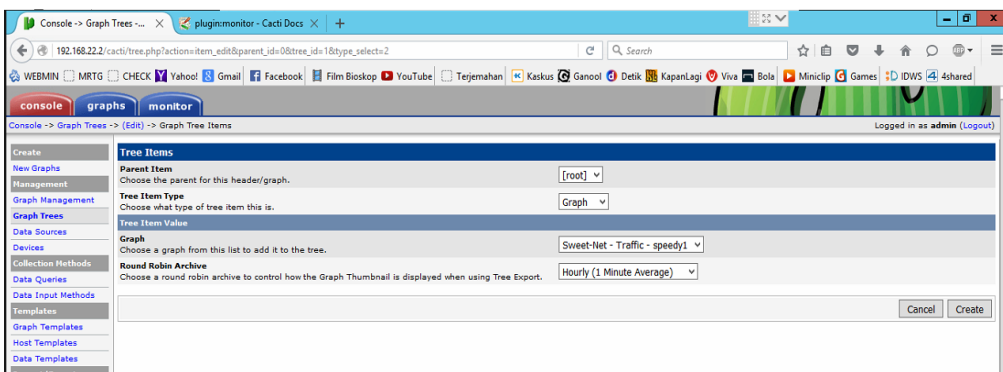
Gambar 3.43. Create Host Interface

Pada bagian menu sebelah kiri terdapat **Graph Trees** yang berguna untuk menampilkan grafik seperti graph untuk monitoring traffic jaringan. Pilih **Default Tree** klik **Add** kembali (gambar 3.44).



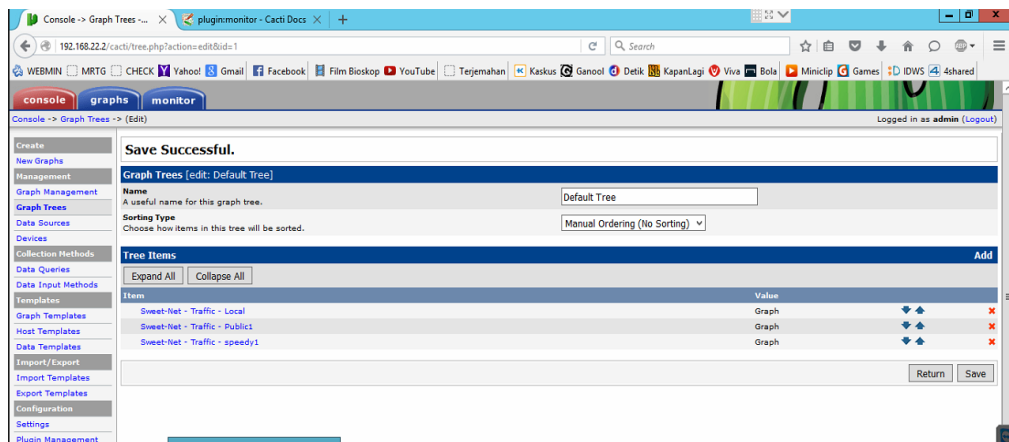
Gambar 3.44. Add Graph Trees

Pada gambar 3.45 bagian **Tree Item Type** dirubah menjadi **Graph** dan **Graph** dirubah menjadi interface yang akan dimonitoring.



Gambar 3.45. Tree Items

Sampai seperti gambar 3.46 lakukan penyimpanan dengan klik **Save** dan langkah untuk monitoring *Software Cacti* selesai.



Gambar 3.46. Save Graph Trees