

Penerapan *Fault Management* Untuk *Network Management System (NMS)* Berbasis *Open Source* Pada *World Wide Interoperability For Microwave Access (WiMAX)*

M. Komarudin¹, Wahyu Eko Sulistiono¹, Hery Dian Septama¹

1. Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl.Prof.Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

Abstrak—Agar memudahkan pengguna dalam memonitoring jaringan WiMAX dan perangkat-perangkatnya perlu dikembangkan sebuah aplikasi *Network Management System (NMS)*. *Network Management* adalah sebuah layanan yang menggunakan alat, aplikasi dan perangkat yang digunakan untuk membantu manusia dalam mengatur dan mengamati jaringan. Model *Network Management* yang ditetapkan ISO merupakan model utama dalam manajemen jaringan. Model ini mencakup 5 (lima) area konseptual yaitu *Fault Management*, *Configuration Management*, *Accounting Management*, *Performance Management* dan *Security Management (FCAPS)*. Fungsi *Fault Management* adalah untuk mendeteksi, mencatat, memberitahu pengguna, dan memperbaiki kesalahan jika memungkinkan. *OpenNMS* adalah sebuah aplikasi *NMS* open source yang bisa dimodifikasi untuk dapat menerapkan standar *Fault Management* untuk jaringan WiMAX. Jaringan WiMAX yang dimonitoring disimulasikan dengan *Net-SNMP* memanfaatkan *OID* dari *MIB IEEE 802.16f*. Dari hasil modifikasi dan pengujian pada *OpenNMS*, dapat disimpulkan bahwa *OpenNMS* mampu menerapkan kriteria *Fault Management* dengan baik untuk jaringan WiMAX kecuali kriteria *Fault Correction* dan *Network Recovery* masih belum bisa diimplementasikan karena *SNMP* agen yang belum bisa dikompilasi seluruhnya.

Kata kunci : WiMAX, MIB, *Network Management System (NMS)*, *Fault Management*, *SNMP*, *OpenNMS*.

Abstract—*Network Management System (NMS)* is an application that is used to monitor *WiMAX Network and Services*. The *Network Management model* that issued by ISO is the main model that consists of 5 (five) concepts: *Fault Management*, *Configuration Management*, *Accounting*¹

Management, *Performance Management* and *Security Management (FCAPS)*. The function of *Fault Management* is to detect, record, notify, and possibly to repair faults in order to maintain the effective network. *OpenNMS* is an open source *NMS* application which can be modified to be a *Fault Management* application which is a standard for *WiMAX* network. The *WiMAX* network monitoring is simulated with *Net-SNMP* using the *OID* from *MIB IEEE 802.16f*. The result suggests *OpenNMS* is applicable to manage faults.

Keywords: WiMAX, MIB, *Network Management System (NMS)*, *Fault Management*, *SNMP*, *OpenNMS*

A. Pendahuluan

World Wide Interoperability for Microwave Acces (WiMAX) merupakan jaringan komunikasi nirkable yang distandarisasikan berdasarkan **IEEE 802.16**. Sebagaimana jaringan komunikasi pada umumnya, jaringan WiMAX yang telah dibangun tentu saja memerlukan sistem pengelolaan agar tetap bekerja sebagaimana mestinya. Untuk memudahkan pengguna atau *administrator* dalam mengatur dan memonitor jaringan WiMAX dan perangkat-perangkatnya perlu dikembangkan sebuah aplikasi *Network Management System (NMS)*. Aplikasi *Network Management System (NMS)* berdasarkan *International Standards Organization (ISO)* memiliki lima kriteria utama yaitu *performance management*, *accounting management*, *configuration management*, *fault management* dan *security management* [1]. *Network Management* adalah sebuah layanan yang menggunakan alat, aplikasi dan perangkat yang digunakan untuk membantu manusia dalam mengatur dan mengamati jaringan [2]. Dengan

Naskah ini diterima pada tanggal 25 September 2008, direvisi pada tanggal 5 Nopember 2008 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 1 Desember 2008

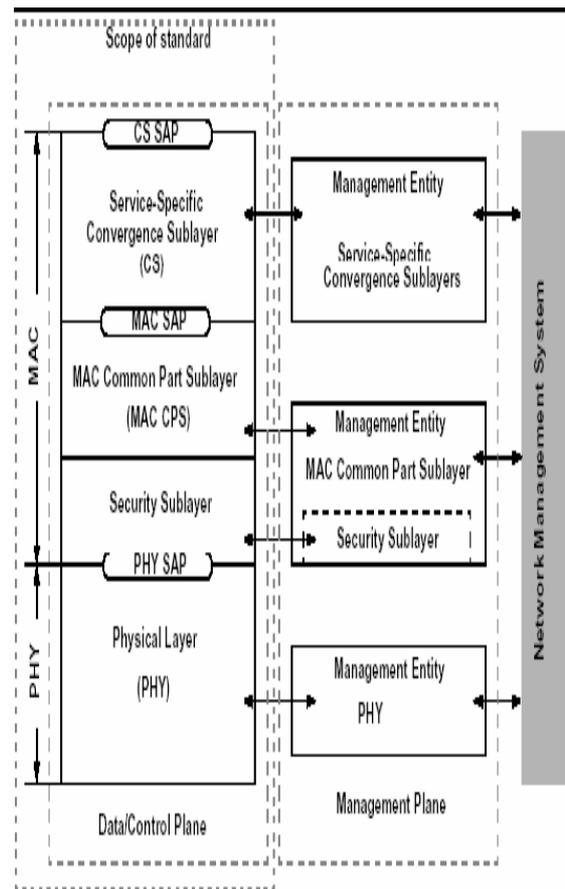
menggunakan alat *Network Management System (NMS)* yang tepat akan sangat memudahkan pekerjaan seorang *administrator* atau pengguna dalam memantau dan merawat jaringan di lingkungannya.

Pengembangan NMS di Indonesia dilakukan dengan melibatkan pemerintah, swasta dan akademisi dimana Unila bersama-sama ITB berperan aktif didalam pengembangannya. Tulisan ini membahas kriteria yang umumnya ada pada setiap NMS yaitu *fault management*, penerapan *Fault Management* pada sebuah *Network Management System (NMS)* yang bisa digunakan serta simulasi proses monitoring perangkat dan jaringan berbasis WiMAX

B. Teori Dasar

WiMAX adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan standar dan implementasi yang mampu beroperasi berdasarkan jaringan nirkabel **IEEE 802.16**, seperti WiFi yang beroperasi berdasarkan standar *Wireless LAN IEEE 802.11*. Namun, dalam implementasinya WiMAX sangat berbeda dengan WiFi. Dengan model *OSI Layer*, WiFi adalah standar pada lapis kedua di mana *Media Access Control (MAC)* menggunakan metode akses kompetisi, yaitu di mana beberapa terminal secara bersamaan memperebutkan akses. Sedangkan MAC pada WiMAX menggunakan metode akses yang berbasis algoritma penjadwalan (*scheduling algorithm*). Dengan metode akses kompetisi, layanan seperti *Voice over IP* atau IPTV yang tergantung kepada Kualitas Layanan (*Quality of Service*) yang stabil menjadi kurang baik. Sedangkan pada WiMAX, yang menggunakan algoritma penjadwalan, bila setelah sebuah terminal mendapat garansi untuk memperoleh sejumlah sumber daya (seperti *timeslot*), maka jaringan nirkabel akan terus memberikan sumber daya ini selama terminal membutuhkannya.

MAC WiMAX terdiri atas tiga *sublayer*. *Service-Specific Convergence Sublayer (CS)* menyediakan semua transformasi dan *mapping* dari data eksternal, diterima melalui *CS service access point (SAP)*, kepada MAC SDUs diterima oleh MAC *Common Part Sublayer (CPS)* melalui MAC SAP. MAC CPS menyediakan inti fungsi MAC dari sistem akses, alokasi *bandwidth*, membuat koneksi, dan memelihara koneksi. MAC juga terdiri atas *sublayer* keamanan yang menyediakan autentifikasi, pertukaran kunci dengan aman, dan enkripsi. Data *PHY control*, dan statistik di transfer di antara MAC CPS dan PHY, melalui PHY SAP.



Gambar 1. Layer Protokol Standar IEEE 802.16 [3]

Management Information Base (MIB)

MIB atau *Management Information Base*, dapat dikatakan sebagai struktur basis data variabel dari elemen jaringan yang dikelola. Struktur objek ini bersifat hierarki dan memiliki aturan sedemikian rupa sehingga informasi setiap variabel dapat dikelola atau ditetapkan dengan mudah. *Management Information Base (MIB)* WiMAX untuk BS dan SS didefinisikan dalam dua modul MIB ASN.1 yaitu *wmanIfMib* dan *wmanDevMib*.

Simple Network Management Protocol (SNMP)

SNMP mendefinisikan protokol untuk pertukaran informasi manajemen, SNMP juga mendefinisikan format untuk merepresentasikan informasi manajemen dan kerangka kerja untuk mengorganisasikan sistem distribusi ke dalam sistem manajemen dan pengaturan *agen*

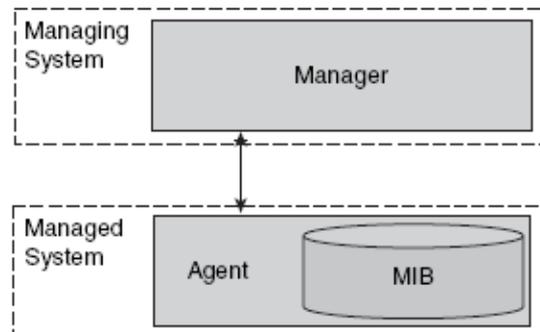
Network Management System (NMS)

Network Management adalah sebuah layanan yang menggunakan alat, aplikasi dan perangkat yang digunakan untuk membantu manusia dalam mengatur dan mengamati jaringan [2]. Model *Network Management* yang ditetapkan ISO merupakan model utama yang digunakan untuk memahami fungsi-fungsi utama dari sistem manajemen jaringan. Model ini mencakup 5 (lima) area konseptual yaitu *Fault Management*, *Configuration Management*, *Accounting Management*, *Performance Management* dan *Security Management* (FCAPS).

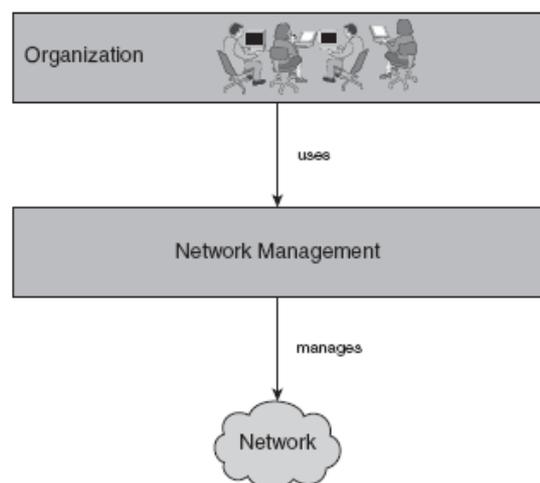
OpenNMS sebagai Network Management System

OpenNMS ialah sebuah alat manajemen jaringan berbasis *open source* skala enterprise. OpenNMS membantu seorang administrator jaringan untuk memantau layanan yang terganggu pada peralatan atau perangkat di sisi *remote* (jauh) dan

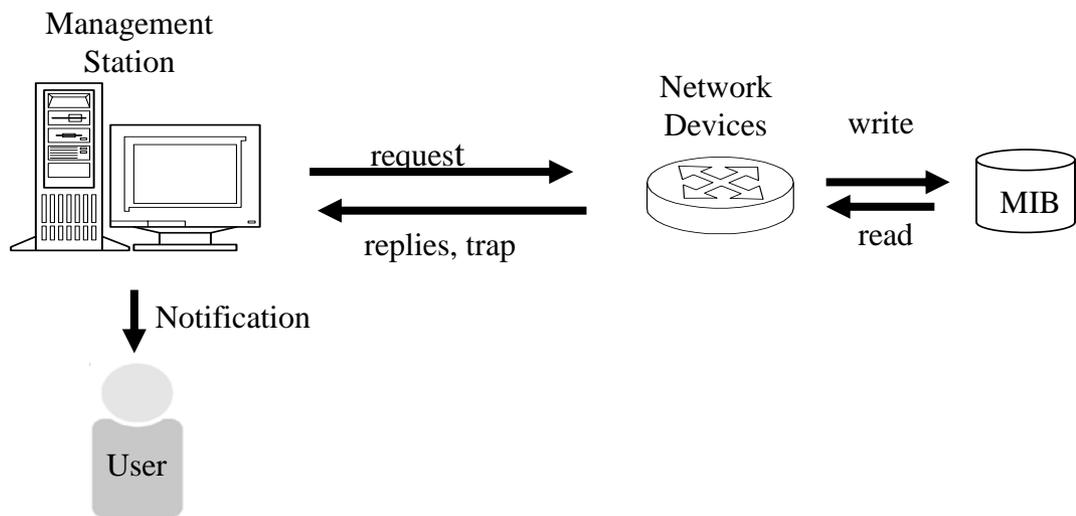
mengumpulkan informasi dari simpul perangkat *remote* tersebut dengan menggunakan SNMP. OpenNMS menyediakan. OpenNMS ditulis dalam bahasa JAVA namun, konfigurasi data tersedia secara langsung lewat data *extensible markup language* (XML). Satu hal yang cukup penting ialah OpenNMS mampu bekerja pada sistem bertingkat (hierarkikal) dan mampu untuk memonitoring beberapa *service/layanan* seperti ICMP, SNMP, FTP, HTTP, SMTP, DNS, Router TCP, Sybase (TCP), MySQL, Postgres, Oracle (TCP), DHCP, MS Exchange, IMAP, POP3 dan lain-lain [4].



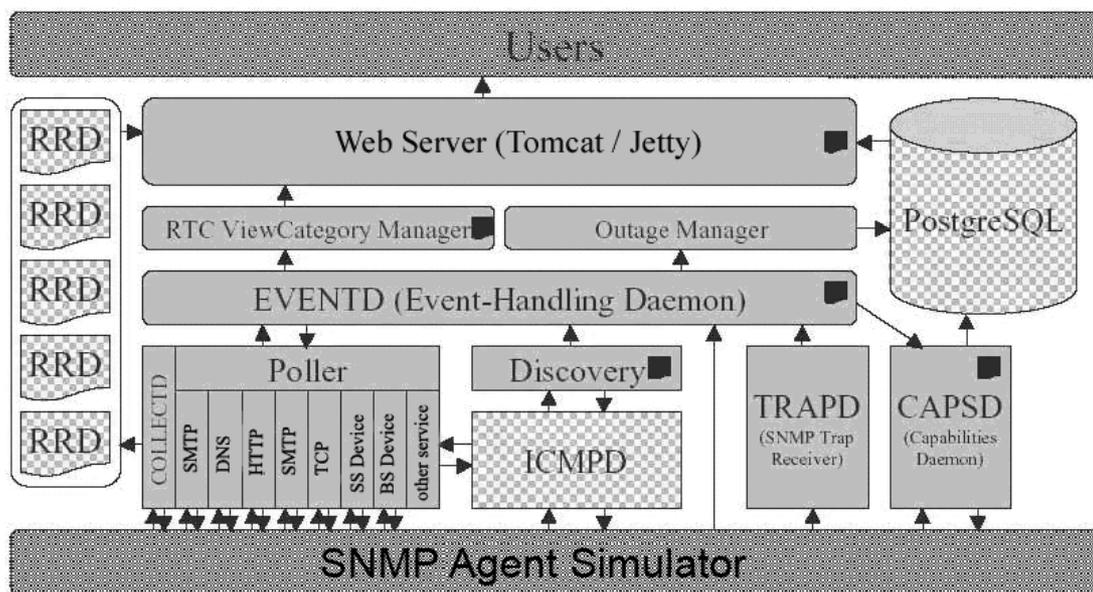
Gambar 2. Referensi diagram agen dan manager SNMP



Gambar 3. Aturan/Role dari manajemen jaringan



Gambar 4. Blok Diagram kerja *Fault management* pada jaringan



Gambar 5. Blok Diagram OpenNMS

C. Metoda Penelitian

Sistem NMS yang digunakan adalah yang berbasis *open source* yaitu OpenNMS [4]. Adapun Blok diagram sistem NMS ini adalah seperti yang digambarkan pada Gambar 5.

Pada dasarnya jaringan yang menggunakan teknologi WiMAX memiliki kebutuhan

fault management yang sama seperti pada kriteria *fault management* yang distandardisasi oleh *International Standard Organization (ISO). Network Management System (NMS)* yang menerapkan *fault management* harus mampu untuk melakukan kriteria seperti Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Tabel kriteria *FaultManagement* jaringan OSI

Fault Management
Fault detection
Fault Correction
Fault Isolation
Network recovery
Alarm handling
Alarm filtering
Alarm generation
Clear correlation
Diagnostic test
Error logging
Error handling
Error statistics

Selanjutnya Tabel 3.1 akan disesuaikan dengan standar MIB WiMAX pada IEEE 802.16f yang berisikan informasi apa saja yang diperlukan oleh sebuah *Base Station* (BS) dan *Subscriber Station* (SS). Dari standar tersebut akan diambil beberapa informasi yang berkaitan dengan proses *fault management*. Informasi tersebut selanjutnya akan digunakan saat melakukan modifikasi pada OpenNMS.

Dalam modifikasi Sistem Manajemen Jaringan ini akan digunakan sistem operasi berbasis Linux yaitu Ubuntu versi 7.10. Untuk menjalankan OpenNMS, akan digunakan J2SDK dan Jetty *webserver* serta *database* Postgre SQL. Untuk melakukan modifikasi pada OpenNMS digunakan aplikasi Netbeans sebagai editor. Semua aplikasi yang digunakan adalah aplikasi *opensource* berlisensi *General Public Licence* (GPL). *SNMP agent simulator* digunakan untuk mensimulasi perangkat BS dan SS WiMAX. Untuk *Management Information Base* (MIB) menggunakan standar IEEE 802.16f WMAN-DEV-MIB dan WMAN-IF-MIB untuk mensimulasikan BS dan SS. *SNMP agent simulator* yang digunakan yaitu paket perangkat lunak Net-SNMP yang biasanya sudah didistribusikan

bersama dengan sistem operasi Linux dan akan dilakukan konfigurasi menyesuaikan perangkat WiMAX yang disimulasikan. Modifikasi yang dilakukan meliputi proses OpenNMS mampu menemukan keberadaan layanan BS atau SS WiMAX dan penerapan kriteria *fault management* untuk jaringan WiMAX tersebut.

Setelah semua sistem dibuat, akan dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan mengikuti standard ISO mengenai manajemen jaringan namun dari 5 (lima) kriteria hanya proses *Fault Management* yang akan implementasikan dan diuji. Dengan melakukan uji setiap fungsi seperti Tabel 1 diatas, peneliti dapat dengan mudah melokalisasi permasalahan yang terjadi dan dapat segera dilakukan upaya perbaikan. Dengan demikian bisa dilihat apakah OpenNMS mampu memenuhi kriteria tersebut.

Discovery Network

Discovery adalah proses awal dari rangkaian proses OpenNMS dalam mendeteksi keberadaan layanan dan perangkat pada jaringan. Proses pencarian layanan dan perangkat jaringan tersebut menggunakan protokol TCP/IP, mengingat jaringan sekarang merupakan jaringan berbasis IP. Setiap layanan dikelompokkan apakah berasal dari IP yang sama, sebuah atau sekelompok layanan atau *interface* dari sebuah alamat IP yang sama disebut sebagai satu buah "*node*". Semua proses *discovery* diatur oleh sebuah file yaitu *discovery-configuration.xml* yang terletak di direktori `/etc/opennms/`. *Discovery* bekerja dengan protokol ICMP dengan mengirimkan paket PING ke IP yang sudah spesifik ditentukan atau lewat sebuah *range* IP yang ingin ditemukan.

Proses Probing/Capabilities

Proses *discovery* akan menghasilkan sebuah *node* berdasarkan IP, selanjutnya diperlukan sebuah *daemon* yang bertugas

untuk menemukan layanan apa saja yang disediakan oleh *node* tersebut. Hal ini dilakukan oleh `capd-daemon` yang dikontrol oleh file `capd-configuration.xml`. `Capd daemon` akan melakukan pendeteksian setiap *node* untuk melihat apakah ada layanan/servis baru yang ditambahkan. Rentang waktu pendeteksian dikontrol oleh parameter ini, secara *default* ialah setiap 24 jam (dalam milidetik) meskipun di *web user interface* ada kemampuan untuk *force rescans*. OpenNMS akan melakukan pengujian *node* terhadap layanan yang dijalankan oleh *node* tersebut dengan memakai sekumpulan protokol. Pada dasarnya protokol yang dijalankan menggunakan koneksi protokol TCP tetapi ada juga protokol yang tidak menggunakan koneksi TCP.

Polling

Ada dua cara bagaimana OpenNMS mengumpulkan data tentang keadaan jaringan. Cara pertama dengan *Polling*. Proses yang disebut monitoring menghubungkan sumber daya jaringan dan melakukan sebuah pengujian sederhana untuk melihat apakah sumber daya jaringan itu merespon dengan benar. Jika tidak, sebuah *event* akan dibuat. Cara yang kedua ialah menggunakan *collector*. Namun, *collector* hanya untuk data SNMP. Ide dasar dari mekanisme *polling* dimulai dengan mengelompokkan perangkat pada jaringan dalam sebuah *packages* (paket). Setiap paket mungkin berisi bermacam-macam layanan dan bagaimana layanan tersebut di-*polling* (misalkan frekuensi pengambilan layanan itu). Sebagai tambahan, layanan mungkin akan mengalami kegagalan fungsi (*outages*) yang bisa dideteksi dan setiap paket memiliki caranya sendiri sebagai *downtime model* untuk bisa dideteksi oleh *poller* bahwa layanannya sedang *down*. *Poller* hanya bisa bekerja pada *interface* dan layanan yang sebelumnya sudah

ditemukan atau dideteksi oleh `capd daemon` pada proses *discovery*.

Data Collecting

Seperti telah dijelaskan sebelumnya untuk mengumpulkan data tentang keadaan jaringan, OpenNMS menggunakan dua cara yaitu mekanisme *poller* dan menggunakan *collector*. Namun mekanisme pengumpulan data menggunakan *collector* hanya bisa digunakan untuk mengumpulkan data SNMP.

Untuk mendapatkan data SNMP sepertinya merupakan proses pengumpulan data yang paling sulit untuk dilakukan oleh OpenNMS. Ada banyak hal yang dilibatkan dalam pengumpulan data SNMP yaitu :

1. `snmp-config.xml` : Untuk setiap *interface*, sebuah *community string* yang sah harus ada di file ini. *Community string* semacam *password* yang digunakan untuk dapat mengakses data SNMP.
2. `Capd` : Selama proses *discovery*, `capd daemon` seharusnya bisa untuk mengakses informasi layanan SNMP pada sebuah *interface* dan bisa mendapatkan informasi paling tidak alamat IP pada `ifIndex`.
3. `collectd-configuration.xml` : Seperti pada konfigurasi `poller-configuration.xml`, sebuah *interface* dipetakan ke dalam sebuah paket untuk memudahkan proses pengumpulan data. Jika SNMP pada *interface* itu ingin dikumpulkan maka paket itu harus disertakan juga dikonfigurasi file ini.

D. Hasil Dan Pembahasan

Selain proses *event* yang dibuat secara internal oleh OpenNMS berdasarkan kerja *polling* OpenNMS yang secara periodik mengumpulkan kondisi jaringan, *Fault*

management juga bisa memanfaatkan *SNMP Trap*. Berbeda dengan *SNMP Get* dan *Set* yang menggunakan *port default* 161, *SNMP trap* menggunakan protokol *UDP port* 162. *SNMP Trap* bersifat komunikasi satu arah dari sebuah *node* ke *NMS*, isinya pemberitahuan mengenai perubahan yang terjadi pada *node* tanpa diminta oleh *NMS*. Sebuah *node* bisa dikonfigurasi untuk mengirimkan sebuah

pesan *SNMP Trap* pada *OpenNMS* apabila mengalami perubahan. Tanpa diminta atau ditemukan oleh *OpenNMS*, *node* akan mengirimkan pesan *SNMP Trap* ke *OpenNMS*, selanjutnya *trap* ini diolah oleh *OpenNMS* berdasarkan konfigurasi *eventconf.xml*. Untuk mensimulasikan pengiriman sebuah *trap* maka kita bisa menggunakan *query* berikut :

```
snmptrap -v 1 -c public 192.168.1.55
.1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.0 "" 6 2 ""
```

Keterangan :

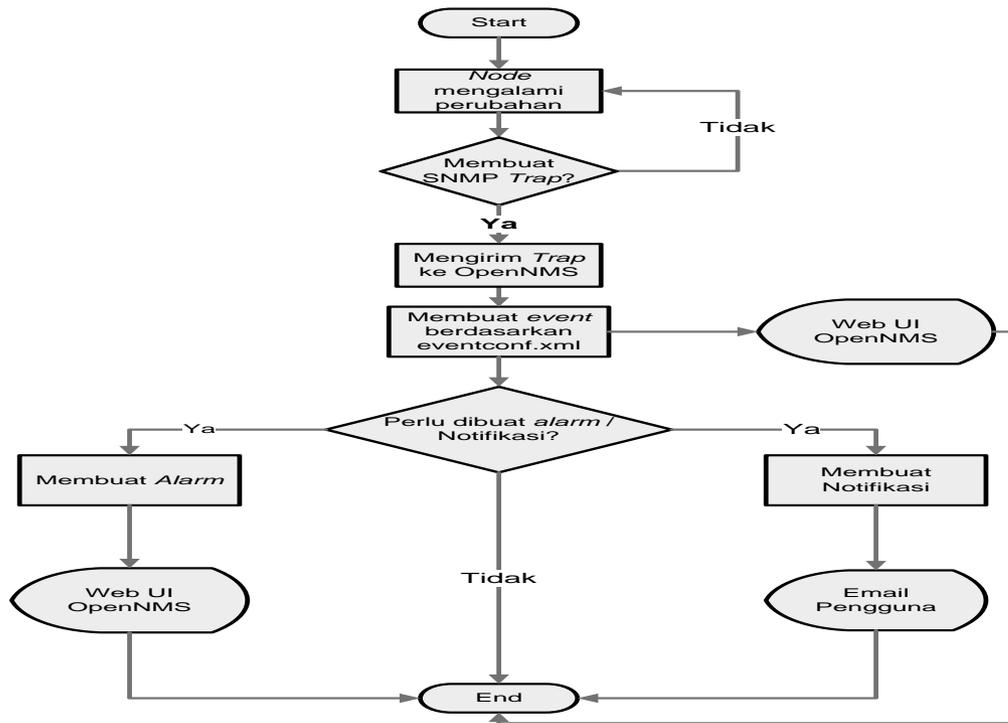
1. *snmptrap* = perintah untuk menjalankan *trap snmp*
2. *-v 1 -c* = versi protokol *snmp* yang digunakan
3. *192.168.1.55* = alamat *IP server OpenNMS*
4. *.1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.0 "" 6 2 ""* = *OID* spesifik *trap*

Agar memudahkan dalam pengujian *trap* untuk beberapa *OID* yang sudah dikonfigurasi maka dibuat sebuah *shell script* yang disimpan dengan nama *sendtrap.sh* di komputer *snmp agent simulator*. Berikut isi *shell script* *sendtrap.sh* yang dimaksud :

```
#!/bin/bash
echo "Sending Traps To opennms on ip $1 ....."
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.0 "" 6 5 ""
.1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.1.1.1 "19:19:19:19:19:19" .1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.1.1.8 i 1
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.0.8802.16.1.1.1.2.2.0 "" 6 1 ""
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.0.8802.16.1.1.1.2.2.0 "" 6 2 ""
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.0 "" 6 2 ""
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.0 "" 6 3 ""
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.0 "" 6 1 ""
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.3.6.1.4.1.343.1.1.1.2.0 "" 6 1 ""
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.3.6.1.4.1.343.1.1.1.2.0 "" 6 2 ""
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.3.6.1.4.1.343.1.1.1.2.0 "" 6 3 ""
./snmptrap -v 1 -c public $1 .1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.0 "" 6 4 ""
.1.3.6.1.2.1.10.184.1.1.4.2.1.1.1 s "19:19:19:19:19:19"
echo "Sending Traps to ip $1 DONE!"
```

File tersebut disimpan di direktori `:/usr/local/snmp/bin`. Kemudian untuk menjalankan *script* tersebut dilakukan dengan perintah berikut :

```
root@wimaxunila:/usr/local/snmp/bin# ./sendtrap.sh 192.168.1.55
Sending Traps To opennms on ip 192.168.1.55 .....
```



Gambar 6. Diagram alir proses *fault management* dari SNMP Trap

openNMS® Event List
User: admin (Notices On) - Log out
2008 Jun 22 16:29 WIT

Node List Search Outages Path Outages Dashboard Events Alarms Notifications Assets Reports Charts Surveillance Map Admin Help

Home / Events / List
View all events Advanced Search Severity Legend Acknowledge entire search

Event Text: Time: Any

Results: (1-10 of 24)
Search constraints: Event(s) outstanding [-]

Legend	1	2	3	Next	Last		
Ack	ID	Severity	Time	Node	Interface	Service	Ackd
<input type="checkbox"/>	18969	Warning [+] [-]	08/06/22 16:11:42 [-] [>]	chosen.unila.ac.id [+] [-]	192.168.1.212 [+] [-]		
uei.opennms.org/vendor/WIMAX/traps/wmanIfBsSsPkmFail [+] [-] Edit notifications for event							
WIMAX Event: wmanIfBsSsPkmFail .							
<input type="checkbox"/>	18968	Indeterminate [+] [-]	08/06/22 16:11:42 [-] [>]	chosen.unila.ac.id [+] [-]	192.168.1.212 [+] [-]		
uei.opennms.org/vendor/intel/traps/EnterpriseDefault [+] [-] Edit notifications for event							
Received unformatted enterprise event (enterprise:1.3.6.1.4.1.343.1.1.1.2.0 generic:6 specific:3). 0 args:							
<input type="checkbox"/>	18967	Indeterminate [+] [-]	08/06/22 16:11:42 [-] [>]	chosen.unila.ac.id [+] [-]	192.168.1.212 [+] [-]		
uei.opennms.org/vendor/intel/traps/EnterpriseDefault [+] [-] Edit notifications for event							
Received unformatted enterprise event (enterprise:1.3.6.1.4.1.343.1.1.1.2.0 generic:6 specific:2). 0 args:							
<input type="checkbox"/>	18966	Indeterminate [+] [-]	08/06/22 16:11:42 [-] [>]	chosen.unila.ac.id [+] [-]	192.168.1.212 [+] [-]		
uei.opennms.org/vendor/intel/traps/EnterpriseDefault [+] [-] Edit notifications for event							
Received unformatted enterprise event (enterprise:1.3.6.1.4.1.343.1.1.1.2.0 generic:6 specific:1). 0 args:							
<input type="checkbox"/>	18965	Major [+] [-]	08/06/22 16:11:41 [-] [>]	chosen.unila.ac.id [+] [-]	192.168.1.212 [+] [-]		
uei.opennms.org/vendor/WIMAX/traps/wmanIfBsSsStatusNotification [+] [-] Edit notifications for event							
WIMAX Event: wmanIfBsSsStatusNotification .							

Gambar 7. Tampilan *event* pada OpenNMS

The screenshot shows the OpenNMS Alarm List interface. At the top, there is a navigation bar with the OpenNMS logo and user information: 'User: admin (Notices On) - Log out' and '2008 Jun 22 16:32 WIT'. Below the navigation bar, there are links for 'Node List', 'Search', 'Outages', 'Path Outages', 'Dashboard', 'Events', 'Alarms', 'Notifications', 'Assets', 'Reports', 'Charts', 'Surveillance', 'Map', 'Admin', and 'Help'. The main content area is titled 'Home / Alarms / List' and includes a search bar for 'Alarm Text' and 'Time'. Below the search bar, it shows 'Results: (1-5 of 5)' and 'Search constraints: alarm is outstanding [-]'. A legend is visible on the right side. The main part of the interface is a table with the following columns: 'Ack', 'ID Severity', 'Node Interface Service', 'Count', 'Last Event Time First Event Time', and 'Log Msg'. The table contains four rows of alarm data.

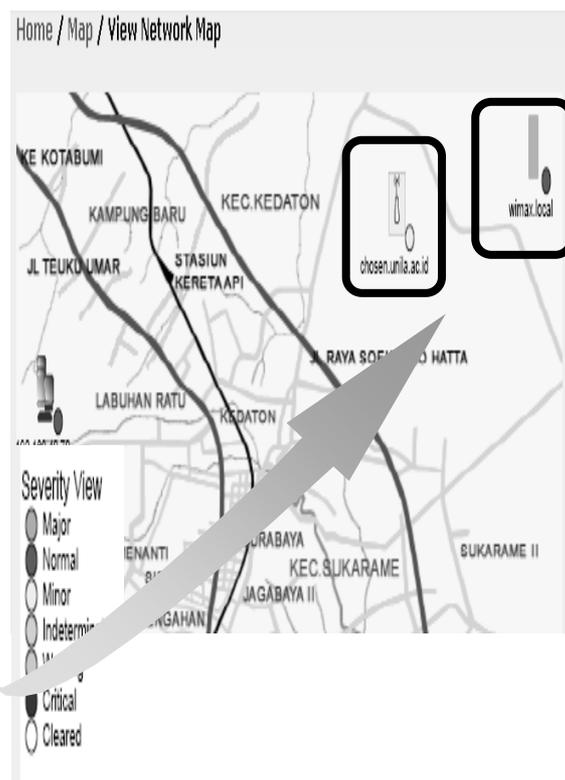
Ack	ID Severity	Node Interface Service	Count	Last Event Time First Event Time	Log Msg
<input type="checkbox"/>	12961 UEI [+] [-] Sev. [+] [-]	chosen.unila.ac.id [+] [-] 192.168.1.212 [+] [-]	8	08/06/22 16:11:42 [<] [>] 08/06/22 00:25:07 [<] [>]	WIMAX Event: wmanIfBsSsPkmFail .
<input type="checkbox"/>	12960 UEI [+] [-] Sev. [+] [-]	chosen.unila.ac.id [+] [-] 192.168.1.212 [+] [-]	8	08/06/22 16:11:41 [<] [>] 08/06/22 00:25:06 [<] [>]	WIMAX Event: wmanIfBsSsStatusNotification .
<input type="checkbox"/>	12959 UEI [+] [-] Sev. [+] [-]	chosen.unila.ac.id [+] [-] 192.168.1.212 [+] [-]	8	08/06/22 16:11:41 [<] [>] 08/06/22 00:25:06 [<] [>]	WIMAX Event: wmanIfBsSsRssiStatusChange .
<input type="checkbox"/>	12958 UEI [+] [-] Sev. [+] [-]	chosen.unila.ac.id [+] [-] 192.168.1.212 [+] [-]	8	08/06/22 16:11:41 [<] [>] 08/06/22 00:25:06 [<] [>]	WIMAX Event: wmanIfBsSsDynamicServiceFail .

Gambar 8. Tampilan alarm OpenNMS

The screenshot shows an email inbox from Gmail. The top navigation bar includes 'Gmail', 'Calendar', 'Documents', 'Photos', 'Reader', 'Web', and 'more'. The user's email address is 'herydians@gmail.com'. The search bar contains 'Search Mail' and 'Search the Web'. The main content area shows a list of emails. The first email is from 'opennms' with the subject 'Notice #718 about BsSs register status - 718 events : BsSs register status 19' and a time of '3:24 pm'. Other emails include 'Notice #719 about wmanDevBsEvent', 'Notice #723 about wman BSSS Status Notification', 'Notice #721 about wman Dynamic service Fail', 'Notice #724 about PKM FAILED', 'Notice #717 about wmanDevBsEvent', 'Notice #714 about wmanDevBsEvent', 'RESOLVED: Notice #626: HTTP down on www.unila.ac.id (192.168.1.1) on node www.', 'Notice #626: HTTP down on www.unila.ac.id (192.168.1.1) on node www.', 'RESOLVED: Notice #625: HTTP down on www.unila.ac.id (192.168.1.1) on node www.', 'Notice #625: HTTP down on www.unila.ac.id (192.168.1.1) on node www.', 'RESOLVED: Notice #624: HTTP down on chosen.unila.ac.id (192.168.1.212) on node www.', 'Notice #624: HTTP down on chosen.unila.ac.id (192.168.1.212) on node www.', 'RESOLVED: Notice #622: FTP down on wimax.local (192.168.1.55) on node www.', and 'RESOLVED: Notice #607: FTP down on proxy.unila.ac.id (192.168.1.115) on node www.'. The left sidebar shows 'Compose Mail', 'Inbox (500)', 'Starred', 'Chats', 'Sent Mail', 'Drafts', 'All Mail', 'Spam', 'Trash', 'Contacts', 'Chat', and 'Labels'.

Gambar 9. Tampilan email notifikasi ke pengguna di email herydians@gmail.com

Dari hasil pengujian yang dilakukan, perangkat lunak OpenNMS sudah memenuhi kriteria *fault management* yang ditetapkan oleh ISO FCAPS. Namun, dari 12 kriteria *Fault management* yang di standardisasi ISO, kriteria *Fault Correction* dan *Network Recovery* belum bisa diimplementasikan lebih lanjut. OpenNMS menyediakan cara untuk melakukan proses kedua kriteria tersebut, tapi perlu diingat tidak semua *fault* pada jaringan bisa ditangani secara otomatis oleh sistem, sebagian besar *fault* ditangani secara manual oleh pengguna setelah adanya notifikasi dari sistem ke pengguna. Kedua kriteria tersebut belum bisa dilakukan oleh OpenNMS juga terkait dengan belum semua MIB dari IEEE 802.16f bisa diimplementasikan oleh *agent simulator*.



Gambar 10. Indikator *severity* dan *node* BS *simulator* serta NMS *server*

Sebagai tambahan dari standar *fault management* tersebut juga tersedia *map view* dan *chasisView*. Pemanfaatan *map view* dan *chasisView* dapat memudahkan seorang administrator jaringan dalam mengawasi *fault* yang terjadi pada jaringan secara visual. Setiap *node* bisa ditampilkan dalam sebuah peta yang memiliki indikator *severity*. Apabila terjadi kegagalan pada *node* tersebut maka indikator akan berubah warna sesuai dengan tingkat kegagalan yang terjadi. Contoh *map view* dengan latar peta Bandar Lampung dengan *node* `chosen.unila.ac.id` yang menjadi WiMAX BS *Simulator* sedang mengalami kegagalan *minor* yang ditandai dengan indikator *severity* warna kuning..

E. Kesimpulan dan Saran

Dari analisis di atas dapat disimpulkan bahwa OpenNMS memiliki pola kerja yang bertahap dalam melakukan manajemen pada jaringan yakni *discovery*, *probing*, *polling* dan *collecting*. Layanan BS dan SS WiMAX mampu dimonitor oleh OpenNMS dengan memanfaatkan OID spesifik pada MIB standar IEEE 802.16f yang disimulasikan oleh Net-SNMP. Proses *fault management* secara aktif dapat dijalankan dengan melakukan *polling* dan *collecting* data jaringan, serta secara pasif dengan menerima informasi SNMP *trap* dari *node*. OpenNMS yang sudah dimodifikasi merupakan perangkat lunak *open source* yang mampu menerapkan *fault management* dengan baik untuk jaringan WiMAX kecuali kriteria *Fault Correction* dan *Network Recovery* masih belum bisa diimplementasikan karena agen SNMP belum bisa dikompilasi seluruhnya..

Karena luasnya implementasi standar ISO FCAPS pada sebuah NMS maka untuk pengembangan selanjutnya bisa diimplementasikan kriteria selain *fault management* untuk membuat sebuah perangkat NMS yang lengkap. Dalam

mengembangkan sebuah NMS untuk sebuah teknologi jaringan baru, diperlukan agen SNMP sebagai perantara informasi sehingga pembuatan agen SNMP yang lengkap merupakan langkah awal yang harus dilaksanakan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dana hibah dari Direktorat POSTEL dengan SPPT No. 02J/DJPT.5/KOMINFO/II/2008.

Daftar Pustaka

- [1] Internetworking Technology Handbook. *Network Management Basics*. Cisco System.
<http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/NM-Basics.html> 31 januari 2008
- [2] <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/SNMP.html>, 31 januari 2008
- [3] IEEE std 802.16e – 2005, IEEE standard for local and Metropolitan Area Network, Part 16 : Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access System
<http://www.ieee.org/> .14 desember 2007.
- [4] Official Documentattion,
<http://www.opennms.org/> . 20 Februari 2008
- [5] SNMP and OpenNMS.
www.haifux.org/lectures/118/2_opennms.pdf, 17 maret 2008
- [6] FCAPS Overview: White paper. Flextronics Software System.
<http://www.futsoft.com/pdf/fcapswp.pdf> 17 mei 2008
- [7] Gunawan Wibisono dkk. 2007. *WiMAX Teknologi Broadband Wireless Access (BWA) Kini dan Masa Depan*. Informatika. Jakarta.
- [8] Surat Perintah Pelaksanaan Tugas Nomor:02J/DJPT5/KOMINFO/II/2008 Tentang Program Lanjutan Dukungan Penelitian dan Pengembangan Produk