

# **MANAGED NETWORK MANAGEMENT SYSTEM (NMS) BERDASARKAN FAULT, CONFIGURATION, ACCOUNTING, PERFORMANCE, SECURITY (FCAPS)**

**Imam Santoso**

Jurusan Sistem Komputer, Universitas Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia  
Email: [imam0299@gmail.com](mailto:imam0299@gmail.com)

## **Abstrak**

Masalah yang sering terjadi di dunia jaringan adalah kurangnya respons seorang administrator dalam menghadapi masalah yang terjadi. Seorang administrator terkadang tidak tahu bahwa ada masalah sebelum mereka memeriksa ke dalam perangkat, bahkan penyebab masalah dalam jaringan dapat diketahui setelah melakukan pemecahan masalah, sehingga solusinya diambil terlambat dan tidak tepat. Munculnya berbagai alat berdasarkan pada sistem jaringan FCAPS (Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security) memudahkan para insinyur untuk memecahkan masalah tanpa kehilangan beberapa layanan di jaringan. Alat-alat yang ada saat ini masih berdiri sendiri sesuai dengan kategori masing-masing - masing-masing fungsi, teknologi diharapkan dengan pengembangan fungsionalitasnya dapat digabungkan dalam satu platform tunggal agar lebih mudah memantau dan mengontrol jaringan yang kompleks.

Kata Kunci - Network Systems, Device, QoS, FCAPS, Service.

## **I. Pendahuluan**

Semakin berkembangnya teknologi di Indonesia pada umumnya didukung oleh berkembangnya pula ilmu pengetahuan dan teknologi jaringan telekomunikasi, khususnya sisi monitoring sangatlah penting karena selain untuk melihat segala bentuk anomaly dan permasalahan di dalam jaringan, juga sangat diperlukan untuk menganalisa suatu jaringan agar dapat dikembangkan oleh pihak engineering. Selain itu pula ada hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan suatu jaringan. Hendaknya suatu jaringan dapat memonitor beberapa unsur manajemen, antara lain Fault, Configuration, Accounting, Performance, dan Security Management atau yang biasa dikenal dengan FCAPS manajemen. Salah satu kebutuhan yang harus terpenuhi dalam dunia jaringan yaitu adalah aspek monitoring atau biasa disebut dengan Network Management System (NMS), dimana aspek ini merupakan bagian dari Operational Support System (OSS). OSS berfungsi dalam segi alerting dan memonitor segala bentuk device dengan parameter yang berguna dalam

menganalisa masalah yang terkait. Simple Network Management Protocol (SNMP) adalah sebuah protokol aplikasi pada jaringan TCP/IP yang dapat digunakan untuk pengelolaan dan pemantauan sistem jaringan

komputer. SNMP akan mempermudah proses monitoring dan manajemen jaringan karena dengan menggunakan SNMP akan dapat diketahui tentang kondisi perangkat jaringan yang diamati[1]. Pada penelitian sebelumnya tools yang digunakan adalah Security Information And Event Management (SIEM). SIEM adalah teknologi memberikan keamanan TI yang mengadopsi metodologi yang digunakan untuk mengkorelasi log, peristiwa, mengalir dari komputasi perangkat, sistem dan layanan terdistribusi dengan baseline keamanan[3]. Pada perkembangannya NMS saat ini menggunakan FCAPS manajemen yang berperan dalam mengkategorikan NMS sesuai dengan fungsi dan outputnya.

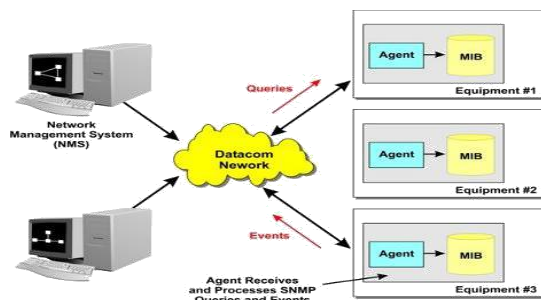
## **II. Teori Dasar**

### **2.1 Pengertian Network Management System (NMS)**

Manajemen jaringan adalah kemampuan memonitor, mengontrol, dan merencanakan sumber serta komponen sistem dan jaringan komputer[2]. Manajemen ini mencoba menggunakan kekuatan komputer dan jaringan

untuk mengatur dan mengelola sistem dan jaringan itu sendiri. Dalam melakukan hal itu, para administrator jaringan memerlukan beberapa tools yang memudahkannya dalam mengelola jaringan. Dengan sistem dan jaringan “self-managed” atau “manage-less” tidak menuntut keahlian sepanjang waktu dan proses manajemen tetap berjalan secara otomatis. Sekarang – kurangnya satu rangkaian jaringan yang ditemukan dalam sebuah jaringan yang teratur ditunjuk sebagai manajer. NMS

bertanggung jawab untuk memonitor dan mengontrol agen – agen. Sebuah agen adalah suatu komponen software yang terdapat pada satu rangkaian peralatan yang bertanggung jawab terhadap pemantauan dan pengontrolan dimana agen tersebut beroperasi.



Gambar 1 Elemen Manajemen Sistem Jaringan

Faktor yang mempengaruhi manajemen sistem jaringan ini, yaitu:

- Mengendalikan assets strategi perusahaan
- Mengendalikan kompleksitas jaringan
- Meningkatkan pelayanan dari suatu jaringan
- Menyeimbangkan segala keperluan
- Mengurangi downtime karena tiap elemen dapat termonitor dengan baik
- Mengendalikan biaya

Pada dasarnya, dua arsitektur yang dapat digunakan yaitu, manajemen terpusat (*centralized management*) dan manajemen tersebar (*distributed management*) [5]. Arsitektur manajemen terpusat bersandar pada informasi dan kontrol untuk muncul pada sebuah lokasi tunggal yang tersentralisasi atau terpusat. Hal ini menyederhanakan suatu jaringan yang tidak terlalu besar. Manajemen terdistribusi bertolak belakang dengan manajemen terpusat, sistem ini mendistribusikan informasi pada masing – masing jaringan dan masing – masing jaringan bertanggung jawab pada informasi yang diberikan oleh masing – masing elemen pada jaringan tersebut.

Di dalam manajemen jaringan terdapat beberapa aktivitas yang terjadi, seperti administrasi jaringan, *maintenance* atau pemeliharaan jaringan, manajemen performansi, manajemen keamanan dan lain-lain. *The International Organization for Standarization* (ISO) mendefinisikan sebuah model konseptual untuk menjelaskan fungsi dan proses manajemen jaringan yang dapat dilihat pada table berikut

Tabel 2.1 Proses yang terjadi pada aspek manajemen jaringan

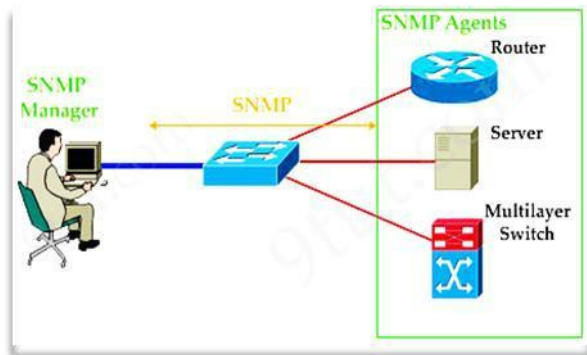
Aspek Manajemen Jaringan	Penjelasan
<i>Network Installation</i>	Berhubungan dengan pelaksanaan proses instalasi

pada suatu jaringan, misalnya ketika ada suatu

Aspek Manajemen Jaringan	Penjelasan
<i>Network Repair</i>	Berhubungan dengan proses perbaikan atau reparasi pada jaringan
<i>Network Test</i>	Berhubungan dengan proses pengetesan atau uji coba pada jaringan
<i>Network Planning &amp; Design</i>	Proses perencanaan dan perancangan jaringan
<i>Fault Management</i>	Berhubungan dengan pendeteksian, dan proses restorasi service atau komponen yang mengalami error
<i>Configuration Management</i>	Berhubungan dengan proses konfigurasi di dalam jaringan
<i>Security Management</i>	Berhubungan dengan proses penanganan keamanan dalam jaringan, misalnya proses pengalokasian privilege kepada user yang berhak mengakses jaringan
<i>Accounting Management</i>	Berhubungan dengan proses administrasi biaya yang diperlukan dalam pengembangan jaringan dan melakukan pengalokasian biaya
<i>Inventory Management</i>	Berhubungan dengan proses manajemen komponen jaringan yang ada, meliputi penentuan apa yang harus ada di dalam jaringan, dan perawatan komponen jaringan yang ada
<i>Data Gathering &amp; Analysis</i>	Berhubungan dengan proses pengumpulan dan penganalisan data pada jaringan
<i>Traffic Management / Performance Management</i>	Berhubungan dengan optimasi performansi dari suatu jaringan

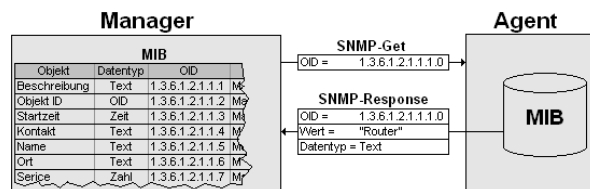
## 2.2 Simple Network Management System (SNMP)

Peralatan manajemen yang paling mudah diimplementasikan dan sangat mendasar untuk rangkaian protokol jenis *Transport Control Protocol/ Internet Protocol* (TCP/IP) ialah *Simple Network Management Protocol* (SNMP). SNMP adalah sebuah protokol aplikasi pada jaringan TCP/IP yang menangani manajemen jaringan. Protokol ini didesain sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi jaringan komputer [1]. SNMP memiliki spesifikasi yang digunakan untuk manajemen jaringan yaitu *Internet Engineering Task Force Request for Comments* (IETF RFC). Model manajemen SNMP didasarkan pada pemahaman akan satu manajer dan satu agen SNMP, dimana sang agen dikelola oleh sang manajer.



Gambar 2: SNMP agen dan SNMP Manager

Manajer terdiri atas satu proses atau lebih yang berkomunikasi dengan agen – agennya. Manajer akan mengumpulkan informasi dari agen atas jaringan yang diminta. Sedangkan agen merupakan perangkat lunak yang dijalankan disetiap elemen. Setiap agen memiliki basis data variabel yang bersifat lokal yang menerangkan keadaan dan berkas aktivitas dan pengaruh terhadap operasi. Di dalam suatu agen terdapat satu grup variabel yang mengelola struktur basis data variabel yaitu disebut dengan *Management Information Base* (MIB). Struktur ini bersifat hirarki dan memiliki aturan sedemikian rupa sehingga variabel dapat dikelola dengan mudah.



Gambar 3 : Rangkaian komunikasi Management Information Base

Protokol SNMP menggunakan operasi yang sangat sederhana dan PDU dalam jumlah yang relative terbatas untuk menjalankan fungsinya.

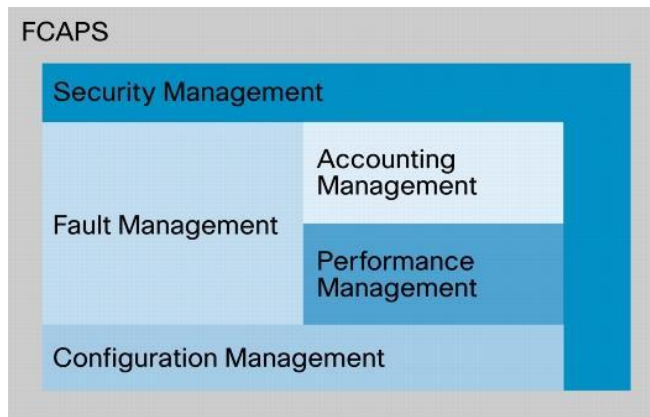
Lima PDU yang telah didefinisikan dalam standar adalah sebagai berikut [4]:

- 1) Get Request, PDU ini digunakan untuk mengakses agen dan mendapatkan nilai dari daftar variabel yang diminta. PDU ini mengandung identifier yang membedakan dengan multi request ataupun nilai variabel (status elemen jaringan).
- 2) Get-Next Request, seperti pada get request, tetapi memungkinkan pengambilan informasi pada logical identifier selanjutnya pada MIB Tree secara berurutan.
- 3) Get Response, PDU ini untuk merespon unit data Get Request, Get-Next Request dan Set-Request.
- 4) Set Request, dipakai untuk menjalankan aksi yang harus dilaksanakan di elemen jaringan. Biasanya untuk mengubah nilai suatu daftar variabel.
- 5) Trap, PDU ini memungkinkan modul manajemen jaringan / agen member laporan tentang kejadian pada elemen jaringan kepada manager.

### III. MANAGED SERVICE NETWORK MANAGEMENT BERDASARKAN FAULT, CONFIGURATION, ACCOUNTING, PERFORMANCE, SECURITY (FCAPS) MANAGEMENT

#### 3.1 FCAPS Management pada tools NMS Datacomm

Solusi *network* yang digunakan oleh beberapa *principal* besar seperti Cisco dan Juniper mengusung standar ISO dimana ada lima fokus dalam pengelolaan jaringan, yaitu pada masalah *fault*, *configuration*, *accounting*, *performance* dan *security*, atau biasa kita menyebutnya dengan *FCAPS Management*. Cisco sebagai salah satu perusahaan besar yang fokus pada dunia TI mengatakan bahwa fungsi dari management ini memerlukan satu keterkaitan dengan yang lain.

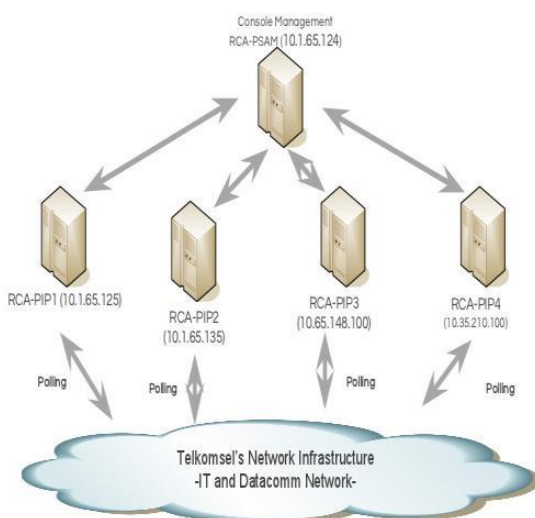


Gambar 4: Interaksi Fungsi FCAPS

Tiga fokus manajemen jaringan ini memiliki keterkaitan satu sama dengan yang lain, namun dengan porsi yang berbeda – beda. FCAPS merupakan model dan framework dari ISO Telecommunication untuk management network yang mana mengkategorikan tugas – tugas dari network management. Berkembangnya teknologi bersama dengan kebutuhan dalam dunia TI maka terbentuklah sistem monitoring dengan kategori – kategori yang berbeda sehingga memudahkan bagi administrator jaringan dalam quick response jika terjadi gangguan, serta dalam sisi analisa agar dapat membuat jaringan yang lebih baik lagi.

Macam – macam tools OSS Datacomm yang dikelola oleh PT. Dimension Data Indonesia berbasis FCAPS antara lain:

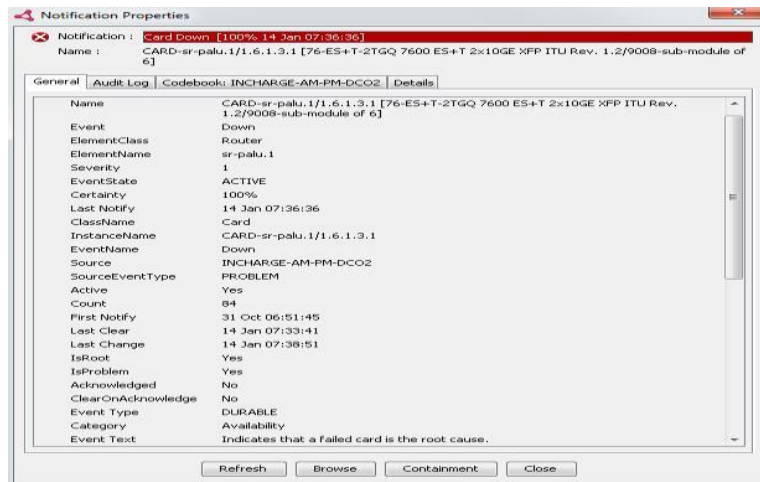
1. Fault Management, merupakan fungsi manajemen untuk mendeteksi, melakukan diagnosa, memperbaiki, melaporkan bentuk failure dari device dan layanan jaringan. Sistem manajemen ini memberitahu administrator jaringan tentang apa yang sedang terjadi pada jaringan, misal terputusnya link suatu jaringan. Hal tersebut dapat membantu administrator jaringan dalam membantu menentukan root caused yang terjadi dalam suatu anomaly. Aplikasi yang digunakan oleh PT. Telkomsel, Tbk. dalam sistem manajemen ini yaitu aplikasi SMART yang dibentuk oleh EMC, salah satu principal yang concern pada sistem monitoring fault manajemen.



Gambar 5 : Topology EMC SMART di PT. Telkomsel

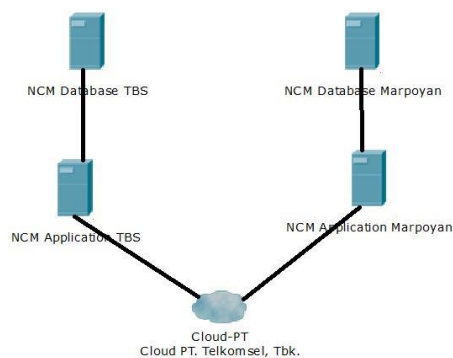
Pada SMART Dashboard dapat dilihat jenis faulty yang terjadi, bisa berupa interface/link yang unavailable, module yang failed, root caused atas alarm yang muncul serta dapat melihat topologi dari router tersebut atau link yang berhubungan langsung dengan device yang bermasalah dan terindikasi problem dikarenakan atas module yang rusak. Hal ini dapat membantu seorang administrator jaringan dalam melakukan tindakan yang cepat dan tepat, salah satu contoh tindakan yang dapat dilakukan ketika muncul alarm notification yaitu melakukan pengecekan module terkait yang menyebabkan link down dan melakukan penggantian secara

cepat apabila dibutuhkan. Administrator jaringan juga dapat melakukan pengecekan terhadap device lainnya yang berhubungan dengan dengan device yang bermasalah.



Gambar 6 : Detail Alarm Notification

2. Configuration Management, fungsi manajemen ini bertugas untuk menjaga kekuatan inventory hardware, software dan bentuk konfigurasi yang terdapat di dalamnya. Sistem manajemen ini menjamin konsistensi dan validitas dari parameter – parameter operasi, table addressing, software image dan konfigurasi hardware. Dalam hal ini digunakan aplikasi dari cisco yaitu Cisco Work Network Compliance Management atau biasa kita sebut dengan CWNCM. Aplikasi ini adalah solusi yang berguna sebagai tracking untuk mengetahui regulasi perubahan konfigurasi dan software dalam suatu device di jaringan infrastruktur PT. Telkomsel, Tbk. Dalam hal ini, NCM mempunyai 2 server sebagai aplikasi dan 2 server sebagai database.



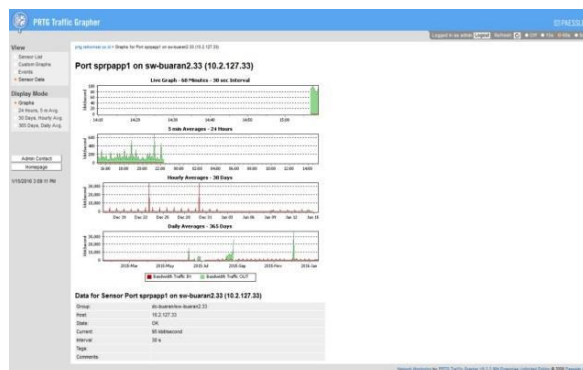
Gambar 7 : Topology CWNCM di PT.Telkomsel, Tbk.

*router/switch*, sehingga dapat diketahui pula siapa saja yang melakukan perubahan konfigurasi dan perubahan apa yang dilakukan. Aplikasi ini biasanya digunakan menggunakan suatu *software* atau aplikasi yang dapat menjalankan *port ssh* dan *telnet* mengacu pada fungsi *router/switch* bahwa seorang administrator jaringan dapat melakukan *login remote* dari *port ssh* dan *telnet* yaitu contohnya: *putty* dan *secureCRT*.



Gambar 8 : Perbandingan perubahan konfigurasi

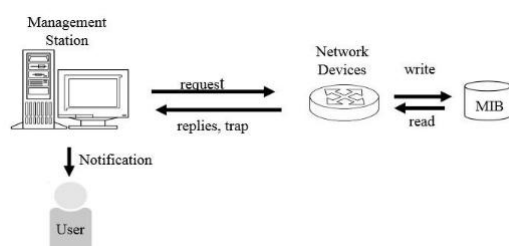
3. Accounting Management, berfungsi untuk mengukur usage jaringan dan menghitung biaya untuk usage tersebut. Fungsi ini jarang diimplementasikan pada sistem berbasis Local Area Network (LAN) dalam suatu perusahaan. Tujuan dari sistem manajemen ini yaitu mengukur beban jaringan sesuai kapasitas pemakaiannya. Dalam hal ini, user menggunakan aplikasi dari Paessler Router Traffic Grapher (PRTG) yang berperan dalam Accounting Management. Aplikasi ini memberikan gambaran tentang availability suatu link LAN dan penggunaan Bandwidth pada link tersebut.



### 3.2 Proses Discovery Simple Network Management Protocol pada tools berbasis FCAPS

Proses pengumpulan data yang dilakukan aplikasi manapun tidak akan berhasil tanpa ada suatu standarisasi *port* yang digunakan secara langsung untuk mengolah data *real-time* yang terjadi pada *device* tersebut. Dalam hal ini dipakailah satu *protocol* yang bertugas mengumpulkan data *device* agar dapat terkirim ke suatu *server* aplikasi dan diolah oleh aplikasi tersebut yang kemudian menghasilkan fungsi

FCAPS *Management*. *Simple Network Management Protocol* (SNMP) merupakan suatu *protocol* yang dirancang dalam mengadministrasi atau mengelola jaringan *TCP/IP* dalam hal ini *router* dan *switch*. Dalam suatu *element* atau *device* memiliki *Management Information Base* (MIB) sebagai koleksi informasi dalam bentuk hirarki, MIB berisi dari kumpulan *Object Identifier* atau *Object ID* (OID) yang berfungsi sebagai suatu informasi dari *device* tersebut. Contohnya, *cpu*, *memory*, *module* atau *interface*, OID bersifat unik maka tiap *sub-element* OID dari satu *device* berbeda.





Gambar 11 : Proses Discovery menggunakan SNMP

Aplikasi yang terinstall pada *management station* atau *server* melakukan *request* terlebih dahulu pada *network device*. Apabila *protocol* yang *direquest* sama, dalam hal ini *community* yang digunakan sama maka *network devices* akan melakukan *reply* ke *server* lalu. Proses selanjutnya yaitu *server* akan melakukan *request* kembali untuk meminta data MIB pada *network devices* agar dapat dilakukan pengambilan data (*trap*) oleh *server* aplikasi tersebut.

### 3.3 Analisa dari Output Tools FCAPS

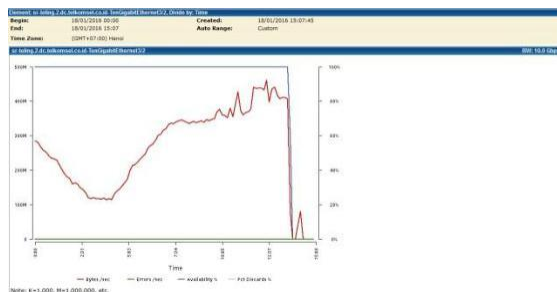
Sistem *Management FCAPS* tidak hanya digunakan oleh *administrator* atau pihak –pihak yang melakukan *monitoring* saja seperti *Network Operation Center* (NOC) tetapi banyak pihak yang menggunakan sistem ini. Salah satu yang menggunakan sistem ini di PT. Telkomsel, Tbk. yaitu divisi *Network Quality. Management*. Bagian ini secara berkala mengambil data *performance* dari suatu *device* kemudian hasil dari data tersebut akan didapatkan solusi akhir bagaimana kebijakan yang harus diambil selanjutnya. Pada sisi NOC yang paling banyak digunakan yaitu *Fault management* yaitu mengamati segala bentuk *anomaly* yang terjadi secara *real-time*.

Berikut merupakan salah satu contoh kasus yang terjadi, yaitu putusnya *link 10 Gigabytes route sr-teling.2* kearah *core-pengayoman.1* pada *interface Te3/2* seperti pada gambar 4.17. Pada kondisi ini team NOC akan memberitahu *administrator* jaringan untuk melakukan *troubleshooting*.

Seq.	Ali.	Descr.	Name	Event	Source	Impact	Count	Last Notify	First Notify	Last Change
1	Yes	SMS..._sr-teling.2	sr-teling.2	Config... Trap...	0	2100 Jan 13:44:57	10 Jan 13:44:57	10 Jan 13:44:57	10 Jan 13:44:57	10 Jan 13:44:57
2	No	sr-teling.2	sr-teling.2	Down	0	1000 Jan 13:44:58	10 Jan 13:44:58	10 Jan 13:44:58	10 Jan 13:44:58	10 Jan 13:44:58
3	Yes	SMS..._sr-teling.2	sr-teling.2	Config... Trap...	0	2100 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59
4	Yes	SMS..._sr-teling.2	sr-teling.2	Config... Trap...	0	2100 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59
5	No	sr-teling.2	sr-teling.2	Down	0	1000 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59
6	Yes	SMS..._sr-teling.2	sr-teling.2	Config... Trap...	0	2100 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59
7	No	sr-teling.2	sr-teling.2	Down	0	1000 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59
8	Yes	SMS..._sr-teling.2	sr-teling.2	Config... Trap...	0	2100 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59
9	No	sr-teling.2	sr-teling.2	Down	0	1000 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59
10	Yes	SMS..._sr-teling.2	sr-teling.2	Config... Trap...	0	2100 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59	10 Jan 13:44:59

Gambar 12 : Alarm Notification (sr-teling.1 Te3/2 link down)

Seorang *administrator* jaringan akan melakukan beberapa pengecekan yaitu salah satunya melihat *interface* yang *down* dan apakah ada kerusakan *module* atau tidak. Segala sisi harus dapat diperiksa oleh seorang *administrator* agar analisa yang dibuat jelas dan dapat mengambil solusi secara tepat dan cepat. Sisi konfigurasi juga tidak lepas dari pengecekan, yaitu melihat apakah ada perubahan konfigurasi pada waktu yang bersamaan yang dapat menyebabkan *link* terputus. Hal terakhir yang dilakukan oleh *administrator* jaringan ialah memeriksa dari sisi *transmisi*. Dalam hal ini masalah yang terjadi disebabkan oleh terputusnya *Fiber Optic* (FO) pada jalur *link* tersebut. Penulis tidak dapat menunjukkan sisi *monitoring transmisi* karena bukan dari cakupan penulis.



Gambar 13 : Link Tengig 3/2 sr-teling.2 yang terputus

Salah satu solusi yang digunakan oleh *administrator* jaringan dalam menghadapi masalah ini yaitu memindahkan *link* yang terputus ke jalur lainnya sesuai dengan kapasitas *bandwidth* yang ada. Beberapa solusi juga dapat diambil dari team *Network Quality* dari data *performance*, yaitu : menambahkan *backup link* dengan kapasitas yang lebih besar, menambah *backup router* dengan *transmisi* yang berbeda, atau meningkatkan performa dari *transmisi* FO.



Dengan menggunakan *tools* ini maka seorang administrator dapat melakukan suatu penanganan dengan cepat dan tepat sehingga mengurangi resiko hilangnya layanan yang terdapat dalam komunikasi jaringan serta dapat melakukan analisa untuk menciptakan suatu jaringan yang efektif dan efisien.

#### IV. Kesimpulan

1. Sistem FCAPS merupakan sistem yang sudah cukup maju karena dengan adanya sistem ini suatu jaringan dapat terlindungi dari bentuk *anomaly* dan hasil analisa dapat digunakan untuk mengukur QoS.
2. Proses *Discovery* pada manajemen sistem jaringan menggunakan satu protokol yaitu *Simple Network Management Protocol* (SNMP) versi kedua, saat ini SNMP sudah sampai pada versi ketiganya dimana data lebih aman karena melalui proses enkripsi, autentikasi, pesan yang terintegrasi dengan baik. Meskipun demikian, SNMP versi kedua masih cukup aman dan tidak bermasalah dewasa ini, output yang dihasilkan juga tidak berbeda dengan SNMP versi ketiga.
3. Output yang dihasilkan dari FCAPS manajemen sangat berguna bagi seorang engineer, yaitu dari sisi *Fault Management* hasil yang didapatkan yaitu peringatan ketika muncul alarm pada suatu elemen, pada *Configuration Management* berupa catatan dari bentuk konfigurasi baik *hardware* maupun *software*, *Accounting Management* menunjukkan *cost bandwidth* dari suatu *link*, *Performance Management* menghasilkan suatu data yang dapat digunakan dalam menganalisa dan memberikan solusi untuk jaringan dimasa depan, dan jika *Security Management output* yang dihasilkan yaitu menjaga jaringan agar terlindung serangan *hacker* dari luar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wang, Hao. "Improvement and implementation of Wireless Network Topology System based on SNMP protocol for router equipment." *Computer Communications* 151 (2020): 10-18.
- [2]. Mahdi, Khaidir Bin, Rr Yuliana Rachmawati, and Catur Iswayudi. "PERANCANGAN DAN MANAJEMEN JARINGAN HOTSPOT MENGGUNAKAN CAPTIVE PORTAL DI KANTOR MECCATLARENTCAR CITY TOUR." *Jurnal Jarkom* 7.2 (2019): 160-169.
- [3]. Meyer, Gregorio. *Security Information & Event Management System*. Diss. Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, 2019.
- [4]. Faggidae, Alehandrew Michael, Hendi Hermawan, and Heny Ispur Pratiwi. "Sistem Monitoring Server Dengan Menggunakan SNMP." *WIDYAKALA: JOURNAL OF PEMBANGUNAN JAYA UNIVERSITY* 6.2 (2019): 163-166.
- [5]. Pamungkas, Canggih Ajika, and Edy Susanto. "IMPLEMENTASI DISTRIBUTED DATABASE SEBAGAI DISASTER RECOVERY CENTER." *Jurnal Informa* 3.2 (2017): 1-9

