

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN KINERJA PERANGKAT JARINGAN MENGGUNAKAN SNMP DENGAN METODE *PLAN DO CHECK ACT*(PDCA) DI PT LEN INDUSTRI (PERSERO)

ANALYSIS AND DESIGN OF PERFORMANCE MONITORING SYSTEM USING SNMP WITH METHOD PLAN DO CHECK ACT (PDCA) IN PT LEN INDUSTRI (PERSERO)

¹Muhammad Firmansyah Dwi Putra, ²Irfan Darwan, ³Umar Yunan Kurnia Septo Hedyanto

^{1,2,3}Prodi S1 Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹Muhammadfirmansyah1218@gmail.com. ²Irfandarmawan@telkomuniversity.ac.id .

³umaryunan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dalam suatu proses bisnis yang berkaitan dengan jaringan komputer dalam melakukan pertukaran informasi, haruslah tetap berlangsung, sehingga proses bisnis dapat terus berlanjut, oleh karenanya untuk mencegah terjadinya insiden yang berkelanjutan maka dibutuhkan penangan masalah secepat mungkin, agar ketersediaan layanan jaringan dapat digunakan oleh karyawan. Ada beberapa factor yang tidak tersedianya layanan jaringan, diantaranya dari perangkat itu sendiri seperti perangkat mengalami kerusakan, usia perangkat sudah terlalu tua sehingga layanan yang diberikan tidak optimal, ada juga faktor lingkungan atau eksternal dari perangkat tersebut, seperti kabel yang longgar, atau putus, perangkat mengalami kerusakan akibat kesalahan dalam konfigurasi, dan lain sebagainya. Untuk mencegah atau meminimalisir tidak tersedianya layanan jaringan ada beberapa cara yang dapat dilakukan diantaranya melakukan perawatan secara rutin dan berkala, sehingga kondisi perangkat dapat terus dijaga sehingga perangkat bisa berjalan dengan baik, ada pun dengan melakukan pengecekan ketersediaan internet melalui metode seperti melakukan pengiriman data dengan menggunakan ping atau pun dengan menambahkan agent pada perangkat, dan juga menggunakan SNMP. Untuk dapat mengawasi kondisi ketersediaan jaringan secara terus menerus maka peran SNMP sangat membantu karena proses pertukaran data yang berjalan antar jaringan komputer dapat dipantau secara terus menerus. Untuk dapat melakukan pemantauan pada SNMP maka dibutuhkan aplikasi pendukung yang dapat membaca setiap pertukaran data yang terjadi, maka dari itu digunakan *network monitoring system*, dengan digunakan *network monitoring system* akan memudahkan dalam membaca aktifitas dari SNMP atau memantau perangkat yang menggunakan protokol SNMP, dan dapat dipantau juga insiden yang muncul pada perangkat tersebut, jika terjadi maka *network monitoring system* akan memberikan pemberitahuan pada admin agar dapat segera melakukan proses penanganan dari insiden yang muncul

Kata kunci : *Network Monitoring System, Nagios, Plan Do Check Act*

Abstract

In a business process related to a computer network in exchanging information, it must continue, so that the business process can continue, therefore to prevent the occurrence of ongoing incidents it is necessary to handle the problem as quickly as possible, so that the availability of network services can be used by employees. There are several factors that are not available for network services, including from the device itself such as the device is damaged, the age of the device is too old so that the services provided are not optimal, there are also environmental or external factors of the device, such as loose cables, or disconnects, devices damaged due to errors in configuration, and so on. To prevent or minimize the unavailability of network services, there are several ways that can be done, including routine and periodic maintenance, so that the condition of the device can be maintained so that the device can run properly, there is also checking the availability of the internet through methods such as sending data using ping or even add an agent to the device, and also use SNMP. To be able to monitor the condition of network availability continuously, the role of SNMP is very helpful because the data

exchange process that runs between computer networks can be monitored continuously. To be able to monitor the SNMP, it is necessary to have a support application that can read every data exchange that occurs, therefore network monitoring system is used, using network monitoring systems will facilitate reading SNMP activities or monitoring devices that use SNMP protocols, and can be monitored also the incident that appears on the device, if it happens then the network monitoring system will give a notification to the admin in order to immediately carry out the handling process of the incident that appears.

Keywords: Network Monitoring System, Nagios, Plan Do Check Act

1. Pendahuluan

Network Monitoring System merupakan *tools* atau aplikasi yang digunakan dalam melakukan pemantauan pada jaringan komputer, umumnya hal tersebut dilakukan untuk melihat kinerja dari jaringan internet itu sendiri. Biasa NMS ini digunakan oleh admin suatu divisi IT diperusahaan dalam rangka pemeliharaan sumber daya agar berjalan dengan lancar. Hal ini dilakukan untuk menjaga integritas dan memudahkan dalam hal memanage jaringan. Dengan begitu informasi mengenai perangkat keras, perangkat lunak, lokasi dan nama masing masing *workstation* karyawan dapat diketahui dengan lebih jelas.

Pada penelitian tugas akhir yang dilakukan di PT LEN Industri telah menerapkan hal tersebut, tetapi tidak dilakukan secara optimal, dan hanya dilakukan dalam pemantauan penggunaan *bandwidth* internet dan juga kinerja pada *server*, sehingga jika perangkat lain mengalami gangguan pada jaringan internet baik admin maupun teknisi tidak mengetahui bahwa telah terjadi gangguan, hingga pengguna bersangkutan melakukan pelaporan.

Faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah belum adanya kebijakan secara tertulis mengenai prosedur pemeliharaan jaringan yang dilakukan secara berkala, serta kurangnya kesadaran dari pelaksana pada unit kerja Sistem Informasi mengenai pentingnya pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal dan berkala.

Dalam keberlangsungan proses bisnis yang berkelanjutan, sangat dibutuhkannya konektifitas yang harus tetap terjaga. Dibutuhkan nya suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan aktifitas jaringan secara terus menerus (24/7) dan juga terhubung dengan sistem yang dapat memberi pemberitahuan ketika ketersediaan akses jaringan sedang terputus. Dengan begitu informasi dapat diterima lebih cepat dan meminimalisir terjadinya gangguan atau kerusakan dengan skala yang lebih besar.

Dalam kasus ini solusi ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam melakukan pengetesan mengenai ketersediaan jaringan pada perangkat yang terhubung dengan *workstation* dari masing masing karyawan, salah satunya dengan melakukan ping dari alamat ip yang dituju, ada juga dengan cara pemasangan *agent* pada setiap perangkat, sehingga *server* dapat memantau secara keseluruhan aktifitas dari *service* yang berjalan pada *workstation* karyawan melalui aplikasi NMS, dan juga ada solusi dengan penambahan fungsi *SNMP Trap* pada NMS dengan tujuan memantau pertukaran data yang terjadi pada perangkat jaringan yang ada melalui protokol SNMP itu sendiri.

Dari beberapa solusi yang dikemukakan maka diusulkan penggunaan SNMP sebagai metode akhir dari permasalahan yang dihadapi oleh karyawan unit kerja Sistem Informasi PT LEN, dikarenakan pada tahap penggunaannya SNMP tidak memerlukan terlalu banyak sumber daya yang digunakan dalam proses pemantauannya.

Dari solusi yang diberikan, rancangan usulan ini menggunakan metode PDCA (*Plan – Do – Check - Act*). PDCA merupakan suatu metode dengan siklus yang berulang, dimana *improvement* dilakukan secara berulang atau kontinu, hal ini mengacu pada kenapa masalah itu terjadi dan apa solusi yang akan diberikan. Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini dapat membantu divisi Sistem Informasi di PT.LEN dalam melakukan penanganan masalah dan pemeliharaan untuk kedepannya, serta dapat menyederhanakan proses bisnis yang berjalan pada divisi Sistem Informasi.

2. Dasar Teori

2.1 *Network Monitoring System (NMS)*

Network Monitoring merupakan istilah biasa digunakan dalam bidang TI. Hal ini merujuk kepada pengawasan operasi jaringan komputer menggunakan perangkat lunak manajemen atau biasa disebut NMS. NMS digunakan untuk memastikan ketersediaan layanan jaringan dan kinerja keseluruhan komputer (*Host*).

2.2 *SNMP*

Simple Network Management Protocol (SNMP) adalah protokol yang digunakan dalam melakukan manajemen jaringan, seperti memantau perangkat jaringan (sebagai contoh *router*), perangkat komputer, dan perangkat lain seperti UPS.

Protokol ini dibutuhkan dalam membantu administrator jaringan dalam melakukan pemantauan dan pengawasan jaringan. SNMP bukanlah sebuah perangkat lunak yang digunakan dalam melakukan manajemen jaringan, melainkan protokol yang menjadi basis pembuatan perangkat lunak manajemen jaringan. Tanpa digunakannya SNMP, manajemen jaringan harus dilakukan dengan membuat aplikasi khusus untuk manajemen jaringan dari setiap jenis komponen jaringan dari setiap vendor.

SNMP memberikan kerangka manajemen standar untuk setiap vendor komponen jaringan dan pengembang aplikasi manajemen jaringan. Hasilnya adalah aplikasi manajemen jaringan yang mengimplementasikan SNMP dapat mengawasi dan mengontrol semua perangkat yang juga mengimplementasikan SNMP, meskipun perangkat-perangkat tersebut berasal dari vendor yang berbeda. Karena pada umumnya SNMP ini digunakan untuk memonitor *router* dan host-host yang ada pada suatu jaringan, maka protokol ini sangat sesuai sekali digunakan untuk aplikasi sistem pemantauan yang dikerjakan dalam tugas akhir ini. SNMP sekarang ini terdiri dari 3 versi yaitu SNMPv1, SNMP v2c dan yang terakhir adalah SNMP v3. Ada empat jenis perintah SNMP yang digunakan untuk mengontrol dan memonitor perangkat yang dikelola:

1. *read*
2. *write*
3. *trap*
4. *traversal operations*

Perintah *read* digunakan untuk memonitor perangkat, sementara perintah *write* digunakan untuk mengonfigurasi perangkat dan mengubah pengaturan perangkat. Perintah *trap* digunakan untuk "menjebak" kejadian dari perangkat dan melaporkannya kembali ke sistem pemantauan. *traversal operations* digunakan untuk menentukan variabel apa yang didukung oleh perangkat tertentu.

2.3 *TCP/IP*

TCP adalah protokol mendasar dalam rangkaian protokol Internet - kumpulan standar yang memungkinkan sistem berkomunikasi melalui Internet. Ini dikategorikan sebagai protokol "lapisan transport" karena ia menciptakan dan memelihara koneksi antar *host*. TCP melengkapi protokol Internet (IP), yang mendefinisikan alamat IP yang digunakan untuk mengidentifikasi sistem di Internet. Protokol Internet menyediakan instruksi untuk mentransfer data sementara protokol kontrol transmisi menciptakan koneksi dan mengatur pengiriman paket dari satu sistem ke sistem lainnya. Kedua protokol umumnya dikelompokkan bersama dan disebut sebagai TCP / IP.

2.4 MIB

Sebuah MIB SNMP adalah database abstrak, yaitu spesifikasi konseptual untuk informasi yang aplikasi manajemen dapat membaca dan memodifikasi dalam bentuk tertentu. Ini tidak berarti bahwa informasi disimpan dalam sistem yang dikelola dalam bentuk yang sama. Agen SNMP menerjemahkan antara struktur data internal dan format sistem yang dikelola dan struktur data eksternal dan format yang ditetapkan untuk MIB.

2.5 Virtual Machine

VM adalah program yang berfungsi sebagai komputer virtual. Program ini berjalan pada sistem operasi yang kita gunakan (*Host OS*) dan yang akan dihubungkan pada hardware yang telah disediakan untuk menjalankan system operasi tamu (*Guest OS*). Sistem Operasi tamu berjalan layaknya aplikasi pada umumnya. Dari sudut pandang OS tamu VM merupakan komputer fisik. Karena VM menggunakan perangkat keras yang sama atau berbagi perangkat keras yang sama dengan perangkat fisik yang digunakan, sebagai contoh saat melakukan instalasi VM maka file tersebut akan tersimpan pada storage perangkat fisik.

2.6 GNS3

GNS 3 merupakan perangkat simulasi yang memungkinkan untuk meniru atau mensimulasikan suatu jaringan secara kompleks. Sama halnya dengan VMware atau Virtual PC yang memungkinkan pengguna melakukan virtualisasi terhadap berbagai macam system operasi, pada GNS3 dimungkinkan untuk melakukan simulasi dari berbagai platform seperti cisco dan lainnya.

3. Metodologi Penelitian

3.1 PDCA (*Plan-Do-Check-Action*)

Plan Do Check Act (PDCA) merupakan suatu model empat tahap berulang yang digunakan dalam peningkatan secara berkelanjutan dalam suatu manajemen proses bisnis. Model ini diterapkan untuk meningkatkan kualitas dan efektifitas proses dalam manajemen suatu bidang bisnis pada perusahaan.

Plan

Pada tahapan ini penulis melakukan beberapa langkah, seperti :

- Mengumpulkan informasi
- Memahami kebutuhan pelanggan (tempat dilaksanakannya penelitian)
- Menjelaskan proses yang meliputi masalah
- Menentukan akar permasalahan
- Melakukan pembuatan desain atau usulan apa yang akan di berikan
- Mengembangkan rencana

Do

Pada tahap ini penulis telah menemukan akar dari permasalahan, lalu kita bisa memilih solusi apa yang dirasa paling tepat, lalu tahap tahap yang akan dilaksanakan meliputi :

- Pengujian atau simulasi dari usulan yang diberikan
- Mengumpulkan data dari hasil tes
- Melakukan pengukuran pada proses yang ada
- Membuat dokumen kesimpulan dari pengujian yang telah dilakukan

Check

Setelah dilakukannya pengujian, proses selanjutnya adalah check dimana akan dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

- Merangkum hasil analisis dari pengujian
- Mengevaluasi hasil yang didapat disesuaikan dengan target dan melihat perbedaan dengan sebelum dilakukannya pengujian
- Mengulas masalah atau kekurangan apa saja yang timbul

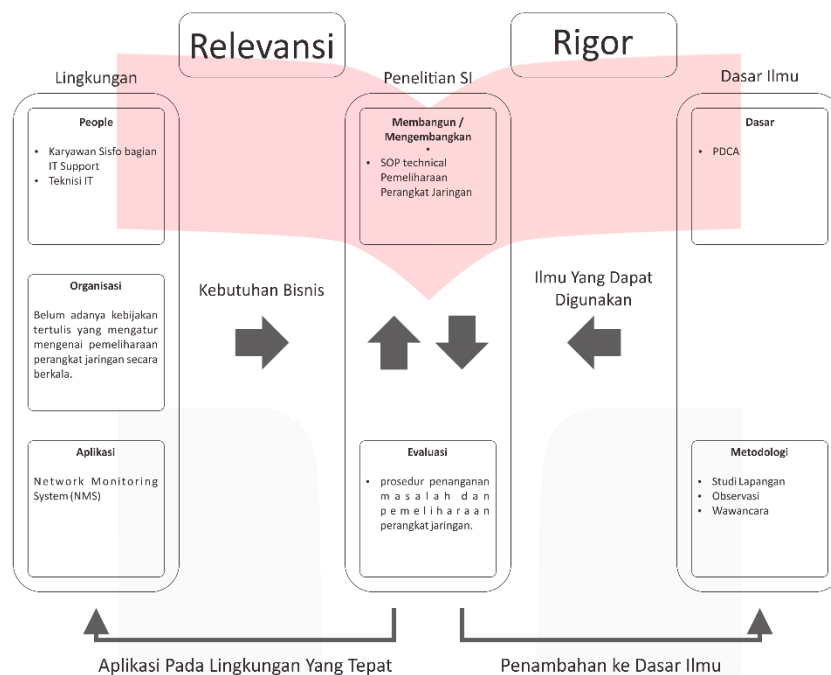
Act

Act merupakan tahap akhir dimana setelah melakukan pengujian dan evaluasi terhadap usulan, dimana pada tahap ini usulan yang diajukan dirasa telah sesuai dengan kebutuhan dari perusahaan, lalu tahapan yang dilakukan adalah :

- Melakukan standarisasi terhadap usulan yang diberikan
- Mengajukan usulan

3.2 Model Konseptual

Metodologi penelitian dapat berupa kerangka atau model konseptual yang digunakan dalam penelitian. Proses konseptual model membutuhkan kepastian dalam menentukan sebuah ruang lingkup dan tingkatan model secara rinci.



Gambar 3.1 Model Konseptual

4. Analisis

1. Kondisi Saat Ini

Kondisi perusahaan yang dapat disimpulkan dari hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan didapatkan informasi berupa, jaringan yang terintegrasi di perusahaan adalah topologi *star* yang di distribusikan dari *router* pada *switch* yang akan dilanjutkan pada pengguna atau karyawan, perusahaan telah menggunakan *Network Monitoring System*, namun hanya terfokus pada pemantauan *bandwidth* internet dan kinerja *server*, yang mengakibatkan informasi yang didapat kurang menyeluruh, hal ini mengakibatkan sulinya melakukan identifikasi setiap masalah yang timbul yang berhubungan dengan penyediaan layanan internet, lalu belum adanya prosedur tertulis dan terstruktur mengenai proses penanganan masalah yang timbul pada perangkat jaringan. Adapun kelebihan dan kekurangan dari kondisi yang telah berjalan, yaitu sebagai berikut :

1. Kelebihan

- a. Proses penyelesaian yang dilakukan divisi Sistem Informasi PT LEN dapat dikatakan cukup siap tanggap dalam menyelesaikan masalah.

2. Kekurangan Sistem
 - a. Kurang efektifnya langkah yang dilakukan pada proses penanganan permasalahan yang sudah berjalan dikarenakan membutuhkan sumberdaya dan waktu yang banyak dalam pengerjaannya.
 - b. Tidak ada kebijakan yang menyediakan tata cara penyelesaian masalah yang dapat dilakukan oleh karyawan secara mandiri, dalam kasus masalah yang tidak termasuk prioritas utama penanganan.
 - c. Masalah tidak adanya ketersediaan jaringan yang timbul tidak dapat diidentifikasi akar permasalahannya, sehingga harus melakukan pengecekan satu persatu pada setiap perangkat yang terhubung pada perangkat yang tidak mendapatkan ketersediaan internet.
 - d. Jika perusahaan melakukan pembaruan infrastruktur yang ada maka akan sulit dalam melakukan identifikasi kendala yang timbul pada setiap perangkat, karena pemetaan perangkat pada jaringan tersebut mengalami perubahan.

2. Analisis Masalah

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan pada divisi Sistem Informasi PT LEN, ditemukan sebuah kekurangan dalam hal penanganan masalah khususnya pada perbaikan jaringan. Proses penanganan yang ada sekarang bersifat penanganan secara acak, dimana pada saat masalah timbul, akan langsung ditangani, hal tersebut bukan lah suatu hal yang buruk, namun tidak lah efektif dan membutuhkan sumber daya yang banyak dalam menangani satu masalah.
3. Analisis Prosedur yang Sedang Berjalan

Prosedur yang biasa dilakukan dalam kegiatan penanganan masalah jaringan komputer sebagai berikut :

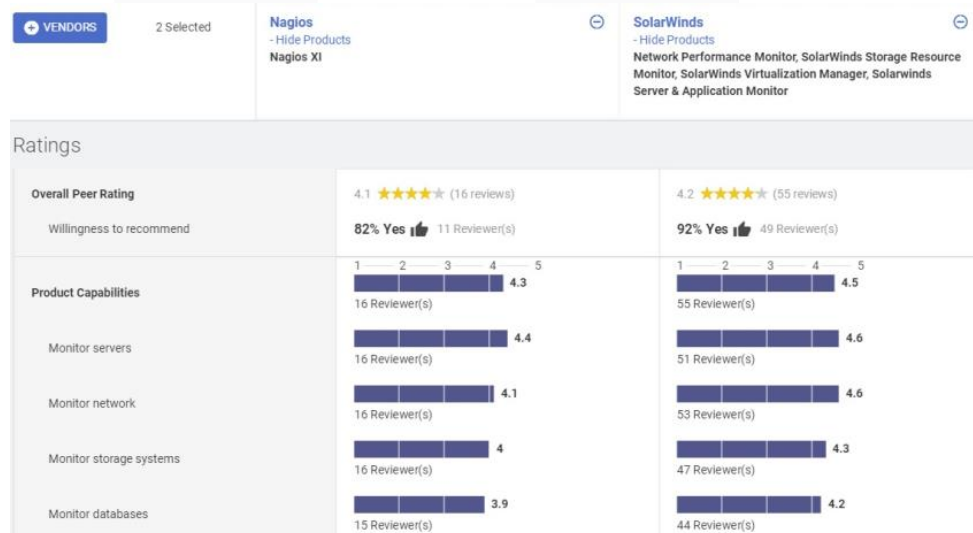
 1. Karyawan melakukan pelaporan jika terjadi gangguan atau masalah jaringan pada perangkat yang digunakannya.
 2. Bagian admin sisfo akan menerima keluhan mencatat dan meneruskan informasi untuk di tindak lanjuti oleh bagian teknisi.
 3. Teknisi akan langsung menuju ke tempat terjadi gangguan atau masalah dan mendiagnosa masalah yang ada.
 4. Jika masalah memungkinkan untuk di tangani h bagian teknisi maka pada saat itu juga masalah akan di tangani.
 5. Pada kasus lain ada beberapa masalah yang hanya bisa di tangani oleh admin sisfo saja, karena memerlukan hak akses sebagai admin.
 6. Setelah melakukan penangan akan dibuat laporan sebagai tanda bukti bahwa masalah telah selesai di tangani
4. Analisis Usulan

Berdasarkan analisis masalah serta kelebihan dan kekurangan dari kondisis yang ada saat ini di PT LEN Industri (Persero) maka diusulkanlah metode pemantauan kinerja perangkat jaringan yang dapat berjalan secara terus menerus guna membantu unit kerja Sistem Informasi dalam melakukan identifikasi permasalahan yang timbul. Oleh sebab itu diusulkan metode pemantauan SNMP yang akan dipantau menggunakan aplikasi *Network Monitoring System*. Berikut adalah beberapa alasan umum kenapa diusulkannya optimalisasi penggunaan NMS, yaitu :

 1. Mencegah terjadinya kerusakan secara menyeluruh pada perangkat

Banyak factor yang menyebabkan suatu perangkat mengalami kerusakan bahkan mati total, baik dari faktor pengguna, konfigurasi, ataupun faktor lingkungan sekitar tergantung dimana perangkat tersebut berada. Untuk mencegah hal yang tidak diinginkan terjadi maka langkah paling dasar atau mudah adalah dengan menggunakan NMS sebagai penanganan pertama pada setiap masalah yang timbul.

2. Identifikasi dan penyelesaian masalah yang lebih cepat
 Dalam suatu perusahaan hambatan pada perangkat jaringan merupakan sebuah kerugian, dikarekan ketika perangkat tersebut mengalami *down* atau tidak dapat digunakan maka proses bisnis yang ada akan terhambat, itu mengakibatkan pencapaian target akan lebih lama dicapai, atau pengerjaan tugas yang lebih lama dari seharusnya. Hambatan yang biasa dihadapi seperti salah melakukan konfigurasi atau traffic yang tidak normal, hal tersebut dapat diatasi dengan mengoptimisasi penggunaan NMS yang ada sehingga pemantauan dapat dilakukan secara menyeluruh.
3. Pengelolaan jaringan yang lebih mudah
 Perusahaan tidak selamanya menggunakan perangkat yang sama secara berkelanjutan, dikarenakan setiap perangkat memiliki usia pakainya sendiri sendiri, dan kadang pula perusahaan membutuhkan sebuah peningkatan, dengan adanya peningkatan tersebut dengan kata lain telah terjadi perubahan pada jaringan itu sendiri maka dari itu agar memudahkan dalam melakukan pemetaan jaringan dibutuhkan sebuah alat yang dapat memantau jaringan secara keseluruhan, dan penggunaan NMS merupakan salah satu solusi akan hal tersebut.
4. Mengidentifikasi ancaman
 Ancaman dari virus dan peretas mungkin saja terjadi, apalagi pada data perusahaan yang bersifat rahasia, dan tidak setiap perusahaan memiliki dana untuk membeli aplikasi yang dikhususkan untuk mendeteksi ancaman, sehingga solusi yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan NMS, karena dengan menggunakan NMS perusahaan dapat mendeteksi traffic dari setiap perangkat yang ada, sehingga ketika terjadi kejanggalan pada suatu traffic pada suatu perangkat dapat diketahui dengan jelas siapa, perangkat mana, dan dimana traffic tersebut berasal
5. Analisis Aplikasi Sejenis
 Dari beberapa aplikasi *Network Monitoring System* yang ada maka dipilih dua aplikasi *Network Monitoring System* yang sering digunakan dalam melakukan pemantauan kinerja perangkat jaringan di perusahaan yaitu Nagios XI dan Solarwinds, berikut adalah perbandingan dari aplikasi *Network Monitoring System* dari sudut pandang Gartner dan PC & Network Download





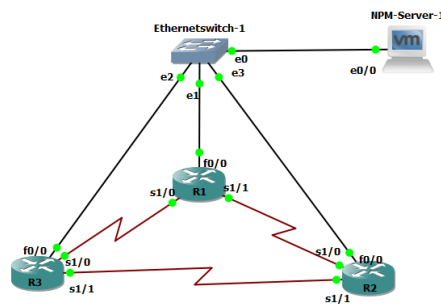
Desain

Rancangan dari usulan yang diberikan adalah, penambahan metode pada penggunaan NMS yaitu dengan menambahkan SNMP Trap, yang akan memantau ketersediaan jaringan dari setiap perangkat, sehingga jika ada perangkat yang tidak mendapatkan ketersediaan jaringan atau *downtime* akan langsung diketahui masalah yang timbul bersumber pada interface perangkat mana.

5. Hasil

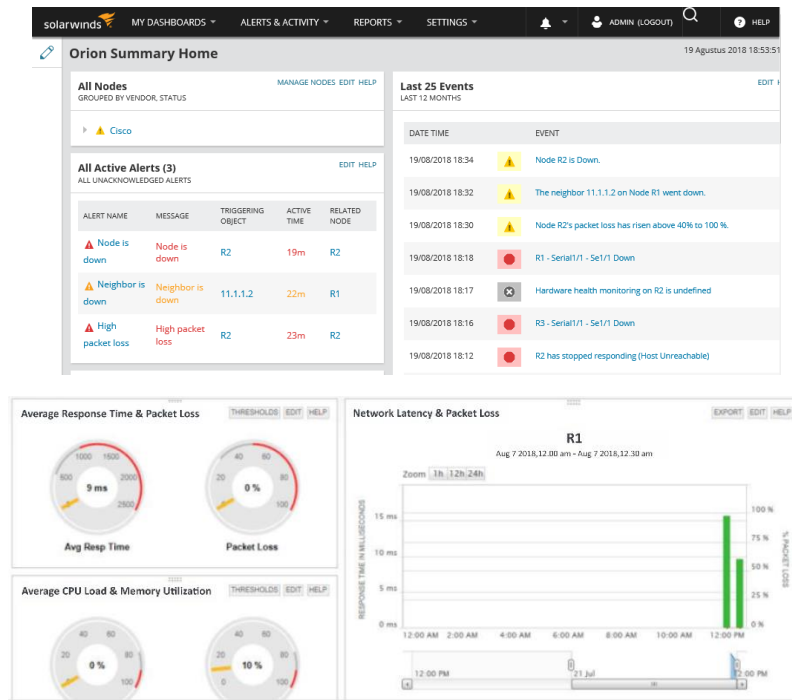
1. Simulasi

Simulasi akan dilakukan pada topologi seperti gambar dibawah, yang menggambarkan kondisi PT LEN yang digambarkan secara simple, dengan konfigurasi pada tiap tipe perangkat seperti pada tabel di bawah.



Perangkat	Interface	Alamat IP	Route	SNMP Community
R1	Serial 1/0	10.1.1.1/24	R3	NPM
	Serial 1/1	11.1.1.1/24	R2	
	FastEthernet 0/0	192.168.142.1/24	Switch Sisfo	
R2	Serial 1/0	11.1.1.2/24	R1	
	Serial 1/1	12.1.1.2/24	R2	
	FastEthernet 0/0	192.168.142.2/24	Switch Sisfo	
R3	Serial 1/0	10.1.1.2/24	R1	
	Serial 1/1	12.1.1.1/24	R2	
	FastEthernet 0/0	192.168.142.3/24	Swicth Sisfo	

Setelah dilakukan simulasi pada topologi yang telah dibuat maka didapatkan hasil sebagai berikut, dimana cara pengujian dilakukan dengan cara mematikan fungsi pada *router 2*.



6. Kesimpulan

Berdasarkan proses perancang yang telah dilakukan mengenai *Network Monitoring System* yang diusulkan kepada PT LEN, dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada sistem yang sedang berjalan, kinerja dari *Network Monitoring System* PT LEN dirasa kurang optimal dalam melakukan pemantauan perangkat yang ada.
2. Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan usulan pemantauan menggunakan metode SNMP dapat dijadikan solusi tepat dalam menangani permasalahan yang ada di PT LEN Industri.
3. Sistem dapat melakukan pemantauan pada perangkat jaringan sehingga jika terjadi masalah pada perangkat yang ada maka akan muncul tanda peringatan yang memberikan informasi mengenai perangkat mana atau *interface* mana yang mengalami gangguan dan dampak apa yang terjadi dari masalah tersebut.

Daftar Pustaka

1. Make Us Of (2018, 20 Juli) *What Is a Virtual Machine? Everything You Need to Know* Diperoleh 1 Agustus 2018, dari <https://www.makeuseof.com/tag/virtual-machine-makeuseof-explains/>
2. Tech Target (2018, 30 Januari) *Simple Network Management Protocol (SNMP)* Diperoleh 1 Agustus 2018, dari <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/SNMP>
3. Lifewire (2018, 13 Mei) *What Is Network Monitoring?* Diperoleh 1 Agustus 2018, dari <https://www.lifewire.com/what-is-network-monitoring-817816>
4. Fuszner, M. (). *GNS3 0.5 Tutorial*. Diambil kembali dari Computer Science Department: <https://www.csd.uoc.gr/~hy435/material/GNS3-0.5-tutorial.pdf>
5. Lifewire (2018, 13 Mei) *What Is Network Monitoring?* Diperoleh 1 Agustus 2018, dari <https://www.lifewire.com/what-is-network-monitoring-817816>