

PEMANTAUAN JARINGAN MENGGUNAKAN NAGIOS DAN ZABBIX DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM MESSENGER DAN GOOGLE MAIL

Ida Nurhaida

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika
Universitas Mercu Buana
Email: ida.nurhaida@mercubuana.ac.id

Muhammad Huri Fikri

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika
Universitas Mercu Buana
Email: 41516110133@student.mercubuana.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan Nagios dan Zabbix sebagai alat untuk mendeteksi dan mengirimkan notifikasi peringatan apabila terdapat suatu *device* atau *host* yang mati secara tiba-tiba (*down*). Objek pemantauan dari penelitian ini adalah IP kamera CCTV (*Internet Protocol Closed Circuit Television*) dan server kamera (*Host Windows*) yang mengelola IP kamera tersebut. Kegagalan sistem ini dapat disebabkan karena pemadaman listrik. Hal ini menyebabkan matinya seluruh perangkat jaringan (*network device*). Maka dari itu perlu sebuah notifikasi secara *real time* apabila salah satu dari kamera atau server kamera mengalami kegagalan sistem. Penelitian ini menggunakan metodologi *Network Development Life Cycle* (NDLC). Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan aplikasi Telegram dan Gmail bisa digunakan sebagai alat untuk mendapatkan notifikasi di perangkat telepon pintar. Pengiriman notifikasi dari aplikasi Nagios akan langsung dikirimkan (tanpa penundaan pengiriman) ke Telegram dan Gmail setelah terdeteksi *status down / up* sedangkan aplikasi Zabbix mengalami penundaan. Tetapi aplikasi Zabbix dapat mendeteksi lebih cepat daripada aplikasi Nagios untuk pantauan *Host Windows* dan *IP Kamera*.

Kata kunci: notifikasi peringatan, *network management system*, *network monitoring*, *open source*

ABSTRACT

The use of Nagios and Zabbix as a tool to monitoring and send a warning notification of a device or host suddenly dead (down). The object of this research is the IP CCTV camera (Internet Protocol Closed Circuit Television) and the camera server (Host Windows) that manage the IP camera. This system failure can be caused due to power outages. This causes all network devices to die. Therefore it is necessary to have a notification in real time, one of the cameras or camera servers is experiencing system failure. This study uses the Network Development Life Cycle (NDLC) methodology. In this study, it could be seen that the use of Telegram and Gmail applications can be used as a tool to get notifications on smart phone devices. Sending notifications from the Nagios application will be sent immediately (without delay in sending) to Telegram and Gmail after the status is detected down / up while the Zabbix application experiences a delay. But the Zabbix application can detect faster than the Nagios application for monitoring Windows Hosts and IP Cameras.

Keywords: *alert notification, network management system, network monitoring, open source*

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari seseorang yang bekerja sebagai Administrator Jaringan diwajibkan untuk memantau sistem administrasi jaringan yang ada pada suatu perusahaan atau

instansi. *Network Monitoring System* (NMS) adalah sistem yang memiliki fungsi untuk mengamati atau memonitor sistem jaringan komputer yang sedang berjalan dan memungkinkan deteksi dini terjadinya kesalahan pada jaringan (1). *Network Monitoring System* sangat penting untuk operasi yang dapat dipercaya untuk jaringan apapun, monitoring tidak hanya berkaitan dengan pemantauan performa dan ketersediaan, tetapi juga memantau semua operasi jaringan yang dimana semuanya sangat diperlukan dalam operasi jaringan (2). Salah satu fitur penting dalam *Network Monitoring System* adalah notifikasi *alert*, yaitu sistem pemberitahuan notifikasi kepada kontak *Network Administrator* jika sistem mendeteksi adanya permasalahan pada *host* maupun *service* (3). Banyak organisasi masih memiliki sistem keluhan di mana seorang karyawan atau pelanggan mendaftarkan keluhan tentang konektivitas jaringan sebelum Administrator Jaringan memulai pemecahan masalah. Pelaporan, identifikasi, dan perbaikan kesalahan jaringan dapat menjadi jauh lebih cepat dengan *Automatic Network Monitoring and Management System* (4). *Network Monitoring Tools* Nagios dan Zabbix adalah salah satu aplikasi yang dapat digunakan untuk memantau *device* dan *service* yang sedang berjalan di suatu jaringan. Pada saat tertentu ada waktu dimana seorang Administrator Jaringan tidak dapat memantau situasi terkini tentang jaringan yang dikelolanya, maka dari itu diperlukannya NMS untuk mengetahui seluruh jaringan yang dikelolanya secara langsung dan memilih *Network Monitoring Tools* apa yang baik untuk digunakan. Dasar pemantauan biasanya menggunakan protokol ICMP. Sistem ini secara berkala hanya memeriksa keadaan elemen yang dapat terpantau untuk menyediakan informasi atau tidak (5). Area fungsionalitas NMS meliputi: *fault management*, *configuration management*, *performance management*, *security management* dan *accounting management*. Ada dua jenis utama *monitoring*: *real-time monitoring*, yang menawarkan informasi tentang kondisi layanan saat ini dan *historical monitoring*, yang menyediakan data dalam jangka panjang tentang status, pemanfaatan dan performa (6). Perlu sebuah perbandingan kecepatan antara Nagios dan Zabbix untuk mengirimkan notifikasi peringatan dengan memerlukan koneksi internet yang dapat memantau seluruh jaringan tersebut jika terjadi masalah dari jauh tanpa harus selalu ada atau tersedia di tempat mereka bekerja dengan mengintegrasikan Telegram Messenger dan Google Mail (Gmail) sebagai notifikasi peringatan yang langsung terhubung ke perangkat telepon pintar.

Penelitian yang relevan dengan *Network Monitoring System* antara lain, Nagios adalah *software open source* untuk pemantauan sistem. Ini memungkinkan untuk memonitor server dan perangkat lain di jaringan dan memastikan bahwa mereka berfungsi dengan baik. Nagios terus-menerus memeriksa apakah mesin lain berfungsi dengan baik. Ini juga memverifikasi bahwa berbagai layanan pada mesin tersebut berfungsi dengan baik. Selain itu, Nagios dapat menerima informasi dari proses atau mesin lain mengenai status mereka (7). Server Nagios diinstal pada komputer server. Pada server Nagios ada beberapa layanan yang perlu dipasang antara lain *Web Server* (Apache), *Mail Postfix* dan *Network Monitoring Tool* (Nagios). Server Nagios dapat memonitor *Windows Client* dan *Router Wireless* karena Nagios dapat memonitor jaringan, ruang *hard drive*, waktu hidup dan mati sebuah *device* (*node*) (8). Sistem notifikasi adalah sebuah sistem yang mampu memberikan pesan secara *realtime* dalam bentuk laporan. Sistem monitoring jaringan adalah sistem yang berfungsi untuk mengamati atau memantau sistem jaringan komputer yang sedang berjalan (9). Penggunaan notifikasi *alert* Nagios dengan Telegram Messenger dapat mengirimkan notifikasi kepada *Network Administrator* berupa *chat* pada grup Telegram apabila *host* dan *service* pada suatu jaringan dalam kondisi mati (*down*) atau mengalami masalah dengan waktu rata-rata pengiriman notifikasi dari waktu Nagios mendeteksi perubahan status yaitu 5-10 menit (10). Aplikasi monitoring menggunakan nagios dapat mempermudah dalam membuat laporan tentang kondisi perangkat jaringan yang berjalan karena dengan menggunakan aplikasi Nagios semua notifikasi status perangkat akan tersimpan dalam log server Nagios (11). Sistem *monitoring* Nagios dapat *me-monitoring* kondisi *host* dan *service* suatu server secara terpusat dalam satu *console web*, sehingga memudahkan seorang *System Administrator* dalam *me-monitoring* kondisi keseluruhan server (12). Salah satu fitur terbaik Nagios adalah skalabilitas konfigurasi yang sangat baik. Salah satunya adalah dalam hal mengkonfigurasi *hosts*, *services*, *contact to groups* dan notifikasi peringatan karena fitur konfigurasi dengan teks (13). Solusi yang ditawarkan memungkinkan skalabilitas yang dapat digunakan di perusahaan kecil, menengah dan besar. Sistem

ini tidak memiliki persyaratan kebutuhan perangkat keras yang tinggi. Ini memungkinkan untuk mempermudah biaya yang dikeluarkan: pembuatan dan penerapannya di perusahaan (14). Nagios menggunakan 2 macam pemeriksaan, yaitu *host check* dan *service check*. Pemeriksaan terhadap *host* melibatkan sebuah PING (*Packet Internet Groper*) sederhana menggunakan ICMP (*Internet Control Message Protocol*), sedangkan pemeriksaan *service* menggunakan beberapa *Internet Protocol* (15). Waktu dan tanggal pada email menunjukkan waktu dan tanggal saat Nagios mengirim notifikasi, yaitu saat terjadi *error* pada server. Apabila terjadi *delay* pengiriman akibat gangguan pada SMTP dari ISP, tidak berpengaruh terhadap waktu dan tanggal pengiriman notifikasi oleh Nagios. Waktu dan tanggal sesuai dengan saat pengiriman meskipun diterima pada waktu yang berbeda (16).

Zabbix adalah *software open source* yang menawarkan kinerja hebat untuk pengumpulan data dan bisa digunakan untuk skala lingkungan besar. Ini memungkinkan pemantauan server, perangkat jaringan, dan aplikasi, mengumpulkan statistik dan performa data yang akurat (17). Zabbix dapat menampilkan grafik dengan sangat baik dan menampilkan data yang sangat akurat karena data bisa di *update* setiap detik (18). Zabbix merupakan alat manajemen jaringan untuk mensentralisasi pemantauan ketersediaan perangkat jaringan dan kinerja perangkat jaringan (19). Zabbix dapat mendukung cakupan luas untuk membangun sistem metrik yang saling terintegrasi dan sistem pemicu untuk memantau CPU, *Memory Disk Space* dan lainnya. Tetapi untuk item bisnis yang spesifik harus diterapkan secara manual (20). Terdapat 3 *software* utama dalam arsitektur Zabbix yaitu zabbix server, zabbix agent dan zabbix proxy. Zabbix server adalah proses utama dari software zabbix. Zabbix agent: Zabbix agent adalah UNIX daemon yang berjalan pada host yang sedang dipantau. Agen ini memberikan informasi, performa pada host dan mengirimkan informasi-informasi tersebut ke Server zabbix. Zabbix proxy: Zabbix Proxy adalah sebuah proses yang bertugas mengumpulkan hasil kinerja dan ketersediaan dari satu atau lebih peralatan yang dimonitor dan mengirimkan data tersebut kepada Zabbix server (21). Protokol Zabbix sangat sederhana dan bekerja dengan koneksi TCP. Zabbix Agent yang mengimplementasikan potokol manajemen yang digunakan sebagai target pemantauan dan kemudian menyediakan data untuk sumber daya lokal (22). TCP merupakan protokol yang terdapat dalam OSI Layer di layer transport yang mendukung transfer mechanism data yang *reliable*, sehingga aliran data yang dibaca TCP *receiver* berurutan, utuh, tanpa duplikasi dan tidak rusak (23).

2. METODOLOGI PENELITIAN

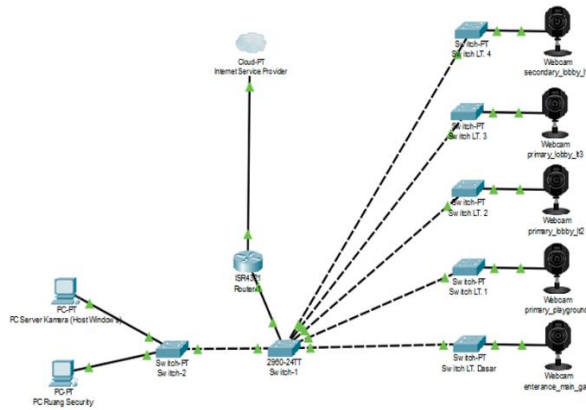
Dalam mengembangkan sebuah jaringan komputer baik itu di perusahaan maupun di akademisi, digunakan sebuah metode yang disebut *Network Development Life Cycle* (NDLC) (24). Metode NDLC yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Network Development Life Cycle*

2.1 Analysis

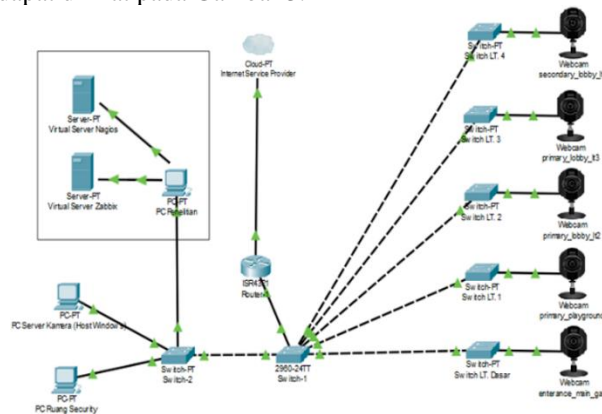
Peneliti melakukan survei secara langsung untuk melakukan pengamatan terhadap topologi jaringan yang sudah ada (*existing*) agar dapat mendapatkan gambaran jaringan seutuhnya sebelum masuk ke tahap *Design*. Berikut adalah gambaran topologi yang sudah ada yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Topologi Existing

2.2 Design

Melakukan perancangan untuk perubahan yang akan dilakukan pada topologi *existing* dengan cara menambahkan satu buah PC (*personal computer*) yang akan digunakan sebagai wadah untuk penempatan server virtual dari Nagios dan Zabbix. Berikut adalah gambaran topologi yang akan peneliti terapkan yang dapat dilihat pada Gambar 3.



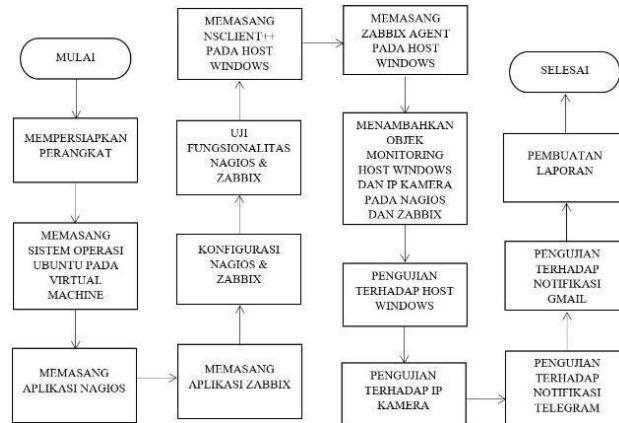
Gambar 3. Topologi Penelitian

2.3 Simulation Prototyping

Tahap ini adalah tahap simulasi sebelum melakukan penerapan pada jaringan yang sesungguhnya. Simulasi dilakukan dengan cara menggunakan aplikasi Cisco Packet Tracer untuk melihat kinerja awal jaringan yang akan diimplementasikan pada tahap berikutnya.

2.4 Implementation

Diagram alir untuk dilakukannya penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Urutan Penelitian

Penjelasan tentang Gambar 4 adalah sebagai berikut:

- Mempersiapkan perangkat: Pada tahap ini peneliti mempersiapkan satu buah *personal computer* yang digunakan sebagai virtualisasi server untuk Nagios dan Zabbix.
- Memasang sistem operasi Ubuntu pada *Virtual Machine*: Peneliti menggunakan VirtualBox (VMs) sebagai perangkat lunak virtualisasi dan menggunakan 2 *Operating System Linux Ubuntu 20.04 LTS (Focal Fossa)*. VMs dapat dimigrasikan ke *hypervisor* lain jika sumber daya memungkinkan dan kita dapat mematikan mesin untuk menghemat energi konsumsi (25).
- Memasang aplikasi Nagios: Langkah selanjutnya adalah memasang aplikasi monitoring Nagios pada Ubuntu 20.04.
- Memasang aplikasi Zabbix: Langkah selanjutnya adalah memasang aplikasi monitoring Zabbix pada Ubuntu 20.04
- Konfigurasi Nagios & Zabbix: Pada tahap ini peneliti melakukan konfigurasi *username*, *password*, pemasangan *mail server*, pemasangan *database*, pemasangan PHP, pemasangan *plugins*, verifikasi *settings*, pemasangan Python, konfigurasi *script* untuk notifikasi Telegram dan Gmail.
- Uji fungsionalitas Nagios & Zabbix: Memasuki aplikasi Nagios dan Zabbix melalui antar muka web dengan memasukan IP server Nagios dan Zabbix serta melakukan hasil uji benar – salah web interface yang dapat dilihat pada Tabel 1.
- Memasang *NSClient++* pada *Host Windows*: *NSClient++* ini berguna sebagai *feedback plugins (daemon)* Nagios untuk memantau Server Kamera di dalam *Operating System Windows 7*.
- Memasang *Zabbix Agent* pada *Host Windows*: *Zabbix agent* berfungsi sebagai UNIX *daemon* untuk aplikasi Zabbix yang dipasang pada *Operating System Windows 7*.
- Menambahkan objek *monitoring Host Windows* dan IP Kamera pada Nagios dan Zabbix: Melakukan konfigurasi kembali terhadap Nagios dan Zabbix untuk menambahkan host yang akan di monitoring yaitu beberapa IP kamera dan sebuah server kamera.
- Pengujian terhadap *Host Windows*: Pengujian ini dilakukan dengan cara menonaktifkan Network Interface Card (NIC) dan mengaktifkannya kembali setelah beberapa saat untuk mendapatkan event host windows (server kamera) sedang mati (critical) dan hidup (recovery) agar dapat mengetahui perbandingan antara Nagios dan Zabbix dalam mendeteksi sebuah masalah yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.
- Pengujian terhadap *IP Kamera*: Pengujian ini dilakukan dengan cara mencabut kabel jaringan yang tersambung pada salah satu IP kamera dan memasangnya kembali agar mendapat event IP kamera untuk mengetahui perbandingan antara Nagios dan Zabbix dalam mendeteksi masalah IP kamera yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

- l. Pengujian terhadap notifikasi Telegram: Notifikasi peringatan akan dikirimkan ke aplikasi Telegram setelah Nagios / Zabbix mendeteksi bahwa terdapat Host Server Kamera atau IP Kamera yang mati (*critical*) dan Nagios / Zabbix akan mengirimkan notifikasi pemulihan setelah mendeteksi Host Server Kamera / IP Kamera hidup kembali (*recovery*) yang dapat di lihat pada Tabel 6, Tabel 7, Tabel 10 dan Tabel 11.
- m. Pengujian terhadap notifikasi Gmail: Notifikasi peringatan akan dikirimkan ke aplikasi Gmail setelah Nagios / Zabbix mendeteksi bahwa terdapat Host Server Kamera atau IP Kamera yang mati (*critical*) dan Nagios / Zabbix akan mengirimkan notifikasi pemulihan setelah mendeteksi Host Server Kamera / IP Kamera hidup kembali (*recovery*) yang dapat di lihat pada Tabel 8, Tabel 9, Tabel 12 dan Tabel 13.
- n. Pembuatan laporan: Mengolah data yang sudah didapatkan dan menyimpulkan hasil dari data tersebut sesuai dengan fakta yang ada.

2.5 Monitoring

Tahap ini adalah tahap peneliti memantau Host Windows dan IP Kamera yang sudah diintegrasikan dengan server Nagios dan Zabbix agar dapat mengirimkan notifikasi peringatan jika terjadi suatu masalah.

2.6 Management

Tahap untuk mengelola dan memelihara *Network Monitoring System* secara berkala dan menentukan kebijakan pemakaian kepada *user*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap aplikasi Nagios, aplikasi Zabbix, Host Windows dan IP kamera.

3.1 Uji benar-salah web interface

Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukan tampilan antar muka (*interface*) Nagios dan Zabbix melalui *web browser* dengan memasukan *username* dan *password* yang benar dan salah dengan tujuan menguji sistem keamanan untuk memasuki aplikasi tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Benar – Salah Web Interface [10]

Hasil Uji Benar			
<i>Input</i>	Hasil yang diharapkan	<i>Output</i>	Kesimpulan
<i>Username:</i> nagiosadmin	Dapat masuk ke dalam <i>web interface</i> jika menggunakan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Verifikasi data login berhasil dan dapat masuk ke dalam <i>web interface</i> Nagios	Berhasil diuji
<i>Password:</i> nagios		Verifikasi data login berhasil dan dapat masuk ke dalam <i>web interface</i> Zabbix	Berhasil diuji
<i>Username:</i> Admin	Tidak dapat masuk ke dalam <i>web interface</i> dan <i>web page</i> dikembalikan	Tidak dapat masuk ke dalam <i>web interface</i> Nagios	Berhasil diuji
<i>Password:</i> zabbix			
Hasil Uji Salah			
<i>Input</i>	Hasil yang diharapkan	<i>Output</i>	Kesimpulan
Mengosongkan <i>username</i> dan <i>password</i> Nagios	Tidak dapat masuk ke dalam <i>web interface</i> dan <i>web page</i> dikembalikan	Tidak dapat masuk ke dalam <i>web interface</i> Nagios	Berhasil diuji

Mengosongkan <i>username</i> dan <i>password</i> Zabbix	ke menu <i>login</i> dengan keterangan <i>username</i> dan <i>password</i> yang dimasukan salah	Tidak dapat masuk ke dalam <i>web interface</i> Zabbix	Berhasil diuji
---	---	--	----------------

3.2 Uji Host Windows Critical

Pengujian ini dilakukan dengan cara menonaktifkan *Network Interface Card* (NIC) dengan cara men-*disable* dengan tujuan untuk memanipulasi bahwa *Host Windows* yang bekerja sebagai Server Kamera mendapatkan status *unreachable (critical)* yang dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil yang didapatkan pada Tabel 2 menyatakan bahwa aplikasi Zabbix dapat mendeteksi lebih cepat dari pada aplikasi Nagios dengan rata-rata deteksi 2 menit 3 detik sedangkan aplikasi Nagios 2 menit 14 detik.

Tabel 2. Data Host Windows Critical

No.	Waktu Penonaktifan	Waktu Deteksi		Durasi (Selisih Waktu Deteksi dengan Waktu Penonaktifan)	
		Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
		1	17:21:47	17:25:24	17:24:10
2	17:46:23	17:47:34	17:48:10	00:01:11	00:01:47
3	18:25:57	18:29:44	18:28:10	00:03:47	00:02:13
4	18:45:52	18:46:26	18:47:10	00:00:34	00:01:18
5	19:01:48	19:05:43	19:04:10	00:03:55	00:02:22
6	19:16:54	19:17:59	19:19:10	00:01:05	00:02:16
7	19:38:20	19:39:47	19:40:10	00:01:27	00:01:50
8	19:53:05	19:55:03	19:55:10	00:01:58	00:02:05
9	20:15:02	20:15:55	20:17:10	00:00:53	00:02:08
10	20:33:06	20:36:57	20:35:10	00:03:51	00:02:04
Rata - rata				00:02:14	00:02:03

3.3 Uji Host Windows Recovery

Langkah selanjutnya adalah men-*enable Network Interface Card* agar *Host Windows* mendapatkan status *reachable (recovery)* yang bisa diartikan sebagai kondisi normal yang dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil data *recovery* pada Tabel 3 menyatakan bahwa aplikasi Zabbix dapat mendeteksi lebih awal dengan durasi rata-rata 1 menit 44 detik sedangkan durasi rata-rata aplikasi Nagios adalah 1 menit 56 detik.

Tabel 3. Data host windows recovery

No.	Waktu Pemulihan	Waktu Deteksi		Durasi (Selisih Waktu Deteksi dengan Waktu Pemulihan)	
		Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
		1	17:27:20	17:30:28	17:29:10
2	18:15:00	18:15:46	18:17:10	00:00:46	00:02:10
3	18:31:10	18:34:48	18:33:10	00:03:38	00:02:00
4	18:52:25	18:55:36	18:54:10	00:03:11	00:01:45
5	19:06:15	19:07:48	19:09:10	00:01:33	00:02:55
6	19:22:10	19:23:03	19:24:10	00:00:53	00:02:00

7	19:42:19	19:44:51	19:43:10	00:02:32	00:00:51
8	20:00:35	20:01:45	20:02:10	00:01:10	00:01:35
9	20:20:52	20:21:45	20:22:10	00:00:53	00:01:18
10	20:39:18	20:40:57	20:40:10	00:01:39	00:00:52
Rata - rata				00:01:56	00:01:44

3.4 Uji IP Kamera Critical

Pengujian dilakukan dengan cara mencabut kabel jaringan yang tersambung pada IP kamera dengan tujuan agar IP kamera mendapatkan status *unreachable (critical)* yang bisa dilihat pada Tabel 4. Hasil yang didapatkan pada Tabel 4 adalah pendeteksian aplikasi Zabbix lebih cepat dengan rata-rata 1 menit 9 detik sedangkan aplikasi Nagios 2 menit 37 detik.

Tabel 4. Data IP Kamera Critical

No.	Waktu Penonaktifan	Waktu Deteksi		Durasi (Selisih Waktu Deteksi dengan Waktu Penonaktifan)	
		Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
		1	17:38:05	17:43:24	17:39:13
2	18:19:09	18:21:28	18:20:13	00:02:19	00:01:04
3	18:35:30	18:36:20	18:36:13	00:00:50	00:00:43
4	18:55:27	18:56:35	18:56:13	00:01:08	00:00:46
5	19:09:55	19:11:52	19:11:12	00:01:57	00:01:17
6	19:24:51	19:27:07	19:26:13	00:02:16	00:01:22
7	19:44:41	19:47:22	19:46:13	00:02:41	00:01:32
8	20:02:03	20:07:38	20:03:13	00:05:35	00:01:10
9	20:26:10	20:27:54	20:27:13	00:01:44	00:01:03
10	20:40:50	20:43:10	20:42:13	00:02:20	00:01:23
Rata - rata				00:02:37	00:01:09

3.5 Uji IP Kamera Recovery

Pengujian dilakukan dengan mencolokkan kembali kabel jaringan ke IP kamera agar mendapatkan status *reachable (recovery)* yang dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil yang didapatkan pada Tabel 5 adalah aplikasi Zabbix lebih cepat mendeteksi IP kamera *recovery* dengan rata-rata durasi 1 menit 3 detik sedangkan aplikasi Nagios 3 menit 44 detik.

Tabel 5. Data IP Kamera Recovery

No.	Waktu Pemulihan	Waktu Deteksi		Durasi (Selisih Waktu Deteksi dengan Waktu Pemulihan)	
		Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
		1	17:43:20	17:46:16	17:44:13
2	18:22:15	18:26:16	18:23:13	00:04:01	00:00:58
3	18:38:20	18:41:24	18:39:13	00:03:04	00:00:53
4	18:58:03	19:01:39	18:59:13	00:03:36	00:01:10
5	19:13:08	19:16:56	19:14:13	00:03:48	00:01:05
6	19:28:05	19:32:11	19:29:13	00:04:06	00:01:08
7	19:48:09	19:52:26	19:49:13	00:04:17	00:01:04
8	20:07:55	20:12:42	20:09:13	00:04:47	00:01:18

9	20:30:00	20:32:58	20:31:13	00:02:58	00:01:13
10	20:44:28	20:48:14	20:45:13	00:03:46	00:00:45
Rata - rata				00:03:44	00:01:03

3.6 Uji Notifikasi Telegram Host Windows Critical

Setelah dilakukannya penonaktifan *Network Interface Card* maka Nagios dan Zabbix akan mendeteksi bahwa terjadi *critical system* dimana sebuah perangkat yang termonitoring melalui daemon NSClient++ dan Zabbix Agent sudah tidak dapat lagi dimonitoring dan akan mengirimkan notifikasi berupa *chat group* pada Telegram yang dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil yang didapatkan pada Tabel 6 adalah aplikasi Nagios lebih cepat mengirimkan notifikasi *critical* ke aplikasi Telegram dengan rata-rata durasi 0 (aplikasi Nagios akan langsung mengirimkan notifikasi pada Telegram setelah terdeteksi *critical status* tanpa penundaan pengiriman) sedangkan aplikasi Zabbix mengalami penundaan pengiriman setelah terdeteksi *critical status* yaitu 2 menit 43 detik.

Tabel 6. Data Notifikasi Telegram Host Windows Critical

No.	Waktu Deteksi		Waktu Pengiriman Notifikasi Telegram		Durasi (Selisih Waktu Pengiriman dengan Waktu Deteksi)	
	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
1	17:25:24	17:24:10	17:25:24	17:27:11	00:00:00	00:03:01
2	17:47:34	17:48:10	17:47:34	17:51:12	00:00:00	00:03:02
3	18:29:44	18:28:10	18:29:44	18:30:11	00:00:00	00:02:01
4	18:46:26	18:47:10	18:46:26	18:50:12	00:00:00	00:03:02
5	19:05:43	19:04:10	19:05:43	19:07:13	00:00:00	00:03:03
6	19:17:59	19:19:10	19:17:59	19:22:11	00:00:00	00:03:01
7	19:39:47	19:40:10	19:39:47	19:42:11	00:00:00	00:02:01
8	19:55:03	19:55:10	19:55:03	19:58:12	00:00:00	00:03:02
9	20:15:55	20:17:10	20:15:55	20:20:10	00:00:00	00:03:00
10	20:36:57	20:35:10	20:36:57	20:37:11	00:00:00	00:02:01
Rata - rata					00:00:00	00:02:43

3.7 Uji Notifikasi Telegram Host Windows Recovery

Notifikasi ini didapat sesaat setelah mengaktifkan kembali *Network Interface Card* melalui *chat group* Telegram dikarenakan *daemon* yang berjalan pada Host Windows saat ini sudah dapat terpantau oleh Nagios dan Zabbix yang dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil yang didapatkan pada Tabel 7 adalah aplikasi Nagios lebih cepat mengirimkan notifikasi *recovery* ke aplikasi Telegram dengan rata-rata durasi 0 (aplikasi Nagios akan langsung mengirimkan notifikasi pada Telegram setelah terdeteksi *recovery status* tanpa penundaan pengiriman) sedangkan aplikasi Zabbix mengalami penundaan pengiriman setelah terdeteksi *recovery status* yaitu 2 detik.

Tabel 7. Data Notifikasi Telegram Host Windows Recovery

No.	Waktu Deteksi		Waktu Pengiriman Notifikasi Telegram		Durasi (Selisih Waktu Pengiriman dengan Waktu Deteksi)	
	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
1	17:30:28	17:29:10	17:30:28	17:29:14	00:00:00	00:00:04
2	18:15:46	18:17:10	18:15:46	18:17:10	00:00:00	00:00:00

3	18:34:48	18:33:10	18:34:48	18:33:11	00:00:00	00:00:01
4	18:55:36	18:54:10	18:55:36	18:54:12	00:00:00	00:00:02
5	19:07:48	19:09:10	19:07:48	19:09:13	00:00:00	00:00:03
6	19:23:03	19:24:10	19:23:03	19:24:11	00:00:00	00:00:01
7	19:44:51	19:43:10	19:44:51	19:43:11	00:00:00	00:00:01
8	20:01:45	20:02:10	20:01:45	20:02:12	00:00:00	00:00:02
9	20:21:45	20:22:10	20:21:45	20:22:13	00:00:00	00:00:03
10	20:40:57	20:40:10	20:40:57	20:40:11	00:00:00	00:00:01
Rata - rata					00:00:00	00:00:02

3.8 Uji Notifikasi Gmail Host Windows Critical

Pengujian kali ini berfungsi sebagai komparasi antara pengiriman Telegram dengan Gmail yaitu perbandingan Tabel 6 dengan Tabel 8. Dari data yang dihasilkan oleh Tabel 8 menerangkan bahwa pengiriman antara Telegram dan Gmail untuk *Host Windows Critical* tidak mengalami perbedaan (Telegram dan Gmail mengirim notifikasi disaat yang bersamaan).

Tabel 8. Data Notifikasi Gmail Host Windows Critical

No.	Waktu Deteksi		Waktu Pengiriman Notifikasi Gmail		Durasi (Selisih Waktu Pengiriman dengan Waktu Deteksi)	
	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
1	17:25:24	17:24:10	17:25:24	17:27:11	00:00:00	00:03:01
2	17:47:34	17:48:10	17:47:34	17:51:12	00:00:00	00:03:02
3	18:29:44	18:28:10	18:29:44	18:30:11	00:00:00	00:02:01
4	18:46:26	18:47:10	18:46:26	18:50:12	00:00:00	00:03:02
5	19:05:43	19:04:10	19:05:43	19:07:13	00:00:00	00:03:03
6	19:17:59	19:19:10	19:17:59	19:22:11	00:00:00	00:03:01
7	19:39:47	19:40:10	19:39:47	19:42:11	00:00:00	00:02:01
8	19:55:03	19:55:10	19:55:03	19:58:12	00:00:00	00:03:02
9	20:15:55	20:17:10	20:15:55	20:20:10	00:00:00	00:03:00
10	20:36:57	20:35:10	20:36:57	20:37:11	00:00:00	00:02:01
Rata - rata					00:00:00	00:02:43

3.9 Uji Notifikasi Gmail Host Windows Recovery

Pengujian kali ini berfungsi sebagai komparasi antara pengiriman Telegram dengan Gmail yaitu perbandingan Tabel 7 dengan Tabel 9. Dari data yang dihasilkan oleh Tabel 9 menerangkan bahwa pengiriman antara Telegram dan Gmail untuk *Host Windows Recovery* tidak mengalami perbedaan (Telegram dan Gmail mengirim notifikasi disaat yang bersamaan).

Tabel 9. Data notifikasi Gmail Host Windows Recovery

No.	Waktu Deteksi		Waktu Pengiriman Notifikasi Gmail		Durasi (Selisih Waktu Pengiriman dengan Waktu Deteksi)	
	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
1	17:30:28	17:29:10	17:30:28	17:29:14	00:00:00	00:00:04
2	18:15:46	18:17:10	18:15:46	18:17:10	00:00:00	00:00:00
3	18:34:48	18:33:10	18:34:48	18:33:11	00:00:00	00:00:01
4	18:55:36	18:54:10	18:55:36	18:54:12	00:00:00	00:00:02

5	19:07:48	19:09:10	19:07:48	19:09:13	00:00:00	00:00:03
6	19:23:03	19:24:10	19:23:03	19:24:11	00:00:00	00:00:01
7	19:44:51	19:43:10	19:44:51	19:43:11	00:00:00	00:00:01
8	20:01:45	20:02:10	20:01:45	20:02:12	00:00:00	00:00:02
9	20:21:45	20:22:10	20:21:45	20:22:13	00:00:00	00:00:03
10	20:40:57	20:40:10	20:40:57	20:40:11	00:00:00	00:00:01
Rata - rata					00:00:00	00:00:02

3.10 Uji Notifikasi Telegram IP Kamera Critical

Setelah dilakukannya pencabutan kabel jaringan pada IP kamera maka Nagios dan Zabbix akan mendeteksi bahwa terjadi status mati (*down*) dimana sebuah perangkat yang terpantau sudah tidak dapat lagi terpantau dan akan mengirimkan notifikasi berupa *chat group* pada Telegram yang dapat dilihat pada Tabel 10. Hasil yang didapatkan pada Tabel 10 adalah aplikasi Nagios lebih cepat mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram dengan rata-rata durasi 0 (aplikasi Nagios akan langsung mengirimkan notifikasi pada Telegram setelah terdeteksi *critical status* tanpa penundaan pengiriman) sedangkan aplikasi Zabbix mengalami penundaan pengiriman setelah terdeteksi *critical status* yaitu 1 menit 53 detik.

Tabel 10. Data notifikasi Telegram IP Kamera Critical

No.	Waktu Deteksi		Waktu Pengiriman Notifikasi Telegram		Durasi (Selisih Waktu Pengiriman dengan Waktu Deteksi)	
	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
1	17:43:24	17:39:13	17:43:24	17:41:17	00:00:00	00:02:04
2	18:21:28	18:20:13	18:21:28	18:20:20	00:00:00	00:00:07
3	18:36:20	18:36:13	18:36:20	18:38:17	00:00:00	00:02:04
4	18:56:35	18:56:13	18:56:35	18:58:18	00:00:00	00:02:05
5	19:11:52	19:11:12	19:11:52	19:13:19	00:00:00	00:02:07
6	19:27:07	19:26:13	19:27:07	19:28:17	00:00:00	00:02:04
7	19:47:22	19:46:13	19:47:22	19:48:18	00:00:00	00:02:05
8	20:07:38	20:03:13	20:07:38	20:05:18	00:00:00	00:02:05
9	20:27:54	20:27:13	20:27:54	20:29:16	00:00:00	00:02:03
10	20:43:10	20:42:13	20:43:10	20:44:17	00:00:00	00:02:04
Rata - rata					00:00:00	00:01:53

3.11 Uji Notifikasi Telegram IP Kamera Recovery

Notifikasi melalui chat group Telegram ini akan didapatkan sesaat setelah Nagios dan Zabbix mendeteksi bahwa IP kamera sudah dapat kembali di monitoring yang dapat dilihat pada Tabel 11. Hasil yang didapatkan pada Tabel 11 adalah aplikasi Nagios lebih cepat mengirimkan notifikasi *recovery* ke aplikasi Telegram dengan rata-rata durasi 0 (aplikasi Nagios akan langsung mengirimkan notifikasi pada Telegram setelah terdeteksi *recovery status* tanpa penundaan pengiriman) sedangkan aplikasi Zabbix mengalami penundaan dengan rata-rata durasi pengiriman setelah terdeteksi *recovery status* yaitu 4 detik.

Tabel 11. Data notifikasi Telegram IP Kamera Recovery

No.	Waktu Deteksi		Waktu Pengiriman Notifikasi Telegram		Durasi (Selisih Waktu Pengiriman dengan Waktu Deteksi)	
	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
1	17:46:16	17:44:13	17:46:16	17:44:18	00:00:00	0:00:05
2	18:26:16	18:23:13	18:26:16	18:23:17	00:00:00	0:00:04
3	18:41:24	18:39:13	18:41:24	18:39:17	00:00:00	0:00:04
4	19:01:39	18:59:13	19:01:39	18:59:18	00:00:00	0:00:05
5	19:16:56	19:14:13	19:16:56	19:14:16	00:00:00	0:00:03
6	19:32:11	19:29:13	19:32:11	19:29:17	00:00:00	0:00:04
7	19:52:26	19:49:13	19:52:26	19:49:18	00:00:00	0:00:05
8	20:12:42	20:09:13	20:12:42	20:09:19	00:00:00	0:00:06
9	20:32:58	20:31:13	20:32:58	20:31:17	00:00:00	0:00:04
10	20:48:14	20:45:13	20:48:14	20:45:17	00:00:00	0:00:04
Rata - rata					00:00:00	00:00:04

3.12 Uji Notifikasi Gmail IP Kamera Critical

Pengujian kali ini berfungsi sebagai komparasi antara pengiriman Telegram dengan Gmail yaitu perbandingan Tabel 10 dengan Tabel 12. Dari data yang dihasilkan oleh Tabel 12 menerangkan bahwa pengiriman antara Telegram dan Gmail untuk *IP Camera Critical* tidak mengalami perbedaan (Telegram dan Gmail mengirim notifikasi disaat yang bersamaan).

Tabel 12. Data notifikasi Gmail IP Kamera Critical

No.	Waktu Deteksi		Waktu Pengiriman Notifikasi Gmail		Durasi (Selisih Waktu Pengiriman dengan Waktu Deteksi)	
	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
1	17:43:24	17:39:13	17:43:24	17:41:17	00:00:00	00:02:04
2	18:21:28	18:20:13	18:21:28	18:20:20	00:00:00	00:00:07
3	18:36:20	18:36:13	18:36:20	18:38:17	00:00:00	00:02:04
4	18:56:35	18:56:13	18:56:35	18:58:18	00:00:00	00:02:05
5	19:11:52	19:11:12	19:11:52	19:13:19	00:00:00	00:02:07
6	19:27:07	19:26:13	19:27:07	19:28:17	00:00:00	00:02:04
7	19:47:22	19:46:13	19:47:22	19:48:18	00:00:00	00:02:05
8	20:07:38	20:03:13	20:07:38	20:05:18	00:00:00	00:02:05
9	20:27:54	20:27:13	20:27:54	20:29:16	00:00:00	00:02:03
10	20:43:10	20:42:13	20:43:10	20:44:17	00:00:00	00:02:04
Rata - rata					00:00:00	00:01:53

3.13 Uji Notifikasi Gmail IP Kamera Recovery

Pengujian kali ini berfungsi sebagai komparasi antara pengiriman Telegram dengan Gmail yaitu perbandingan Tabel 11 dengan Tabel 13. Dari data yang dihasilkan oleh Tabel 13 menerangkan

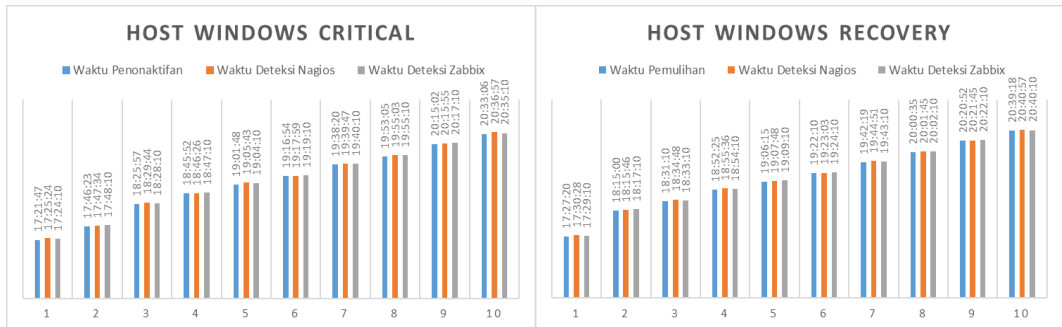
bahwa pengiriman antara Telegram dan Gmail untuk *IP Camera Recovery* tidak mengalami perbedaan (Telegram dan Gmail mengirim notifikasi disaat yang bersamaan).

Tabel 13. Data notifikasi Gmail IP Kamera Recovery

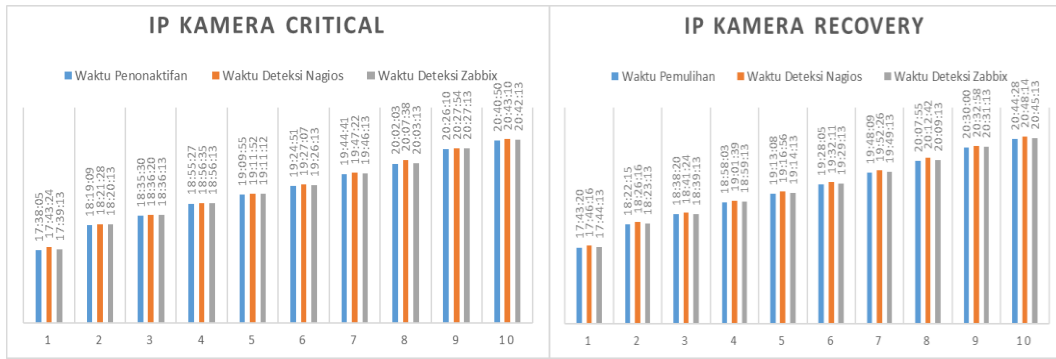
No.	Waktu Deteksi		Waktu Pengiriman Notifikasi Gmail		Durasi (Selisih Waktu Pengiriman dengan Waktu Deteksi)	
	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix	Nagios	Zabbix
1	17:46:16	17:44:13	17:46:16	17:44:18	00:00:00	00:00:05
2	18:26:16	18:23:13	18:26:16	18:23:17	00:00:00	00:00:04
3	18:41:24	18:39:13	18:41:24	18:39:17	00:00:00	00:00:04
4	19:01:39	18:59:13	19:01:39	18:59:18	00:00:00	00:00:05
5	19:16:56	19:14:13	19:16:56	19:14:16	00:00:00	00:00:03
6	19:32:11	19:29:13	19:32:11	19:29:17	00:00:00	00:00:04
7	19:52:26	19:49:13	19:52:26	19:49:18	00:00:00	00:00:05
8	20:12:42	20:09:13	20:12:42	20:09:19	00:00:00	00:00:06
9	20:32:58	20:31:13	20:32:58	20:31:17	00:00:00	00:00:04
10	20:48:14	20:45:13	20:48:14	20:45:17	00:00:00	00:00:04
	Rata - rata				00:00:00	00:00:04

3.14 Grafik Pendeteksi Critical dan Recovery

Grafik pada Gambar 5 menunjukkan perbedaan dalam hal mendeteksi adanya perangkat jaringan yang berstatus *critical* sedangkan grafik pada Gambar 6 menunjukkan perbedaan waktu pendeksian pada perangkat yang berstatus *recovery*.



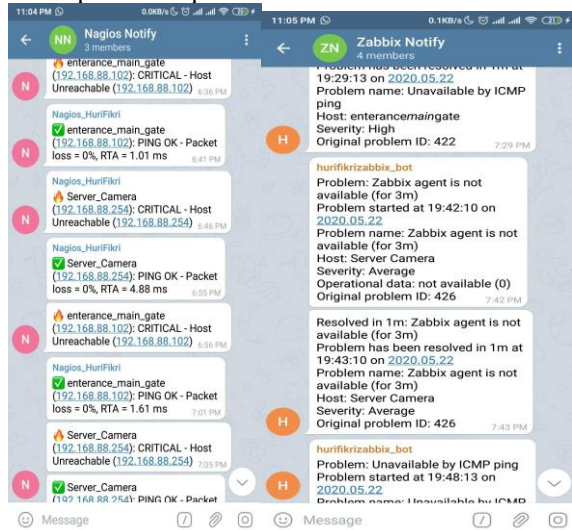
Gambar 5. Grafik Host Windows dan IP Kamera Critical



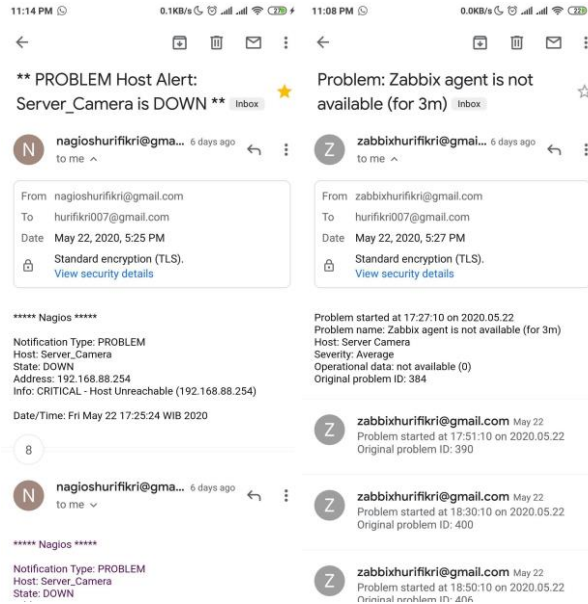
Gambar 6. Grafik Host Windows dan IP Kamera Recovery

3.15 Tampilan Notifikasi

Notifikasi yang didapatkan oleh seorang administrator jaringan yang sudah terdaftar dalam *Network System Monitoring* Nagios dan Zabbix melalui telepon pintarnya dengan menggunakan aplikasi Telegram dan Gmail dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 5. Notifikasi Dalam Aplikasi Telegram



Gambar 6. Notifikasi Dalam Aplikasi Gmail

4. KESIMPULAN

Pemadaman listrik adalah salah satu fenomena yang harus segera diatasi dalam permasalahan jaringan komputer. Maka dari itu diperlukan sebuah notifikasi untuk mengetahui bahwa terjadi masalah pada jaringan yang dikelola oleh Administrator Jaringan saat sedang tidak tersedia di tempat mereka bekerja. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengiriman notifikasi yang dikirimkan oleh Zabbix dan Nagios terhadap Telegram dan Gmail sebanyak 10 kali percobaan berhasil dilakukan. Penggunaan aplikasi Telegram dan Gmail bisa digunakan sebagai alat untuk mendapatkan notifikasi di perangkat telepon pintar karena Telegram dan Gmail tidak memiliki perbandingan detik atau menit saat mengirimkan notifikasi dari sisi server, kedua aplikasi tersebut mengirimkan notifikasi disaat yang bersamaan. Pengiriman notifikasi dari aplikasi Nagios akan langsung dikirimkan (tanpa penundaan pengiriman) ke Telegram dan Gmail setelah terdeteksi *status critical / recovery* sedangkan aplikasi Zabbix mengalami penundaan. Pengujian *Host Windows Critical*, rata-rata durasi Nagios adalah 2 menit 14 detik (6.04%) sedangkan rata-rata durasi Zabbix adalah 2 menit 3 detik (4.71%). *Host Windows Recovery*, rata-rata durasi Nagios dapat mendeteksi adalah 1 menit 56 detik (11.20%) sedangkan rata-rata durasi Zabbix dapat mendeteksi adalah 1 menit 44 detik (8.94%). Dalam hal mendeteksi *IP Kamera Critical*, rata-rata durasi Nagios dapat mendeteksi adalah 2 menit 37 detik (22.82%) sedangkan rata-rata durasi Zabbix dapat mendeteksi adalah 1 menit 9 detik (4.40%). *IP Kamera Recovery*, rata-rata durasi Nagios dapat mendeteksi adalah 3 menit 44 detik (35.73%) sedangkan rata-rata durasi Zabbix dapat mendeteksi adalah 1 menit 3 detik (2.81%). Aplikasi Zabbix mendeteksi lebih cepat daripada aplikasi Nagios untuk pantauan *Host Windows* dan *IP Kamera*. Disarankan untuk menambah objek penelitian dan mengintegrasikan dengan *software ticketing* agar permasalahan yang ditangani lebih optimal serta menambahkan *uninterruptible power supply* (UPS) untuk server dan modem agar dapat mengirimkan notifikasi kepada Administrator Jaringan disaat terjadi pemadaman listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amnur H, Prayama D, Agustin F. Perancangan dan Implementasi Network Monitoring Sistem Menggunakan Nagios dengan Email dan SMS Alert Design with Implementation of Network Monitoring System Using Nagios by Email and SMS Alert. Poli Rekayasa. 2014;10(1):42–50.

- [2] Kijazi A, Kisangiri M. Multifunctional Network Monitoring System Using SMS. In: Pan African International Conference on Science. 2014. p. 143–147.
- [3] Oktivasari P, Habibullah T-. Kajian Network Monitoring System Menggunakan Nagios Dengan Whatsapp Sebagai Notifikasi Alert. *J Komunika J Komunikasi, Media dan Inform.* 2017;6(3):34–43.
- [4] Khan R, Khan SU. Design and implementation of an automated network monitoring and reporting back system. *J Ind Inf Integr.* 2018;9(November):24–34.
- [5] Marik O, Zitta S. Comparative analysis of monitoring system for data networks. *Int Conf Multimed Comput Syst -Proceedings.* 2014;563–568.
- [6] Al Shidhani A, Al Maawali K, Al Abri D, Bourdoucen H. A comparative analysis of open source network monitoring tools. *Int J Open Source Softw Process.* 2016;7(2):1–19.
- [7] Kocjan W, Beltowski P. *Learning Nagios 4. Third.* 2016. 1–386 p.
- [8] Bin Mohd Shuhaimi MAA, Binti Zainal Abidin Z, Binti Roslan I, Binti Anawar S. The new services in Nagios: Network bandwidth utility, email notification and sms alert in improving the network performance. In: *Proceedings of the 2011 7th International Conference on Information Assurance and Security, IAS 2011.* 2011. p. 86–91.
- [9] Alhady M, Supratman E, Komputer FI, Darma UB. Implementasi Notifikasi Bot Telegram Untuk Monitoring Jaringan Wireless Pada Universitas Muhammadiyah Palembang. In: *Bina Darma Conference on Computer Science.* 2019. p. 2113–2119.
- [10] Habibullah T, Arnaldy D. Implementasi Network Monitoring System Nagios dengan Event Handler dan Notifikasi Telegram Messenger. *Multinetics.* 2016;2(1):13.
- [11] Kuswanto H. Sistem Monitoring Perangkat Jaringan Menggunakan Protokol SNMP dengan Notifikasi Email. *Jurnal Teknik Komputer.* 2018;IV(2):99–104.
- [12] Yanto J. Implementasi Sistem Monitoring Server Menggunakan Nagios. In: *STTI NIIT I-Tech.* 2016. p. 164–169.
- [13] Chahal D, Kharb L, Choudhary D. Performance Analytics of Network Monitoring Tools. 2019;(8):2572–2577.
- [14] Doliwa D, Frydrych M, Horzelski W. Network Monitoring and Management for Company With Hybrid And Distributed Infrastructure. *Inf Syst Manag.* 2016;5(3):326–335.
- [15] Fauzan M. STRATEGI PENGELOLAAN SERVER PADA BAGIAN PUSAT TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS WIDYATAMA. *J Chem Inf Model.* 2014;53(9):1689–1699.
- [16] Reinaldi N, Susanti F, Gunawan T. Implementasi Dan Monitoring Layanan Cloud Storage Seafile Implementation and Monitoring Service Cloud Storage Seafile with Nagios in School of Applied Science. 2017;3(1):126–151.
- [17] Hernantes J, Gallardo G, Serrano N. IT Infrastructure-Monitoring Tools. *IEEE Softw.* 2015;32(4):88–93.
- [18] Alfaini, Kurniawan IF. STANDAR MODEL MANAJEMEN FCAPS Alfaini Ibnu Febry Kurniawan Abstrak. *J Manaj Inform.* 2016;6(1):52–61.
- [19] Petrucci CM, Puiu BA, Ivanciu IA, Dobrota V. Automatic Management Solution in Cloud Using NtopNG and Zabbix. *Proc - 17th RoEduNet IEEE Int Conf Netw Educ Res RoEduNet*

2018. 2018;1–6.
- [20] Mescheryakov S, Shchemelinin D, Izrailov K, Pokussov V. Digital cloud environment: Present challenges and future forecast. *Futur Internet*. 2020;12(5):1–11.
- [21] Wijonarko D. Zabbix Network Monitoring Sebagai Perangkat Monitoring Jaringan Di Skpd Kota Malang. *J ELTEK*. 2014;12(1):27–38.
- [22] Mota LC, Moreno ED, Ribeiro AL, Salgueiro RJPB. A comparative analysis of network management protocols in IoT applications. *J Comput Sci*. 2018;14(9):1238–1246.
- [23] Nurhaida I, Ichsan I. Congestion Control Pada Jaringan Komputer Berbasis Multi Protocol Label Switching (Mpls). *Simetris J Tek Mesin, Elektro dan Ilmu Komput*. 2020;11(1):77–88.
24. Nugroho A, Yuliadi B. Sharing Printer Beda Network Menggunakan Jaringan Ad Hoc Dengan Aplikasi Mars Wifi Dan Static Routing Protocol. *INOVTEK Polbeng - Seri Inform*. 2018;3(2):110.
25. Iqbal A, Pattinson C, Kor AL. Performance monitoring of Virtual Machines (VMs) of type i and II hypervisors with SNMPv3. In: *World Congress on Sustainable Technologies, WCST 2015*. 2016. p. 98–99.