

## ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA FREENAS DAN NAS4FREE SEBAGAI SISTEM OPERASI JARINGAN NETWORK ATTACHED STORAGE (NAS) PADA LOCAL AREA NETWORK (LAN)

Tajuddin Akbar<sup>1)</sup> Jusak<sup>2)</sup> Teguh Sutanto<sup>3)</sup>

Program Studi/Jurusan Sistem Informasi

STMIK STIKOM Surabaya

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email : 1)[tajuddin.akbar@gmail.com](mailto:tajuddin.akbar@gmail.com), 2)[jusak@stikom.edu](mailto:jusak@stikom.edu), 3)[teguh@stikom.edu](mailto:teguh@stikom.edu)

*Abstract: The development of computer network technology is currently growing exponentially along with the increasing users who make use of digital content in support of mobility. For that purpose, a provider requires a storage server which provides space for storing the digital content.*

*Network Attach Storage (NAS) is a technology that is commonly used as a storage system. It considers to be cheap and easy for implementation. This is mainly because it can be implemented in the condition of minimal resources. On the other hand, this technology is mainly running on the open source operating system, like FreeNAS and NAS4Free*

*This paper will discuss the performance comparison between FreeNAS and NAS4Free network operating system to analyze the main activity of the storage servers, i.e. data transfer, file maintenance, and the network infrastructure. In this testing process, we used windows based file sharing common internet file system (CIFS). Parameter that are involved in the analysis are delay/latency, throughput, CPU usage, memory usage, file copy, file classification, duplicate files detection and file delete on 11 different file sizes.*

*Based on the experiment, it is concluded that FreeNAS operating system in general shows better performance compared to the NAS4Free. However the NAS4Free requires higher CPU usage compared to the NAS4Free.*

**Keywords:** Comparative analysis of NAS operating system, comparison of performance NAS on the LAN.

Dewasa ini adalah era informasi yang dimana teknologi dapat membantu penggunanya dalam berbagi data *virtual/file, data virtual* yang terpusat membutuhkan suatu jaringan komputer yang dapat melayani proses penyimpanan *file* oleh *user*-nya, oleh karena itu dibutuhkan suatu jaringan *file server* yang dapat melayani kebutuhan penggunaannya dalam aktifitas penyimpanan *file*.

Pemanfaatan infrastruktur teknologi informasi yang memadai sangat dibutuhkan terhadap tren yang berkembang saat ini dimana dibutuhkan infrastruktur yang dapat melayani komunikasi data antara *server* dan *client*, tidak hanya dapat melayani, tetapi juga dibutuhkan kecepatan dalam pengelolaan data. Oleh itu dibutuhkan suatu *file server* yang

handal dalam menangani aktifitas penyimpanan tersebut.

Untuk menjadikan *file sharing* tersebut berjalan secara sentralistik, seringkali dibutuhkan biaya lisensi dan *resource hardware* yang tinggi, seperti contoh pada pembangunan *server* dengan arsitektur *Storage Area Network (SAN)* yang membutuhkan infrastruktur *fibre channel* yang terpisah dari jaringan LAN. Hal ini seringkali membebani pengguna dalam membangun suatu *file server*, untuk menjawab hal tersebut, arsitektur *Network Attached Storage (NAS)* adalah salah satu solusi penyimpanan yang dapat digunakan, *Network Attached Storage* adalah sebuah *server* dengan sistem operasi yang dikhususkan untuk melayani kebutuhan

berkas data. NAS dapat diakses langsung melalui jaringan area lokal dengan protokol seperti *TCP/IP*. NAS tidak membutuhkan resource hardware yang tinggi untuk berbagi file. Dalam penelitian ini dipakai dua sistem operasi untuk membangun sistem NAS, yaitu FreeNAS dan NAS4Free. Kedua sistem operasi tersebut adalah sistem operasi jaringan yang *opensource* dan bisa di dapat secara gratis. Saat ini belum ada penelitian perbandingan untuk menyimpulkan sistem operasi NAS mana yang terbaik berdasarkan performa pada kedua sistem operasi jaringan tersebut dengan pertimbangan kecepatan atas aktifitas lalu lintas file yang dapat dicapai.

Maka tugas akhir ini akan dilakukan analisis perbandingan kinerja FreeNAS dan NAS4Free sebagai sistem operasi jaringan *Network Attached Storage* (NAS) pada *Local Area Network* (LAN). Dengan begitu hasil dari penelitian ini diharapkan akan dapat memberikan rekomendasi dan gambaran terhadap keputusan memilih sistem operasi NAS yang akan diterapkan pada jaringan local area network sesuai dengan kebutuhan dengan pertimbangan performa yang ditunjukkan pada masing-masing sistem operasi jaringan.

Kontribusi yang di dapat dari hasil penelitian ini adalah :

1. Hasil perbandingan antara kinerja sistem operasi FreeNAS dan NAS4Free dapat memberikan kontribusi untuk perkembangan teknologi *network attached storage* (NAS) dalam menangani kebutuhan kecepatan lalu lintas data pada *server storage*.
2. Hasil perbandingan antara kinerja sistem operasi FreeNAS dan NAS4Free dapat memberikan rekomendasi dalam memilih sistem operasi *network attached storage* (NAS) dengan mempertimbangkan performa berdasarkan parameter yang telah diteliti.

Organisasi pada tulisan ini adalah sebagai berikut:

Pada bagian kedua membahas dasar teori dari kedua sistem operasi, *network attached storage* (NAS), dan sistem operasi jaringan. Bagian ketiga membahas tentang perancangan dan analisis sistem. Bagian keempat membahas tentang kesimpulan dari makalah ini.

## PERANCANGAN DAN ANALISIS

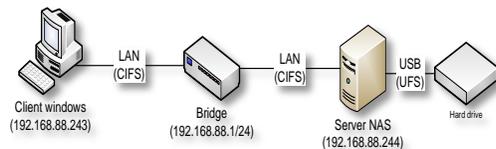
Tabel 1 berikut merupakan spesifikasi dari komputer server yang digunakan.

Tabel 1 Spesifikasi Komputer *Server*

CPU	Intel® Atom CPU N270 @ 1.60Ghz
Memory	1 GB SDRAM
Operating System	NAS4Free 9.1 x86 FreeNAS 8.3 x86

Selain itu pada penelitian ini digunakan router mikrotik RB751 serta menggunakan kabel UTP jenis 5 dengan kecepatan maksimal 100mbps.

Pada simulasi ini digunakan model topologi *star* dengan jaringan *fast ethernet* yang berkecepatan 100mbps dengan kabel UTP kategori 5.



Gambar 1. Topologi *dasar* jaringan yang digunakan

*File system* yang digunakan pada server NAS adalah *unix file system* (UFS) yang merupakan *file system* standart pada sistem operasi yang berbasis *unix* seperti FreeBSD, dan *network sharing* yang digunakan adalah *common internet file system* (CIFS) sesuai dengan sistem operasi PC *client* yang berbasis *Windows*.

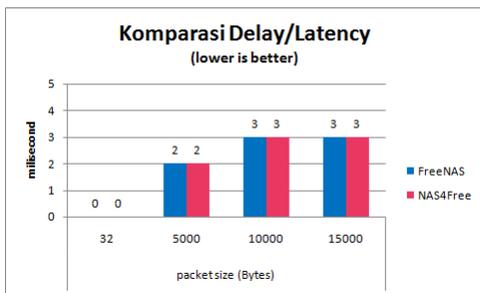
Pengujian yang diterapkan dibagi menjadi 2, yaitu pengujian jaringan yang meliputi pengujian *latency/delay* dan pengujian *throughput*. Ini dilakukan untuk menunjukkan kondisi jaringan yang relatif sama antara penerapan pengujian sistem operasi yang selanjutnya akan dilakukan. Pengujian kedua adalah pengujian sistem operasi yang meliputi pengujian *CPU usage*, pengujian *memory usage*, pengujian *file copy*, pengujian *file classification*, pengujian *duplicate file detection* dan pengujian *file delete*. Pada pengujian sistem operasi disini menggunakan

*software diskboss* dan digunakan file *dummy* yang terdiri dari 11 *file size* yang pada masing-masing *file size* terdiri dari 100 file dengan 5 macam ekstensi yaitu *exe, txt, jpg, avi, dan mp3*. Pengujian pada *CPU usage* dan *memory usage* dilakukan dengan melakukan aktifitas *copy file* dari *client* ke *server* dengan seluruh *fileset* yang berjumlah 1100 file dengan ukuran total 200MB, pada pengujian *file copy* dilakukan antara *client* ke *server* dan *server* ke *client*, pengujian *file classification* dilakukan di *network drive server NAS*, pengujian *duplicate file detection* dilakukan di *network drive server NAS* dengan menempatkan file dengan ukuran dan jumlah yang sama namun dalam folder yang berbeda, pengujian *file delete* dilakukan di *network drive* dengan menghapus 100 file.

**Analisis Komparasi Kinerja**

Pada bagian ini membahas hasil dari pengujian dari parameter *delay/latency, throughput, CPU usage, memory usage, file copy, file classification, duplicate file detection* dan *file delete*, untuk kemudian dilakukan komparasi dari performa sistem operasi *FreeNAS* dan *NAS4Free* sebagai sistem operasi *network attached storage (NAS)* pada *local area network (LAN)*.

**Analisis Komparasi Delay/Latency**



Gambar 2. Grafik komparasi Delay/Latency

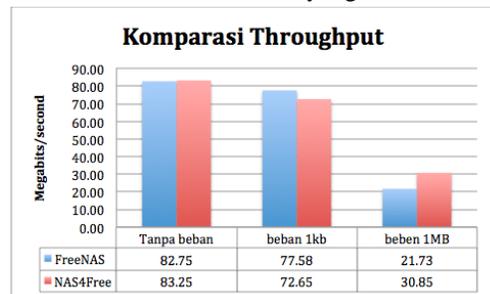
Gambar 2 menunjukkan performa *delay/latency* yang sama pada jaringan yang terbentuk di kedua sistem operasi, sehingga dapat dilakukan kesimpulan bahwa kedua jaringan yang terbentuk memiliki tingkat *latency* yang sama di setiap ukuran *packet* yang dikirimkan dalam *echo request*. *Packet ICMP* yang kecil menunjukkan sedikitnya waktu rata-rata pengiriman trafik data dari *node sumber* hingga sampai ke *node tujuan*.

Semakin kecil *latency* akan semakin cepat data di kirim.

**Analisis Komparasi Throughput**

Pengujian *throughput* dilakukan menggunakan program *jperf*, *jperf* adalah program *iperf* yang dilengkapi *GUI*, *throughput* digunakan untuk mengetahui kecepatan rata-rata antara *PC B client* dan *PC server* dalam interval waktu 1 *second*, waktu pengamatan dalam transmisi adalah 30 *second*, dan satuan yang digunakan adalah *megabit/second*.

Pada pengujian *throughput* ini *PC NAS* berlaku sebagai *server* yang kemudian siap ‘mendengarkan’ paket pada port 5001 yang merupakan port *default* untuk kemudian dilakukan pengujian dari *PC client*. Pengujian dilakukan sebanyak 4 kali, pada masing-masing pengujian di berlakukan interval, waktu transmisi, dan satuan yang sama.

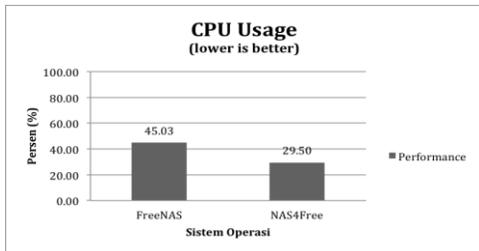


Gambar 3 Grafik komparasi throughput

Gambar 3 menunjukkan *throughput* yang dicapai pada kedua sistem operasi tersebut dengan menggunakan infrastruktur *fast ethernet* yang dengan kabel *UTP* kategori 5 (100mbps). *FreeNAS* memberikan kecepatan *bandwidth* yang relatif sama dengan *NAS4Free* dalam kondisi tidak ada beban *transfer data*. Namun saat diberikan beban *transfer file* sebesar 1KB yang terus menerus pada saat terjadi pengukuran *throughput* *FreeNAS* menunjukkan *throughput* yang lebih tinggi yaitu sebesar 77,58Mbps sedangkan *NAS4Free* sebesar 75,65Mbps. Berbeda lagi saat diberikan beban *transfer file* sebesar 1MB selama pengukuran, *NAS4Free* menunjukkan *bandwidht* yang lebih tinggi yaitu sebesar 30,85Mbps sedangkan *FreeNAS* sebesar 21,73. Ini menunjukkan bahwa saat terjadi *transfer file*, *FreeNAS* dapat menyediakan sisa ruang *bandwidht* yang lebih besar saat terjadi

transfer file berukuran kecil dibanding NAS4Free, Sedangkan NAS4Free menyediakan sisa ruang bandwidht yang lebih besar saat terjadi transfer file berukuran besar dibanding FreeNAS.

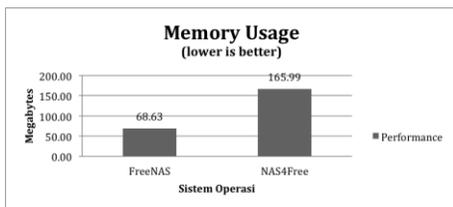
**Analisis Komparasi CPU Usage**



Gambar 4. Grafik komparasi CPU usage

Hasil dari pengujian CPU usage ditunjukkan dalam Gambar 4 dengan melakukan aktifitas copy file dari client ke kedua server yang diterapkan pada kedua sistem operasi menunjukkan persentase CPU usage pada server FreeNAS adalah sebesar 45.03 % dan pada server NAS4Free sebesar 29.50 %. Hal ini menunjukkan bahwa FreeNAS membutuhkan resource CPU yang lebih besar daripada NAS4Free dalam melakukan aktifitas yang sama, yaitu dalam hal ini adalah copy file.

**Analisis Komparasi Memory Usage**



Gambar 5. Grafik Komparasi Memory Usage

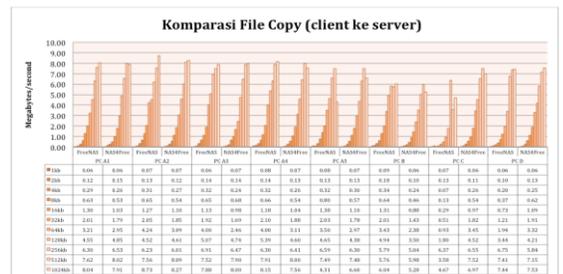
Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian pada parameter memory usage dimana saat melakukan aktifitas copy file menunjukkan FreeNAS memiliki kebutuhan memory yang lebih rendah daripada NAS4Free, server FreeNAS menunjukkan penggunaan memory sebesar 68,63MB sedangkan pada server NAS4Free menunjukkan penggunaan memory sebesar 165,99MB, hal ini menunjukkan server NAS4Free membutuhkan resource memory lebih besar daripada FreeNAS dalam proses aktifitas yang sama, dalam hal ini adalah file copy.

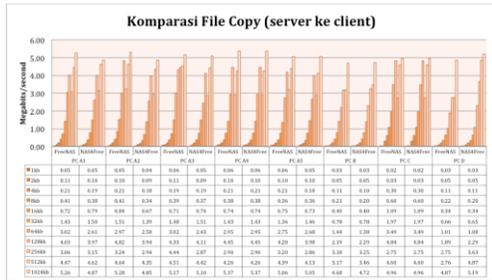
**Analisis Komparasi Kinerja File Copy**

Uji performa file copy dilakukan menggunakan aplikasi diskboss. Pengujian file copy dilakukan dengan melakukan copy file berdasarkan masing-masing kategori file size dari PC client ke PC server dan dari PC server ke PC client untuk didapat tingkat kecepatan copy file pada server NAS. file copy dari PC client ke PC server dilakukan dengan struktur direktori (PC client) H:\file\file any\size kb/ ke direktori utama network drive dari server NAS, sedangkan file copy dari PC server ke PC client dilakukan dengan struktur direktori (PC server) direktori utama network drive server NAS ke (PC client) H:\file\file any\size kb/. Satuan yang digunakan adalah megabytes per second, dilakukan sebanyak 4 kali pengujian, MTU pada router adalah sebesar 1500.

Perbandingan performa file copy dari PC client ke PC server antara FreeNAS dan NAS4Free menunjukkan kemampuan copy file dari PC client ke PC server yang relatif sama dari setiap file size yang diujikan.

Namun performa file copy ini juga dipengaruhi oleh clock speed dari masing-masing client, ini dikarenakan proses copy file dari server NAS melewati processor yang ada pada client saat client melakukan akses terhadap file tersebut. Komparasi performa file copy dari client ke server dan dari server ke client ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7





Gambar 7. Grafik Komparasi File Copy server-client

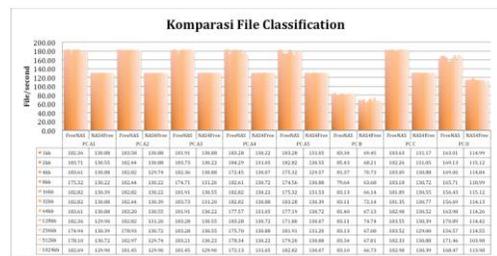
Gambar 6 dan gambar 7 menunjukkan performa file copy, spesifikasi processor dari setiap client yang digunakan sebagai penguji dapat mempengaruhi hasil pengujian. Ini ditunjukkan pada PC A1, A2, A3, A4 dan A5 yang menggunakan spesifikasi processor Intel Core i5 dengan clock speed 3.20GHz (4 CPUs) yang sama menunjukkan hasil performa yang relatif sama pada setiap PC yang diujikan. Dapat disimpulkan dengan spesifikasi yang sama, performa FreeNAS dan NAS4Free memiliki performa yang sama.

Sedangkan pada pengujian dengan spesifikasi processor yang berbeda yaitu PC B, PC C dan PC D, dari data hasil pengujian menunjukkan client yang menggunakan CPU dengan clock speed yang lebih tinggi dapat melakukan proses copy file yang lebih cepat daripada client dengan clock speed yang lebih rendah. Dapat disimpulkan bahwa performa file copy dari client ke server dipengaruhi oleh spesifikasi processor client, yang dimana jika processor client yang memiliki clock speed lebih tinggi akan meningkatkan performa file copy, ini disebabkan pada kegiatan file transfer akan melalui CPU terlebih dahulu sebelum dilakukan transfer file.

### Analisis Komparasi Kinerja File Classification

Pengujian file classification dilakukan dengan menggunakan software diskboss untuk mengukur kemampuan sistem operasi terhadap kecepatan penggolongan file berdasarkan ekstensi, ukuran dan direktori file, pengujian dilakukan dengan menempatkan 100 file dengan ukuran yang sama namun dengan 5 macam ekstensi yang berbeda, yaitu txt, exe, jpg, avi, dan mp3. Kemudian dilakukan pengasifikasian melalui software diskboss untuk mendapat besaran kecepatan kemampuan klasifikasinya dengan satuan file/second, setiap pengujian dilakukan sebanyak 4 kali pada setiap file size.

Perbandingan performa file classification antara server FreeNAS dan NAS4Free menunjukkan FreeNAS memiliki kemampuan file classification lebih baik dibanding NAS4Free, ini ditunjukkan dari setiap file size dan pada setiap client yang diujikan, FreeNAS mencapai angka kecepatan penglasifikasian file yang lebih tinggi dalam satuan file/second. Grafik perbandingan file classification pada kedua sistem operasi ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8. Grafik Komparasi File Classification

Gambar 8 Menunjukkan kecepatan file classification FreeNAS yang lebih tinggi dibandingkan NAS4Free, yang digambarkan pada grafik dengan kecepatan file classification FreeNAS yang berada diatas NAS4Free dari file size 1KB hingga file size 1024KB pada 8 client yang diujikan. Pada pengujian 5 PC client yang menggunakan spesifikasi CPU yang sama yaitu PC A1, A2, A3, A4, A5 menunjukkan FreeNAS memiliki kisaran kecepatan sebesar 180 file/second dan NAS4Free sebesar 130 file/second, hal tersebut sama terjadi pada kelima client yang diujikan. Dapat disimpulkan bahwa pada pengujian dengan PC client berspesifikasi CPU yang sama, FreeNAS lebih unggul daripada NAS4Free

Sedangkan pada pengujian pada PC client dengan spesifikasi berbeda, yaitu PC B, PC C dan PC D, keunggulan yang sama juga di tunjukkan FreeNAS. Perbedaan performa yang terjadi dipengaruhi oleh perbedaan spesifikasi client penguji.

Hal ini menunjukkan bahwa FreeNAS lebih baik dari NAS4Free dalam hal kecepatan untuk aktifitas melakukan operasi penglasifikasian file, klasifikasi file disini berdasarkan ukuran file, ekstensi file, dan lokasi file. Perbedaan kecepatan yang terjadi pada setiap client dikarenakan spesifikasi processor tiap client yang berbeda yang menyebabkan perbedaan kecepatan dalam mengakses dan pengecekan file.



yang memiliki aktifitas manajemen *file* dengan kebutuhan kecepatan tinggi seperti *server file storage*. Perbedaan kecepatan yang terjadi pada setiap *client* dikarenakan spesifikasi *processor* tiap *client* yang berbeda *clock speed*-nya, yang menyebabkan perbedaan kecepatan dalam mengakses *file*.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan perancangan, instalasi sistem, implementasi sistem dan pengujian secara keseluruhan dalam pembuatan tugas akhir analisis perbandingan kinerja FreeNAS dan NAS4Free sebagai sistem operasi jaringan Network Attached Storage (NAS) pada Local Area Network (LAN) diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi sistem jaringan Network Attached Storage (NAS) pada Local Area Network (LAN) telah dilakukan dan diuji cobakan dengan berhasil.
2. Berdasarkan hasil pengujian terhadap analisis perbandingan kinerja FreeNAS dan NAS4Free sebagai sistem operasi jaringan Network Attached Storage (NAS) pada Local Area Network (LAN), didapatkan kesimpulan sebagai berikut:
  - a. Pada proses pengujian *delay/latency* yang dilakukan sebanyak 4 kali dan dengan besaran paket ICMP 32 bytes, 5.000 bytes, 10.000 bytes, dan 15.000 bytes pada setiap sistem operasi didapat bahwa FreeNAS dan NAS4Free dapat memberikan *respond time* yang sama. Ditunjukkan dengan *latency/delay* rata-rata dari kedua sistem operasi tersebut yaitu 0ms pada paket 32 bytes, 2ms pada paket 5.000 bytes, 3ms pada paket 10.000 bytes dan 3ms pada paket 15.000 bytes.
  - b. Pada proses pengujian *throughput* yang dilakukan sebanyak 4 kali pada setiap masing-masing sistem operasi didapat pada kondisi *idle* FreeNAS memiliki nilai rata-rata sebesar 82,75 megabits/second dan NAS4Free sebesar 83,25 megabits/second, ini menunjukkan pada jaringan yang diterapkan pada kedua sistem operasi tersebut tergolong baik karena dengan menggunakan kabel UTP kategori 5 (100mbps) dapat mencapai performa *throughput* yaitu 87% untuk FreeNAS

dan 83% untuk NAS4Free dari infrastruktur *fast ethernet* (100mbps). FreeNAS menunjukkan kecepatan bandwidth yang relatif sama dengan NAS4Free dalam kondisi tidak ada beban dan diberikan beban *transfer* data 1KB. Namun saat diberikan beban *transfer file* sebesar 1MB selama pengukuran, NAS4Free menunjukkan bandwidth yang lebih tinggi yaitu sebesar 30,85Mbps sedangkan FreeNAS sebesar 21,73. Ini menunjukkan bahwa saat terjadi *transfer file*, NAS4Free menyediakan sisa ruang bandwidth yang lebih besar saat terjadi *transfer file* berukuran besar dibanding FreeNAS..

- c. Proses pengujian *CPU usage* dengan infrastruktur jaringan yang sama dan dilakukan aktifitas *copy file* dari PC *client* ke PC *server*, didapatkan hasil *server* FreeNAS menggunakan sumber daya *CPU* sebesar 45.03 % dan pada *server* NAS4Free sebesar 29.50 %. Dengan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam pemantauan *CPU usage* atas aktifitas *file copy* dari PC *client* ke PC *server* NAS4Free lebih baik dari FreeNAS dalam penggunaan *resource CPU*.
- d. Proses pengujian *memory usage* dengan infrastruktur jaringan yang sama dan dilakukan aktifitas *copy file* dari PC *client* ke PC *server*, didapatkan hasil *server* FreeNAS menunjukkan penggunaan *memory* sebesar 68,63MB sedangkan pada *server* NAS4Free menunjukkan penggunaan *memory* sebesar 166MB. Dengan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam pemantauan *memory usage* atas aktifitas *file copy* dari PC *client* ke PC *server* FreeNAS lebih baik daripada NAS4Free dalam penggunaan *resource memory*.
- e. Proses pengujian *file copy* dari PC *client* ke PC *server* dan dari PC *server* ke PC *client* menunjukkan performa yang relatif sama antara kedua sistem operasi, peran *processor* pada tiap *client* dapat mempengaruhi performa *file copy* pada *server* NAS. *Processor* dengan *clock speed* yang lebih tinggi dapat memproses *file copy* lebih cepat dengan spesifikasi *server* yang sama. Dapat

disimpulkan bahwa performa pada aktifitas *transfer file* setiap *client* dapat menunjukkan hasil yang berbeda-beda, terpengaruh dari *clock speed client* itu sendiri, semakin cepat *clock speed* suatu *client*, maka dapat menunjukkan performa *file copy* yang lebih cepat pula.

- f. Proses pengujian *file classification* menunjukkan performa FreeNAS yang lebih cepat dalam menangani operasi *file classification*, ini ditunjukkan dengan grafik performa yang stabil diatas performa NAS4Free pada 11 *file size* dan pada 8 *client* yang diujikan. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan FreeNAS memiliki kemampuan lebih cepat daripada NAS4Free dalam operasi pengklasifikasian *file* dalam hal ini berdasarkan ukuran *file*, ekstensi *file*, dan lokasi *file* sehingga dapat membantu dalam aktifitas *maintenance server*.
- g. Proses pengujian *duplicate file detection* menunjukkan performa yang relatif sama antara kedua sistem operasi, hal yang mempengaruhi performa yang berbeda-beda pada setiap *client* adalah *clock speed processor* dari masing-masing *client*. Dari keseluruhan pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa *clock speed processor client* berpengaruh terhadap *duplicate file detection* pada *server* NAS, semakin cepat *clock speed processor* suatu *client*, semakin cepat pula kecepatan mendeteksi *file* yang duplikat, karena *clock speed* yang lebih tinggi dapat mempercepat dalam mengakses *file* yang ada di *server* NAS.
- h. Proses pengujian *file delete* menunjukkan performa FreeNAS cenderung lebih cepat dari NAS4Free, hal ini ditunjukkan dengan grafik performa yang stabil diatas performa NAS4Free pada 11 *file size* dan 8 *client* yang diujikan. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan FreeNAS memiliki kemampuan lebih cepat daripada NAS4Free dalam operasi menghapus *file*, hasil pengujian dapat mendukung pembangunan *server* storage yang membutuhkan kecepatan dalam aktifitas manajemen *file*.

Dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan didapat kesimpulan FreeNAS adalah sistem operasi yang dapat membantu dalam kecepatan *maintenance server* yang meliputi aktifitas pengklasifikasian *file*, dan delete *file* dengan membutuhkan resource CPU yang rendah namun tinggi dalam kebutuhan *resource memory*. Hal ini ditunjukkan melalui keunggulan FreeNAS dalam hal pengujian *file classification* dan *file delete* dan *CPU usage*. Namun pada parameter *file copy* dan *duplicate file detection* kedua sistem operasi tersebut menunjukkan performa yang relatif sama, adapun yang mempengaruhi parameter *file copy* dan *duplicate file detection* adalah spesifikasi dari masing-masing *client* yaitu *clock speed* dari *processor client*.

## RUJUKAN

- Bodnar, Ladislav, 2012, "NAS4Free", <http://distrowatch.com/table.php?distribution=nas4free> (diakses 5 Pebruari 2013)
- Catur, Azis, 2008, Panduan Lengkap Menguasai Router Masa Depan Menggunakan Mikrotik Router OS, Andi, Jogjakarta.
- Fadli, fajrin, "Mengukur Parameter Kinerja jaringan", <http://situsdenai.blogspot.com/2012/01/mengukur-parameter-kinerja-jaringan.html> (diakses 31 Agustus 2012).
- Flexsense, "NAS Performance Comparison", [http://www.flexsense.com/nas\\_performance\\_comparison.html](http://www.flexsense.com/nas_performance_comparison.html) (diakses 5 Pebruari 2013).
- H. Sanders, Donald, 1988, Computer Today 3<sup>rd</sup> edition, Penerbit McGraw-Hill, New York.
- Kristanto, Andri, 2003, Jaringan Komputer, Penerbit Graha Ilmu, Jogjakarta.
- Nurwidyanto, Meta, 2009, "Gudang Data Opensource: FreeNAS atau Openfiler?" <http://meta.wacana.net/archives/51-Gudang-Data-Opensource-FreeNAS-atau-Openfiler.html> (diakses pada 8 Pebruari 2013)
- Purnawan, Putu, 2013, "Sistem Operasi Jaringan", [http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem\\_operasi\\_jaringan](http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_operasi_jaringan) (diakses 14 Mei 2013)
- Rafiudin, Rahmat, 2003, Mengupas Tuntas Mikrotik Router, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Rianto, Anjik, Sukmaaji, 2008, Jaringan Komputer, Penerbit ANDI, Yogyakarta

- Rouse, Margaret, "NIST cloud computing program", <http://searchcloudstorage.techtarget.com/definition/personal-cloud-storage> (diakses 28 Agustus 2012).
- Siregar, feber, "Apakah Network Attached Storage (NAS)", <http://foesiredgar.blogspot.com/2011/01/network-attached-storage-nas.html> (diakses 28 Agustus 2012).
- Sofana, Iwan, 2009, CISCO CCNA dan Jaringan Komputer, Informatika, Bandung
- Sofana, Iwan, 2011, Teori dan Modul Praktikum Jaringan Komputer, Modul, Bandung.
- Sopandi, Dede, 2005, Instalasi dan Konfigurasi Jaringan Komputer, Informatika, Bandung.
- Speedywiki, "server storage", [http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/Storage\\_Server](http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/Storage_Server) (diakses 2 September 2012).
- Sugianto, Masim, Vavai, 2012, "Instalasi FreeNAS untuk Network Storage" <http://www.excellent.co.id/product-services/vmware/instalasi-freenas-untuk-network-storage-vmware-vsphere/> (diakses 17 Pebruari 2013)
- Syafrizal, Melwin, 2002, Pengantar Jaringan Komputer, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.