

Implementasi Backup Otomatis Menggunakan Bacula dan Raspberry Pi sebagai Controller Node (Studi Kasus: PUTI IT Telkom Surabaya)

Tugas Akhir
diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana
dari Program Studi Teknologi Informasi (Kampus Kota Surabaya)
Fakultas Informatika
Universitas Telkom

1202202061
Rully Rosadi



Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Kota Surabaya)

Fakultas Informatika
Universitas Telkom
Surabaya
2024

LEMBAR PENGESAHAN

Implementasi Backup Otomatis Menggunakan Bacula dan Raspberry Pi sebagai Controller Node (Studi Kasus: PUTI IT Telkom Surabaya)

Implementation of Automatic Backup Using Bacula and Raspberry Pi as Controller Node (Case Study: PUTI IT Telkom Surabaya)

NIM : 1202202061

Rully Rosadi

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Kota Surabaya)

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Surabaya, 12 Juni 2024

Menyetujui

Pembimbing I,

Oktavia Ayu Permata, S.T., M.T.

19900006

Pembimbing II,

Rizky Fenaldo Maulana, S.Kom., M.Kom

20970031

Ketua Program Studi
Sarjana Teknologi Informasi
(Kampus Kota Surabaya)

Bernadus Anggo Seno, S.T., M.T.
NIP: 23929009

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Rully Rosadi, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul Implementasi Backup Otomatis Menggunakan Bacula dan Raspberry Pi sebagai Controller Node (Studi Kasus: PUTI IT Telkom Surabaya) beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Surabaya, 11 Juni 2024

Yang Menyatakan



Rully Rosadi

Implementasi Backup Otomatis Menggunakan Bacula Dan Raspberry Pi Sebagai Controller Node (Studi Kasus: PUTI IT Telkom Surabaya)

Rully Rosadi¹, Oktavia Ayu Permata, S.T., M.T.², Rizky Fenaldo Maulana, S.Kom., M.Kom³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Surabaya

¹rullyro@student.telkomuniversity.ac.id, ²oktapermata@telkomuniversity.ac.id,

³rizkyfenaldo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Data merupakan aset berharga bagi sebuah organisasi maupun perusahaan. IT Telkom Surabaya memiliki data yang diolah oleh divisi Pusat Teknologi Informasi (PUTI). PUTI bertugas salah satunya mengamankan data SQL absensi dari aplikasi QRAMAS. Salah satu pengamanan data yang dilakukan yaitu dengan melakukan backup. Sistem backup yang baik dapat menyimpan dan mengembalikan data apabila diperlukan. Sistem backup yang dimiliki oleh PUTI memiliki kelemahan yaitu hanya membackup kedalam komputer yang sama. Kelemahan ini dapat diatasi dengan menggunakan aplikasi Bacula yang dapat melakukan backup dan restore. Bacula dapat membuat node pengontrol yang berguna sebagai pengatur backup dan restore. Node ini dijalankan oleh Raspberry Pi yang dapat melakukan pengontrolan backup otomatis terhadap beberapa perangkat yang terhubung. Perangkat yang digunakan yaitu dua virtual machine, satu Raspberry Pi dan satu Network Attached Storage. Metode yang digunakan yaitu Network Development Life Cycle. Sistem backup ini menghasilkan kecepatan backup sekitar 1649 Kbps sampai 3299 Kbps. Sistem ini memiliki skala throughput 4 atau dapat dikatakan sangat bagus menurut standar TIPHON. Selain itu, size backup juga terkompresi hingga 88,7%. File backup dapat dikatakan akurat karena telah diuji dengan md5sum. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keefektifan resource management dikarenakan sistem memiliki throughput yang baik dan dapat memilih file untuk dilakukan restore.

Kata Kunci: Backup, Bacula, Raspberry Pi

Abstract

Data is a valuable asset for an organization or company. IT Telkom Surabaya has data processed by the Information Technology Center (PUTI) division. PUTI's duties include securing SQL attendance data from the QRAMAS application. One way to protect data is by doing backups. A good backup system can save and restore data if necessary. PUTI's backup system has a weakness, namely that it only backs up to the same computer. This weakness can be overcome by using the Bacula application which can perform backup and recovery. Bacula can create controller nodes which are useful for managing backup and restore. This node is run by a Raspberry Pi which can control automatic backups of several connected devices. The devices used are two virtual machines, one Raspberry Pi and one Network Attached Storage. The method used is Network Development Life Cycle. This backup system produces backup speeds of around 1649 Kbps to 3299 Kbps. This system has a throughput scale of 4 or can be said to be very good according to TIPHON standards. Apart from that, the backup size is also compressed up to 88.7%. The backup file can be said to be accurate because it has been tested with md5sum. This system is expected to increase the effectiveness of resource management because the system has good throughput and can select files for recovery.

Keywords: Backup, Bacula, Raspberry Pi

1. Pendahuluan

a. Latar Belakang

Data bagi perusahaan merupakan suatu aset yang berharga dan sangat krusial bagi sebuah organisasi maupun perusahaan. IT Telkom Surabaya memiliki berbagai macam data yang diolah oleh Pusat Teknologi Informasi (PUTI). Data tersebut diolah dan ditampilkan dalam bentuk aplikasi maupun website yang dikelola oleh PUTI. Salah satu contoh data yang dikelola oleh PUTI adalah data presensi pegawai yang ditampilkan melalui aplikasi QRAMAS. Pengelolaan data yang besar memunculkan risiko seperti kehilangan data, kerusakan data, dan pencurian data. Risiko ini dapat diatasi salah satunya menyimpan data ke pihak yang lain seperti server cadangan atau biasa kita kenal sebagai *backup*.

Backup adalah sebuah metode untuk menyimpan file atau data kedalam *server* cadangan untuk memfasilitasi sistem utama ketika data pada sistem hilang karena beberapa sebab[1]. Data yang hilang dapat dikembalikan menggunakan metode *restore* apabila data sudah disimpan didalam server cadangan. PUTI sudah mengaplikasikan metode *backup* maupun *restore* untuk mengamankan data-data yang dimilikinya, namun metode *backup* yang dilakukan oleh PUTI masih terbilang cukup konvensional yaitu dengan menggunakan Crontab dan hanya *mbackup* ke dalam server yang sama seperti yang ditempati oleh client yang ingin membackup. Sistem ini dapat dioptimalkan dengan menggunakan sistem otomatisasi *backup* dengan penambahan *Network Attached Storage* (NAS) sebagai server cadangan supaya dapat melakukan pengamanan data antar server maupun client dengan maksimal.

Proses otomatisasi *backup* pada PUTI masih membutuhkan konfigurasi pada masing-masing perangkat *server* maupun *client* untuk dapat menjalankan *backup* maupun *restore* dikarenakan perangkat lunak yang digunakan masih menggunakan *backup* Crontab dimana hal ini masih membuat PUTI melakukan konfigurasi pada tiap-tiap mesin yang ada. Oleh karena itu, *resource management* yang berada pada PUTI masih belum maksimal. Otomatisasi *backup* dapat dijalankan menjadi lebih efisien dan terpusat dengan menggunakan aplikasi Bacula yang berisi beberapa aplikasi bawaan yang dikhususkan untuk mengefisienkan proses *backup* yang rumit, hal ini dapat memudahkan PUTI untuk mengontrol proses *backup* maupun *restore* yang akan dilakukan secara otomatis. Sistem kontrol ini dapat dilakukan menggunakan satu entitas komputer yang khusus digunakan untuk melakukan pengontrolan. Tools yang digunakan sebagai *node controller* adalah Raspberry Pi. Raspberry Pi dipilih karena mampu melakukan fungsi kontrol secara langsung terhadap *server* maupun *client*[2]. Penggunaan Raspberry Pi memungkinkan pengguna untuk mengontrol secara manual dalam konfigurasi *job-job* yang tersedia pada software Bacula dikarenakan sifat Raspberry Pi yang sejatinya sama layaknya komputer pada umumnya. Penggunaan Raspberry Pi dengan Bacula bisa menghemat storage dan memaksimalkan aspek *resource management*.

Sistem *backup* otomatis dengan penggunaan software Bacula dengan pemanfaatan Raspberry Pi diharapkan dapat menjadi solusi untuk *resource management* yang lebih baik sehingga dapat memudahkan PUTI dalam melakukan *backup* maupun *restore* yang dikerjakan tiap harinya pada lingkungan kerja PUTI. *Resource management* yang baik dapat bermanfaat bagi PUTI seperti ketika ada kesalahan pada beberapa server yang berjalan pihak PUTI dapat melakukan manajemen dengan baik seperti melakukan *restore* dengan hanya mengontrol Raspberry Pi. Hal ini mendukung PUTI untuk dapat secara efisien mengatur *backup* maupun *restore* di lingkungan PUTI.

b. Topik dan Batasannya

Proses Implementasi *Backup* Otomatis Menggunakan Bacula Dan Raspberry Pi Sebagai Controller Node dengan studi kasus di PUTI IT Telkom Surabaya memiliki tantangan yang akan diselesaikan yaitu bagaimana membuat sebuah desain sistem *backup* otomatis terpusat dengan tools tambahan Bacula dan Raspberry Pi sebagai *node controller*, selain itu pada topik ini juga akan menyelesaikan bagaimana sistem yang telah dibuat dapat membackup SQL supaya dapat menghasilkan *backup* SQL yang efisien.

Batasan masalah yang dihadapi dalam topik ini yaitu pada rancangan sistem *backup* otomatis dan terpusat hanya menggunakan studi kasus yang berada pada server internal PUTI IT Telkom Surabaya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *virtual machine* sebagai user dan NAS sebagai server *backup* untuk melakukan simulasi.

c. Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu merancang sistem yang dapat membackup SQL sehingga dapat menghasilkan *backup* SQL yang efisien. SQL yang akan dibackup adalah data absensi milik PUTI yaitu QRAMAS. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk membangun sebuah rancangan sistem *backup*

otomatis terpusat dengan penggunaan *tools* Bacula dan Raspberry Pi sebagai *node* pengontrol. Tujuan dari penelitian ini dijelaskan lebih rinci pada tabel 1.

Tabel 1. Tujuan Pengujian Kesimpulan

Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
Merancang sistem yang dapat membackup SQL supaya menghasilkan <i>backup</i> SQL yang efisien.	Sistem mampu melakukan <i>backup</i> SQL dengan size dan waktu yang lebih efisien.	Apakah sistem berhasil melakukan <i>backup</i> SQL dengan efisien?
Membangun rancangan sistem <i>backup</i> otomatis terpusat dengan penggunaan <i>tools</i> tambahan Bacula dan Raspberry Pi sebagai <i>node</i> pengontrol.	Sistem dapat saling berhubungan satu sama lain antara <i>virtual machine</i> , Raspberry Pi, dan NAS dengan menggunakan Bacula	Apakah sistem berhasil dapat saling berhubungan satu sama lain?

d. Organisasi Tulisan

Penelitian ini dibuat dan disusun dengan organisasi tulisan sebagai berikut:

- **Pendahuluan.** Bagian ini menjelaskan mengenai apa yang mendasari penelitian ini, tujuan dari penelitian ini, serta apa penelitian ini.
- **Studi Terkait.** Bagian ini menjelaskan mengenai bagaimana penelitian ini dibuat dari beberapa referensi yang dijadikan sebagai pengembang dari penelitian ini.
- **Sistem yang Dibangun.** Bagian ini menjelaskan mengenai bagaimana sistem yang nantinya akan dibangun dan diimplementasikan pada penelitian ini.
- **Evaluasi.** Bagian ini menjelaskan mengenai bagaimana hasil dari penelitian ini dan proses analisa dari hasil yang diperoleh.
- **Kesimpulan.** Bagian ini menjelaskan mengenai apa yang dapat disimpulkan dari penelitian ini.

2. Studi Terkait

Penelitian yang sudah dilakukan dijadikan referensi sebagai pengembangan penelitian terkait sistem *backup* otomatis dengan penggunaan Raspberry Pi sebagai alat tambahan. Penelitian yang dijadikan referensi adalah sebagai berikut.

- a. Penelitian berjudul “Pembangunan Auto Backup SQL Database Server Menggunakan Raspberry Pi : Studi Kasus” oleh Dwiny Meidelfi, dkk. Diteliti pada tahun 2018 bertujuan untuk membuat sistem *backup* otomatis. Penelitian ini membahas Raspberry Pi sebagai *controller node* secara tidak eksplisit, hal ini terlihat dari topologi jaringan yang digunakan. Dalam topologi yang digunakan di penelitian ini, terlihat bahwa Raspberry Pi menjadi suatu entitas individu yang berkomunikasi dengan server dan client di dalam jaringan. Sistem *backup* otomatis disini menggunakan protokol SFTP maupun *Secure Shell* (SSH). Tools untuk mengotomatiskan *backup* di penelitian ini menggunakan Rsync untuk melakukan tugas *backup* dan Crontab untuk mengotomatiskan tugas *backup* yang dilakukan oleh Rsync. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah sistem *backup* otomatis dengan penggunaan Raspberry Pi dinilai berhasil dan dapat digunakan[2].
- b. Penelitian berjudul “Disaster Recovery Strategy menggunakan Software Bacula dengan Metode *Differential Backup-Restore*” oleh Fachrul Hijriah Usman, dkk. Diteliti pada tahun 2018 bertujuan untuk membuat sebuah sistem *backup-restore* sebagai *disaster recovery strategy* menggunakan software Bacula. Penelitian ini membahas bagaimana software Bacula dapat digunakan dengan baik, hal ini dapat dibuktikan pada integritas data yang dicek menggunakan *digital signature* RSA yang menghasilkan bahwa data *backup* maupun *restore* yang telah terverifikasi oleh pengujian integritas. Selain itu dapat diketahui di dalam penelitian ini bahwa nilai throughput *backup-restore* menggunakan metode *incremental* mengalami fluktuatif dan durasinya bergantung pada besaran data yang di *backup-restore*. Waktu delay yang dihasilkan pada *backup-restore* masih tergolong baik dengan memperoleh indeks 4 sesuai standar TIPHON[3].
- c. Penelitian berjudul “Sinergi Replikasi Server dan Sistem Failover pada Database Server untuk Mereduksi Downtime Disaster Recovery Planning (DRP)” oleh Wahyu Ari Yuliono dan Agus Prihanto. Diteliti pada

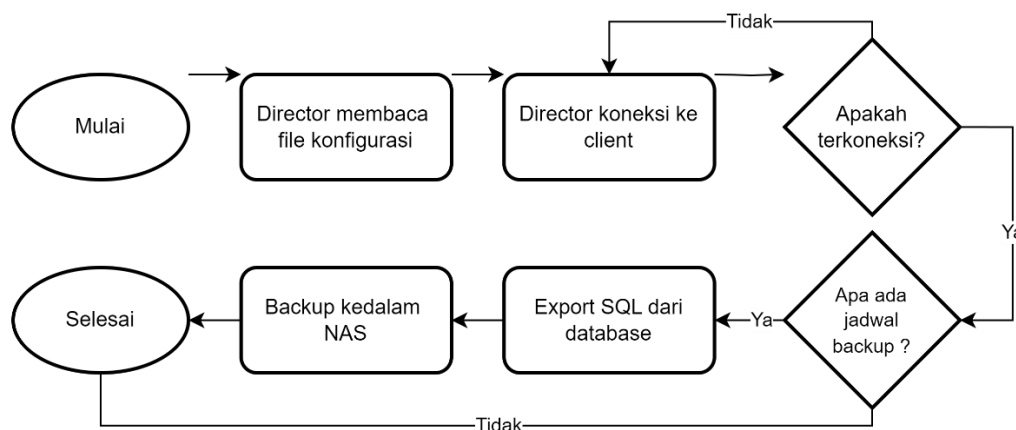
tahun 2021 bertujuan untuk membuat sistem replikasi server yang menggunakan metode *backup incremental*. Penelitian ini menggunakan sinkronisasi 3 perangkat yang mana 2 diantaranya digunakan sebagai server utama dan server *backup*. 1 perangkat digunakan pengontrol untuk membackup maupun restore server utama dan server cadangan. Sinkronisasi ini memerlukan protokol SSH untuk memastikan keamanan dalam melakukan remote control. Penggunaan *tools backup* disini masih menggunakan Rsync untuk melakukan backup dan Crontab untuk melakukan penjadwalan *backup*. Hasil yang didapatkan cukup baik dalam artian *backup-restore* masing masing membutuhkan waktu 60 detik, yang artinya sistem dapat mampu membackup sekaligus merestore dalam waktu 120 detik saja[4].

- d. Penelitian berjudul “Analisis Keandalan Network Attached Storage Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Metode Client-Server” oleh Dilita Prasmawari, dkk. Diteliti pada tahun 2021 bertujuan untuk membuat sistem *shared folder* menggunakan Raspberry Pi sebagai *Network Attached Storage (NAS)* yang dapat diakses beberapa client didalam satu jaringan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Network Development Life Cycle (NDLC)*. Penggunaan Raspberry Pi dapat dikatakan berhasil dalam menjadi NAS pada penelitian ini, dikarenakan *shared folder* dapat dibuat dan diakses oleh klien didalam satu jaringan. Penerapan NAS dibuat dengan software Open Media Vault dengan penggunaan metode *client-server*[5].
- e. Penelitian berjudul “Peningkatan Layanan Instansi Pendidikan Menggunakan Backup Data Dalam Upaya mempermudah Akses Informasi” oleh Anggi Diana dan Martanto pada tahun 2019 bertujuan untuk membuat sistem *backup* dengan menggunakan *Network Attached Storage (NAS)*. *Backup* yang dilakukan pada penelitian ini berbasis *client-server* dengan menggunakan aplikasi NAS4Free yang berhasil melakukan penyimpanan data nilai dan keuangan dengan waktu yang relatif cepat dan dapat menanggulangi kerusakan yang mungkin saja terjadi[6].

Penelitian ini merupakan gabungan dari beberapa penelitian terdahulu, yang mana menggabungkan aspek penggunaan Bacula sebagai software pengoperasian *backup* otomatis, penggunaan Raspberry Pi sebagai ganti komputer biasa yang dapat memaksimalkan aspek biaya, sistem kontrol yang terdapat pada lingkungan jaringan yang terintegrasi satu sama lain, dan juga penggunaan beberapa metode *backup* seperti *full backup* dan *incremental backup*.

3. Sistem yang Dibangun

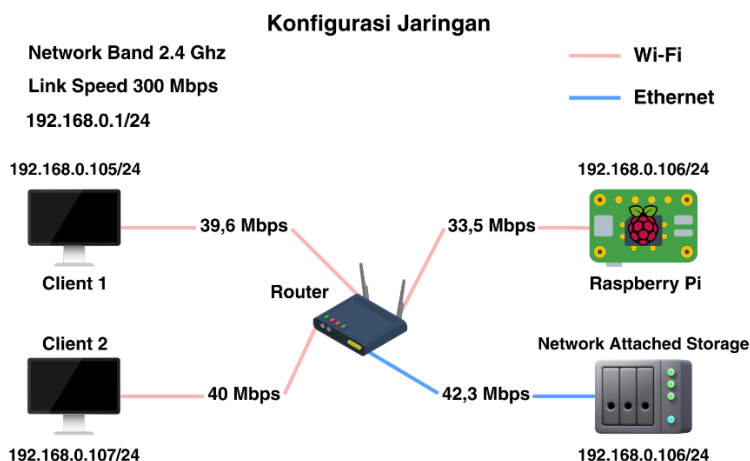
3.1. Alur Sistem Backup



Gambar 1. Flowchart Sistem Backup

Rancangan sistem *backup* yang dilakukan terdapat *director* yang akan dioperasikan oleh Raspberry Pi, dan client yang akan dioperasikan oleh *virtual machine*. Rancangan ini dibuat berdasarkan prosedur dari Bacula seperti yang tertera pada gambar 1. Pertama, *director* akan membaca file konfigurasi untuk memulai aplikasi. Kedua, *director* akan melakukan koneksi terhadap client-client yang terdaftar pada file konfigurasi. *Director* akan melihat jadwal *backup* setelah terkoneksi terhadap client untuk melanjutkan proses *backup*. Ketiga, *director* akan secara otomatis melakukan export SQL yang sudah tertanam pada client melalui *script* yang telah dibuat. Keempat, *director* akan membackup file *export SQL* pada tahap sebelumnya kedalam *storage daemon* atau dalam hal ini adalah NAS.

3.2. Skenario Jaringan



Gambar 2. Skenario Jaringan

Skenario jaringan pada sistem ini menggunakan konfigurasi jaringan yang diberikan router dengan *bandwidth* rata-rata antar jaringan berkisar dari 33,5 Mbps hingga 42,3 Mbps seperti pada gambar 2. Jaringan ini menggunakan Wi-Fi dan ethernet sebagai penghubung antar jaringan. Network band pada router yang digunakan bernilai 2,4 Ghz yang dapat mendukung kecepatan link hingga 300 Mbps.

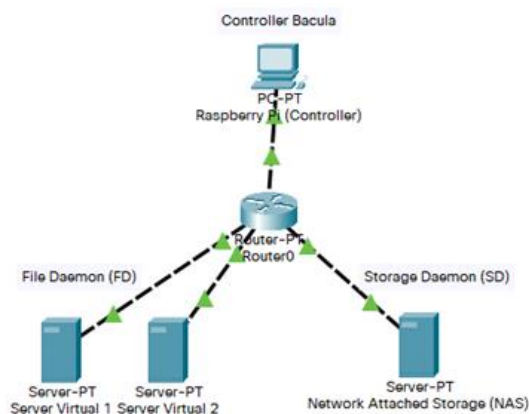
3.3. Quality of Service (QoS) dan Resource Management

QoS merupakan metode untuk mengukur seberapa baik sebuah jaringan dan untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu *service*[7]. QoS digunakan untuk mengetahui bagaimana *resource management* pada sistem. *Resource management* pada sistem penyimpanan terdiri dari beberapa parameter, salah satu parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter *performance* yang disajikan dalam bentuk *throughput* dengan skala ukuran *megabyte per-second (mbps)*[8]. Menurut rekomendasi *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* terdapat beberapa kategori dalam penilaian *throughput*.

Tabel 1. Indeks Throughput

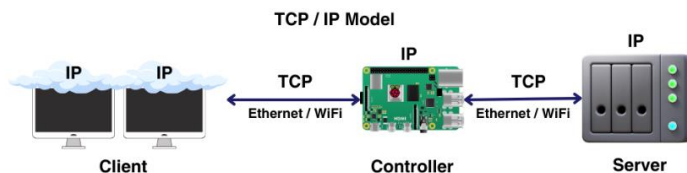
Kategori	Throughput	Indeks
Sangat Bagus	76% - 100%	4
Bagus	51% - 75%	3
Sedang	26% - 50%	2
Buruk	<25%	1

3.4. Kerangka dan Rancangan Sistem



Gambar 3. Rancangan Sistem Bacula

Sistem ini menggunakan topologi Star dalam perancangannya yang menyambungkan *File Daemon* (FD) kepada *Storage Daemon* (SD) seperti yang dapat kita lihat pada gambar 3[9]. Raspberry Pi berperan sebagai controller yang akan mengatur jalannya *backup* akan berjalan pada TCP/IP model dengan menggunakan empat layer dasar yaitu *Application Layer*, *Transport Layer*, *Internet Layer*, dan *Network Access Layer* yang akan dijalankan pada Sistem dan digambarkan pada gambar 4. Sistem yang akan diterapkan nantinya berisi 2 Server Virtual Machine, 1 Raspberry Pi, dan 1 Network Attached Storage (NAS). Rancangan sistem Bacula yang nantinya akan diterapkan pada penelitian ini seperti terdapat pada gambar 2, yang mana pada gambar tersebut dapat diketahui sistem ini menggunakan 2 File Daemon (FD) pada server virtual yang berisi SQL untuk dibackup nantinya, 1 Controller menggunakan Raspberry Pi, dan 1 Storage Daemon (SD) yang menggunakan Network Attached Storage (NAS) sebagai server *backup*.



Gambar 4. Open System Interconnection (OSI) Model

3.5. Skenario Backup

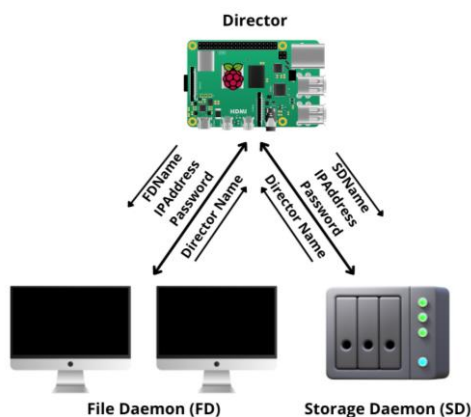
Backup yang akan dijalankan pada sistem ini bertujuan untuk membackup SQL dari database QRAMAS. *Backup* yang akan dijalankan pada sistem ini memiliki 2 jenis yaitu dengan menjalankan *Full Backup* dan *Incremental Backup* pada tiap harinya yang akan dijelaskan pada tabel 2 berikut. Skenario backup akan dijalankan oleh *Director* yang berkomunikasi dengan 2 *daemon* miliknya yaitu *Storage Daemon* dan *File Daemon*.

Tabel 2. Jadwal Backup

Client	Jenis Backup	Waktu
1 dan 2	Full Backup	09.00 WIB
	Incremental Backup	19.00 WIB

3.6. Sistem Keamanan Backup

Bacula menggunakan sistem keamanan default authorization key yang digunakan oleh *Daemon* untuk melakukan koneksi dengan *Director* seperti pada gambar 5. Sebelum melakukan sebuah *job backup* director akan melakukan koneksi terhadap *daemon*. Koneksi ini dapat diatur melalui file konfigurasi tiap *daemon* dan *director*, seperti memasukkan password *director*, mengganti ip address dan mengganti nama *daemon* maupun *director*. Secara default Bacula menggunakan CRAM-MD5 untuk pengiriman *password* dari dan untuk *daemons*.



Gambar 5. Sistem Authorization Bacula

4. Evaluasi

4.1. Hasil Pengujian

Pengujian sistem yang dibangun untuk dapat mengefisienkan pembackupan SQL pada data QRAMAS yang dimiliki PUTI telah memiliki hasil yang sudah di uji coba menggunakan skenario yang telah dibuat pada tabel 2. Hasil pengujian *full backup* dan *incremental backup* tertera pada tabel 3 dan 4 yang menggunakan 2 user client dalam bentuk *virtual machine* untuk melakukan *backup* kedalam NAS. Kecepatan *backup* cukup bervariasi pada skenario ini. Ukuran *backup* dapat diketahui telah dikompresi berkisar antara 87% hingga 88,7% dengan penggunaan fitur kompresi GZIP yang disediakan Bacula dengan kecepatan sampai hingga 18 kali lipat untuk file besar[10].

Tabel 3. Hasil Pengujian *Full Backup*

No	User	Kecepatan (KBps)	Size Awal (KB)	Size Backup (KB)	Size Restore (KB)	Size Compression	Comm Line Compression	Waktu (Detik)	md5sum	Status
1	Client 1	3285,3	25344,2	3285,25	25344,2	87%	0%	2	Serasi	Berhasil
	Client 2	1643	25929,9	3286,05	25929,9	87,30%	0%	1	Serasi	Berhasil

Tabel 4. Hasil Pengujian *Incremental Backup*

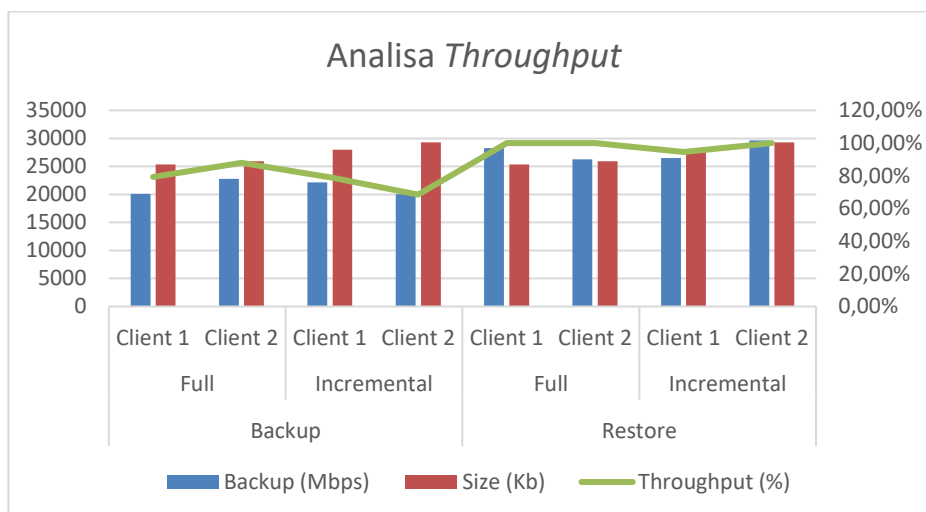
No	User	Kecepatan (KBps)	Size Awal (KB)	Size Backup (KB)	Size Restore (KB)	Size Compression	Comm Line Compression	Waktu (Detik)	md5sum File Verification	Status
1	Client 1	1649,6	27997,8	1649,6	27997,8	88,2%	0,7%	2	Serasi	Berhasil
	Client 2	3299,1	29296,8	3299,1	29296,8	88,7%	0,7%	1	Serasi	Berhasil

Pengujian QoS dilakukan untuk mengukur *throughput* yang digunakan untuk mengetahui aspek *performance* pada *resource management* yang dijelaskan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Throughput QoS*

No	Metode Backup	User	Size (Kb)	Backup (Mbps)	Throughput Backup (%)	Restore (Mbps)	Throughput Restore (%)
1	Full	Client 1	25344,2	20,08	79,2%	28,27	100%
2		Client 2	25929,9	22,77	87,81%	26,27	100%
3	Incremental	Client 1	27997,8	22,15	79,11%	26,48	94,5%
4		Client 2	29296,8	20,06	68,47%	29,63	100%

4.2. Analisis Hasil Pengujian



Gambar 6. Analisa Hasil Throughput

Hasil pengujian diantara skenario *full backup* dan *incremental backup* secara *performance*, keduanya memiliki performa yang bagus dapat dilihat pada gambar 6. Pengujian skenario ini dapat dikatakan efisien dari bagaimana sistem ini dapat melakukan restore pada tiap fase *backup* yaitu pada pukul 09.00 atau pada pukul 19.00. Selain itu, pada sesi *backup* sistem ini memiliki *throughput* yang variatif dengan nilai yang cenderung sangat bagus atau berindeks skala 4, dan pada sesi restore sistem ini memiliki nilai yang hampir sempurna dengan kategori sangat bagus berindeks skala 4. File *backup* juga telah terkompresi dengan rentang 87% hingga 88,7% dari size awal. Kompresi ini dapat menghemat penyimpanan pada sisi *server backup*.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan untuk melakukan *backup* serta *restore* data QRAMAS pada PUTI menggunakan Bacula, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dapat beroperasi dengan baik dengan menggunakan 2 *virtual machine* sebagai client (*File Daemon*), 1 Raspberry Pi sebagai controller (*Director*), dan 1 Perangkat NAS sebagai penyimpanan (*Storage Daemon*).
2. Kecepatan pada hasil *backup SQL* yang telah dilakukan memiliki performa yang sangat bagus, meskipun mengalami fluktuatif pada saat sesi *backup*.
3. Nilai *throughput* pada sistem ini memiliki indeks sangat bagus yang berskala 4 menurut standar TIPHON.
4. Kompresi *backup SQL* yang telah dilakukan oleh Bacula mendapatkan hasil yang cukup baik yaitu sekitar 87% hingga 88,7% dengan menggunakan opsi kompresi GZIP bawaan Bacula.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yang selaras dengan penelitian ini adalah:

1. Gunakan *tools backup* lainnya sebagai pembandingan untuk mendapatkan *tools* yang terbaik.
2. Disarankan untuk menggunakan data yang lebih besar sehingga rentang kecepatan *backup* dapat diketahui secara lebih baik.

Daftar Pustaka

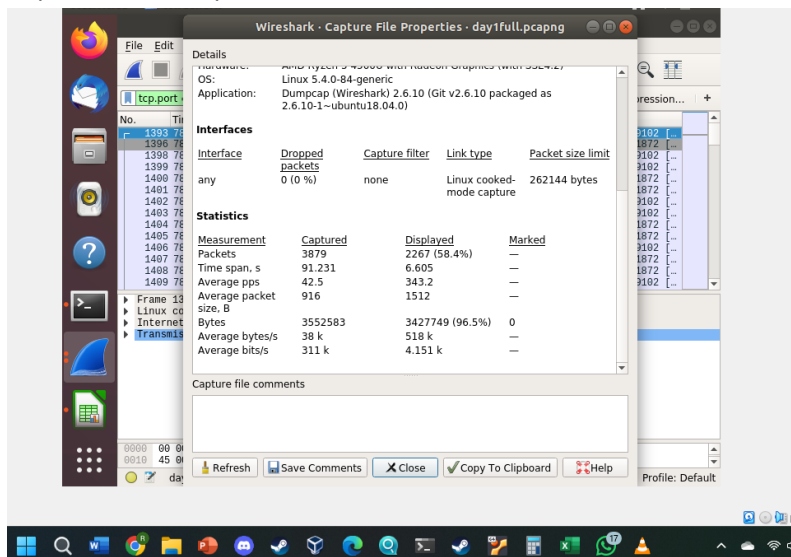
- [1] G. Levitin, L. Xing, Q. Zhai, and Y. Dai, "Optimization of Full versus Incremental Periodic Backup Policy," *IEEE Trans Dependable Secure Comput*, vol. 13, no. 6, 2016, doi: 10.1109/TDSC.2015.2413404.
- [2] D. Meidelfi, H. Amnur, and N. Novri, "Pembangunan Auto Backup SQL Database Server Menggunakan Raspberry Pi : Studi Kasus," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 3, pp. 130–137, Dec. 2018, doi: 10.25077/teknosi.v4i3.2018.137.
- [3] E. A. Handrini, M. T. Kurniawan, and A. Widjajarto, "Disaster Recovery Strategy Menggunakan Software Bacula Dengan Metode Differential Backup-restore," *eProceedings of Engineering*, vol. 5, no. 2, 2018.
- [4] W. A. Yuliono and A. Prihanto, "Sinergi Replikasi Server dan Sistem Failover pada Database Server untuk Mereduksi Downtime Disaster Recovery Planing (DRP)," *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, vol. 3, no. 01, 2021, doi: 10.26740/jinacs.v3n01.p29-38.
- [5] D. P. Lita, Heliyanti Susana, Martanto, Saeful Anwar, and Cep Lukman Rohmat, "Analisis Keandalan Network Attached Storage Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Metode Client-Server," *KOPERTIP : Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, vol. 5, no. 1, 2021, doi: 10.32485/kopertip.v5i1.134.
- [6] M. Martanto, "PENINGKATAN LAYANAN INSTANSI PENDIDIKAN MENGGUNAKAN BACKUP DATA DALAM UPAYA MEMPERMUDAH AKSES INFORMASI," *JURNAL ILMIAH INFORMATIKA*, vol. 7, no. 01, 2019, doi: 10.33884/jif.v7i01.916.
- [7] H. Fahmi, "Analisis Qos (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [8] K. Mariusz, S. Renata, and K. Jacek, "Resource Storage Management Model for ensuring quality of service in the cloud archive systems," *Computer Science*, vol. 15, no. 1, 2014, doi: 10.7494/csci.2014.15.1.3.
- [9] F. ROFII, F.- HUNAINI, and S. SHOLAWATI, "Kinerja Jaringan Komunikasi Nirkabel Berbasis Xbee pada Topologi Bus, Star dan Mesh," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 6, no. 3, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i3.393.
- [10] O. Plugariu, A. D. Gegiu, and L. Petrica, "FPGA systolic array GZIP compressor," in *Proceedings of the 9th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence, ECAI 2017*, 2017. doi: 10.1109/ECAI.2017.8166387.

Lampiran

1. Backup Full Details

```
03-Jun 08:12 raspberrypi-ds JobID 277: End auto prune.
04-Jun 09:00 raspberrypi-ds JobID 278: Start Backup JobID 278, JobMySQLBackup.2024-06-04_09.00.07_02
04-Jun 09:00 raspberrypi-ds JobID 278: Using Device "Local-device" to write.
06-Mei 19:10 nas-ed JobID 278: Volume "TA-0042" previously written, moving to end of data.
06-Mei 19:10 nas-ed JobID 278: Elapsed time=09:00:03. Transfer rate=3.286 M Bytes/second
06-Mei 19:10 nas-ed JobID 278: Sending spooled attr to the Director. Despooling 380 bytes ...
04-Jun 09:00 raspberrypi-ds JobID 278: Backup raspberrypi-ds 9.6.7 (10Dec20):
Build OS:      saach64-unknown-linux-gnu debian bookworm/sid
JobID:        278
Job:          MySQLBackup.2024-06-04_09.00.07_02
Backup Level: Full
Client:       "nerv2-ed" 9.0.6 (20Nov17) x86_64-pc-linux-gnu,ubuntu,18.04
Fileset:     "MySQLBackup" 2024-04-03 17:37:23
Pool:        "file" (From Job resource)
Catalog:     "MyCatalog" (From Client resource)
Storage:     "nas-ed" (From Job resource)
Scheduled time: 04-Jun-2024 09:00:07
Start time:    04-Jun-2024 09:00:07
End time:      04-Jun-2024 09:00:09
Elapsed time:  2 secs
Priority:      10
FD Files Written: 2
SD Files Written: 2
FD Bytes Written: 3,286,052 (3.286 MB)
SD Bytes Written: 3,286,264 (3.286 MB)
Rate:         1643.0 KB/s
Software Compression: 37.28 7.9:1
Comm Line Compression: None
Snapshot/VSS: no
Encryption:   no
Accurate:     no
Volume name(s): TA-0042
Volume Session ID: 1
Volume Session Time: 1716722971
Last Volume Bytes: 23,304,437 (33.30 MB)
Non-fatal FD errors: 0
SD Errors:    0
FD termination status: OK
SD termination status: OK
Termination: Backup OK
04-Jun 09:00 raspberrypi-ds JobID 278: Begin pruning Jobs older than 6 months .
```

2. Captured File Properties



3. Incremental Backup Details

```
07-Mei 21:08 nas-ed JobID 284: Elapsed time=00:00:01. Transfer rate=3.299 M Bytes/second
07-Mei 21:08 nas-ed JobID 284: Sending spooled attr to the Director. Despooling 380 bytes ...
04-Jun 19:00 raspberrypi-ds JobID 284: Backup raspberrypi-ds 9.6.7 (10Dec20):
Build OS:      saach64-unknown-linux-gnu debian bookworm/sid
JobID:        284
Job:          MySQLBackup.2024-06-04_19.00.00_04
Backup Level: Incremental, since=2024-06-04 09:04:26
Client:       "nerv2-ed" 9.0.6 (20Nov17) x86_64-pc-linux-gnu,ubuntu,18.04
Fileset:     "MySQLBackup" 2024-04-03 17:37:23
Pool:        "file" (From Job resource)
Catalog:     "MyCatalog" (From Client resource)
Storage:     "nas-ed" (From Job resource)
Scheduled time: 04-Jun-2024 19:00:00
Start time:    04-Jun-2024 19:00:00
End time:      04-Jun-2024 19:00:02
Elapsed time:  2 secs
Priority:      10
FD Files Written: 2
SD Files Written: 2
FD Bytes Written: 3,299,272 (3.299 MB)
SD Bytes Written: 3,299,484 (3.299 MB)
Rate:         1649.6 KB/s
Software Compression: 38.78 8.9:1
Comm Line Compression: 0.7% 1.0:1
Snapshot/VSS: no
Encryption:   no
Accurate:     no
Volume name(s): TA-0042
Volume Session ID: 1
Volume Session Time: 1716804652
Last Volume Bytes: 36,450,013 (36.49 MB)
Non-fatal FD errors: 0
SD Errors:    0
FD termination status: OK
SD termination status: OK
Termination: Backup OK
04-Jun 19:00 raspberrypi-ds JobID 284: Begin pruning Jobs older than 6 months .
04-Jun 19:00 raspberrypi-ds JobID 284: No Jobs found to prune.
```

4. Restore Details

```

raspberrypi@raspberrypi:/etc/haucula
*message
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: Start Restore Job RestoreFiles.2024-06-0
5_10.07.21_03
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: Restoring files from JobId(s) 282
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: Using Device "Local-device" to read.
29-Mei 18:11 nas-sd JobId 286: Ready to read from volume "TA-0042" on File devic
e "Local-device" (/backup).
29-Mei 18:11 nas-sd JobId 286: Forward spacing Volume "TA-0042" to addr=26597217
29-Mei 18:11 nas-sd JobId 286: Elapsed time=00:00:01, Transfer rate=3.286 M Byte
s/second
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: Bacula raspberrypi-dir 9.6.7 (10Dec20):
Build OS: aarch64-unknown-linux-gnu debian bookworm/sid
JobId: 286
Job: RestoreFiles.2024-06-05_10.07.21_03
Restore Client: srv2-fd
Where: /etc/testbacku1/restore
Replace: Always
Start time: 05-Jun-2024 10:07:23
End time: 05-Jun-2024 10:07:24
Elapsed time: 1 sec
Files Expected: 2
Files Restored: 2
Bytes Restored: 25,529,942 (25.92 MB)
Rate: 25929.9 KB/s
FD Errors: 0
FD Termination status: OK
SD Termination status: OK
Termination: Restore OK

05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: Begin pruning Jobs older than 6 months .
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: No Jobs found to prune.
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: Begin pruning files.
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: No Files found to prune.
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 286: End auto prune.

05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 287: Start Restore Job RestoreFiles.2024-06-0
5_10.07.25_04
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 287: Restoring files from JobId(s) 283
05-Jun 10:07 raspberrypi-dir JobId 287: Using Device "Local-device" to read.
29-Mei 18:11 nas-sd JobId 287: Ready to read from volume "TA-0042" on File devic
e "Local-device" (/backup).
29-Mei 18:11 nas-sd JobId 287: Forward spacing Volume "TA-0042" to addr=29890503
29-Mei 18:11 nas-sd JobId 287: Elapsed time=00:00:01, Transfer rate=3.285 M Byte

```