

# Implementasi Database Cluster dalam Pengelolaan Data Mahasiswa Menggunakan MySQL (Studi Kasus Biro Administrasi Informasi dan Teknologi Universitas Islam Riau)

Anggi Hanafiah  
Jurusan Teknik Informatika  
STMIK-AMIK Riau  
anggi.hanafiah@yahoo.com

Triyani Arita Fitri  
Jurusan Teknik Informatika  
STMIK-AMIK Riau  
triyani@stmik-amik-riau.ac.id

Erlin  
Jurusan Teknik Informatika  
STMIK-AMIK Riau  
erlin@stmik-amik-riau.ac.id

## Abstrak

Biro Administrasi Informasi dan Teknologi merupakan salah satu biro yang terdapat pada Universitas Islam Riau yang mempunyai peranan yang sangat penting didalam perkembangan IT. Permasalahan yang dihadapi pada saat ini adalah biro tersebut masih menggunakan sistem database tunggal untuk menyediakan sebuah database. Database server yang ada pada sekarang digunakan untuk menampung seluruh database yang digunakan pada aplikasi-aplikasi di instansi tersebut, sehingga database tersebut dituntut agar database mempunyai ketersediaan yang tinggi. Dengan adanya masalah tersebut, maka perlu dibangun sebuah teknologi yang mampu mengatasi sistem database yang tunggal tersebut untuk menyediakan sistem backup database yang baik dan mempunyai ketersediaan data yang tinggi. Database cluster merupakan sebuah teknologi yang terdiri dari beberapa node yang saling bekerja sama untuk mengatasi kegagalan pada penyediaan database. Pada penelitian ini penulis akan menerapkan database cluster dengan menggunakan MySQL cluster, dan hasil dari penelitian ini adalah membangun sebuah database yang bersifat high availibility pada database mahasiswa. Dengan adanya teknologi database cluster ini, akan memberikan ketersediaan data yang tinggi dan memungkinkan mengurangi waktu downtime pada penyediaan database.

Kata kunci: database cluster, MySQL cluster, high availability, downtime, backup

## Abstract

Information and Technology Administration Bureau is one of bureau in Islamic University of Riau. It has an important role in IT development. The recent problem is this bureau still uses single database system to provide a database. The existing database server covers all of database used for applications in the said institution. Therefore, this database is demanded to be high availability. Based on this problem, it is necessary to build a technology which is able to overcome the single database system in order to provide adequate back up system with high availability data. Database cluster is a technology which consists of cooperating nodes in handling the failure of database availability. In this research, we implemented database cluster by using MySQL cluster, the result of this research is to build a high available student database. Building this system will produce high availability and possibility in providing database.

Keywords : database cluster, MySQL cluster, high availability, downtime, backup

## **1. Pendahuluan**

### **1.1. Latar Belakang Masalah Penelitian**

Universitas Islam Riau merupakan salah satu universitas swasta yang tertua dan terbesar di Provinsi Riau, sehingga sampai pada saat ini Universitas Islam Riau sudah mempunyai beberapa fakultas, biro, serta lembaga-lembaga yang mempunyai tugas yang berbeda-beda. Seluruh badan tersebut mempunyai tujuan yang sama untuk mewujudkan visi dan misi Universitas Islam Riau.

Pada salah satu misi Universitas Islam Riau yaitu membangun dan mengembangkan teknologi, maka Universitas Islam Riau membuat sebuah biro khusus untuk menangani hal tersebut yaitu Biro Administrasi Informasi dan Teknologi. Biro tersebut mempunyai peranan yang sangat penting dalam kemajuan serta pengembangan IT di Universitas Islam Riau, antara lain dalam sistem informasi mahasiswa.

Pada Biro Administrasi Informasi dan Teknologi, semua sistem informasi yang digunakan yaitu menggunakan database MySQL. Semua database tersebut dikumpulkan pada satu tempat yaitu database server, dan database tersebut tidak ada backup pada server lain. Dengan banyaknya orang yang mengakses sistem, serta kendala-kendala yang terjadi pada Biro tersebut, maka database yang ada tidak bisa mengatasi penyediaan database tersebut.

Banyak masalah didalam penyediaan database pada Biro Administrasi Informasi dan Teknologi, maka pada biro tersebut perlu diterapkan sebuah teknologi *database cluster* yang bersifat *high availability* atau ketersediaan data yang tinggi untuk mengatasi masalah yang terjadi. *Database cluster* merupakan teknologi yang digunakan untuk menyediakan ketersediaan data yang tinggi. *Database cluster* sudah banyak dan biasa digunakan pada beberapa perusahaan-perusahaan atau bank-bank yang harus menyediakan data yang tinggi. Sistem kerja *database cluster* tersebut bukan mengandalkan satu server saja, melainkan beberapa server yang telah tercluster.

### **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi masalah-masalah yang dihadapi dunia insititusi pendidikan khususnya di Biro Administrasi Informasi dan Teknologi Universitas Islam Riau, yaitu :

1. Ketersediaan database yang tidak maksimal, sehingga database selalu mengalami gangguan dikarenakan banyaknya pihak didalam institusi yang mengakses, sehingga database sering terjadi down.
2. Sistem database selalu mengalami kegagalan dalam pengaksesannya yang diakibatkan dari kesalahan sistem serta tidak terdapatnya database yang lain yang bisa menangani dan memiliki backup dari data-data yang ada.
3. Pemakaian kapasitas database selalu mengalami perkembangan dan tidak mempunyai ketercukupan perangkat, sehingga database tidak mampu menangani permintaan layanan.

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam mengatasi permasalahan diatas dan pembahasan tidak meluas, maka perlu adanya batasan masalah untuk *database cluster* tersebut. Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rancangan database dengan menggunakan MySQL cluster.
2. Pada pengujian digunakan operasi DDL dan DML.
3. Implementasi hanya dirancang untuk berjalan diatas Sistem Operasi LINUX.
4. Tidak membahas tentang hacking dan sistem keamanan pada sisi server dan client.

### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang ada didalam institusi, yaitu:

1. Bagaimana cara implementasi *database cluster* dalam pengelolaan data mahasiswa menggunakan MySQL studi kasus Biro

Administrasi dan Informasi Teknologi Universitas Islam Riau.

2. Bagaimana mengatasi kegagalan dalam penyediaan database sehingga database mempunyai kinerja yang tinggi.
3. Bagaimana mengatasi masalah database sehingga database mempunyai ketercakupan yang cukup.

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

- a. Untuk mengetahui cara implementasi *database cluster* dalam pengelolaan data mahasiswa menggunakan MySQL di Biro Administrasi dan Informasi Teknologi Universitas Islam Riau
- b. Dapat menangani masalah dengan memanfaatkan database yang mempunyai ketersediaan yang tinggi.
- c. Dengan memanfaatkan beberapa node dalam MySQL cluster akan menghasilkan database dengan ketercakupan yang besar.

### **1.6 Metodologi Penelitian**

1. Studi Literatur  
Mencari dan mempelajari dasar-dasar teori yang berkaitan dengan topik dari buku ataupun media lain yang mendukung, yang mana sesuai yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu MySQL cluster.
2. Studi Analisis  
Penganalisaan MySQL cluster baik dalam perancangan maupun pengujian akhir.
3. Studi Aplikatif  
Mengaplikasikan langsung teori-teori yang bersangkutan dalam MySQL cluster yang akan dirancang.

## **2. Landasan Teori**

### **2.1. Database cluster**

Database mempunyai peranan yang sangat penting di dunia teknologi informasi. Database mengalami perkembangan setiap harinya,

sehingga mempunyai dampak secara langsung pada server, yaitu database server sebagai penyedia layanan terhadap akses database. Akibat dari banyaknya data yang ditampung pada satu server adalah beban data pada server yang semakin berat dan pengoptimalan kinerja pada server akan semakin berkurang.

Seiring pesatnya teknologi informasi, database dituntut agar database berjalan dengan cepat, handal, serta mempunyai ketersediaan yang tinggi. Dengan dari itu maka penyedia layanan terhadap pengguna database harus memikirkan bagaimana merancang dan membangun dengan tepat dan handal pada database server.

Dengan teknologi *clustering database*, data yang tersimpan dapat terbagi ke beberapa node atau mesin, dan pada saat aplikasi berjalan, maka semua mesin yang menyimpan data tersebut dianggap sebagai suatu kesatuan. *Database cluster* ini sangat baik digunakan untuk berbagai hal, antara lain untuk penanganan *system failure*, artinya ketika salah satu mesin mengalami *failure*, maka sistem tidak akan terganggu, akan tetapi akan database akan di ambil oleh database yang sedang standby.

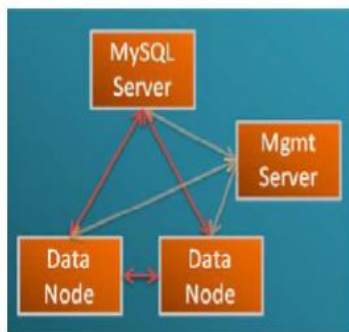
### **2.2 MySQL Cluster**

MySQL cluster adalah kumpulan node-node MySQL yang dapat bekerja dalam ukuran data yang besar sehingga menjadi sebuah sistem tunggal. MySQL cluster adalah sebuah teknologi yang memungkinkan clustering didalam memory database dalam sebuah sistem share-nothing. Dengan arsitektur *share-nothing*, sistem dapat bekerja tanpa memerlukan hardware / perangkat keras yang mahal, serta memerlukan keras dan lunak yang khusus. Arsitektur tersebut handal dikarenakan masing-masing komponen mempunyai hardisk dan memory sendiri.

Sistem MySQL cluster yaitu dengan cara menggabungkan database server biasa dengan mesin penyimpanan memory tercluster yang disebut NDB. MySQL cluster menjalankan beberapa proses yaitu MySQL server, node-node penyimpanan untuk cluster NDB, server management dan program-program pengakses data yang khusus. Semua tabel disimpan pada semua node-node penyimpanan pada NDB cluster, sehingga tabel-tabel tersebut dapat

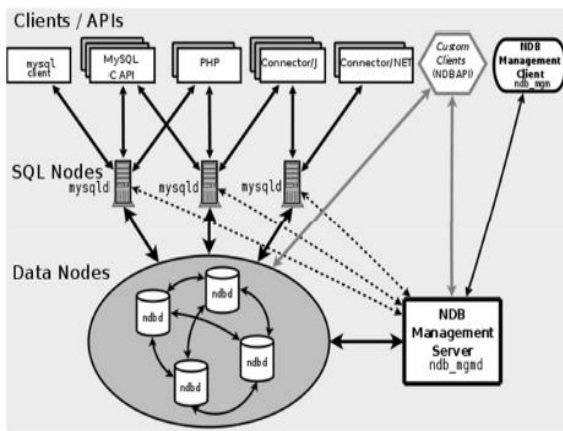
diakses secara langsung oleh semua server yang ada didalam cluster tersebut.

MySQL cluster dapat digunakan untuk mengatasi masalah *single point of failure*, yang artinya bagian dari suatu sistem, yang apabila sistem tersebut mengalami masalah ataupun kerusakan, maka sistem tidak akan bekerja dengan seperti biasa. Oleh karena itu, MySQL cluster mempunyai kehandalan dalam mengatasi hal tersebut, dikarenakan adanya pengalihan secara otomatis ke antara beberapa node yang terdapat didalam cluster.



**Gambar 1. MySQL Cluster**

### 2.3 Sistem Kerja MySQL Cluster



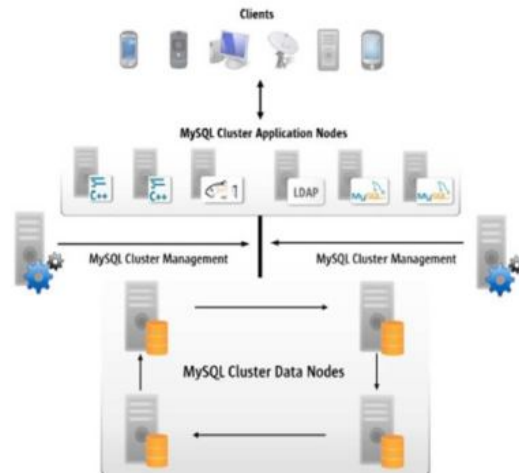
**Gambar 2. Sistem Kerja MySQL Cluster**

Pada dasarnya sistem kerja MySQL cluster adalah membagi pekerjaan database server menjadi beberapa server sehingga dalam menjalankan tugasnya, database tersebut menjadi lebih efisien. Hal ini dikarenakan adanya *redundancy* database yang dilakukan pada management node sql node yang telah dikonfigurasi. Masing-masing SQL node akan

selalu standby apabila salah satu SQL node mempunyai masalah, dan secara otomatis melakukan sinkronisasi secara realtime melalui management node. Gambar 2 diatas adalah sistem kerja MySQL cluster.

### 2.4 Arsitektur MySQL Cluster

MySQL cluster merupakan sebuah database yang menggunakan arsitektur *shared-nothing* dan interface SQL yang telah umum digunakan. Sistem database seperti ini terdiri dari node-node yang dapat didistribusikan ke beberapa perangkat keras serta wilayah/zona yang berbeda sekaligus, untuk menjaga ketersediaan data walaupun jaringan maupun salah satu node sedang mengalami kegagalan.



**Gambar 3. Arsitektur MySQL Cluster**

Didalam konfigurasi MySQL cluster, terdapat beberapa node cluster yaitu :

- a. Management node  
Management node berfungsi sebagai pengatur didalam cluster tersebut. Management node mempunyai fungsi utama sebagai tempat konfigurasi dan monitoring didalam cluster, serta dalam melakukan management seperti membuat, menghapus, merestart, maupun melakukan proses pembackupan dari node-node yang terdapat didalam cluster.

- b. Data node  
Data node adalah tempat penyimpanan semua data di setiap node-node didalam cluster.
- c. Sql node  
Node yang berfungsi sebagai interface penghubung ke database yang terdapat pada node-node yang tercluster.

## **2.5 Komponen-Komponen Perancangan MySQL Cluster**

*Database cluster* adalah hubungan antara beberapa server database yang berdiri sendiri yang saling bekerja sama agar sehingga dapat membentuk sebuah sistem tunggal. Dalam perancangan MySQL cluster, ada beberapa komponen software maupun hardware yang diperlukan.

Pada perancangan MySQL cluster, komponen-komponen tersebut mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil yang dicapai. Pada software, hal yang paling utama yaitu sistem operasi yang digunakan, serta paket-paket pendukung MySQL cluster. Sistem operasi mempunyai beraneka ragam, baik yang komersial maupun open source. Pada sisi hardware, hal yang paling utama yaitu spesifikasi komputer yang digunakan.

## **2.6 Sistem Operasi Linux**

Sesuai dengan perkembangan teknologi dan informasi, linux merupakan hal yang tidak asing lagi oleh masyarakat, sehingga linux telah menjadi salah satu sistem operasi yang banyak digunakan di berbagai kalangan, baik dari kalangan bisnis, pendidikan, dan pemerintahan.

Linux merupakan sistem operasi yang berbasis open source, artinya suatu aplikasi program yang source code dan programnya itu sendiri dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan. Keuntungan dari open source tersebut antara lain adalah gratis, terjamin dari bug, aman, serta komunitas-komunitas yang banyak mendukung.

Linux mempunyai 2 versi yang berbeda, ada yang berbasis KDE maupun GNOME. Pada dasarnya antara KDE dengan GNOME mempunyai perbedaan yang sangat banyak,

namun perbedaan yang umum antara KDE dan GNOME adalah KDE bersifat desktop, sedangkan GNOME bersifat syntax command.

## **2.7 Distribusi/Distro Linux**

Pada distribusi linux, ada beberapa macam kelompok distro sesuai dengan pemaketannya, antara lain Debian (.deb), Redhat (.rpm). Pada saat ini, distro linux sudah banyak dikembangkan dan digunakan di Indonesia antara lain yaitu :

- a. Ubuntu  
Ubuntu adalah salah satu sistem operasi turunan dari distro linux jenis debian. Ubuntu memiliki interface *user friendly* yang artinya mudah digunakan oleh semua orang terutama orang yang baru menggunakan linux sekalipun. Ubuntu merupakan sistem operasi yang berbasis open source yang tersedia secara bebas dan mempunyai dukungan yang sangat banyak, baik dari komunitas-komunitas maupun tenaga ahli professional.
- b. Backtrack  
Backtrack adalah juga merupakan salah satu sistem operasi turunan dari distro linux jenis debian. Semua sistem operasi turunan mempunyai kesamaan dalam kelebihan dan kekurangan. Namun backtrack juga mempunyai perbedaan lain dari sistem operasi yang lain, yang mana backtrack didesain khusus untuk kebutuhan jaringan. Sistem operasi backtrack dapat digunakan sebagai pengujian terhadap suatu situs apakah sistem pertahanan situs tersebut sudah baik atau belum.
- c. Redhat  
Redhat merupakan salah satu distro linux yang populer di Indonesia. Redhat mempunyai kehandalan untuk kebutuhan jaringan. Untuk kebutuhan server, redhat diakui memiliki kecepatan dibandingkan dengan linux server lainnya. Selain memiliki kemampuan dalam kecepatan, redhat juga menyediakan versi desktop, yang mana versi GNOME maupun KDE sudah beredar pada versi 9.0.

- d. Centos  
Centos atau singkatan dari *Community Enterprise Operating System* merupakan sistem operasi turunan dari sistem operasi RHEL (*Red Hat Enterprise Linux*). Centos didesain agar semua pengguna mendapat dukungan dari sistem operasi redhat tanpa harus mengeluarkan biaya lisensi.

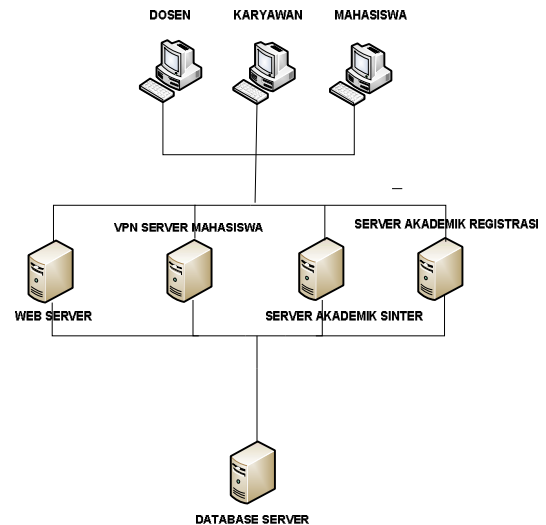
### 3. Analisa dan Perancangan

#### 3.1. Analisa Sistem yang sedang Berjalan

Pada institusi pendidikan khususnya pada Universitas Islam Riau, database sangat diperlukan untuk berbagai kebutuhan, baik untuk media informasi, serta sistem informasi. Oleh karena itu Biro Administrasi dan Informasi Teknologi Universitas Islam Riau harus mempunyai dan merancang sistem database yang handal sebagai penyedia layanan sistem. Pada infrastruktur jaringan Universitas Islam Riau, semua server-server yang ada digunakan yaitu baik dari Server Sistem Informasi Registrasi, Server Sistem Informasi Terpadu, Webservice, dan Vpn Server mahasiswa diletakkan pada sebuah ruang data center yang berada di Biro Administrasi Informasi dan Teknologi. Hal ini dikarenakan mudahnya didalam penanganan *troubleshooting*, serta semua sistem infrastruktur jaringan lebih terstruktur. Didalam pengaksesan database, semua client dapat mengakses database dari luar kampus maupun hanya dari area kampus itu saja sesuai dari aplikasinya masing-masing.

Pada saat ini, sistem database yang terdapat pada Universitas Islam Riau khususnya Biro Administrasi dan Informasi Teknologi masih menggunakan teknologi database tunggal atau *noncluster*, yang mana semua database diletakkan pada sebuah database server dan tidak ada pembackupan terhadap database server ketika database mengalami kegagalan dalam pengaksesannya. Server database tersebut digunakan untuk menampung semua database pada semua sistem yang ada di Universitas Islam Riau. Dengan adanya sistem database tersebut, maka penyediaan terhadap database tersebut tidak efisien. Hal tersebut dikarenakan tidak

adanya backup terhadap database-database yang ada pada server database di Biro Administrasi dan Informasi Teknologi. Berikut gambaran analisa sistem database yang ada adalah sebagai berikut :



**Gambar 4. Sistem Teknologi Database Yang Lama**

Pada gambar 4, setiap server yang ada mempunyai peranan yang berbeda, antara lain :

1. Web Server  
Web Server yaitu server yang digunakan sebagai media informasi pada mahasiswa, dosen, karyawan, maupun masyarakat umum tentang informasi-informasi yang ada disekitar kampus.
2. VPN Server Mahasiswa  
VPN Server yaitu server yang digunakan sebagai media monitoring internet dan aplikasi pendaftaran bagi mahasiswa yang ingin bermain internet di sekitar kampus.
3. Server Akademik Sistem Terpadu  
Server Akademik Sistem Terpadu yaitu server yang digunakan untuk aplikasi manajemen sistem informasi pada kegiatan akademik, baik data dosen, data mahasiswa, data pegawai, matakuliah, KRS, KHS, dan sebagainya.
4. Server Akademik Registrasi  
Server Akademik Registrasi yaitu server yang fungsinya hampir sama pada server aplikasi sistem terpadu untuk kegiatan

akademik, namun aplikasi registrasi digunakan untuk mahasiswa dari tahun 2010 sampai dengan sekarang.

#### 5. Database Server

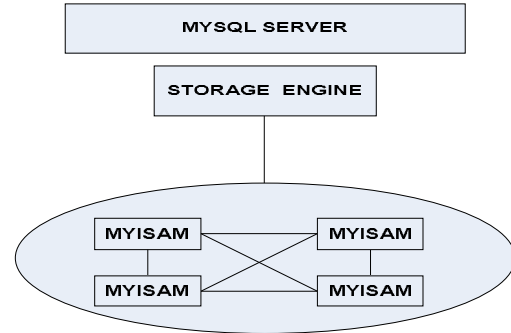
Database Server yaitu server yang digunakan untuk menampung semua database-database dari aplikasi-aplikasi yang digunakan Universitas Islam Riau.

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa infrastruktur database yang ada pada Biro Administrasi dan Informasi Teknologi tersebut, semua aplikasi hanya meletakkan semua database pada satu server database. Pada server database hanya ada satu server dan tidak adanya *backup* terhadap server database tersebut. Artinya, server tersebut mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap sistem-sistem yang ada. Sehingga dengan banyaknya aplikasi tersebut, yang mana hanya dengan ditumpukannya hanya pada satu server saja, dan dengan banyaknya masalah internal pada biro tersebut, yang mana lama kelamaan server tersebut akan mengalami kerusakan dan kedepan dapat menjadi masalah yang besar bagi Biro Administrasi dan Informasi Teknologi Universitas Islam Riau.

Pada keadaan infrastruktur yang lama diatas, dapat dilihat bahwa infrastruktur tersebut terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi yaitu :

1. Tidak adanya node backup ketika server database sedang mengalami gangguan.
2. Ketidakefisienan database yang tersedia, sehingga mempengaruhi sistem yang ada.

Pada dasarnya, proses database yang ada sekarang yaitu client-client mengakses database, baik *select*, *insert*, *delete*, *update* data pada database server. Semua aksi dan database tersebut tidak direplikasikan pada server database yang lain. Sehingga apabila database server tersebut mengalami kegagalan dalam pengaksesannya, maka database tersebut mengalami downtime yang banyak agar database berjalan normal kembali. Berikut gambar arsitektur database yang lama :



**Gambar 5. Analisa Arsitektur Database Yang Lama**

### 3.2. Analisa Sistem Yang Diusulkan

Dilihat dari analisis keadaan infrastruktur database yang lama, database pada Biro Administrasi dan Informasi Teknologi belum mempunyai sistem database yang baik. Hal tersebut dikarenakan database server hanya berdiri sendiri dan belum adanya backup dari database server yang lain. Apabila server database mengalami gangguan atau downtime, maka akan mempengaruhi sistem yang ada pada Biro Administrasi dan Informasi Teknologi. Dengan sistem tersebut, maka sistem database belum mempunyai ketersediaan data yang tinggi.

Pada rancangan sistem database yang lama, maka kebutuhan database yang perlu diterapkan pada Biro Administrasi dan Informasi Teknologi yang baru adalah pembackupan terhadap database, agar database selalu mempunyai ketersediaan data yang tinggi. Pada analisa sistem yang baru, database akan dibuat dengan teknologi cluster, yang mana database akan di kerjakan dengan beberapa server sebagai node, sehingga kinerja dari database bukan hanya terdapat dalam satu server, melainkan beberapa node database yang akan di konfigurasi.

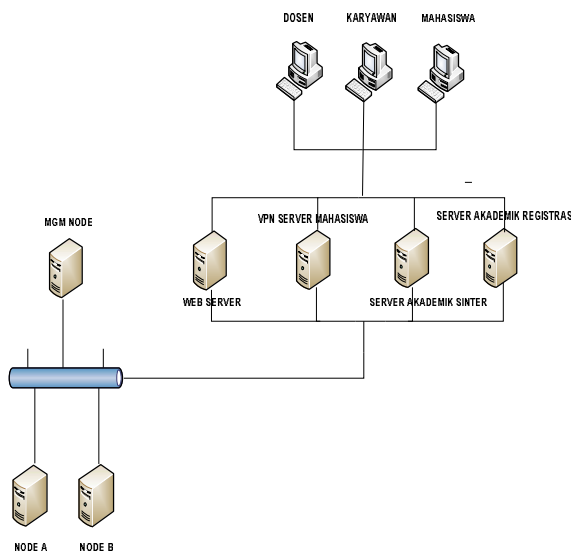
Pada pembuatan MySQL cluster, jumlah server yang akan digunakan yaitu minimal 3 buah server sebagai media implementasi. Satu server digunakan untuk management node, dan dua server digunakan sebagai node MySQL yaitu database master dan database slave. Didalam MySQL cluster, yang mana jumlah node yang paling umum digunakan adalah dengan menggunakan 2 buah node.

**Anggi Hanafiah, Triyani Arita Fitri dan Erlin**  
**Implementasi Database Cluster dalam Pengelolaan Data Mahasiswa Menggunakan MySQL (Studi Kasus Biro Administrasi Informasi dan Teknologi Universitas Islam Riau)**

Didalam analisa infrastruktur yang diusulkan, sistem database dibagi menjadi menjadi beberapa node sebagai tempat penyimpanan. Node A dan Node berfungsi sebagai database server, yang mana node A berfungsi sebagai database master dan Node B berfungsi sebagai database slave. Node-node tersebut dihubungkan dan dikonfigurasi oleh Management node, agar dapat saling komunikasi antar node-node.

Kedua node database yaitu database master dan database slave mempunyai fungsi yang hampir sama yaitu sebagai tempat penyimpanan database dari seluruh sistem yang ada. Sedangkan satu server yang lain yaitu node management, mempunyai fungsi sebagai pengatur dan menghubungkan antara server master dan server slave.

Berikut gambaran analisa sistem database yang diusulkan adalah sebagai berikut :



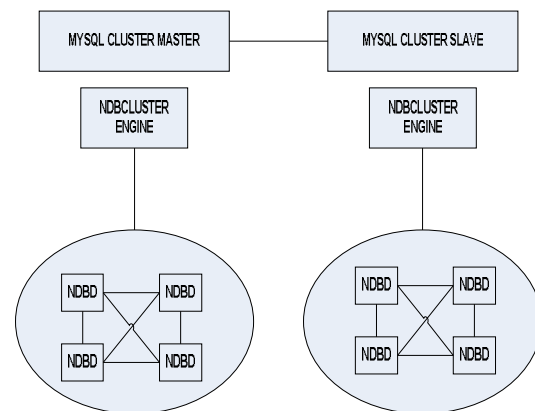
**Gambar 6. Sistem Teknologi Database Yang Diusulkan**

Dari gambar 6 diatas, infrastuktur database tidak lagi bertumpu pada satu server database, melainkan dikerjakan dengan beberapa server yang saling terintegrasi. Dengan adanya sistem database MySQL cluster tersebut, maka ada beberapa keuntungan yang didapat, yaitu :

- a. Ketersediaan data yang tinggi
- b. Memungkinkan mengurangi waktu *downtime*
- c. Database selalu standby

- d. Tidak bertumpu pada satu server database saja
- e. Ketersediaan database tidak akan terganggu walaupun datanode mengalami masalah didalam pengakesannya
- f. Apabila salah satu node database mengalami gangguan maupun kerusakan, node yang satunya lagi akan menggantikan peran sebagai database server dengan secara otomatis

Pada arsitektur database yang baru, semua tabel database menggunakan storage engine NDB. Ketika proses query di eksekusi, maka record tersebut disimpan kedalam mesin mesin penyimpanan NDB dan *management node* akan langsung mereplikasikan semua record tersebut ke semua node-node penyimpanan pada NDB yang tercluster. Berikut gambar arsitektur database yang baru :



**Gambar 7. Arsitektur Database Yang Baru**

### 3.3. Tahap Perancangan Sistem

Pada perancangan sebuah MySQL cluster harus mempunyai node-node yang mengatur dan menjalankan node didalam cluster atau disebut dengan *management node*, serta node-node yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan database atau disebut dengan data node. Pada tahapan perancangan ini, ada beberapa langkah yang dilakukan, yaitu :

1. Instalasi Perangkat
2. Konfigurasi
3. Perancangan Proses Kerja



### **3.3.1. Instalasi Perangkat**

Instalasi perangkat merupakan pondasi atau langkah dasar yang dilakukan untuk membuat sebuah MySQL cluster ini. Pada langkah instalasi perangkat ini, semua kegiatan harus dirancang dengan sebaik mungkin agar tidak terjadi kesalahan terhadap implementasi MySQL cluster tersebut. Pada perancangan instalasi perangkat, ada beberapa hal yang harus dilakukan pada management node maupun data node. Instalasi perangkat pada management node tidaklah berbeda dengan data node, namun yang menjadi perbedaannya yaitu pada langkah konfigurasi. Instalasi perangkat yang dilakukan yaitu :

- a. Instalasi Perangkat Pada Management Node
  - a.1. Instalasi Sistem Operasi Linux Ubuntu
  - a.2. Instalasi Paket MySQL Server
  - a.3. Instalasi Paket MySQL Cluster Server
- b. Instalasi Perangkat Pada Data Node
  - b.1. Instalasi Sistem Operasi Linux Ubuntu
  - b.2. Instalasi Paket MySQL Server
  - b.3. Instalasi Paket MySQL Cluster Server

Pada langkah-langkah yang dilakukan diatas, tidak ada perbedaan langkah yang dilakukan pada setiap node. Pada langkah instalasi sistem operasi, digunakan sistem operasi ubuntu pada setiap node. Hal tersebut dikarenakan lebih familiar dalam penggunaannya, dan keunggulan-keunggulan lain terhadap sistem operasi tersebut.

Pada langkah instalasi paket MySQL server, semua paket tersebut diinstal pada setiap node, baik pada management node maupun data node. Pada data node, paket MySQL ini berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan database-database yang digunakan semua sistem, sedangkan pada management node berfungsi sebagai *dependency* untuk melakukan instalasi paket MySQL cluster. Setelah langkah instalasi paket MySQL server selesai, instalasi terhadap paket MySQL cluster juga diinstal pada setiap node. Hal ini dilakukan supaya masing-masing dapat menjalankan sistem cluster dengan baik.

### **3.3.2. Konfigurasi**

Perancangan konfigurasi merupakan lanjutan perancangan dari pembuatan MySQL cluster tersebut. Pada tahapan perancangan konfigurasi MySQL cluster inilah yang menentukan apakah node tersebut dibuat sebagai management node maupun sebagai data node. Pada perancangan konfigurasi ini, ada beberapa langkah yang dilakukan untuk pembuatan MySQL cluster tersebut, yaitu :

- a. Konfigurasi IP Address Management Node
- b. Konfigurasi IP Address Data Node A
- c. Konfigurasi IP Address Data Node B
- d. Konfigurasi MySQL Cluster Pada Management Node
- e. Konfigurasi MySQL Cluster Pada Data Node A
- f. Konfigurasi MySQL Cluster Pada Data Node B

Pada langkah konfigurasi IP Address diatas merupakan langkah menentukan alamat yang digunakan pada masing-masing node. Setelah melakukan konfigurasi IP Address, konfigurasi terhadap MySQL cluster inilah yang menentukan server tersebut dirancang sebagai management node atau sebagai data node.

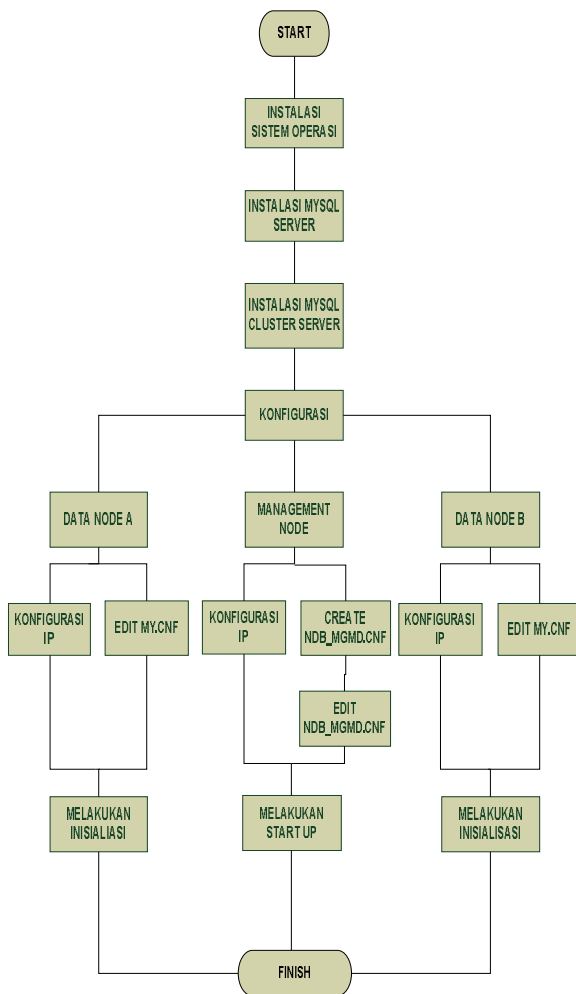
### **3.3.3. Perancangan Proses Kerja**

Pada perancangan konfigurasi MySQL cluster, terdiri dari 3 macam konfigurasi, yaitu pengaturan konfigurasi di sisi MGM node, pengaturan konfigurasi pada sisi node A sebagai server master, dan pengaturan konfigurasi pada sisi node B sebagai server slave. Berikut adalah proses kerja Implementasi MySQL cluster adalah sebagai berikut:

Pada gambar 8 dibawah, dapat kita lihat langkah-langkah yang dilakukan pada semua sisi perangkat. Pada sisi management server, hal yang dilakukan adalah menginstal mesin atau sistem operasi yang digunakan. Pada perancangan MySQL cluster ini, sistem operasi yang digunakan adalah linux ubuntu, baik pada sisi management server, maupun sebagai node-node server. Setelah sistem operasi di instal pada management node maupun sql node, barulah masuk kedalam tahapan konfigurasi.

*Anggi Hanafiah, Triyani Arita Fitri dan Erlin*  
**Implementasi Database Cluster dalam Pengelolaan Data Mahasiswa Menggunakan MySQL (Studi Kasus Biro Administrasi Informasi dan Teknologi Universitas Islam Riau)**

Konfigurasi yang ada pada management tidaklah sama dengan sql node, yang mana pada konfigurasi pada management node terletak pada “/etc/mysql/ndb\_mgmd.cnf”, sedangkan konfigurasi pada data node yaitu terletak pada “/etc/mysql/my.cnf”.



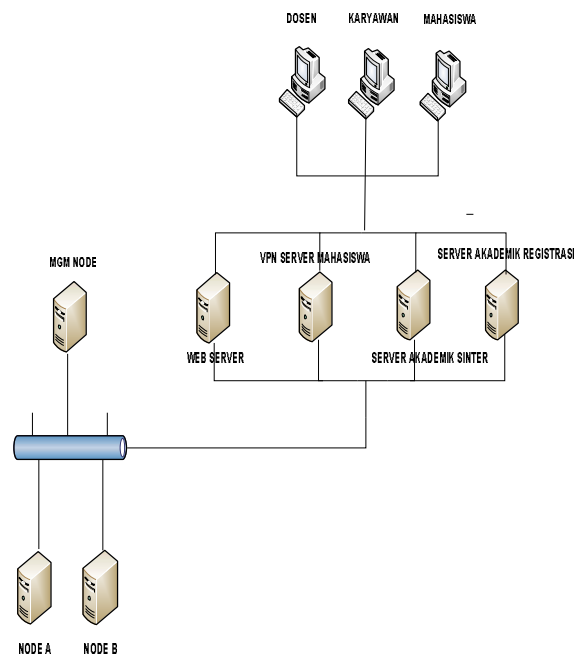
**Gambar 8. Proses Kerja Implementasi MySQL Cluster**

#### 4. Implementasi dan Pengujian MySQL Cluster

MySQL cluster merupakan teknologi yang banyak digunakan dari kalangan perusahaan, instansi maupun institusi pendidikan yang menggunakan dan menyediakan database yang sangat besar. Database tersebut mempunyai

peran yang sangat penting, sehingga perlu dirancang sebuah teknologi yang mampu menyediakan database yang efektif. Dengan kemajuan teknologi, yang mana dengan menggunakan teknologi cluster, maka cluster tersebut dapat digunakan untuk mengurangi waktu downtime ketika server database sedang mengalami gangguan maupun kerusakan.

MySQL Cluster harus dirancang dengan baik agar hasil yang didapat sesuai dengan keinginan. Pada bab ini, pembahasan yang dilakukan adalah implementasi serta pengujian serta konfigurasi untuk membangun sebuah MySQL cluster yang handal. Berikut gambar sistem MySQL cluster :



**Gambar 9. Sistem Database MySQL Cluster**

Pada gambar 9 diatas, dapat di jelaskan bahwa client mengakses aplikasi yang ada. Pada aplikasi tersebut, database di letakkan pada server database. Server database di cluster menjadi 2 buah node, yang mana node A sebagai node master, dan di backup oleh node B sebagai node slave.

Di dalam implementasi MySQL cluster, ada beberapa tahapan yang dilakukan :

- a. Kebutuhan Perangkat
- b. Instalasi Perangkat
- c. Konfigurasi Perangkat

#### 4.1. Kebutuhan Perangkat

Di dalam perancangan MySQL cluster, spesifikasi kebutuhan perangkat merupakan hal yang paling penting dan mendasar yang harus diperhatikan. Berikut spesifikasi kebutuhan perangkat yang digunakan pada implementasi MySQL cluster :

##### a. Management Node

Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Spesifikasi :

1. Processor Intel Core 2 Duo CPU T6500@2.10 Ghz
2. RAM 4 GB
3. Lan Card
4. Hardisk 320 GB

Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

1. Linux Ubuntu 11.10
2. MySQL Server
3. MySQL Cluster Server

##### b. Data Node A

Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Spesifikasi :

1. Processor Genuine Intel® CPU T2060@1.60 GHz
2. RAM 2 GB
3. Lan Card
4. Hardisk 80 GB

Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

1. Linux Ubuntu 11.10
2. MySQL Server
3. MySQL Cluster-Server

##### c. Spesifikasi Data Node B :

Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Spesifikasi :

1. Processor AMD Athlon™ Neo Processor MV-40@1.60 GHz
2. RAM 4 GB
3. Lan Card
4. Hardisk 500 GB

Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

1. Linux Ubuntu 11.10
2. MySQL Server
3. MySQL Cluster-Server

#### 4.2. Instalasi Perangkat

Setelah kebutuhan perangkat, maka tahapan selanjutnya yaitu instalasi perangkat, baik pada management node maupun data node. Instalasi perangkat terdiri dari instalasi sistem operasi serta paket-paket yang digunakan untuk MySQL cluster.

##### 1. Instalasi Management Node

Management node merupakan server yang berfungsi sebagai pengatur node-node yang ada didalam cluster. Pada tahapan instalasi perangkat pada management node, hal yang pertama yang dilakukan adalah melakukan instalasi linux ubuntu. Setelah proses instalasi terhadap sistem operasi selesai, tahapan selanjutnya yaitu instalasi MySQL cluster. Namun sebelum melakukan instalasi MySQL cluster, ada beberapa paket yang juga harus instalasi yaitu instalasi paket MySQL. Pada management node, paket MySQL server tersebut bukan untuk meletakkan database, melainkan sebagai *dependency* untuk MySQL cluster. Setelah melakukan instalasi terhadap MySQL server, selanjutnya yaitu penginstalan pada paket MySQL cluster.

##### 2. Instalasi Data Node

Data node merupakan server yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan semua data di setiap node-node didalam cluster. Instalasi pada data node tidak jauh berbeda dengan management node. Yang membedakan instalasi pada management node dengan data node yaitu kegunaan pada paket MySQL. Pada management node, paket MySQL digunakan sebagai *dependency* MySQL cluster, sedangkan pada data node, MySQL tersebut digunakan sebagai tempat penyimpanan semua database. Pada instalasi data node, semua instalasi hampir sama pada management node. Dari hal yang pertama dilakukan yaitu penginstalan sistem operasi ubuntu 11.10. Setelah instalasi sistem operasi, yang dilakukan selanjutnya yaitu instalasi MySQL server dan yang terakhir paket MySQL cluster itu sendiri yang juga sama pada management node.

### 4.3. Konfigurasi Perangkat

Konfigurasi perangkat merupakan tahapan yang paling penting pada pembuatan MySQL cluster. Tahapan konfigurasi merupakan kunci dari pada pembuatan MySQL cluster, yang mana pada MySQL cluster yang diinstal dan dikonfigurasi apakah dapat berjalan dengan baik atau tidak.

Pada tahapan konfigurasi ini, hal pertama yang perlu di konfigurasi yaitu konfigurasi networking. Konfigurasi networking merupakan tahapan yang harus dilakukan pada setiap node, baik management node maupun data node yang digunakan. Konfigurasi networking merupakan konfigurasi awal dalam pembuatan MySQL cluster. Hal yang dilakukan pada konfigurasi networking adalah penyetingan terhadap alamat IP Address yang digunakan pada masing-masing node. Hal tersebut dikarenakan agar setiap node didalam cluster dapat terkoneksi. Berikut IP Address yang digunakan pada pembuatan MySQL cluster :

- Management Node : 172.16.59.134
- Data Node A: 172.16.59.132
- Data Node B: 172.16.59.133

Berikut konfigurasi networking pada pembuatan MySQL cluster yang dilakukan pada masing-masing node MySQL cluster :

#### 1. Konfigurasi IP Address Pada Management Node

IP Address merupakan alamat yang digunakan untuk mengoneksikan setiap node-node yang ada didalam cluster. Setelah mekukan konfigurasi IP Address pada management, langkah selanjutnya yaitu mengecek apakah konfigurasi tersebut sudah berjalan dengan baik.

#### 2. Konfigurasi IP Address Pada Data Node A

Data Node merupakan tempat yang digunakan sebagai tempat penyimpanan semua database mahasiswa. Data node merupakan node yang berfungsi sebagai database master pada MySQL cluster. Konfigurasi IP Address pada data node A, semua perintah yang digunakan hampir sama dengan management node. Namun yang membedakan dengan management node pada konfigurasi IP Address ini adalah alamat IP Address yang digunakan. Setelah konfigurasi

IP Address pada Data Node A, langkah selanjutnya yaitu mengecek konfigurasi tersebut pada terminal

#### 3. Konfigurasi IP Address Pada Data Node B

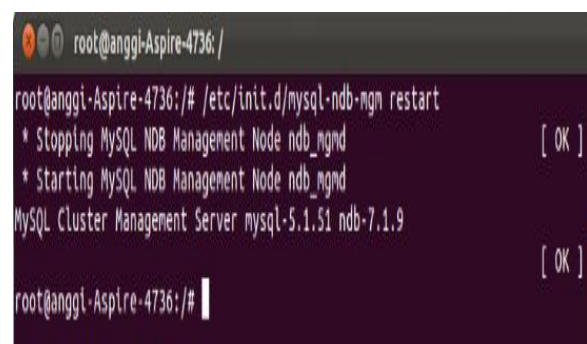
Data Node B mempunyai peranan yang sama dengan data node yaitu sebagai tempat penyimpanan database. Data node B merupakan tempat yang digunakan sebagai database slave pada MySQL cluster. Yang telah di sampaikan pada konfigurasi data node A, yaitu perintah yang digunakan konfigurasi IP Address pada data node B hampir sama dengan dengan Management Node dan data Node A. Namun perbedaan antara management node dengan data node yang lain adalah alamat IP Address.

#### 4. Konfigurasi MySQL Cluster Pada Management Node

Management node merupakan otak dari sebuah cluster. Tanpa adanya management node, data node – data node yang ada didalam cluster tidak akan terkoneksi. Untuk membangun sebuah management node, konfigurasi pertama yang dilakukan adalah membuat file *ndb\_mgmd.cnf*. Didalam file tersebut, berisi konfigurasi-konfigurasi antara lain alamat jumlah replikasi, IP Address yang digunakan management node maupun data node, data direktori, backup direktory, serta memory yang digunakan pada setiap node-node.

Setelah melakukan konfigurasi MySQL cluster pada management node, lakukan *restart* untuk menjalankan file konfigurasi tersebut.

```
root@anggi-Aspire-4736:~/etc/init.d/MySQL-ndb-mgm restart
```



```
root@anggi-Aspire-4736: /
root@anggi-Aspire-4736:~/etc/init.d/mysql-ndb-mgm restart
* Stopping MySQL NDB Management Node ndb_mgmd [ OK ]
* Starting MySQL NDB Management Node ndb_mgmd
MySQL Cluster Management Server mysql-5.1.51 ndb-7.1.9
[ OK ]
root@anggi-Aspire-4736:~/
```

Gambar 10. Management Node Running

```
root@anggi-Aspire-4736:/# ndb_mgm
```

```
root@anggi-Aspire-4736: /
root@anggi-Aspire-4736:/# ndb_mgm
-- NDB Cluster -- Management Client --
ndb_mgm> show
Connected to Management Server at: localhost:1186
Cluster Configuration
-----
[ndbd(NDB)] 2 node(s)
id=2 (not connected, accepting connect from 172.16.59.132)
id=3 (not connected, accepting connect from 172.16.59.133)

[ndb_mgmd(MGM)] 1 node(s)
id=1 @172.16.59.134 (mysql-5.1.51 ndb-7.1.9)

[mysqld(API)] 2 node(s)
id=4 (not connected, accepting connect from any host)
id=5 (not connected, accepting connect from any host)

ndb_mgm>
```

Gambar 11 . Status Node Belum Terkoneksi

```
root@yudhi-ThinkPad-X100e:/#
/etc/init.d/MySQL-ndb restart
```

Pada gambar 11, menunjukkan bahwa cluster belum berjalan, hal ini dikarenakan data node belum ada satupun yang dikonfigurasi dan dijalankan.

#### 5. Konfigurasi MySQL Cluster Data Node A

Pada tahapan konfigurasi MySQL cluster pada data node A jauh lebih mudah daripada konfigurasi MySQL cluster pada management node. Hal yang harus dilakukan pada data node yaitu bukan membuat file seperti pada management node, melainkan mengedit atau menambahkan beberapa syntax pada *my.cnf* yang sudah disediakan MySQL, serta membuat direktori backup untuk penyimpanan database. Pada file *my.cnf*, yang dikonfigurasi hanyalah mengisikan alamat IP Address yang digunakan sebagai management node. Hal tersebut dikarenakan agar semua node ditujukan ke management node. Kemudian management node-lah mengatur node-node yang terhubung didalam cluster tersebut.

Setelah *script* konfigurasi sudah dibuat, langkah selanjutnya menjalankan data node tersebut dengan perintah pada terminal:

```
root@anggi-Satellite-L35: /
root@anggi-Satellite-L35:/# /etc/init.d/mysql-ndb restart
* Stopping MySQL NDB Data Node ndbd [ OK ]
* Starting MySQL NDB Data Node ndbd
2013-01-24 14:45:48 [ndbd] INFO -- Angel connected to '172.16.59.134:1186'
2013-01-24 14:45:50 [ndbd] INFO -- Angel allocated nodeid: 2
[ OK ]
root@anggi-Satellite-L35:/#
```

Gambar 12 . Data Node A Running

#### 6. Konfigurasi MySQL Cluster Data Node B

Data node mempunyai fungsi sebagai server slave pada *database cluster*, yang mana apabila server master sedang mengalami downtime, server slave mengambil alih database secara realtime. Pada konfigurasi MySQL cluster untuk data node B, semua konfigurasi yang dilakukan hampir sama dengan konfigurasi pada data node A. Yang perlu diingat bahwa yang membedakan dengan konfigurasi node A yaitu hanya IP Address yang digunakan pada masing-masing data node.

```
root@yudhi-ThinkPad-X100e: /
root@yudhi-ThinkPad-X100e:/# /etc/init.d/mysql-ndb restart
* Stopping MySQL NDB Data Node ndbd [ OK ]
* Starting MySQL NDB Data Node ndbd
2013-01-24 17:19:21 [ndbd] INFO -- Angel connected to '172.16.59.134:1186'
2013-01-24 17:19:22 [ndbd] INFO -- Angel allocated nodeid: 3
[ OK ]
root@yudhi-ThinkPad-X100e:/#
```

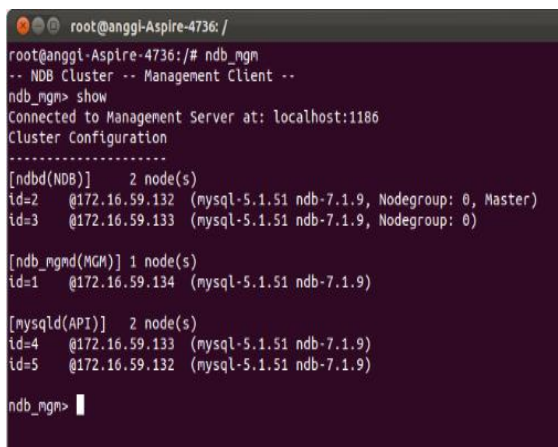
Gambar 13. Data Node B Running

#### 4.4. Pengujian MySQL Cluster

Pengujian MySQL cluster merupakan tahapan terakhir yang dilakukan, yang mana cluster tersebut harus berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing, serta berfungsi sebagai tujuan dari MySQL cluster itu sendiri. Sebelum masuk ke tahapan pengujian, sebelumnya pastikan dahulu semua node berjalan dengan baik pada management node.

Berikut perintah yang digunakan :

```
root@anggi-Aspire-4736:~# ndb_mgm  
ndb_mgm> show
```



```
root@anggi-Aspire-4736:~# ndb_mgm  
-- NDB Cluster -- Management Client --  
ndb_mgm> show  
Connected to Management Server at: localhost:1186  
Cluster Configuration  
-----  
[ndbd(NDB)] 2 node(s)  
id=2 @172.16.59.132 (mysql-5.1.51 ndb-7.1.9, Nodegroup: 0, Master)  
id=3 @172.16.59.133 (mysql-5.1.51 ndb-7.1.9, Nodegroup: 0)  
  
[ndb_mgmd(MGM)] 1 node(s)  
id=1 @172.16.59.134 (mysql-5.1.51 ndb-7.1.9)  
  
[mysqld(API)] 2 node(s)  
id=4 @172.16.59.133 (mysql-5.1.51 ndb-7.1.9)  
id=5 @172.16.59.132 (mysql-5.1.51 ndb-7.1.9)  
  
ndb_mgm> |
```

Gambar 14. Status Node Terkoneksi

Pada tahapan pengujian MySQL cluster, yang harus dilakukan yaitu mengecek terlebih dahulu database yang digunakan pada setiap data node. Database yang ada di Biro Administrasi Informasi dan Teknologi adalah sebagai berikut :

1. Database Website
2. Database Vpn Mahasiswa
3. Database Sistem Informasi Terpadu
4. Database Sistem Informasi Registrasi

Berikut perintah yang digunakan pada terminal :

```
root@anggi-Satellite-L35:~# MySQL -u  
root -p  
Enter password:  
  
Welcome to the MySQL monitor.  
Commands end with ; or \g.  
  
Your MySQL connection id is 175  
  
Server version: 5.1.51-ndb-7.1.9a-  
0ubuntu2 (Ubuntu)  
  
Copyright (c) 2000, 2010, Oracle and/or  
its affiliates. All rights reserved.  
  
This software comes with ABSOLUTELY  
NO WARRANTY. This is free software,  
and you are welcome to modify and  
redistribute it under the GPL v2 license  
  
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c'  
to clear the current input statement.
```

```
MySQL> create database database_name;  
MySQL> use database_name;  
MySQL> source  
/home/yudhi/Documents/registrasi.sql
```

Perintah diatas harus dilakukan pada setiap node yang ada pada node cluster. Setelah mengecek datase, hal yang dilakukan yaitu mengubah engine yang digunakan sekarang yaitu MyISAM dengan engine ndcluster. Engine ndbcluster merupakan engine yang digunakan pada cluster agar replikasi dapat berjalan sebagai satu kesatuan. Untuk merubah engine MyISAM dengan engine ndbcluster dapat digunakan perintah sebagai berikut :

```
MySQL> alter table table_name  
engine=ndbcluster
```

Perintah diatas merupakan perintah untuk merubah engine MyISAM menjadi ndbcluster. Perintah tersebut dilakukan pada semua tabel yang ada pada database registrasi, baik pada node A maupun node B. Untuk mengetahui MySQL cluster berjalan dengan baik, hal yang

harus dilakukan yaitu mencoba mengisi data dari beberapa field sebagai percobaan. Hal ini dilakukan baik pada node A dan di cek pada node B maupun sebaliknya. Sehingga apabila isi dari sebuah field diubah dari satu node, maka semua isi field pada semua node akan berubah dengan otomatis. Berikut contoh pada pengujian MySQL cluster :

a. Data Node A

```
MySQL> create database registrasi;
Query OK, 1 row affected (0.08 sec)
MySQL> use registrasi;
Database changed
MySQL> source
/home/yudhi/Documents/registrasi.sql
MySQL> alter table tes engine=ndbcluster;
Query OK, 48 rows affected (1.00 sec)
MySQL> show create table tes;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| Table | Create Table
|
+-----+-----+-----+
| tes | CREATE TABLE `tes` (
  `no` varchar(255) NOT NULL,
  `nama` varchar(30) NOT NULL,
  `jur` varchar(255) NOT NULL,
  `nim` int(11) NOT NULL
) ENGINE=ndbcluster DEFAULT CHARSET=latin1
|
+-----+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

```
MySQL> insert into tes values
('2','anggi','931','129110003');
Query OK, 1 row affected (0,00 sec)
MySQL> select * from tes where jur='931');
+-----+-----+-----+
| no | nama | jur | nim |
+-----+-----+-----+
| 2 | anggi | 931 | 129110003 |
+-----+-----+-----+
1 row in set (0.01 sec)
```

a. Data Node B

```
MySQL> use registrasi;
MySQL> select * from tes where jur='931');
+-----+-----+-----+
| no | nama | jur | nim |
+-----+-----+-----+
| 2 | anggi | 931 | 129110003 |
+-----+-----+-----+
1 row in set (0.01 sec)
```

**4.2. Perbandingan Antara Database Non Cluster Dengan Database cluster**

No	Perbandingan	Database Server Non Cluster	Database Server Cluster
1	Ketersediaan Data	Bertumpu pada satu server dan tidak mempunyai database backup pada server lain	Tidak hanya bertumpu pada satu server, melainkan dengan beberapa server yang saling bekerja sama
2	Waktu Penyediaan Database	Apabila database server mengalami gangguan, dapat mengakibatkan <i>downtime</i> terhadap penyediaan data	Memungkinkan mengurangi waktu <i>downtime</i> , dikarenakan apabila satu node mati, maka node yang satu akan otomatis menggantikan peran terhadap penyediaan data

**5. Kesimpulan dan Saran**

**5.1. Kesimpulan**

Setelah melakukan implementasi pada MySQL cluster, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

**Anggi Hanafiah, Triyani Arita Fitri dan Erlin**  
**Implementasi Database Cluster dalam Pengelolaan Data Mahasiswa Menggunakan**  
**MySQL (Studi Kasus Biro Administrasi Informasi dan Teknologi Universitas Islam Riau)**

1. Untuk melakukan MySQL cluster ini, pengguna tidak hanya bertumpu pada satu sistem operasi saja, melainkan MySQL cluster ini dapat dilakukan pada sistem operasi apa saja yang sesuai dengan kemampuan pengguna.
2. Pada implementasi MySQL cluster, MySQL cluster menunjukkan setiap node selalu standby dalam menangani database yang diproses. Dengan demikian, hasil yang diharapkan dengan di implementasikan MySQL cluster akan mempunyai ketersediaan data yang tinggi.
3. High availability berjalan dengan baik, yang mana apabila data node master mati atau mengalami gangguan, maka data node slave akan membackup datanode master tersebut.
4. Engine yang digunakan pada implementasi *database cluster* ini yaitu *ndbcluster*.

## 5.2. Saran

Agar MySQL cluster ini dapat lebih berguna bagi penulis lain, penulis mempunyai beberapa saran sebagai berikut :

1. MySQL cluster ini didesain pada jaringan lokal, untuk perkembangan lebih lanjut disarankan menggabungkan dengan jaringan public yang berbeda serta memerlukan sisi dari keamanan jaringan.
2. Pada implementasi MySQL cluster disarankan tidak menggunakan virtual

machine untuk mendapatkan hasil kinerja dari MySQL cluster.

3. Untuk meningkatkan kinerja MySQL cluster, sistem pada MySQL cluster perlu ditambahkan system load balancer.

## Referensi

- [1] Ramadhan, Fakhriy. 2011. *Implementasi MySQL Cluster Menggunakan Pemanfaatan High Availability Pada Penginputan Data Mahasiswa Dengan Aplikasi Berbasis Java*. Bandung: Politeknik Telkom Bandung.
- [2] Prabowo, Aditya. 2011. *Perancangan MySQL Cluster Untuk Mengatasi Kegagalan Sistem Basis Data Pada Sisi Server*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [3] Hendranata, Hendri. 2010. *Implementasi MySQL Cluster Pada Open Solaris*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [4] Hakim, Lukmanul. 2011. *Analisa dan Implementasi Sistem Clustering Basis Data PostgreSQL Menggunakan PgCluster Guna Meningkatkan Kinerja Dari Sistem Basis Data*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- [5] Runy Panjaitan, Frisca. 2011. *Analisis dan Implementasi Distribusi Basis Data (Clustering) Untuk Basis Data Sistem Pembiayaan dan Penjualan Kendaraan Studi Kasus : PT. VERENA OTO FINANCE*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- [6] Connolly, Thomas. and Begg Carolyn. 2005. *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*, Fourth Edition. Addison Wesley.