



Distributed Replicated Block Device (DRBD) sebagai Alternatif High Availability Data Replication pada Cloud Computing

Sugeng Purwanto¹, Muhammad Arief Fadhy²

¹Politeknik Caltex Riau, email: sugeng@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, email: fadhly@pcr.ac.id

Abstrak

Server merupakan suatu perangkat jaringan yang berfungsi untuk memberikan pelayanan (service) kepada klien. Tapi ada kalanya server tidak selamanya berfungsi dengan baik. Mengingat fungsi server dalam suatu sistem sangat fundamental dan penting dalam memberikan pelayanan kepada klien, maka server dituntut untuk seminimal mungkin mengalami gangguan yang dapat mempengaruhi layanan yang diberikan kepada klien. Salah satu alternatif solusi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat suatu sistem penyalinan server dengan metode Distributed Replicated Block Device (DRBD) pada komputasi awan, yaitu membuat salinan data suatu server melalui media jaringan. DRBD adalah suatu tool yang berfungsi untuk melakukan replikasi data. Pembuatan sistem server replikasi bisa menggunakan teknologi open source dengan memanfaatkan sistem DRBD ini. Diharapkan dapat membuat sebuah komputasi awan yang high availability serta dengan implementasi data replication pada komputasi awan menggunakan DRBD ini juga dapat membuat sebuah replikasi data yang menjadi salah satu solusi replikasi data server secara otomatis.

Kata kunci : distributed replicated block device, data replication, open source

Abstract

The server is a network device that serves to provide the service to the Client. But there are times when the server does not always function properly. Given the function of the server in a system very fundamental and important in providing services to the Client, then the server is required for minimum disruption possible to affect the services provided to Clients. One alternative solution that can be done is to create a system with the server copy methods, Distributed Replicated Block Device (DRBD) on cloud computing, which makes copies of data a media server through the network. DRBD is a tool that serves to perform data replication. Making the replication server system can use open source technology by utilizing this DRBD system. Expected to create a high availability cloud computing as well as the implementation of data replication in the cloud computing using DRBD can also create a replication data into one solution automatically replicate data server..

Keywords : distributed replicated block device, data replication, open source

1. Pendahuluan

Salah satu teknologi yang sedang berkembang saat ini adalah Komputasi Awan (*Cloud Computing*). Teknologi komputasi awan yang banyak dimanfaatkan sebagai teknologi yang bisa saling berbagi data secara bersama-sama dalam satu waktu, baik dikalangan pendidikan maupun profesional. Kondisi saat ini adalah masih sedikitnya implementasi komputasi awan yang *high availability* dalam hal penyalinan data ke media penyimpanan (*storage*) cadangan. *High availability* secara sederhana bisa diartikan bahwa server yang bekerja diusahakan untuk tetap hidup dan beroperasi dengan baik. Jika server utama mati, server sekunder langsung menggantikan fungsi server utama sampai server utama hidup kembali.

Mengingat fungsi server sangat penting dalam memberikan pelayanan kepada klien maka suatu server dituntut untuk seminimal mungkin mengalami gangguan yang dapat mengganggu layanan kepada klien. Layanan data pada suatu perusahaan atau instansi menuntut seorang *administrator IT* untuk dapat menjaga layanan dengan stabil untuk setiap data yang dikelola. Agar data tersebut terjaga dengan baik maka dibuatlah sebuah *data replication* pada komputasi awan. *Data replication* adalah sebuah cara untuk melakukan penyalinan data dan pendistribusian data dari satu media penyimpanan ke media penyimpanan lain dan melakukan sinkronisasi antar media penyimpanan sehingga ketersediaan dan konsistensi dari data tersebut dapat terjamin.

Untuk membangun data replikasi tersebut maka dibutuhkan sebuah *tools* yang bisa melakukan penyalinan data yang tersinkronisasi yaitu DRBD (*Distributed Replicated Block Device*). DRBD adalah sebuah sistem penyimpanan replikasi terdistribusi pada platform linux yang digunakan oleh sistem komputer yang *high availability*. Hal inilah yang menjadi latar belakang dari penulisan penelitian ini.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian – penelitian yang sudah pernah dilakukan dalam hal mengembangkan DRBD, Implementasi Komputasi Awan dan Virtualisasi dapat dilihat pada penelitian-penelitian berikut :

1. M. Riassetiawan, A. Ashari and I. Endrayanto,[1] dalam penelitiannya "*Distributed Replicated Block Device (DRDB) implementation on cluster storage data migration*". menerapkan virtualisasi pada sistem cluster server menggunakan mesin virtual pada Proxmox VE dan *Distributed Replicated Block Device (DRBD)* sebagai penyimpanan bersama. Implementasi dilakukan dengan menggunakan dua node, dan membuat perbandingan dengan dua node lain dalam cluster yang tidak menggunakan penyimpanan bersama. penyimpanan bersama bekerja dengan sinkronisasi dan replikasi data mesin virtual yang kemudian dapat bermigrasi secara online. Penggunaan penyimpanan bersama akan mempengaruhi kinerja mesin virtual, terutama pada kecepatan disk selama proses pengiriman dan penerimaan data, dan ketersediaan layanan. Pengukuran downtime selama migrasi untuk menguji keberhasilan sistem. Menguji koneksi TCP dilakukan untuk memastikan jaringan throughput dan test koneksi hasil dibandingkan dengan tes kinerja media penyimpanan.
2. M. Patel and S. Chaudhary,[2] dalam penelitiannya tahun 2014 "*Survey on a combined approach using prediction and compression to improve pre-copy for efficient live memory migration on Xen*" dalam pendekatan pra-copy dari Xen dievaluasi untuk Live Migration mesin virtual. Rangka Xen-4.1 berdasarkan pra-copy dikonfigurasi menggunakan DRBD (*Distributed Replicated Block Device*) pada arsitektur Intel-VT untuk mendapatkan pemahaman praktis dari algoritma. Xen pra-copy dapat memiliki

hasil yang lebih baik dalam hal kinerja metrik-downtime, total waktu perpindahan, jumlah halaman ditransfer jika struktur bitmap dan ditulis bekerja set ditingkatkan. Untuk menghindari transmisi berulang halaman memori, teknik berdasarkan prediksi digunakan untuk mendapatkan informasi tentang halaman yang kotor. Prediksi berdasarkan dua teknik yang berbeda yaitu LRU Stack Jarak dan Probabilitas prediksi. Berbagai metode kompresi bernama RLE, Huffman Coding, MEMCOM, WKdm dan LZ diklasifikasikan. Pendekatan gabungan prediksi dan kompresi berdasarkan disurvei untuk meningkatkan pre-copy untuk migrasi memori hidup efisien pada Xen.

3. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang dilakukan oleh Adrianus [3], dengan judul “Shared Storage untuk Implementasi Clustering Server Menggunakan Network Block Device pada Ubuntu Server”. Pada penelitian sebelumnya membangun data center dengan mengimplementasikan Clustering Server. Cluster adalah sekumpulan komputer (umumnya server jaringan) independen yang beroperasi serta bekerja secara bersama-sama dan terlihat oleh Klien jaringan seolah-olah hanya satu buah unit komputer. Dimana proses menghubungkan beberapa komputer agar dapat bekerja seperti itu disebut dengan Clustering.

Pada Penelitian yang dilakukan saat ini menggunakan DRDB dan Xen hypervisor sebagai virtualisasi untuk membangun komputasi awan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi Komputasi Awan (Cloud Computing)

Menurut Mell dan Grance [4], dari *National Institute of Standards and Technology (NIST), Information Technology Laboratory* memberikan definisi bahwa komputasi awan adalah sebuah bentuk layanan yang dapat dibuka dan diakses dari mana saja, model untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan, *on-demand* akses jaringan untuk pemanfaatan secara bersama-sama suatu sumber daya komputasi yang terkonfigurasi (misalnya, jaringan, server, penyimpanan, aplikasi, dan layanan). Layanan ini dapat secara cepat diberikan dan dirilis dengan upaya manajemen yang minimal atau interaksi penyedia layanan. Dalam pengertian lain komputasi awan merupakan kombinasi pemanfaatan teknologi komputer dengan pengembangan berbasis internet. Sebutan *cloud* sendiri merupakan sebuah istilah yang diberikan pada teknologi jaringan internet. Berdasarkan jenis layanannya komputasi awan dibagi menjadi SaaS – Software As a Service (Software), PaaS – Platform As a Service, dan IaaS – Infrastructure As a Service (Hardware).

2.2.2 Data replication

Secara definisi replikasi memiliki pengertian sebagai suatu proses duplikasi atau penggandaan dengan menyalin dan mentransfer data dari satu database ke database lain yang tersimpan pada komputer berbeda. Replikasi dapat dipahami sebagai proses penggandaan dan pengolahan objek-objek dari basis data yang membentuk suatu basis data terdistribusi [5].

2.2.3 Distributed Replicated Block Device

Distributed Replicated Block Device (DRBD) adalah sistem penyimpanan didistribusikan untuk platform GNU / Linux. Terdiri dari modul kernel, aplikasi *userspace* beberapa manajemen dan beberapa script shell dan biasanya digunakan pada cluster *High Availability (HA)*. Komputasi awan merupakan hasil evolusi dari teknologi yang sudah ada sebelumnya, yaitu Grid Computing yang dipandang sebagai gabungan berbagai jenis komputer yang dihubungkan dengan jaringan sehingga dihasilkanlah tenaga komputasi yang cukup besar. Walaupun secara tampilan ada kemiripan antara teknologi *cloud* dan grid computing, namun secara karakteristik keduanya sangat berbeda. Bagi user yang ingin mengembangkan aplikasi

berbasis teknologi ini dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu: *virtual infrastructure provisioning*, memanfaatkan *Application Engine* yang sudah ada, dan membangun komputasi awan sendiri [6].

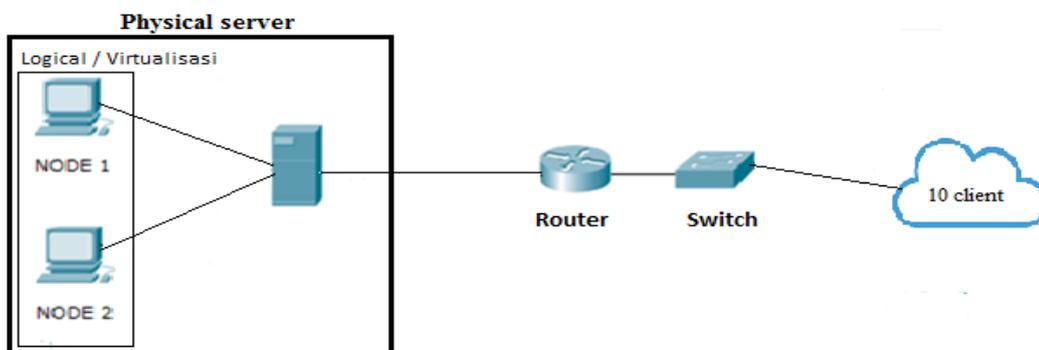
2.2.4 Virtualisasi

Dalam ilmu komputer, virtualisasi bisa diartikan sebagai pembuatan suatu bentuk simulasi dari sesuatu yang asalnya bersifat fisik, misalnya sistem operasi, perangkat penyimpanan data atau sumber daya jaringan [7].

3. Perancangan

3.1 Perancangan

Pada penelitian ini dibangun sebuah virtual berbasis komputasi awan. Dimana sistemnya terdiri dari 1 komputer fisik dan ada 2 komputer virtual. Di dalam 1 komputer fisik terdapat 1 atau lebih komputer virtual yang sering disebut dengan NODE. Node pada sistem ini terbagi menjadi 2 yaitu node 1 dan node 2 hal ini dimaksudkan sebagai fungsi backup. Node 1 berfungsi sebagai Primary sementara Node 2 sebagai secondary yang akan bekerja dibelakang layar untuk proses replikasi saat node saya mendapat data update, sehingga data yang ada di node 1 dan 2 sama.. Sistem operasi yang digunakan untuk pengujian adalah CentOS. Setiap node yang dibangun akan diinstal *software virtualisasi* Xen dan juga DRBD. Pada penelitian ini jaringan yang digunakan ialah publik. Untuk pengujian akan digunakan, 1 *switch* dan 2 buah *node* yang nantinya akan dipasang Xen dengan DRBD yang ada dalam sistem *cloud*. DRBD yang dipasang berguna untuk mereplikasi data. Untuk jumlah klien yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 10 klien dan masalah jumlah fleksibel saja. Jumlah 10 dimaksudkan agar dalam pengambilan datanya lebih baik. Pada Gambar 1 adalah rancangan topologi yang akan dibuat:

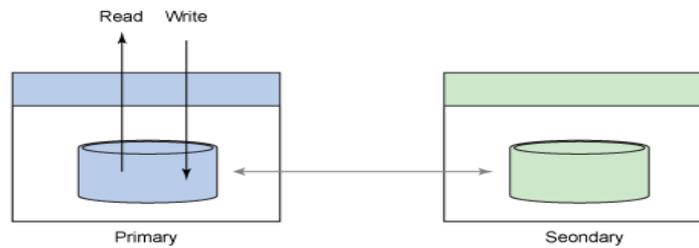


Gambar 1. Dasar model operasi DRBD

Pada model diatas dalam diatur proses pemberian IP Address yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengalamatan jaringan

Device	IP Address	Subnet Mask
Host	103.19.208.80	255.255.255.0
Node 1	103.19.208.81	255.255.255.0
Node 2	103.19.208.82	255.255.255.0
Klien 1-10	DHCP	DHCP



Gambar 2. Operasi baca/tulis dengan DRBD

Pada Gambar 2 di atas pengguna mengakses data ke node utama, tapi dibalik layar data akan tereplikasi ke node sekunder.

3.2 Kebutuhan Perangkat

Pada penelitian kali ini dalam prosesnya dibutuhkan beberapa perangkat. Perangkat yang digunakan dalam bentuk *software* dan *hardware*. Adapun perangkat-perangkat yang digunakan adalah :

1. *Host*

Spesifikasi pada host dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Spesifikasi server

<i>Deskripsi</i>	Keterangan
<i>Processor</i>	Intel(R) Core(TM) i7-3770 CPU @ 3.40Ghz (8CPUs), ~3.4GHz
<i>Hard Disk</i>	250 GB
<i>Memory</i>	6 GB
<i>Operating System</i>	CentOS 6.5
<i>IP Address</i>	103.19.208.80/24
<i>Software</i>	Xen

2. *Node 1 dan Node 2*

Spesifikasi pada *node-node* dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Spesifikasi node

Deskripsi	Keterangan	
	Node 1	Node 2
<i>Processor</i>	1 Unit	1 Unit

<i>Hard disk</i>	50 GB	50 GB
<i>Memory</i>	1 Gb	1 Gb
<i>Operating System</i>	CentOS 6.5	CentOS 6.5
<i>IP Address</i>	103.19.208.81/24	103.19.208.82/24
<i>Software</i>	Xen, DRBD	Xen, DRBD

3. Klien 1-10

Spesifikasi pada *klien* dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Spesifikasi *klien*

Deskripsi	Keterangan
	<i>Klien 1</i>
<i>Processor</i>	Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU E7600 @ 3.06GHz 3.07 GHz
<i>Hard disk</i>	300 GB
<i>Memory</i>	2 GB
<i>Operating System</i>	<i>Windows XP or higher</i>
<i>IP Address</i>	DHCP

4. Pengujian dan Analisa

4.1 Hasil

Pada bagian ini akan ditampilkan hasil dari implementasi DRBD pada komputasi awan. Implementasi yang dilakukan menggunakan XEN sebagai virtualisasi untuk komputasi awan. Hasil implementasi komputasi awan bisa dilihat pada Gambar dan hasil implementasi DRBD pada komputasi awan bisa dilihat pada Gambar 3 dan 4.

```
Last login: Tue Jun 14 02:42:49 2016
[root@centos ~]# xl list
Name          ID   Mem  VCPUs   State   Time(s)
Domain-0     0   1019    8   r-----   35.8
node1        1   1024    1   -b-----   8.6
node2        2   1024    1   -b-----   6.4
[root@centos ~]#
```

Gambar 3. Hasil *cloud computing*

```
[root@node1 ~]# service drbd status
drbd driver loaded OK; device status:
version: 8.3.16 (api:88/proto:86-97)
GIT-hash: a798fa7e274428a357657fb52f0ecf40192c1985 build by phil@Build64R6, 2014-11-2
4 14:51:37
m:res cs          r0          ds          p mounted          fstype
0:r0  Connected Primary/Primary UpToDate/UpToDate C /samba/wisuda2016 ext3
[root@node1 ~]#
```

Gambar 4. Hasil DRBD

Gambar 4 adalah hasil dari implementasi DRBD yang telah dibuat pada komputasi awan yang berada pada node1. Dapat dilihat antara node1 dan node2 saling terhubung dan data yang pada kedua node sudah saling tersinkronisasi.

Pengujian ke-4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-7	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-8	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-9	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-10	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Size file(Mb)	1,2									
Persentase	100%									

b) Pengujian 100 Mb

Untuk pengujian upload file ke dalam server sebesar 100 Mb, setiap klien melakukan pengujian *upload file* sebanyak 10 kali ke dalam server dengan file yang sama. Hasil yang diperoleh dari hasil pengujian upload file 100 Mb juga mencapai 100% keberhasilan. Dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase keberhasilan upload file 100Mb

Banyak Pengujian	Klien 1	Klien 2	Klien 3	Klien 4	Klien 5	Klien 6	Klien 7	Klien 8	Klien 9	Klien 10
Pengujian ke-1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-3	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-7	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-8	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-9	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian ke-10	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Size file(Mb)	116									
Persentase	100%									

c) Pengujian 1 Gb

Pada pengujian upload file ke dalam server sebesar 1 Gb yang dilakukan sebanyak yang sama dilakukan pada file 1Mb dan 100Mb yaitu 10 kali pengujian, maka diperoleh persentase keberhasilan juga mencapai 100%. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase keberhasilan upload file 1Gb

Persentase Pengujian	Klien 1	Klien 2	Klien 3	Klien 4	Klien 5	Klien 6	Klien 7	Klien 8	Klien 9	Klien 10
Pengujian 1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 3	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 7	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 8	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 9	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pengujian 10	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Size file(Gb)	1,2									
Persentase	100%									

4.2.3 Pengujian Pengujian penghapusan file.

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian dengan menghapus data yang telah diupload ke dalam server. Dari hasil pengujian dapat terlihat bahwa data yang dihapus pada node 1 akan

terhapus juga pada node 2. Hasil dapat dilihat pada Gambar 9 dengan penghapusan data “5 Quiz_3_SOD”, di node 1 dan node 2 akan terupdate dengan penghapusan file pada node 1.

Tabel 8. Penghapusan data

Pengujian (kali)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total Size (Gb)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Persentase (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

```
[root@node1 ~]# ls -lh /samba/wisuda2016/
total 11M
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.2M May  3 17:02 10 Quiz_1_SOD.exe
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.2M May  3 17:02 2 Quiz_1_SOD.exe
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.2M May  3 17:02 3 Quiz_1_SOD.exe
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.2M May  3 17:02 4 Quiz_1_SOD.exe
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.2M May  3 17:02 6 Quiz_1_SOD.exe
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.2M May  3 17:02 7 Quiz_1_SOD.exe
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.2M May  3 17:02 8 Quiz_1_SOD.exe
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.2M May  3 17:02 9 Quiz_1_SOD.exe
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 49K May  2 21:13 drbd-quick-reference.pdf
-rwxrwxrwx- 1 nobody nobody 1.1M May  2 21:13 drbd-users-guide.pdf
drwxrwxrwx 2 root root 16K May 22 23:10 lost+found
[root@node1 ~]#
```

Gambar 9. Penghapusan file 5 Quiz_3_SOD

4.2.4 Pengujian high availability (HA)

Pada proses ini dilakukan untuk membuktikan bahwa jika terjadi kegagalan atau ketidaktersediaan layanan atau data dari node 1 maka node 2 akan berfungsi sebagai backup atau secondary server. Kemudian proses sinkronisasi data kembali ke node 1 jika node 1 telah online kembali dan node 2 non aktif kembali.

```
[root@node1 ~]# shutdown -h now
Stopping High-Availability services: Done.
Stopping all DRBD resources: .
Stopping sshd: [ OK ]
```

Gambar 10. Node1 mati

```
[root@node2 ~]# block drbd0: meta connection shut down by peer.
[root@node2 ~]# ls /samba/wisuda2016/
10 Taken 2.mkv 3 Taken 2.mkv 6 Taken 2.mkv 9 Taken 2.mkv
1 Taken 2.mkv 4 Taken 2.mkv 7 Taken 2.mkv lost+found
2 Taken 2.mkv 5 Taken 2.mkv 8 Taken 2.mkv
[root@node2 ~]#
```

Gambar 11. Node2 up ketika node1 mati

```
[root@node1 ~]# service drbd status
drbd driver loaded OK; device status:
version: 8.3.16 (api:88/proto:86-97)
GIT-hash: a798fa7e274428a357657fb52f0ecf40192c1985 build by phil@Build64R6, 2014-11-2
4 14:51:37
m:res cs ro ds p mounted fs
type
0:r0 SyncTarget Primary/Secondary Inconsistent/UpToDate C /samba/wisuda2016 ex
t3
... sync'ed: 8.7% (9856/10784)M
[root@node1 ~]#
```

Gambar 12. Node1 hidup dan sinkronisasi data

4.2.5 Penghitungan waktu replikasi antar node

Pada pengujian ini akan diuji berapa lama waktu replikasi yang dibutuhkan untuk sinkronisasi data dari node 2 ke node1. Pada pengujian ini dilakukan dengan kondisi saat node1 mati. Untuk sinkronisasi data sebesar 12Gb dibutuhkan waktu 5 menit 48 detik.

4.3 Analisa

Setelah dilakukan pengujian maka dapat dianalisa bahwa replikasi data dengan DRBD pada komputasi awan dapat berjalan dengan baik sesuai perancangan yang telah dilakukan. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil setiap pengujian, seperti pengujian *upload data*, hapus data, dan pengujian *high availability* yang dilakukan. Pada saat pengujian DRBD dilakukan dengan

menambah 1 node lagi menjadi 3 node, ternyata hal tersebut tidak bisa dilakukan. Karena DRBD hanya mendukung replikasi antar 2 node.

4.4 Penutup

a. Kesimpulan

1. DRBD hanya mengakomodir implementasi 2 node.
2. DRBD dapat diimplementasikan pada komputasi awan menggunakan virtualisasi XEN.
3. Pada saat node1 mati (server utama), node2 (secondary server) langsung aktif sebagai server utama menggantikan node1.
4. Lama waktu replikasi antar node tergantung dari besar file yang akan di replikasi, semakin besar file akan membutuhkan waktu lebih dalam melakukan replikasi, tapi lamanya waktu masih dalam batas toleransi proses.

b. Saran

1. Diharapkan kedepan nya bisa dikembangkan dengan menggabungkan beberapa server, seperti *mailserver*, *webserver*, dan lain sebagainya.
2. Untuk pengembangan selanjutnya bisa diimplementasikan menggunakan platform yang berbeda seperti KVM, OpenNebula, dan lain sebagainya.

Daftar Pustaka

- [1] M. Riasetiawan, A. Ashari and I. Endrayanto, "Distributed Replicated Block Device (DRDB) implementation on cluster storage data migration," 2015 International Conference on Data and Software Engineering (ICoDSE), pp. 93-97, Yogyakarta, 2015.
- [2] M. Patel and S. Chaudhary, "Survey on a combined approach using prediction and compression to improve pre-copy for efficient live memory migration on Xen," 2014 International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing, pp. 445-450, Solan, 2014.
- [3] Adrianus, F, "Shared Storage untuk Implementasi Clustering Server Menggunakan Network Block Device pada Ubuntu Server". Proyek Akhir, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru, 2013.
- [4] Mell, P., & Grance, T., "The NIST Definition Of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology", Diambil 29 Juni 2015 dari csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf, 2011.
- [5] Fathansyah, "Sistem Basis Data". Penerbit Informatika, Bandung, 2005.
- [6] http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/AS400/AS400_B1/04Replikasirev.pdf
- [7] <http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2013/07/rima-virtualisasi.pdf>