

## DESAIN KONSOLIDASI SAN DAN NAS SISTEM BDPJN MENGUNAKAN STORAGE DYNAMIC PROVISIONING

Babag Purbantoro<sup>\*)</sup>, Yayat Hidayat<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN

e-mail : babagp@gmail.com

### Abstract

BDPJN system has NAS-1 with 200TB usable disk capacity that is divided into 10 devices with having 20TB capacity each of them. Besides that, there is a NAS-2 with 192TB usable capacity in a single unified storage. BDPJN system also has SAN-1 with 7TB capacity that reaching 95 % of the total capacity. Functionally, the network topology between SAN and NAS is considered still not optimal because they are causing the high traffic and increase the load of BDPJN system's LAN, so it will reduce the speed of data processing operations on Pustekdata. For high-level and low-level design, there are several criteria to consolidate SAN and NAS in BDPJN system by optimizing existing devices and systems. Functionally, NAS network is dedicated to data processing and management that is done by the internal user. While the SAN network is destined for application server processing using the Fiber Channel (FC) protocol. They are backup-restore application, geo-database and image service production, and cataloging application (rendering and caching). The solution are creating and build SAN-2 by utilizing a portion of the NAS-2 storage allocation using storage dynamic provisioning. This solution is considering the BDPJN system network optimization, SAN and NAS capacity, and supported by the appropriate hardware specifications. The test results of design showed that data transfer rate of geo-database production application server to the SAN-2 reaches 494Mbps.

**Key Words:** *Storage Consolidation, Dynamic Provisioning, SAN, NAS*

### Abstrak

Sistem BDPJN mempunyai NAS-1 dengan *usable disk capacity* sebesar 200TB yang terbagi menjadi 10 perangkat dengan masing-masing mempunyai kapasitas sebesar 20TB. Selain itu juga terdapat NAS-2 dengan kapasitas 192TB dalam satu *unified storage*. Sistem BDPJN juga mempunyai SAN-1 dengan kapasitas 7TB yang sudah terisi 95% dari kapasitas total. Secara fungsional, topologi jaringan antara SAN dan NAS tersebut dipandang masih belum optimal karena menyebabkan tingginya trafik dan menambah beban dalam jaringan LAN di sistem BDPJN, sehingga akan mengurangi kecepatan operasional pengolahan data di Pustekdata. Untuk *high level* dan *low level design*, terdapat kriteria-kriteria dalam desain konsolidasi SAN dan NAS dalam sistem BDPJN dengan mengoptimalkan perangkat dan sistem yang ada. Secara fungsional jaringan NAS diperuntukkan untuk pengolahan dan pengelolaan data yang dilakukan oleh pengguna. Sedangkan jaringan SAN diperuntukkan untuk pemrosesan server aplikasi yang menggunakan protokol *Fiber Channel (FC Protocol)* antara lain yaitu, aplikasi *backup-restore*, pembuatan *geo-database* dan *image service*, dan aplikasi *cataloging (rendering dan caching)*. Solusi yang dilakukan adalah membuat SAN-2 dengan memanfaatkan sebagian dari alokasi *storage* NAS-2 dengan menggunakan *storage dynamic provisioning*. Solusi ini memperhitungkan optimalisasi jaringan sistem BDPJN, kapasitas SAN dan NAS, dan didukung oleh spesifikasi perangkat yang sesuai. Hasil uji desain menunjukkan bahwa kecepatan transfer data dari server aplikasi pembuatan *geo-database* ke SAN-2 mencapai 494Mbps.

**Kata Kunci:** *Storage Consolidation, Dynamic Provisioning, SAN, NAS*

## 1. Pendahuluan

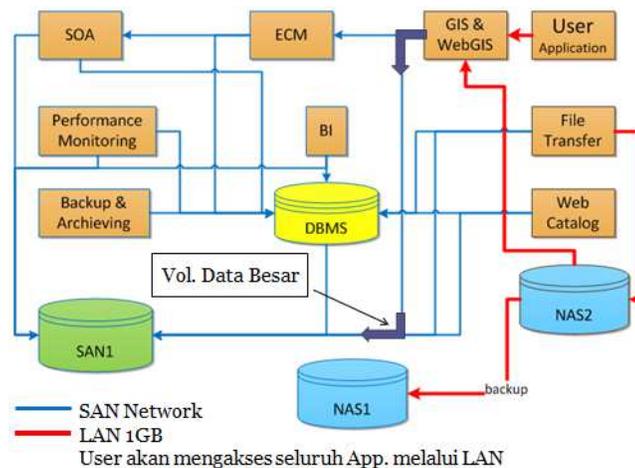
Sistem BDPJN adalah sistem dari fungsi Pustekdata LAPAN sebagai pusat layanan data (bank data) dan teknologi penginderaan jauh yang berfungsi menyimpan, mengolah, mengelola dan mendistribusikan data penginderaan jauh. Sistem BDPJN meliputi infrastruktur, *software*, data, proses bisnis dan SDM yang terintegrasi.

Ada tuntutan dari masteplan BDPJN yang menyatakan bahwa beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mewujudkan *next generation* Pusat Data (Datacenter) antara lain salah satunya adalah konsolidasi, yang mengandung pengertian sentralisasi dan standardisasi dari semua perangkat yang ada sehingga menghasilkan suatu jaringan yang cerdas (Masterplan BDPJN, 2011).

Konsolidasi yang dilakukan adalah konsolidasi *Network Attached Storage (NAS)* dan *Storage Area*

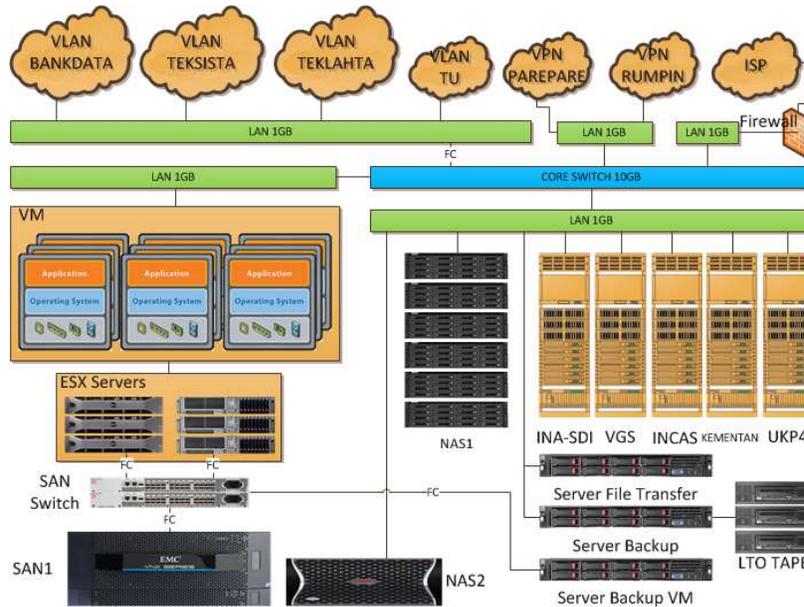
Network (SAN) di sistem BDPJN. NAS adalah *dedicated storage* yang mempunyai alamat jaringan sendiri dan menyediakan layanan berbasis file yang bisa diakses oleh perangkat lain di jaringan. SAN (*Storage Area Network*) adalah media penyimpan dengan kecepatan tinggi yang terhubung dengan jaringan secara *dedicated*, yang secara *logic* merupakan *pool storage* dari satu atau lebih server (Padhy *et al*, 2012).

Jaringan NAS memungkinkan pengguna untuk mengakses langsung ke NAS, karena NAS menggunakan protokol *network file sharing* (NFS). Sedangkan SAN merupakan *backend storage* yang berposisi di belakang server. Oleh karena itu hanya server yang bisa mengakses SAN dengan menggunakan aplikasinya melalui SAN *switch* (Padhy *et al*, 2012).



Gambar 1-1. Jaringan Aplikasi Yang Sudah Ada

Saat ini Sistem BDPJN mempunyai NAS dengan merek QNAP atau disebut NAS-1 dengan kapasitas *disk* sebesar 200TB yang terbagi menjadi 10 perangkat dengan masing-masing mempunyai kapasitas sebesar 20TB. Selain itu juga terdapat NAS dengan merek Hitachi Data System atau disebut NAS-2 dengan kapasitas 192TB. Sistem BDPJN juga mempunyai SAN dengan merek EMC dengan kapasitas 7TB yang sudah terisi 95% atau disebut juga SAN-1. Hubungan secara *logic* antara NAS-1, NAS-2 dan SAN-1 dijelaskan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut dijelaskan bahwa seluruh aplikasi terhubung dengan DBMS dan SAN-1. Khusus untuk aplikasi GIS dan WebGIS mempunyai keluaran data yang cukup besar berupa file *geo-database* yang disimpan dalam SAN-1. SAN-1 harus dialihfungsikan khusus sebagai SAN aplikasi, dan bukan sebagai penyimpanan *geo-database*. Volume *geo-database* ini akan terus bertambah seiring dengan pertambahan volume data di NAS-2. LAN akan banyak dibebani oleh 1) proses pengguna untuk manajemen, pengolahan, dan distribusi data, 2) proses *backup* NAS-2 ke NAS-1, 3) proses *geo-database production* dari NAS-2 oleh GIS, 4) *rendering, tiling, caching* oleh WebGIS, 5) file transfer dari stasiun bumi Parepare dan Rumpin ke NAS-2 dan 6) pengguna eksternal yang mengakses ke Katalog BDPJN (Pustekdata, 2013). Pada Gambar 2 ditunjukkan *high level design* kondisi sebelum dilakukan penelitian.

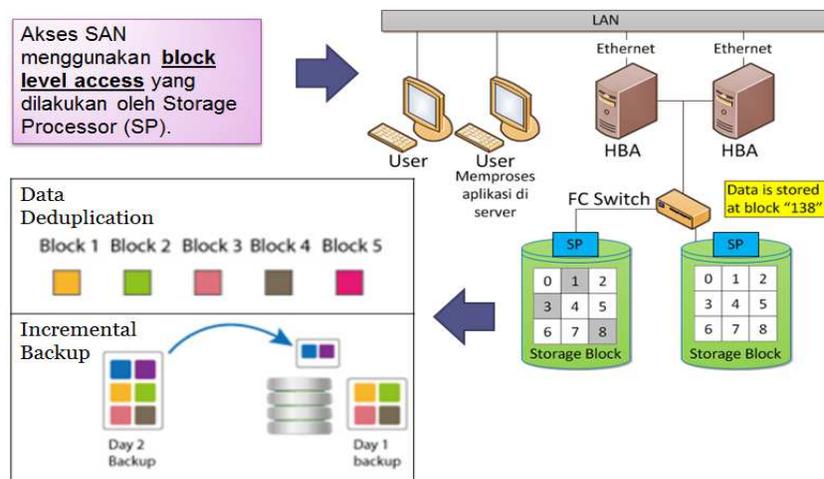


**Gambar 1-2. Kondisi *High Level Design* Sekarang**

Sejak tahun 2014 kebutuhan *storage* diprediksi akan mencapai 80TB pertahun sehingga aliran data antar *storage*, *storage* dengan pengguna, dan *storage* dengan *server* akan menjadi sangat besar dan menjadi beban yang berat bagi jaringan LAN sebagai *backbone* komunikasi data. Sehingga dipandang perlu untuk membuat konsolidasi dan desain pengembangan SAN/NAS BDPJN sebagai acuan implementasi masterplan dan blueprint BDPJN. Konsolidasi yang dilakukan menggunakan fitur *Dynamic Provisioning* dari NAS-2.

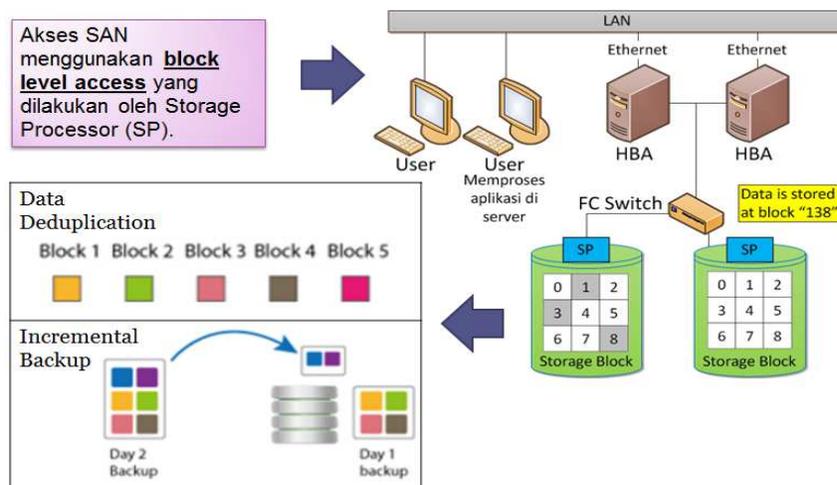
## 2. SAN dan NAS

Dalam arsitektur sederhana, SAN terdiri dari satu atau lebih *server* yang dihubungkan dengan *storage array* menggunakan satu atau lebih SAN *switch*. Setiap *server* bisa mempunyai aplikasi yang membutuhkan *storage* untuk pengolahan atau processing. Komponen dari SAN adalah *Host Component*, *Fabrics Component*, dan *Storage Component*. *Host Component* terdiri dari HBA atau *Host Bus Adapter* dan HBA *driver*. *Host* adalah *server node* atau aplikasi yang berinteraksi dengan SAN *storage* melalui SAN *switch*. Semua *host* terhubung dengan *storage* melalui SAN *fabrics*. *Fabrics Component* terdiri dari SAN *Switch*, *Data Routers*, Kabel FO, dan Protokol komunikasi. *Storage Component* dari SAN adalah *storage array* yang meliputi *Storage Procesor* (SP) yang bertugas sebagai *front-side host* dari *server* ke *storage* menggunakan FC protokol dan *Storage Devices* yang berfungsi sebagai lokasi data disimpan berupa *disk array*. Proses akses data dalam jaringan SAN menggunakan *block level access* yang dijelaskan pada Gambar 2-1.



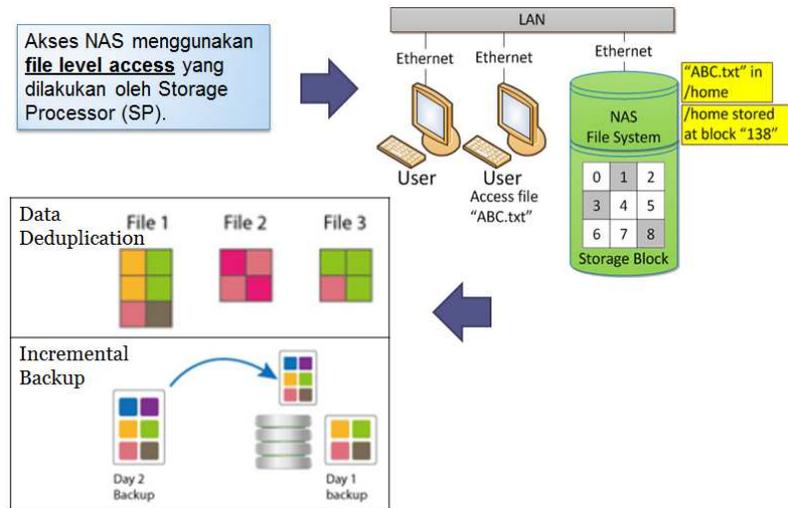
Gambar 2-1. Block Level Access

Ketika *host* menyimpan data, maka data disimpan dalam blok-blok pada *disk array*. Fitur *deduplication* pada *SAN storage* adalah proses dimana *storage* akan menjamin tidak ada blok yang mempunyai data yang sama atau duplikasi sehingga menghemat kapasitas *storage*. Proses *backup* juga lebih cepat karena hanya mem-*backup* penambahan data saja dan akan dijamin tidak ada pengulangan *backup* blok yang berisi data yang sama (Ainapure, 2011).



Gambar 2-2. Block Level Access

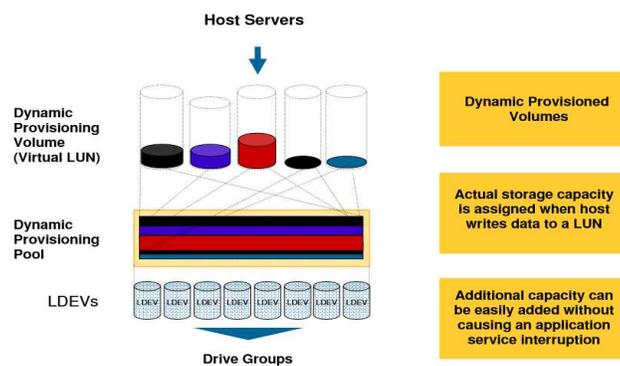
NAS adalah *storage* yang berdiri sendiri, yang mempunyai jaringan sendiri, yang berfungsi sebagai penyimpanan data berbasis file untuk melayani perangkat lainnya. NAS dibangun di atas jaringan LAN dan diberi *IP address* yang bisa diakses oleh aplikasi pemrograman dan aplikasi file. Proses akses data dalam jaringan NAS menggunakan *file level access* yang dijelaskan pada Gambar 5. Pada NAS, data disimpan berupa file-file yang disimpan pada blok-blok tertentu yang dipetakan oleh sebuah *file system*. Namun berbeda dengan SAN, file-file ini bisa berisi blok-blok data yang sama. Sehingga proses *deduplication* pada *NAS storage* tidak akan berfungsi dengan optimal. Proses *backup* akan menyimpan data dalam bentuk file-file yang berisi blok data yang sama, sehingga tidak ada penghematan alokasi *storage* (Ainapure, 2011).



Gambar 2-3. File Level Access

### 3. Dynamic Provisioning

*Dynamic Provisioning* atau DP adalah fitur aplikasi pada *storage* untuk meningkatkan efisiensi penggunaan *storage* dan menurunkan biaya pengadaan dan manajemen *storage* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. DP menyediakan *storage virtual (virtual LUN)* untuk menyederhanakan manajemen dan penambahan kapasitas *storage*. Dengan metode ini dapat dibuat alokasi *storage* sesuai dengan keinginan tanpa harus menyediakan *storage* secara fisik selama kapasitas data riil yang tersimpan belum mencapai kapasitas fisik *storage* yang terinstal. Metode ini dinamakan "*as-needed method*". Penambahan alokasi *storage* dengan DP berbeda dengan penambahan secara tradisional. Secara tradisional, penambahan alokasi akan disertai perubahan konfigurasi dari sistem dan *host storage* yang akan mengganggu kinerja operasional *storage*. Tetapi dengan DP, alokasi *storage* bisa ditambahkan tanpa penambahan disk secara fisik dan dilakukan tanpa mengubah konfigurasi sistem dan *host* (Hitachi Data System, 2009).



Gambar 3-1. Dynamic Provisioning

### 4. Estimasi Penambahan Data

Untuk memprediksi pertumbuhan data digunakan dua metode. Metode pertama adalah untuk menghitung data yang mempunyai grid referensi. Estimasi data yang dihitung adalah LDCM dan SPOT5. LDCM mempunyai grid berupa path-row dengan jumlah 220 path-row untuk area daratan saja. Sedangkan SPOT5 mempunyai grid berupa K/J dengan jumlah 1283 K/J untuk daratan saja. Pertama kali

yang dihitung adalah jumlah scene pertahun dari kedua data tersebut. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4-1.

**Tabel 4-1. Estimasi Jumlah Scene Data LDCM dan SPOT5 Pertahun**

Nama Satelit	Bit	Resolusi (mtr)	Band	Luas data (km <sup>2</sup> )	Juml path/row daratan	Freq /tahun	Juml scene /tahun
LDCM MS	12	30	8	34.225	220	23	5.060
LDCM PAN	12	15	1	34.225	220	23	5.060
LDCM MS+PAN	16	15	7	34.225	220	23	5.060
SPOT 5 MS	8	10	4	6.400	1.283	1	1.283
SPOT 5 PAN	8	2,5	1	6.400	1.283	1	1.283
SPOT 5 MS+PAN	8	2,5	3	6.400	1.283	1	1.283

Setelah didapatkan jumlah scene pertahun, maka bisa dihitung jumlah kapasitas (dalam GB) pertahun seperti yang dihitung pada Tabel 4-2.

**Tabel 4-2. Estimasi Kapasitas Data LDCM dan SPOT5 Pertahun**

Nama Satelit	Juml pixel /scene	Juml bit /scene	Vol/band (MB)	Vol/Scene (MB)	x level data	Total Vol /tahun (GB)
LDCM MS	38.027.778	456.333.333	57,0	456	456	2.309
LDCM PAN	152.111.111	1.825.333.333	228,2	228	228	1.155
LDCM MS+PAN	152.111.111	2.433.777.778	304,2	2.130	8.518	43.102
SPOT 5 MS	64.000.000	512.000.000	64,0	256	256	328
SPOT 5 PAN	1.024.000.000	8.192.000.000	1.024,0	1.024	1.024	1.314
SPOT 5 MS+PAN	1.024.000.000	8.192.000.000	1.024,0	3.072	9.216	11.824
Total						60.032

Seluruh Path/Row LDCM di Indonesia (daratan saja) diakuisisi sebanyak 23 kali dalam setahun. Seluruh K/J SPOT5 di Indonesia (daratan saja) diakuisisi sebanyak hanya 1 kali dari 52 kali dalam setahun dengan asumsi liputan awan 0-20%. Level Pengolahan LDCM (Pansharpen) yaitu ortho, terrain, cloudmask dan klasifikasi sehingga untuk faktor level data seluruh data kapasitasnya dikali lima. Level Pengolahan SPOT5 (Pansharpen) yaitu ortho dan lainnya sehingga level data dikali tiga.

Metode kedua adalah menghitung data yang tidak mempunyai grid referensi, yaitu data SPOT6, dan Pleiades. Pertama kali dilakukan adalah menghitung estimasi luas *area of interest* yang diadakan dalam satu tahun seperti yang dihitung dalam Tabel 4-3.

**Tabel 4-3. Estimasi Luas Penambahan Data SPOT6 dan Pleiades Pertahun**

Nama Satelit	Jml Bit	Resolusi (mtr)	Jumlah band	Luas daratan (km)	Est. Realisasi	
					Est. Realisasi	Luas (km)
SPOT 6 MS	16	6,0	4	1.922.570	10%	192.257
SPOT 6 PAN	16	1,5	1	1.922.570	10%	192.257
SPOT 6 MS+PAN	16	1,5	4	1.922.570	10%	192.257
PLEIADES MS+PAN	16	0,5	4	1.922.570	5%	96.129

Tahap berikutnya yaitu menghitung total kapasitas data dalam setahun seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4-4.

**Tabel 4-4. Estimasi Kapasitas Penambahan Data SPOT6 dan Pleiades Pertahun**

Satelit	Juml pixel	Vol (Byte)	Vol (MB)	x band (GB)	x level data (x3)	total GB /tahun
SPOT 6 MS	5.340.472.222	10.680.944.444	10.680,9	43	43	43
SPOT 6 PAN	85.447.555.556	170.895.111.111	170.895,1	171	171	171
SPOT 6 MS+PAN	85.447.555.556	170.895.111.111	170.895,1	684	2.051	2.051
PLEIADES MS+PAN	384.514.000.000	769.028.000.000	769.028,0	3.076	9.228	9.228
						11.493

Level Pengolahan SPOT6 (Pansharpen) yaitu ortho dan level lainnya sehingga level data dikali tiga. Level Pengolahan Pleiades (Pansharpen) yaitu ortho dan level lainnya sehingga level data dikali tiga.

Dari perhitungan dua metode di atas, maka total penambahan data adalah 60.032 GB ditambah 11.493 GB menjadi sama dengan 71.525 GB. Penambahan data untuk geo-database dengan asumsi 10% dari raw data adalah 7.153 GB. Sehingga total penambahan kapasitas data adalah sebesar kurang lebih 78.678 GB atau sebesar kurang lebih 80 TB.

Berdasarkan kebutuhan, kondisi eksisting dan konsep SAN dan NAS ada kreteria yang harus dipenuhi untuk pengembangan alokasi *storage* adalah sebagai berikut.

- a) Kreteria *Application Design*
  - 1) Menggunakan jaringan kecepatan tinggi untuk mempercepat proses pembuatan *geo-database* (oleh GIS) dan *rendering, tiling* dan *caching* (oleh WebGIS)
  - 2) Terpisah dari jaringan LAN, karena akan membebani LAN
- b) Kreteria *High Level Design*
  - 1) Menggunakan perangkat yang sudah ada.
  - 2) *Storage* mencukupi untuk kebutuhan aplikasi *geo-database* 5 tahun kedepan, yaitu sebesar kurang lebih 8TB selama 5tahun atau sama dengan 40TB pertahun (nilai minimal).
  - 3) Fleksibel dalam penambahan kapasitas, karena data terus bertumbuh, tanpa mengubah *High Level Design*.
- c) Kreteria *Low Level Design*
  - 1) Adanya ketersediaan *port/channel* pada perangkat dan perangkat tersebut support terhadap perubahan desain.
  - 2) Didukung oleh jaringan yang sesuai.

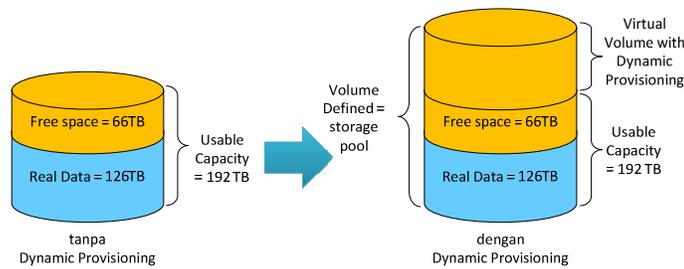
## 5. Solusi Pengembangan Alokasi Storage

Berdasarkan kreteria yang sudah ditentukan sebelumnya, solusi yang ditentukan adalah membuat SAN-2 dengan memanfaatkan sebagian dari alokasi *storage* NAS-2 menggunakan fitur *Dynamic Provisioning* pada NAS-2. Solusi ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Jaringan menggunakan SAN sehingga kecepatan data sangat tinggi.
- 2) Mengalokasikan SAN-2 dari NAS-2 dengan menggunakan *dynamic provisioning*.
- 3) Perangkat NAS-2 yaitu *Hitachi Unified Storage 130*, support SAN dan NAS dengan perangkat yang sama.

- 4) Kapasitas NAS-2, setelah dikurangi alokasi untuk SAN-2, diestimasi masih mencukupi sampai dengan tahun 2014.
- 5) Perangkat HUS130 fleksibel dalam pengembangan storage di masa mendatang.
- 6) Perangkat HUS130 sudah terdapat 8 x 1GB ethernet port, dan 8 x 8GB FC port. Koneksi SAN menggunakan 2 x FC port untuk dihubungkan ke SAN switch
- 7) Perangkat SAN switch masih tersedia 2 x FC port.

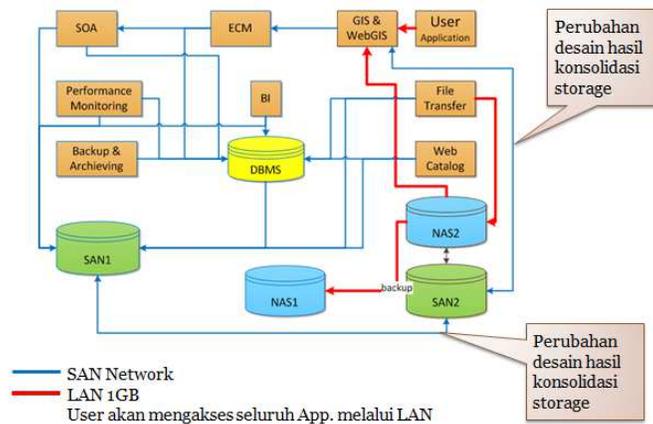
Penentuan alokasi SAN-2 dari NAS-2 dapat dijelaskan sebagai berikut. Jumlah disk pada NAS-2 adalah 72 disk dan 3 *spare disk*, dengan masing-masing sebesar 3 TB. Kapasitas *raw* adalah sebesar 75 *disk* dikali 3 TB, menjadi sebesar 252 TB atau *usable capacity*-nya sebesar 192 TB menggunakan RAID 6. Jumlah RAID group adalah 6 dengan RAID yang sama. Jumlah LUN yang dibuat adalah 6 dengan masing-masing sebesar 32TB. Kemudian ditentukan *virtual volume (volume defined)* sebesar 300TB yang dijadikan *storage pool* untuk *dynamic provisioning*. Data riil yang akan disimpan di NAS-2 adalah sebesar 126 TB, sehingga *free space* dari *storage* fisik adalah sebesar 66TB. Dengan adanya *virtual volume* maka *free space* menjadi sebesar 174TB. Proses konfigurasi *dynamic provisioning* dijelaskan pada Gambar 5-1. Dari total *free space* tersebut dialokasikan sebesar 40TB untuk SAN-2. Alokasi SAN-2 ini akan digunakan untuk aplikasi GIS dan WebGIS berupa *geo-database*.



Gambar 5-1. Solusi Dynamic Provisioning

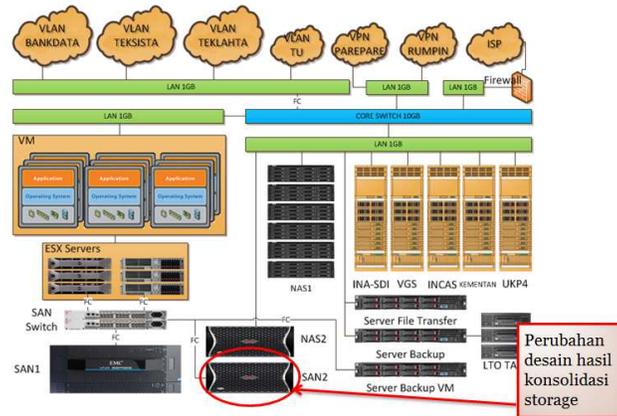
## 6. Hasil Desain

Dari hasil penentuan kriteria dan penentuan solusi dalam kajian, maka hasil desain dari jaringan aplikasi adalah ditunjukkan pada Gambar 6-1.



Gambar 6-1. Hasil Application Design

Pada Gambar 6-1 dijelaskan sebagai berikut. Dari perangkat NAS-2, dibuat alokasi SAN-2. Ada penambahan jaringan yang menghubungkan antara aplikasi GIS dan WebGIS dengan SAN-2. Jaringan ini terpisah dengan jaringan LAN yang sudah ada, sehingga tidak membebani LAN. Jaringan ini bersifat *private* sehingga mempunyai kecepatan transfer yang tinggi untuk proses aplikasi GIS dan WebGIS. Ada penambahan jaringan antara SAN-1 dan SAN-2 yang berfungsi untuk transaksi data dan *load balancing* antara SAN-1 dan SAN-2. Hasil *high level design* ditunjukkan pada Gambar 6-2.



**Gambar 6-2. Hasil High Level Design**

Pada Gambar 6-2 dijelaskan bahwa, ada penambahan alokasi SAN-2 yang diambil dari NAS-2. Penambahan ini dilakukan dengan penambahan alokasi LUN pada SAN-2. Sehingga akan memudahkan pengembangan *storage* di masa mendatang. Dari Implementasi yang sudah dilakukan telah diuji *mounting* perangkat dan proses transfer data. Hasilnya adalah telah dilakukan *mounting* penambahan alokasi SAN-2 di sistem *virtual storage*. Dan hasil uji kecepatan transfer data antara server GIS ke SAN-2 adalah sebesar 494Mbps.

## 7. Kesimpulan

Dari kajian yang telah dilakukan dihasilkan kesimpulan sebagai berikut ini. Desain ini menghasilkan penambahan pemanfaatan kapasitas proses *geo-database production* dan *rendering, tiling, dan caching* di SAN-2 menjadi 40TB. Hasil desain ini mewujudkan bahwa NAS difungsikan sebagai *file sharing* yang berinteraksi langsung dengan pengguna internal, sedangkan SAN difungsikan sebagai *backend proses server* aplikasi. Hasil uji kecepatan transfer (*write*) data dari server aplikasi ke SAN-2 (dalam jaringan SAN) adalah sebesar 494 Mbps. Sehingga hasil desain ini layak untuk dijadikan pedoman dalam pengembangan sistem *storage* BDPJN.

## 8. Daftar Rujukan

- Bharati Ainapure, Siddhant Agarwal, Rukmi Patel, Ankita Shingvi, Abhishek Somani. 2011. *Compression and Decompression of Virtual Disk Using Deduplication*. International Journal of Computer Trends and Technology. Volume 2 Issue 2.
- Hitachi Data System. 2008. *Dynamic Provisioning User's Guide*.

- Logica Bănică, Mariana Jurian, Cristian Ștefan. 2009. *Data Center Virtualization And Its Economic Implications For The Companies*. Scientific Bulletin : Economic Sciences, Vol 8, Iss 1, Pp 271-278.
- Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh. 2013. *Laporan Instalasi Perangkat Bank Data Penginderaan Jauh Nasional*, Jakarta.
- Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh. 2011. *Laporan Penyusunan Blueprint Bank Data Penginderaan Jauh*, Jakarta.
- Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh. 2011. *Laporan Penyusunan Masterplan Bank Data Penginderaan Jauh*, Jakarta.
- Rabi Prasad Padhy, Manas Ranjan Patra. 2012. *Moving Towards San Storage: An Enterprise Perspective*. Journal of Global Research in Computer Science Volume 3, No. 7, July 2012.
- VMware, Inc. 2009. *Dynamic Storage Provisioning : Considerations and Best Practices for Using Virtual Disk Thin Provisioning*.
- Yolanda Cascajo Jimenez, Billy de Beer, Jørgen Nielsen, John Richard. 2001. *Storage Consolidation in SAN Environments*. IBM Redbook.