

## Klasifikasi dan Manfaat RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks)

Basuki Winoto, Agus Fatulloh

Politeknik Negeri Batam  
Parkway, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia  
[bas@polibatam.ac.id](mailto:bas@polibatam.ac.id), [agus@polibatam.ac.id](mailto:agus@polibatam.ac.id)

### Abstract

RAID was intended to resolve the need of having an abundant storage capacity by aggregating multiple disks. The ability to mirror one disk to another allows user obtaining a very basic fault tolerant system with RAID. Mirror disk provides an exact copy of the mirrored one. In the event of one disk failed, the data contained in it can be rebuilt based on the copy stored in the mirror disk. The use of Hamming-code parity provides fault tolerant system similar to mirroring with more usable capacity in aggregate. Parity requires less space per chunk of data, yet it has the ability to reconstruct the missing data. Parity data can be stored in a single disk or can be distributed to multiple disks for a better write performance. An improvement in fault tolerant level can be achieved by storing the parity data twice as much that will allow the system to rebuild the data in the event of two disks failure at the same time. This paper covers the classification of basic and hybrid RAID, and also the benefit of RAID system. The implementation of RAID in modern operating systems, Windows 7 and Ubuntu 10.04, will give reader a sense of RAID systems at work.

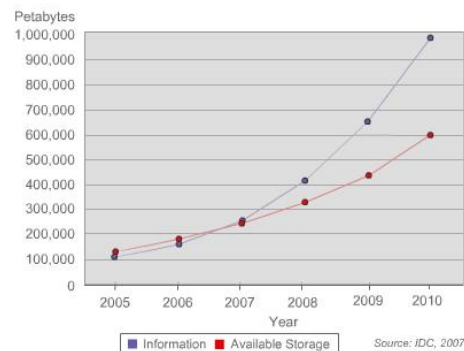
Keywords: RAID, storage capacity, aggregation, fault tolerant

### 1. RAID dan Kebutuhan Hard disk

RAID atau Redundant Array of Inexpensive Disks adalah teknik agregasi sejumlah perangkat hard disk untuk mengatasi kebutuhan kapasitas hard disk yang terus meningkat. Dalam implementasinya RAID berupa sekumpulan hard disk yang diatur sedemikian rupa sehingga memiliki total kapasitas lebih banyak dibanding kapasitas satu buah hard disk paling mutakhir [1].

Kebutuhan teknik RAID muncul akibat perkembangan kebutuhan penyimpanan data yang lebih cepat dibandingkan dengan perkembangan kapasitas sebuah hard disk. Terlebih lagi di lingkungan data center, kebutuhan kapasitas untuk menyimpan data bisa mencapai ribuan kali lipat lebih banyak dari kapasitas satu buah hard disk. Di tahun 2007, IDC memperkirakan pertumbuhan informasi mengalami peningkatan lebih pesat dibandingkan kapasitas penyimpanan tersedia [2].

Information vs. Available Storage



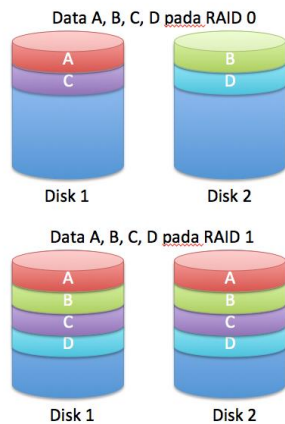
Gambar 1. Ledakan Informasi

### 2. Klasifikasi RAID

Pada awalnya, tujuan RAID adalah menyatukan beberapa hard disk untuk memperoleh sebuah hard disk virtual yang memiliki kapasitas setara dengan total jumlah kapasitas seluruh hard disk yang digabung. Cara seperti demikian menjadi solusi untuk

kebutuhan ruang hard disk yang luas. Misalkan kebutuhan ruang hard disk sebesar 12 TB (Terabytes) bisa dipenuhi dengan cara menggabungkan tiga buah hard disk dengan kapasitas masing-masing 4 TB. Teknik penggabungan seperti demikian disebut sebagai RAID level 0.

Selain untuk mendapatkan kapasitas hard disk yang luas, teknik RAID juga digunakan untuk menyelamatkan data dari potensi kerusakan. Caranya adalah dengan memanfaatkan beberapa hard disk untuk menyimpan data yang sama. Misalkan dua buah hard disk dengan kapasitas masing-masing 500 GB (Gigabytes) digabung dengan teknik RAID, namun kali ini hard disk kedua akan digunakan untuk menyimpan data yang sama dengan hard disk pertama. Sehingga jika hard disk pertama mengalami kerusakan, maka data masih dapat diselamatkan dari salinan di hard disk kedua. Teknik ini disebut sebagai RAID level 1. Total kapasitas yang bisa digunakan tetap 500 GB dan bukan jumlah total 1 TB layaknya pada teknik RAID 0.



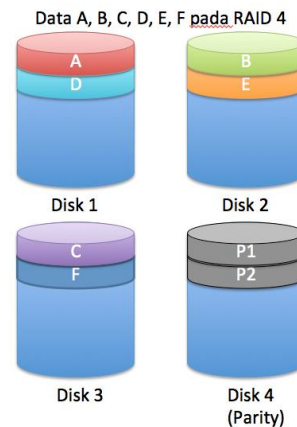
Gambar 2. Perbandingan RAID 0 dan RAID 1

Dari kedua teknik tersebut, RAID 0 memberikan keuntungan pemanfaatan kapasitas hard disk yang maksimal, sementara RAID 1 menguntungkan dari sisi penyelamatan data di saat terjadi kerusakan. Sebaliknya kedua teknik di atas juga memiliki kelemahan. Jika terjadi kerusakan pada RAID 0, maka data tidak dapat diselamatkan karena tidak ada salinannya, sedangkan RAID 1 menyebabkan kapasitas yang dapat digunakan hanya setengah dari kapasitas total seluruh hard disk. Teknik RAID berikutnya adalah RAID 2, RAID 3, dan RAID 4

yang bertujuan memberikan pemanfaatan kapasitas hard disk yang maksimal sekaligus memberikan peluang penyelamatan data jika ada kerusakan hard disk.

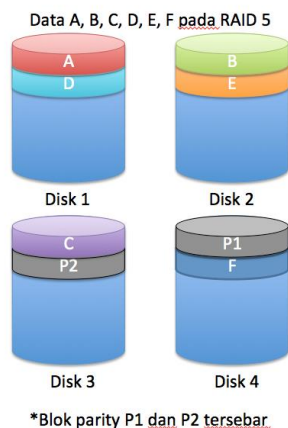
Teknik RAID 2, RAID 3, dan RAID 4 menggunakan salah satu hard disk sebagai penyimpan data parity menurut aturan Hamming code. Data parity tersebut dapat digunakan untuk *error-correcting* pada hard disk dalam rangkaian RAID yang mengalami kerusakan. Ketiga teknik ini hanya menggunakan satu hard disk saja sebagai hard disk parity-nya, sehingga kapasitas yang bisa digunakan bisa lebih dari setengah total kapasitas hard disk dalam RAID. Misalkan empat buah hard disk dengan kapasitas masing-masing 1 TB disusun dengan teknik RAID 3, maka satu hard disk berperan sebagai parity disk sebesar 1 TB dan tiga hard disk lainnya dapat digunakan untuk menyimpan data dengan kapasitas total 3 TB.

Dibandingkan dengan RAID 0 dan RAID 1, maka RAID 2, RAID 3 dan RAID 4 memberikan keuntungan dari dua sisi, yaitu pemanfaatan kapasitas dan penyelamatan data. Pada RAID 2, penulisan parity dilakukan untuk setiap bit data yang ditulis. Sementara pada RAID 3 data parity ditulis untuk setiap byte data. RAID 4 menuliskan data parity untuk setiap blok data. Ketiga teknik tersebut menyimpan data parity pada satu hard disk tertentu.



Gambar 3. Ilustrasi RAID 4

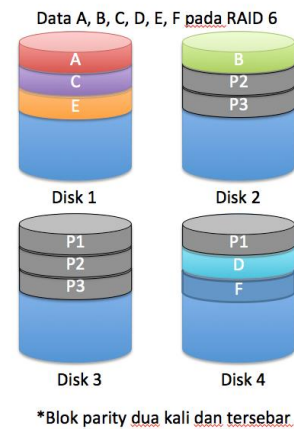
Penulisan data parity pada hard disk tertentu menyebabkan kinerja ketiga teknik RAID 2, RAID 3 dan RAID 4 tergantung pada proses pengaksesan hard disk yang digunakan sebagai parity disk. Teknik RAID 5 diperkenalkan sebagai teknik dengan penggunaan data parity terdistribusi, artinya data parity tidak lagi terkumpul di satu hard disk namun tersebar di seluruh hard disk dalam susunan RAID, tidak seperti RAID 4 yang parity datanya disimpan di satu hard disk yang sama. Keuntungan dengan teknik RAID 5 ini adalah masing-masing hard disk dalam blok yang berbeda bergantian peran sebagai parity disk bagi hard disk lainnya. Sehingga beban penulisan data parity, yang menentukan kinerja total, terbagi rata ke semua hard disk. Kapasitas maksimal yang bisa digunakan pada teknik RAID 5 sama dengan RAID 4. Misalkan empat hard disk berkapasitas masing-masing 2 TB disusun dengan teknik RAID 5, maka kapasitas yang bisa digunakan sebesar 6 TB sedangkan yang 2 TB digunakan untuk menyimpan data parity.



Gambar 4. Ilustrasi RAID 5

Baik RAID 2, RAID 3, RAID 4 maupun RAID 5 merupakan teknik yang baik untuk mengantisipasi kerusakan salah satu hard disk dalam rangkaian RAID. Keberadaan data parity mampu menjamin jika data hilang di satu hard disk akan dapat dikembalikan seperti semula. Namun demikian, batas toleransi teknik tersebut hanya berlaku untuk kerusakan pada satu hard disk saja. Keempat teknik RAID tersebut tidak dapat mengembalikan data pada saat terjadi kerusakan pada dua hard disk sekaligus secara bersamaan.

Untuk dapat menjamin kembalinya data pada kerusakan dua hard disk sekaligus, maka diperlukan data parity dua kali lipat. Teknik ini disebut sebagai RAID 6 yaitu komposisi hard disk dengan dua data parity tersebar. Keberadaan dua data parity memungkinkan penyelamatan data dalam kejadian kerusakan dua hard disk bersamaan. Kapasitas maksimal adalah total kapasitas seluruh hard disk dikurangi dua kali data parity. Misalkan enam hard disk berukuran 500 GB disusun dengan teknik RAID 6, maka kapasitas yang tersedia adalah 3 TB dengan 1 TB digunakan untuk menyimpan data parity.



Gambar 5. Ilustrasi RAID 6

Ketujuh teknik RAID di atas masih dapat dikombinasikan dalam implementasinya. Proses kombinasi teknik RAID tersebut disebut sebagai hybrid RAID. Misalkan kombinasi dari RAID 0 dan RAID 1 atau yang dikenal sebagai RAID 0+1, adalah teknik penggabungan RAID 0 diikuti dengan teknik penyalinan pada RAID 1. Dari empat buah hard disk A, B, C dan D, hard disk A dan B digabung sebagai hard disk AB dengan teknik RAID 0 kemudian hard disk C dan D digabung untuk menyalin isi hard disk AB tersebut.

Tabel 1. Perbandingan RAID

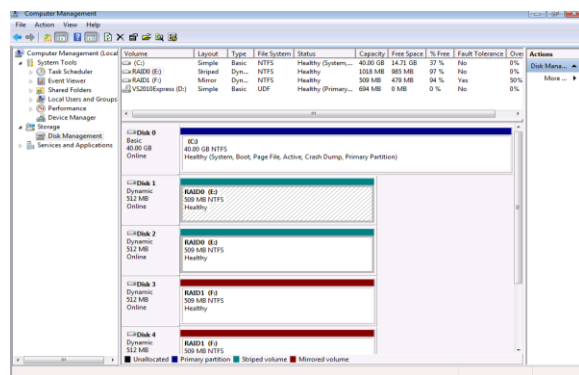
Tipe	Jumlah Disk Minimal	Kapasitas Maksimal*	Fault Tolerant	Ket.
RAID 0	2	100%	Tidak	Striped
RAID 1	2	50%	Ya	Mirrored
RAID 2	3	66%	Ya	Bit parity

RAID 3	3	66%	Ya	Byte parity
RAID 4	3	66%	Ya	Block parity
RAID 5	3	66%	Ya	Distributed block parity
RAID 6	4	50%	Ya**	Distributed double block parity

\*dengan jumlah hard disk minimal \*\*hingga dua disk

### 3. Implementasi RAID

Teknik RAID umumnya diimplementasikan dengan menggunakan perangkat keras RAID controller yang mendukung RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6 dan beberapa hybrid RAID. Teknik RAID 2, RAID 3 dan RAID 4 sudah jarang digunakan karena dari sisi kinerja dan manfaat sudah tergantikan oleh RAID 5. Sementara implementasi RAID dalam bentuk perangkat lunak dapat ditemui berupa bagian dari sistem operasi. Dibandingkan dengan perangkat keras RAID, penggunaan perangkat lunak RAID lebih membebani sistem operasi dan mempengaruhi kinerja sistem.

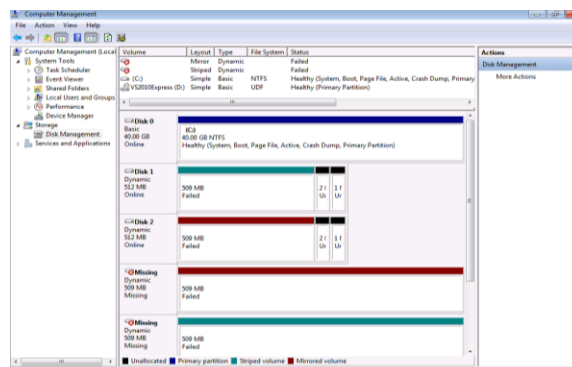


Gambar 6. RAID 0 dan RAID 1 di Windows 7

Gambar di atas adalah layar panel Computer Management pada sistem operasi Windows 7 dengan empat buah hard disk tambahan (Disk 1, Disk 2, Disk 3, Disk 4) dengan kapasitas masing-masing 509 MB (Megabytes). Disk 1 dan Disk 2 digabungkan dengan teknik RAID 0 menjadi sebuah volume dengan nama RAID0 dan dikenali oleh sistem operasi sebagai disk huruf E: berkapasitas total 1018 MB. Disk 3 dan Disk 4 digabungkan dengan teknik RAID 1 menjadi sebuah volume dengan nama RAID1 dan dikenali

oleh sistem operasi sebagai disk huruf F: berkapasitas total 509 MB.

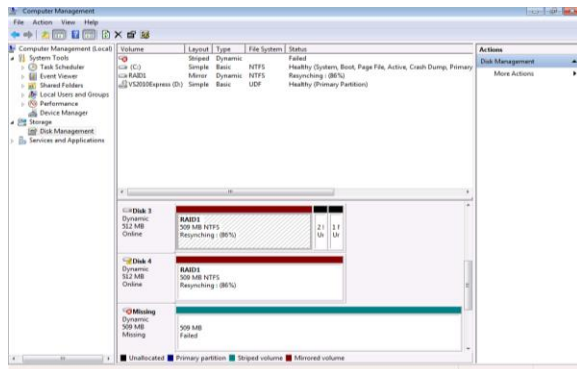
Disk E: yang menggunakan RAID 0 memiliki kapasitas maksimal yang lebih besar dari disk F: yang menggunakan RAID 1, namun data dalam disk F: masih bisa diselamatkan meskipun salah satu hard disk mengalami kerusakan.



Gambar 7. Efek Kerusakan Hard disk pada sistem RAID 0 dan RAID 1

Layar panel menunjukkan kedua volume RAID0 (E:) gagal diakses saat Disk 2 mengalami kerusakan. Disk 2 seharusnya berisi setengah data pada E:. Ketika Disk 2 tidak dikenali oleh sistem operasi maka volume E: secara keseluruhan dinyatakan tidak dapat diakses. Sementara Disk 1 hanya memiliki setengah dari keseluruhan data yang seharusnya.

Demikian pula dengan RAID1 (F:) gagal diakses saat Disk 4 mengalami kerusakan. Sistem operasi menyatakan secara keseluruhan volume F: tidak dapat diakses. Meskipun demikian, karena metode RAID 1 adalah menyalin seluruh data ke dua hard disk maka dalam keadaan ini Disk 3 masih memiliki data yang utuh. Dengan demikian proses rekonstruksi data masih dapat dilakukan setelah mengganti Disk 4 dengan hard disk baru.



Gambar 8. Proses Rekonstruksi Data pada RAID 1

Setelah Disk 2 dan Disk 4 diganti dengan dua hard disk baru berkapasitas sama. Volume RAID1 dapat diaktifkan kembali melalui proses rekonstruksi data menggunakan data utuh yang tersimpan pada Disk 3. Data akan disalin ulang ke Disk 4 pengganti sehingga volume RAID1 kembali seperti semula dan dikenali sebagai disk huruf F: [3].

Sementara volume RAID0 tidak dapat direkonstruksi seperti halnya RAID1 karena setengah datanya hilang akibat kerusakan pada Disk 2. Disk 1 hanya memiliki setengah data saja dan disk pengganti tidak memiliki informasi yang tadinya dimiliki oleh Disk 2. Dalam hal ini, volume E: tidak dapat direkonstruksi.

Lingkungan sistem operasi Windows 7 mendukung penggunaan software RAID untuk sistem RAID 0 dan RAID 1 saja. Sedangkan untuk RAID 5 masih membutuhkan perangkat keras RAID controller.

Di lingkungan sistem operasi Linux Ubuntu 10.04, implementasi software RAID dilakukan melalui paket aplikasi mdadm yang mendukung RAID 0, RAID 1, RAID 4, RAID 5, RAID 6 dan RAID 1+0. Aplikasi mdadm juga tersedia untuk distro Linux lainnya [4]. Gambar di bawah adalah contoh empat buah hard disk /dev/sdb1, /dev/sdc1, /dev/sdd1 dan /dev/sde1 dengan kapasitas masing-masing 500 MB yang digabung dengan RAID 5. Hasil penggabungan dikenali oleh sistem sebagai perangkat baru dengan nama /dev/md0. Kapasitas total yang diperoleh dari keempat hard disk tersebut adalah 1,5 GB dengan 500 MB sebagai kapasitas untuk menyimpan data parity.

```

bas@ubuntu:~$ uname -a
Linux ubuntu 2.6.32-28-generic #55-Ubuntu SMP Mon Jan 10 21:21:01 UTC 2011 i686 GNU/Linux
bas@ubuntu:~$ cat /proc/mdstat
Personalities : [raid6] [raid5] [raid4]
md0 : active raid5 sde1[3] sdd1[2] sdc1[1] sdb1[0]
      1572480 blocks level 5, 8k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]

unused devices: <none>
bas@ubuntu:~$ df -h
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/sda1        9.4G 1089M  8.0G  12% /
none             249M  0      249M   0% /dev/shm
none             249M  40K   249M   1% /var/run
none             249M  0      249M   0% /var/lock
none             249M  0      249M   0% /lib/init/ru
none             9.4G 1008M  8.0G  12% /var/lib/ureadahead/debugfs
lost+found       932G  527G  405G  57% /mnt/hgfs
/dev/md0         1.5G  2.3M  1.4G   1% /mnt/raid5
bas@ubuntu:~$

```

Gambar 9. Implementasi RAID 5 di Linux

#### 4. Kesimpulan

RAID berguna dalam hal memperoleh kapasitas hard disk yang luas dari hasil penggabungan beberapa hard disk (RAID 0). RAID juga berguna untuk memperoleh sistem yang toleran terhadap kerusakan hard disk (selain RAID 0). Dukungan RAID dapat diperoleh melalui perangkat keras RAID controller maupun perangkat lunak RAID. Sistem operasi Windows 7 mendukung implementasi RAID 0 dan RAID 1. Aplikasi mdadm di lingkungan Linux mendukung implementasi RAID 0, RAID 1, RAID 4, RAID 5, RAID 6 dan RAID 1+0.

#### 5. Pustaka

[1] SNIA, "Common RAID Disk Data Format Specification", SNIA, 2009

[2] Gantz, John F., "The Diverse and Exploding Digital Universe", IDC, 2008

[3] -, "Replace a Drive in a Windows 7 RAID 1", [http://answers.microsoft.com/en-us/windows/forum/windows\\_xp-hardware/replace-drive-in-a-windows-7-raid-1/08f79d67-c05f-4fca-96ea-766e81d13a56](http://answers.microsoft.com/en-us/windows/forum/windows_xp-hardware/replace-drive-in-a-windows-7-raid-1/08f79d67-c05f-4fca-96ea-766e81d13a56), diakses bulan Maret 2012

[4] -, "RAID Setup", [https://raid.wiki.kernel.org/articles/r/a/i/RAID\\_setup\\_cbb2.html](https://raid.wiki.kernel.org/articles/r/a/i/RAID_setup_cbb2.html), diakses bulan Maret 2012