

# Memori Eksternal

Team Dosen  
Telkom University  
2016

# Jenis-jenis Memori Eksternal

- Disk Magnetik
  - RAID
  - Removable
- Optik
  - CD-ROM
  - CD-Recordable (CD-R)
  - CD-R/W
  - DVD
- Tape



5 MB 1956

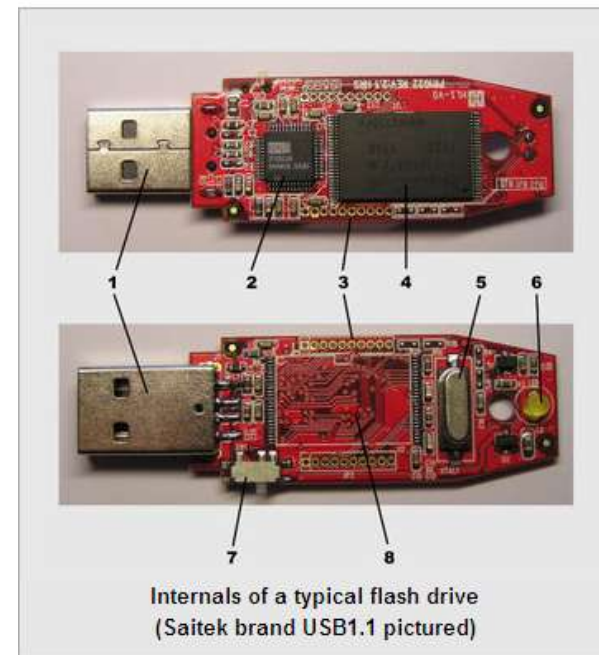


# Kapasitas / Harga April 2014

- HD 3.5" 1 TB GB SATA Rp. 937.000 maka 1.3 MB/rupiah
- HD 2.5 " 1 TB GB Rp. 943.000 maka 1.1 MB/rupiah
- CD 700 MB Rp. 1.500 maka 466.667 B/rupiah
- DVD 4,7 GB Rp. 3.500 maka 1.342.857B/rupiah
- Flash Drive 16 GB Rp 90.000 maka 0.17 MB/rupiah
- SSD 128 GB Rp 900000 maka 0.14 MB/rupiah

## Pembandingan

- RAM DDR3 4GB Rp. 230.000 maka 17.4 MB/Rp



## Data di kaset audio (apple II)



# Disk Magnetik

- Suatu disk keras (piringan) yang dilapisi lapisan magnetik (oksida besi atau bahan magnetik lainnya) seperti pada kaset
- Bahan aluminium (awal)
- Bahan gelas (sekarang)
  - Lebih rata
  - Mengurangi cacat fisik
  - Lebih tipis
  - Lebih kaku
  - Lebih tahan goncangan

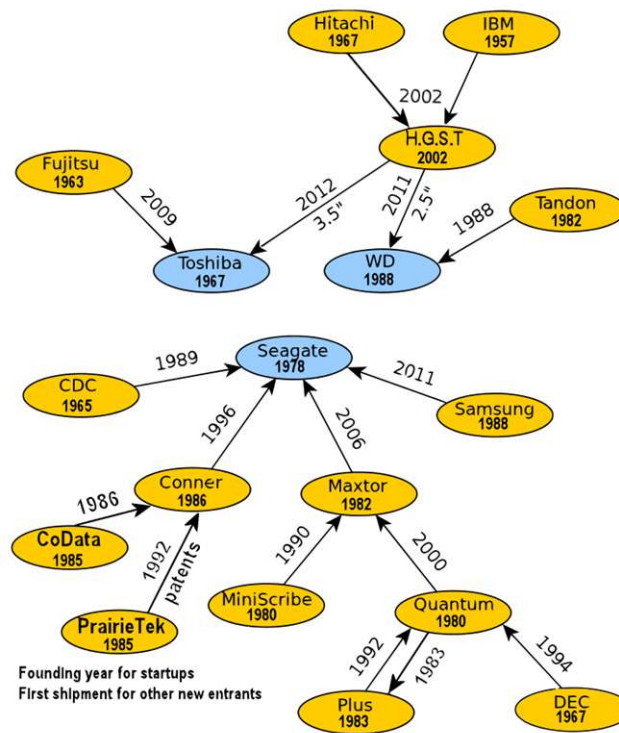


# Disk Magnetik

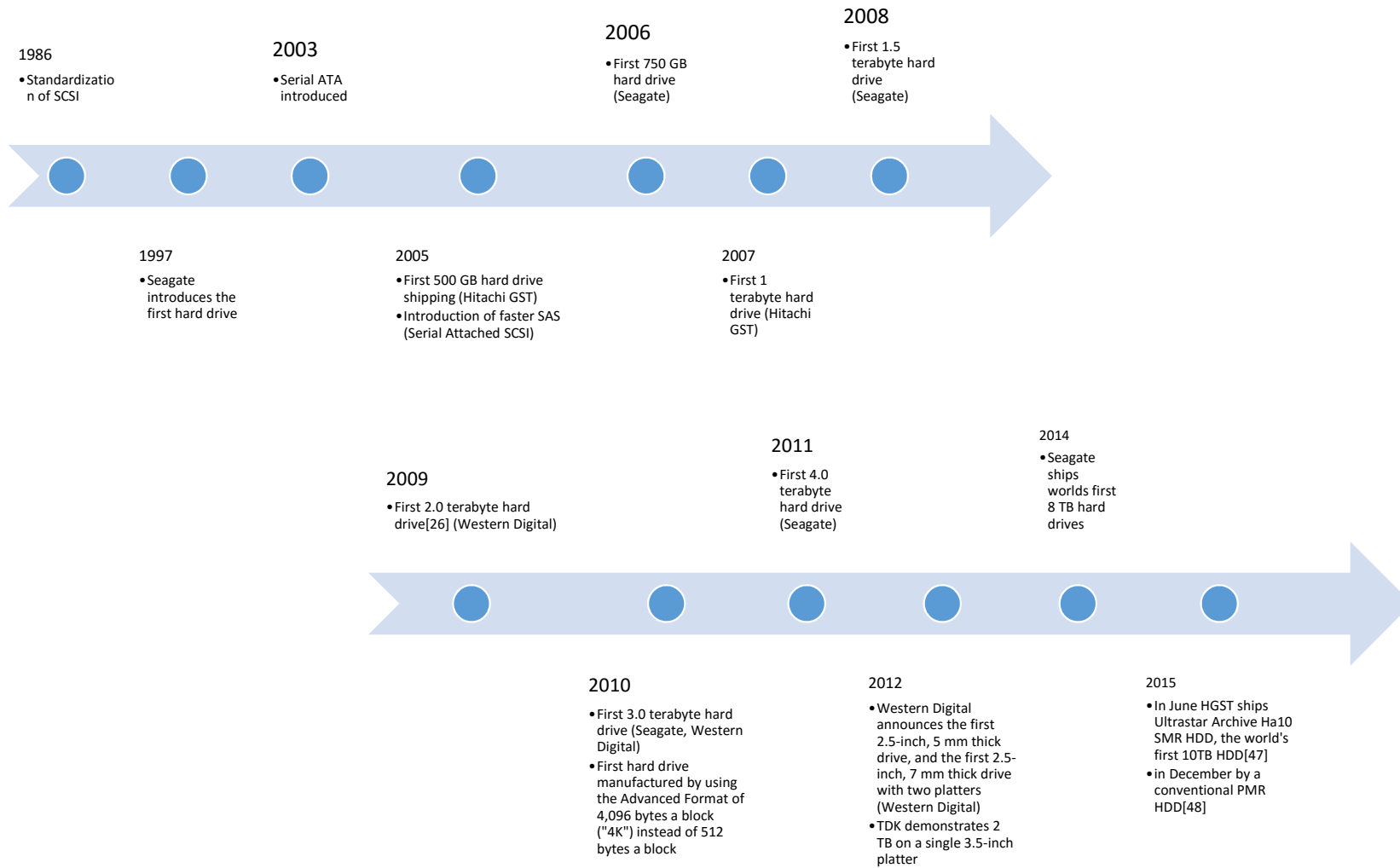




# Konsolidasi Harddisk



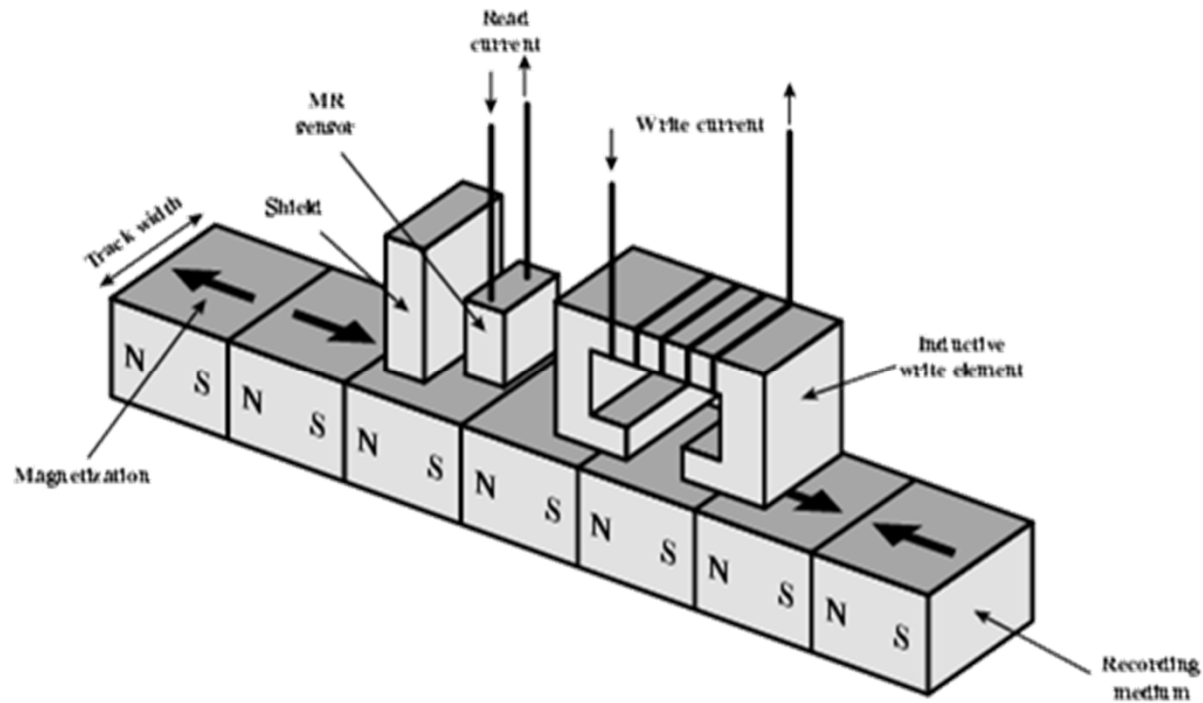




# Mekanisme Baca dan Tulis

- Perekaman dan pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kepala rekam (head) magnetik
- Bisa head tunggal atau jamak
- Tulis
  - Pulsa listrik dikirimkan ke kepala rekam
  - Menyebabkan pola magnetik media dibawahnya
- Baca
  - Head 'membaca' pola magnetik media dibawahnya
  - Head baca bisa sama dengan head tulis ataupun terpisah

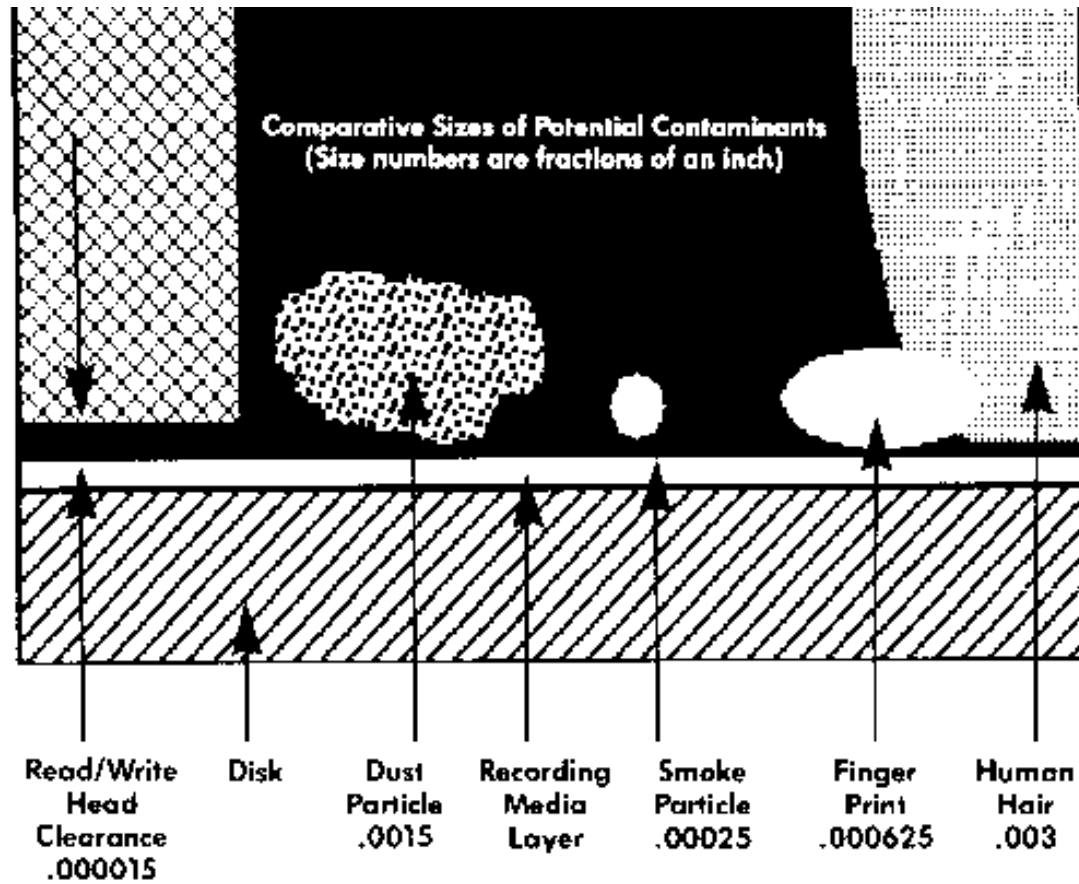
# Pola Magnetik dan Head



# Head Harddisk



## Jarak Head ke Disk (dlm inch)



# Arah Magnetik

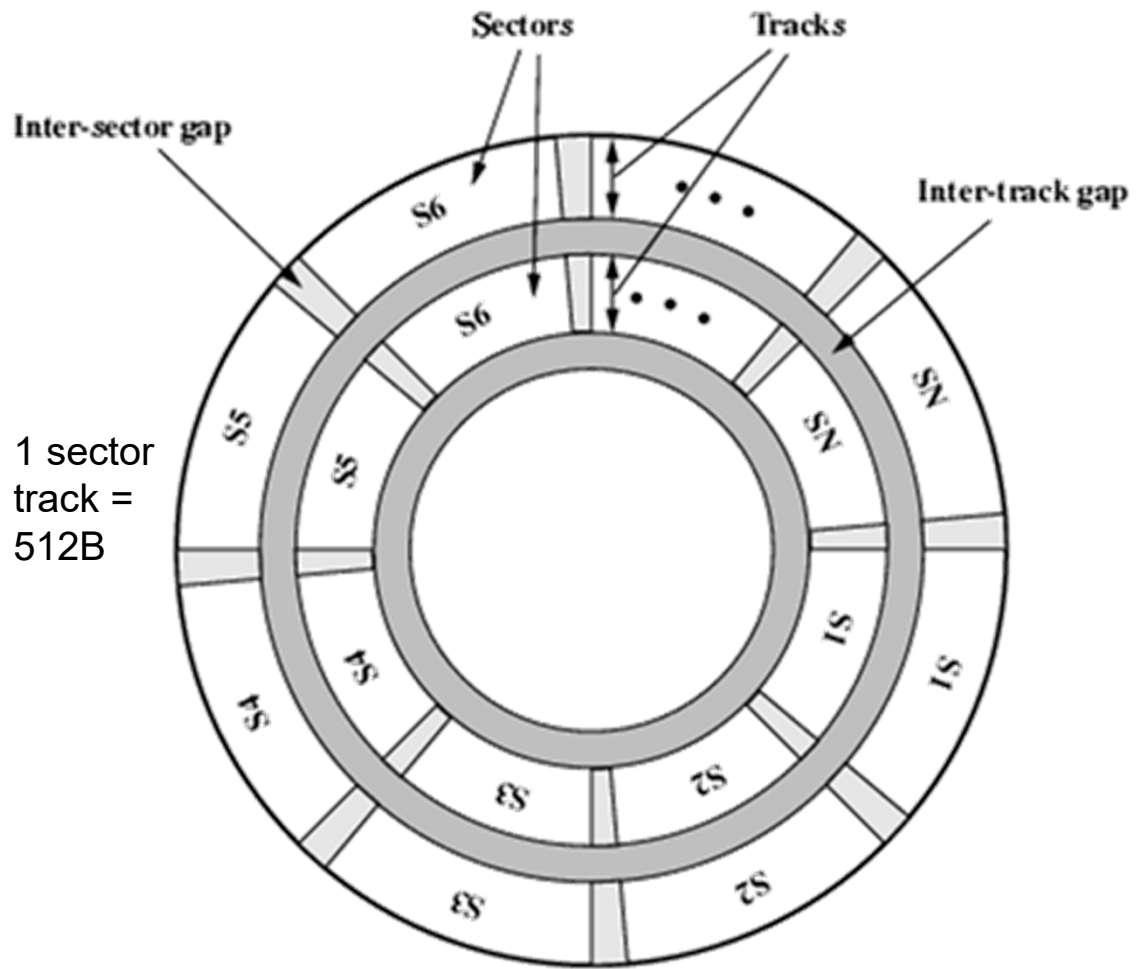
- “0” Saling berhadapan  
→ ← atau ←→
- “1” Searah  
→ → atau ← ←
- Aturan : setiap menulis 1 bit harus berbalik arah
- Contoh:

0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
→←	→←	→→	←→	←→	←←	→←	→→	→→	←→
			a	t	a	u			
0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
←→	←→	←←	→←	→←	→→	←→	←←	←←	→←

# Organisasi Data dan Format

- Ring kosentris atau trek
  - Ada celah antar trek
  - Peningkatan kapasitas dengan pengurangan ukuran celah
  - Jumlah bit per trek sama (kepadatan bervariasi)
  - Constant Angular Velocity
- Trek dibagi menjadi sektor
  - Antar sektor ada celah
  - 512 byte per sektor



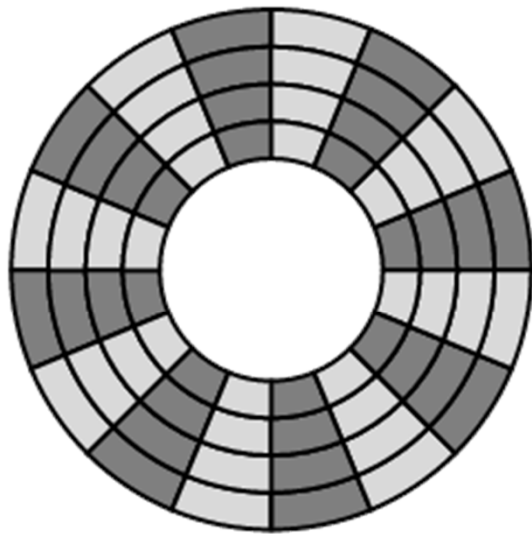


# Kapasitas Disk Magnetik

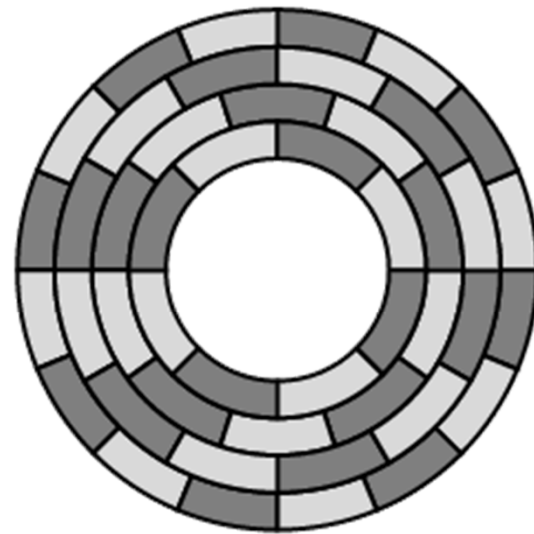
- Terbagi menjadi sector : 16, 18 (disket), 63 (harddisk)
- Terbagi menjadi trek atau silinder : 40, 80 (disket), 1024 (harddisk)
- Sector trek = cluster
- Ukuran minimal cluster pada Microsoft (NTFS, FAT16, FAT32) = 512 byte
- Keandalan diletakkan di file, setiap file mempunyai CRC (CRC-32)
  
- Check : <https://support.microsoft.com/en-us/kb/140365>

# Kecepatan Disk

- Bit didekat sumbu putar disk berkecepatan linier lebih rendah dari bit disisi luar disk
- Spasi antar bit lebih jarang di sisi luar
- Disk berputar dengan kecepatan sudut tetap (CAV)
  - Sektor membentuk potongan segitiga (luas disisi luar, sempit didekat sumbu putar)
  - Head bergerak ke trek tujuan dan menanti sektor berputar kearahnya
  - Pemborosan ruang di trek terluar
    - Kepadatan data lebih rendah
- Menggunakan zona untuk meningkatkan kapasitas
  - Setiap zona mempunyai jumlah bit per trek yang tetap
  - Zona terluar mempunyai jumlah bit per trek terbanyak



(a) Constant angular velocity



(b) Multiple zoned recording

# Karakteristik Disk

- Portability: Removable atau tetap
- Sisi: Satu Sisi (Single sided) atau dua sisi (Double sided)
- Plat: Tunggal atau jamak
- Mekanisme Head
  - Menempel (Floppy)
  - Mengambang (Winchester)

# Removable atau tetap

- Disk removable
  - Disk dapat dicabut dan diganti dengan disk lain
  - Menyediakan kapasitas penyimpanan tak terhingga
  - Kemudahan pemindahan data antar sistem
- Disk Nonremovable
  - Permanen

# Plat Jamak

- Satu head per sisi plat
- Head bergerak serempak
- Trek sama disetiap plat membentuk silinder
- Data di simpan sebagai silinder
  - Mengurangi gerakan head
  - Mempercepat transfer data



## 30 Komponen Internal Hard Disk

■ Secara garis besar, komponen yang membentuk sebuah hard disk dapat dibagi menjadi dua, yaitu komponen internal dan eksternal. Komponen-komponen eksternal dapat Anda temui pada logic board yang terletak pada bagian bawah sebuah hard disk. Sedangkan komponen internal terletak di dalam kotak hard disk itu sendiri. Perlu diketahui, bagian internal dari hard disk sangatlah sensitif. Seseorang saja dapat merusak permukaan piringan magnetik pada hard disk tersebut. Untuk itu, CHIP tidak menyarankan Anda untuk membuka hard disk yang Anda miliki.



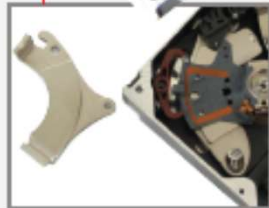
**Piringan magnetik:** Di piringan besi inilah data-data Anda tersimpan.



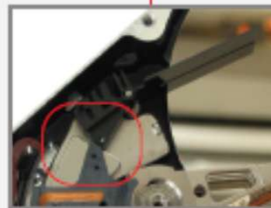
**Head:** Pentilan kecil di ujung besi tipis ini bertugas untuk membaca dan menulis data pada piringan magnetik.



**Lengan head:** Lengan-lengan besi inilah yang menuntun head dalam membaca dan menulis data pada piringan magnetik.



**Pengunci lengan head:** Mekanisme sederhana inilah yang mencegah head tidak bergeser setelah diparkir.



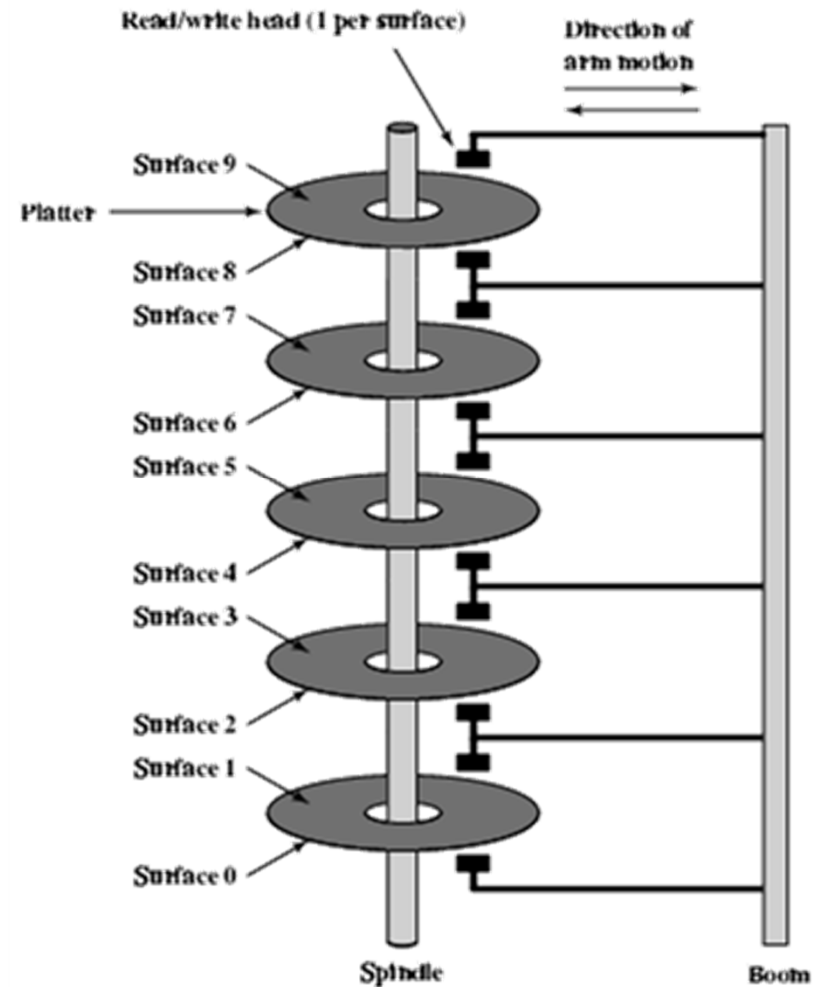
**Aktuator:** Kombinasi magnet dan voice coil yang berfungsi untuk menggerakkan lengan head.



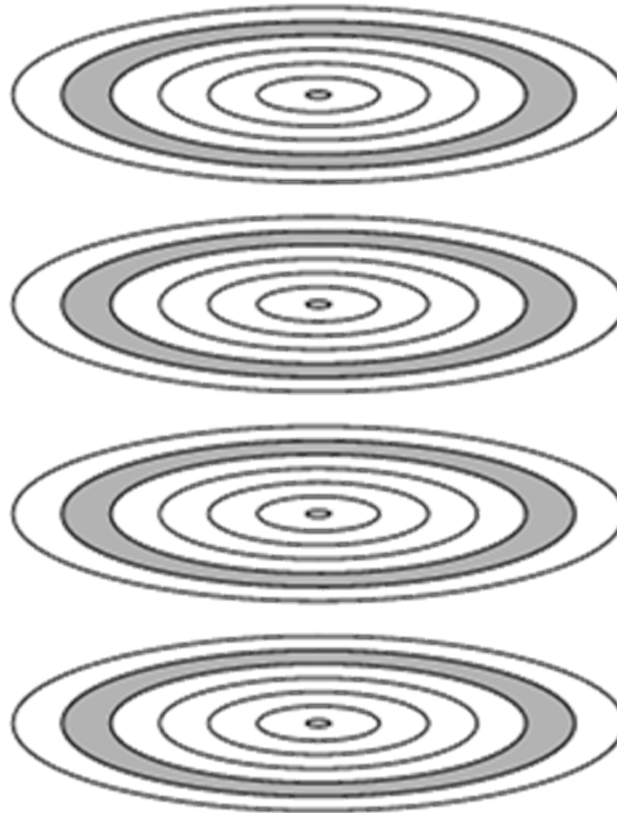
**Motor:** Satuan RPM yang sering Anda baca merupakan panunjuk kecepatan putaran motor ini.

# Penulisan Data

- Penulisan data ke disk dilakukan serentak di seluruh permukaan plat (semua head menulis pada saat bersamaan)
- Misal :
  - Head 1 → bit pertama
  - Head 2 → bit kedua
  - dst



# Silinder



# Parameter Performa Disk

- Waktu Seek
  - Bergeraknya head ke trek
  - Tidak linier karena waktu startup time dan waktu settling (stabil)
  - Lebih cepat untuk disk yang kecil
  - $\leq 10\text{ms}$
- Delay Rotasi
  - Menunggu perputaran data sampai ke bawah head
  - Disks: 3,600 – 15,000 rpm (2ms)
  - Floppy disks: 300 – 600 rpm (50-100ms)
- Waktu akses = Seek + Rotasi

# Backup

- Kebanyakan orang tidak disiplin, backup harusnya **berkala** untuk menjamin keamanan dan keutuhan data
- Tidak **mudah** (jika dilakukan manual), CDR 700 MB sedangkan data di harddisk 10GB, maka dibutuhkan 15 CDR, lumayan lama
- Ada downtime, operasi terganggu

# RAID

- Redundant Array of Independent Disks
- Terdapat 7+ level RAID
- Kumpulan beberapa disk yang terlihat sebagai satu disk oleh OS
- Data didistribusikan ke semua disk (yang eksas sama)
- Dapat menggunakan kapasitas redundan sebagai pariti
- Menggantikan satu disk berkapasitas besar dengan banyak disk berkapasitas kecil
- Bisa diganti dalam keadaan sistem hidup (hotswap)
- Biasanya menggunakan interface SCSI (bisa 8 scsi device, controller menempati id0)

Server with  
RAID  
(hotswap disks)





# RAID Level 0

- Tanpa redundancy
- Tujuan utama **performa dan kapasitas**. Harga rendah lebih penting dari kehandalan
- Data disebar di semua disk
- Sebaran dengan pola bergilir (Round Robin)
- Kecepatan Meningkat
  - Permintaan data kemungkinan kecil dari satu disk saja
  - Pencarian data (seek) parallel
  - Set dari data kemungkinan besar tersebar disemua disk



# RAID Level 1

- Redundansi dicapai dengan melakukan **pencerminan** disk
- Data disebar di seluruh disk
- Data disimpan 2 copy di disk terpisah
- Baca dari salah satu kelompok disk (yang memberikan delay terendah)
- Tulis ke kedua kelompok disk (parallel)
- Recovery sederhana
  - Tukar disk yang rusak dan cerminkan ulang
  - Tanpa waktu down
- Mahal

# RAID Level 2

- Semua disk sinkron
- Koreksi error dihitung dari bit-bit di disk
- Disk-disk menyimpan **pariti Hamming** sesuai dengan posisinya
- Banyak redundansi
  - Mahal
  - Tidak digunakan

# Pemetaan Data RAID 0

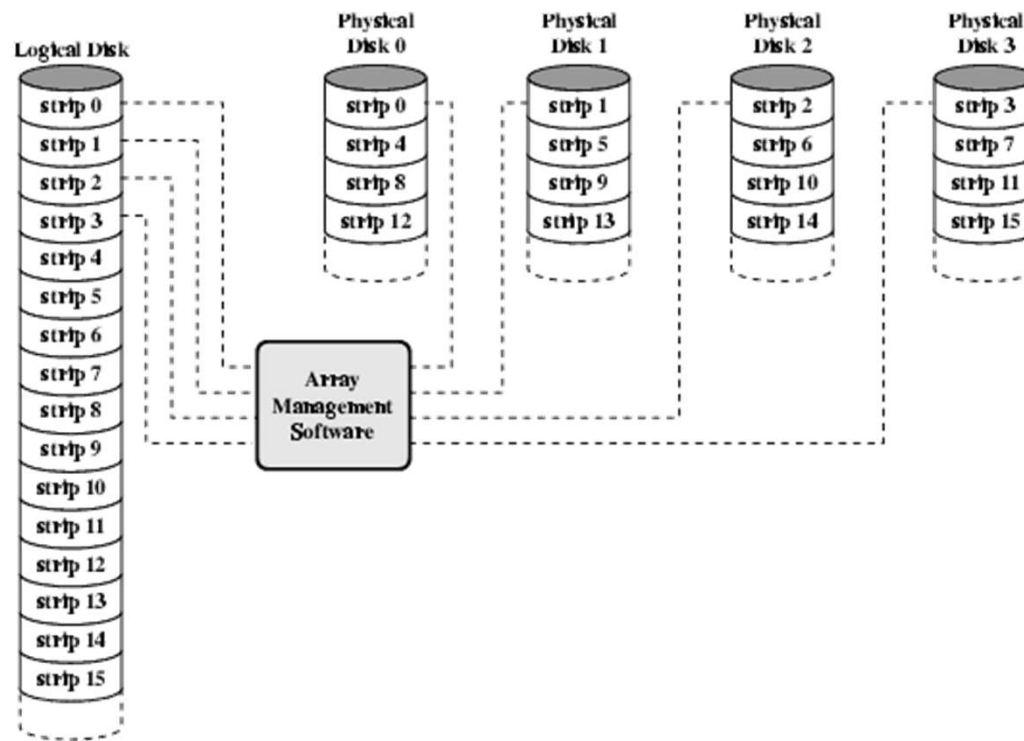
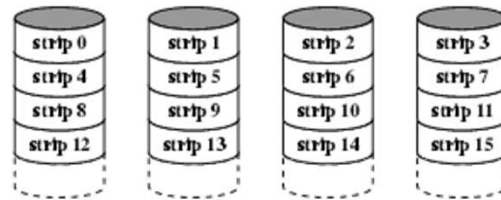
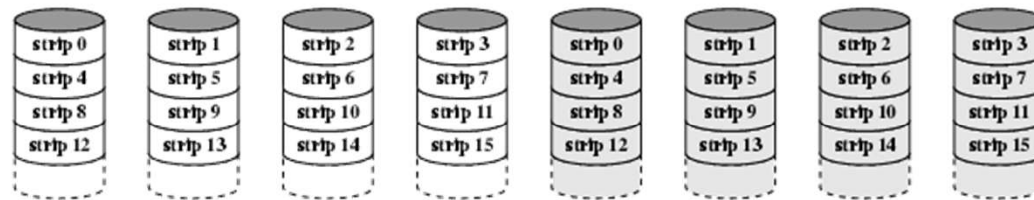


Figure 6.9 Data Mapping for a RAID Level 0 Array

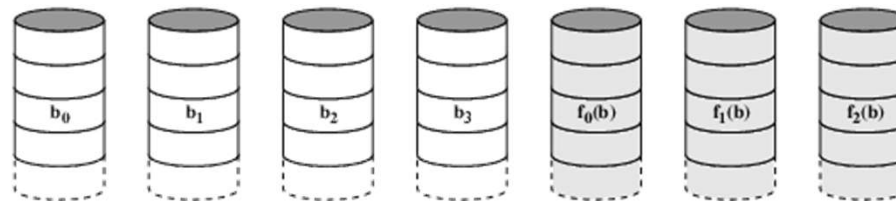
# RAID 0, 1, 2



(a) RAID 0 (non-redundant)



(b) RAID 1 (mirrored)



(c) RAID 2 (redundancy through Hamming code)

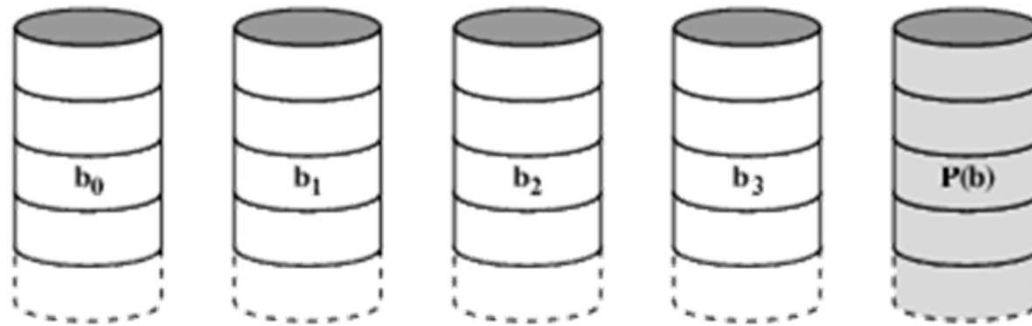
# RAID Level 3

- Mirip ke RAID 2
- Tapi hanya menggunakan satu disk redundan
- Menggunakan metoda **pariti** sederhana
- Data di disk yang rusak dapat direkonstruksi dari bit-bit data sisa dan pariti di disk-disk lain
- Laju transfer sangat tinggi, hanya satu request I/O yang dapat dijalankan pada satu waktu

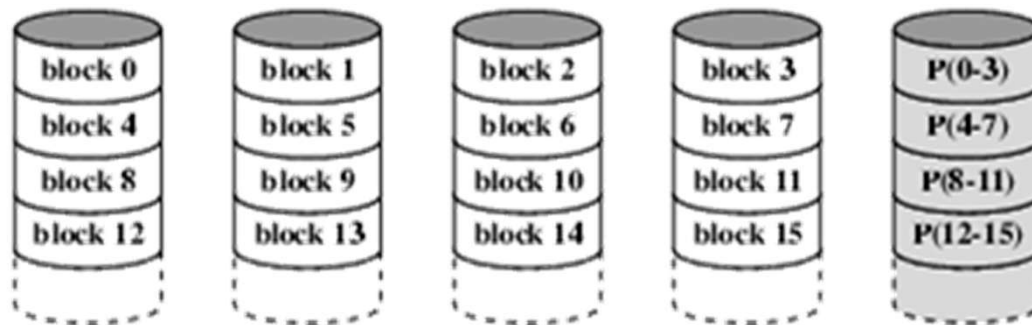
# RAID Level 4

- Setiap disk beroperasi sendiri-sendiri (block)
- Bit demi bit pariti dihitung dari setiap disk
- Pariti disimpan di disk pariti
- Disk pariti dapat menjadi bottle neck saat penulisan

# RAID 3 & 4



(d) RAID 3 (bit-interleaved parity)



(e) RAID 4 (block-level parity)



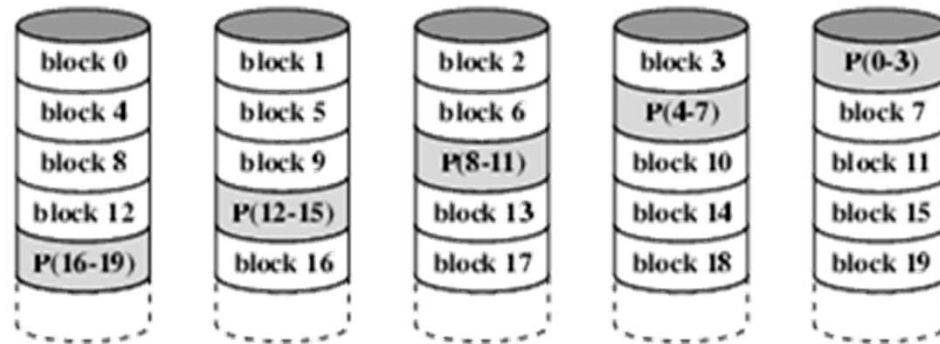
# RAID Level 5

- Sama seperti RAID 4
- Perhitungan pariti dari semua disk
- Pariti di sebar di semua disk
- Menghindari bottleneck RAID 4 di pariti disk
- Umum digunakan di server jaringan

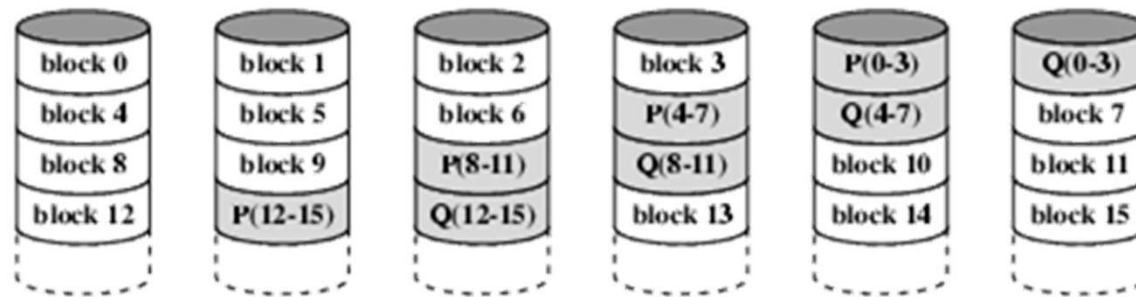
# RAID Level 6

- **Algoritma kalkulasi 2 pariti**
- Disimpan di blok yang berbeda di disk yang berbeda
- Kebutuhan pemakai disk sebanyak N memerlukan disk  $N+2$
- Ketersediaan data tinggi
  - 3 disk diperlukan untuk hilangnya data
  - Pinalti penulisan signifikan

# RAID 5 & 6



(f) RAID 5 (block-level distributed parity)



(g) RAID 6 (dual redundancy)

Level	Advantages	Disadvantages	Applications
0	<p>I/O performance is greatly improved by spreading the I/O load across many channels and drives</p> <p>No parity calculation overhead is involved</p> <p>Very simple design</p> <p>Easy to implement</p>	<p>The failure of just one drive will result in all data in an array being lost</p>	<p>Video production and editing</p> <p>Image Editing</p> <p>Pre-press applications</p> <p>Any application requiring high bandwidth</p>
1	<p>100% redundancy of data means no rebuild is necessary in case of a disk failure, just a copy to the replacement disk</p> <p>Under certain circumstances, RAID 1 can sustain multiple simultaneous drive failures</p> <p>Simplest RAID storage subsystem design</p>	<p>Highest disk overhead of all RAID types (100%)—inefficient</p>	<p>Accounting</p> <p>Payroll</p> <p>Financial</p> <p>Any application requiring very high availability</p>

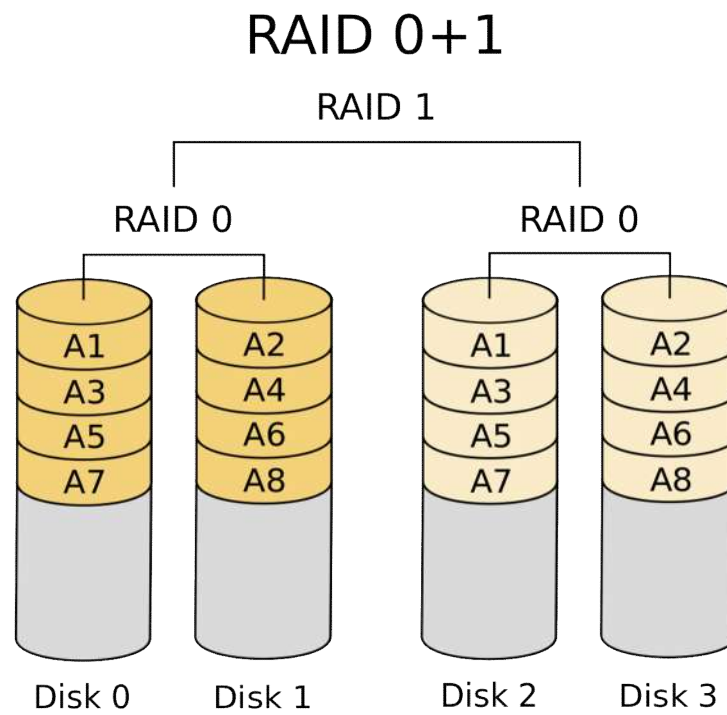
2	<p>Extremely high data transfer rates possible</p> <p>The higher the data transfer rate required, the better the ratio of data disks to ECC disks</p> <p>Relatively simple controller design compared to RAID levels 3, 4 &amp; 5</p>	<p>Very high ratio of ECC disks to data disks with smaller word sizes— inefficient</p> <p>Entry level cost very high— requires very high transfer rate requirement to justify</p>	<p>No commercial implementations exist/ not commercially viable</p>
3	<p>Very high read data transfer rate</p> <p>Very high write data transfer rate</p> <p>Disk failure has an insignificant impact on throughput</p> <p>Low ratio of ECC (parity) disks to data disks means high efficiency</p>	<p>Transaction rate equal to that of a single disk drive at best (if spindles are synchronized)</p> <p>Controller design is fairly complex</p>	<p>Video production and live streaming</p> <p>Image editing</p> <p>Video editing</p> <p>Prepress applications</p> <p>Any application requiring high throughput</p>
4	<p>Very high Read data transaction rate</p> <p>Low ratio of ECC (parity) disks to data disks means high efficiency</p>	<p>Quite complex controller design</p> <p>Worst write transaction rate and Write aggregate transfer rate</p> <p>Difficult and inefficient data rebuild in the event of disk failure</p>	<p>No commercial implementations exist/ not commercially viable</p>

5	<p>Highest Read data transaction rate</p> <p>Low ratio of ECC (parity) disks to data disks means high efficiency</p> <p>Good aggregate transfer rate</p>	<p>Most complex controller design</p> <p>Difficult to rebuild in the event of a disk failure (as compared to RAID level 1)</p>	<p>File and application servers</p> <p>Database servers</p> <p>Web, e-mail, and news servers</p> <p>Intranet servers</p> <p>Most versatile RAID level</p>
6	<p>Provides for an extremely high data fault tolerance and can sustain multiple simultaneous drive failures</p>	<p>More complex controller design</p> <p>Controller overhead to compute parity addresses is extremely high</p>	<p>Perfect solution for mission critical applications</p>

# Raid 0+1

- As **performance** needs increased for **input/output (I/O)-intensive applications**, manufacturers needed to offer **fault tolerance** and dramatically **increase performance**.
- RAID Level 0+1 was implemented to **provide** that **balance**.
- In Level 0+1, **two RAID Level 0** stripes are created, and the **two stripe sets** are mirrored using **RAID Level 1**.
- This implementation has been used by many **mail server** administrators when implementing high-volume Microsoft Exchange servers. Any transaction-intensive application can benefit from this approach.

# Raid 0+1





# Kombinasi RAID

Level	Description	Minimum number of drives[a]
RAID 01	Block-level striping, and mirroring without parity	4 (nested)
		3 (hybrid)
RAID 03	Block-level striping, and byte-level striping with dedicated parity	6
RAID 10	Mirroring without parity, and block-level striping	4
RAID 50	Block-level striping with distributed parity, and block-level striping	6
RAID 60	Block-level striping with double distributed parity, and block-level striping	8
RAID 100	Mirroring without parity, and two levels of block-level striping	8

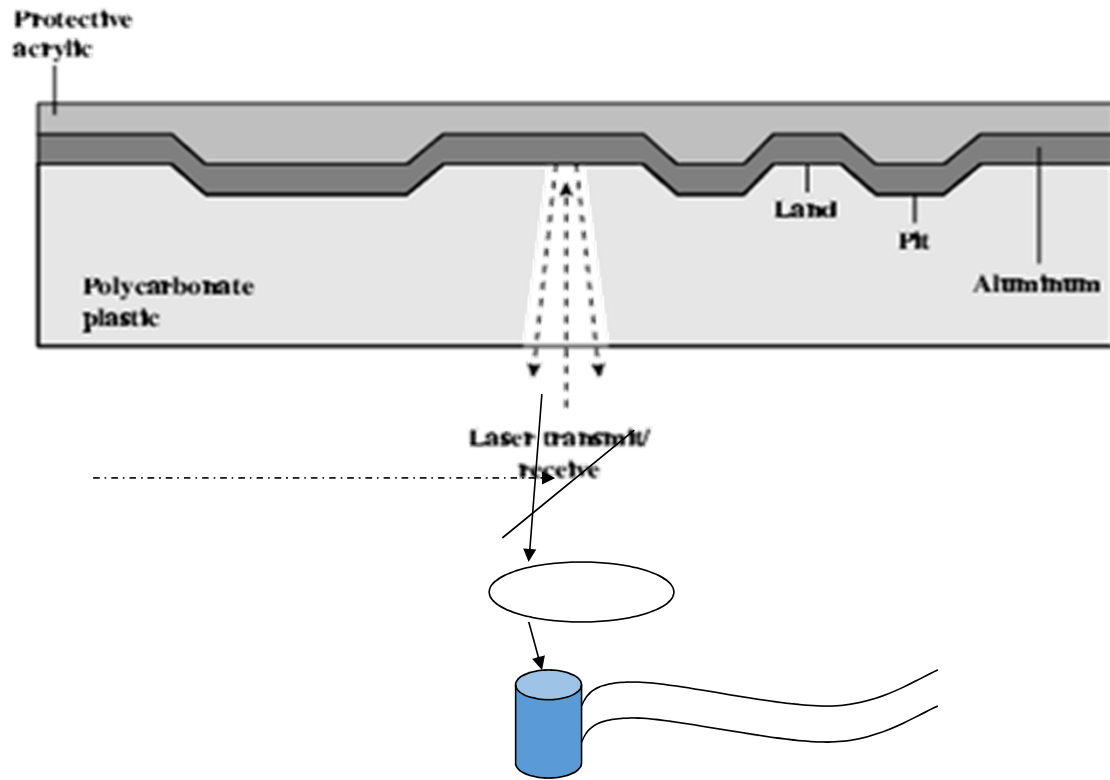
# Memori Optik

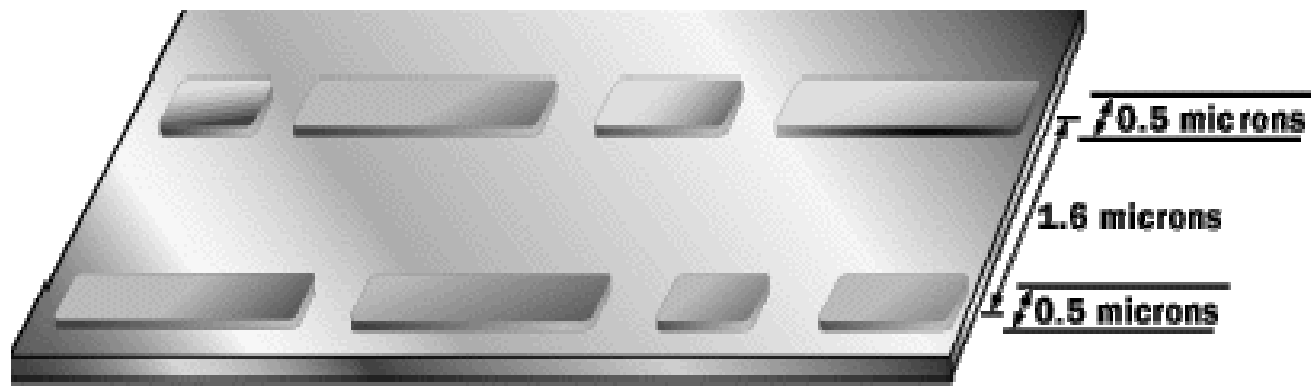
- Ditemukan th 1983 (Philip & Sony)
- Compact disk
  - CD-ROM
  - CD-R
  - CD-R/W
- Digital Versatile Disk

# CD-ROM

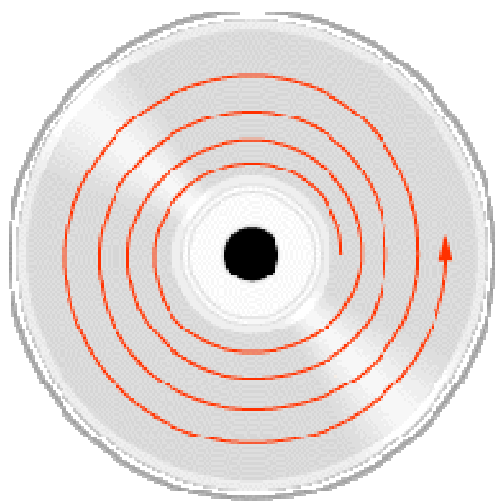
- Asalnya untuk audio
- 650Mbyte memberikan sekitar 70 minute audio
- Polycarbonate dilapis dengan lapis reflektif (aluminium)
- Data disimpan sebagai pit (lubang/celah)
- Dibaca dengan laser
- Trek spiral tunggal yang dimulai dari tengah
- Kepadatan konstan
- Constant Linear Velocity

# Operasi CD

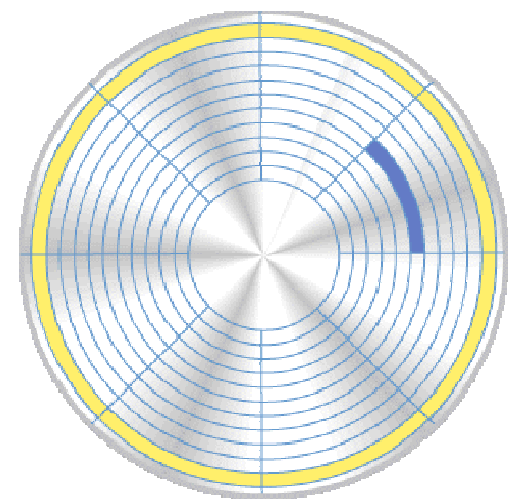




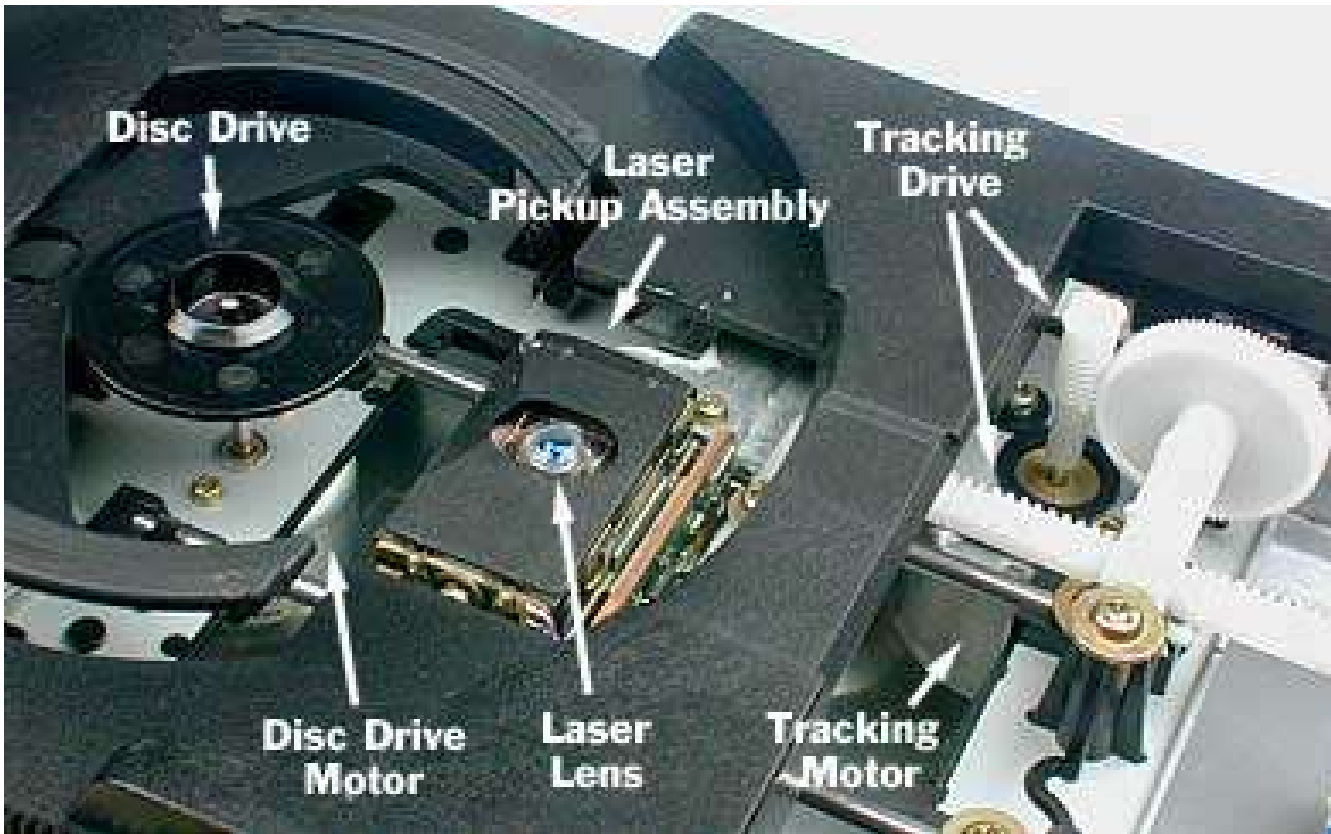
©2000 How Stuff Works



©2000 How Stuff Works



©2000 How Stuff Works

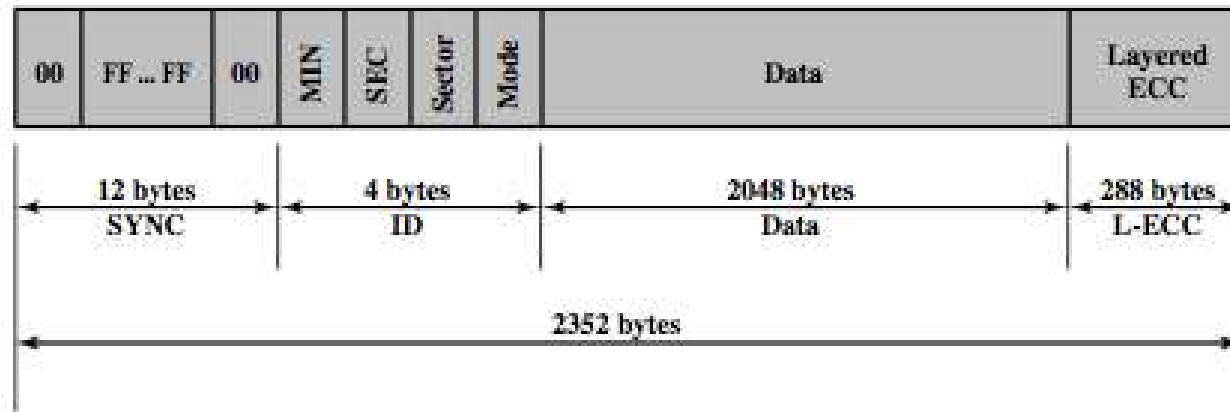


# Format CD-ROM Format

- Mode 0=blank data field
- Mode 1=2048 byte data + error correction
- Mode 2=2336 byte data

Layout Type	← 2,352 bytes block →			
<b>CD Digital Audio:</b>	2,352 bytes of Digital Audio			
<b>CD-ROM (MODE1):</b>	12	4	2,048 bytes of user data	4 8 276
<b>CD-ROM (MODE2):</b>	12	4	2,336 bytes of user data	

# Format CD-ROM Format



- **Sync:** The sync field identifies the beginning of a block. It consists of a byte of all 0s, 10 bytes of all 1s, and a byte of all 0s.
- **Header:** The header contains the block address and the mode byte. Mode 0 specifies a blank data field
- **Data:** User data.
- **Auxiliary:** Additional user data in mode 2. In mode 1, this is a 288-byte error-correcting code.



# Random Access di CD-ROM

- Sukar
- Head bergerak ke perkiraan posisinya
- Kecepatan putar disesuaikan
- Baca alamat
- Sesuaikan dengan lokasi yang diperlukan
- (Waktu akses lebih lama dari harddisk)

## + & - CD-ROM

- Kapasitas relatif besar
- Mudah digandakan
- Mudah dipindah
- Handal
  
- Mahal untuk ukuran data kecil – berapapun besar data akan disimpan dalam satu cd, walaupun masih banyak sisa ruang di CD tersebut (ditanggulangi dengan teknik multisession)
- Lambat
- Hanya untuk di baca (selain CD R/W)

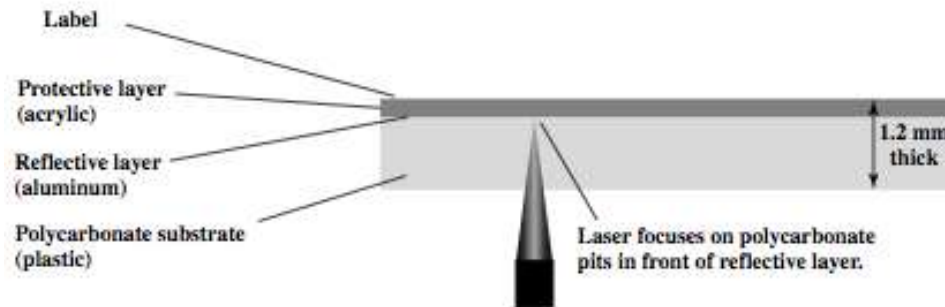
# Media Optik Lainnya

- CD-Recordable (CD-R)
  - Tulis Sekali – Baca Sering
  - Mempunyai lapisan (dye) yang bisa ditulisi
  - Kompatible dengan drive CD-ROM
- CD-RW
  - Bisa dihapus (Erasable)
  - Semakin murah
  - Kompatible dengan kebanyakan drive CD-ROM
  - Berubah fasa
    - Material mempunyai 2 reflektif yang berbeda di state fasa yang berbeda
    - Sinar laser dapat mengubah material dari satu fasa ke fasa lainnya

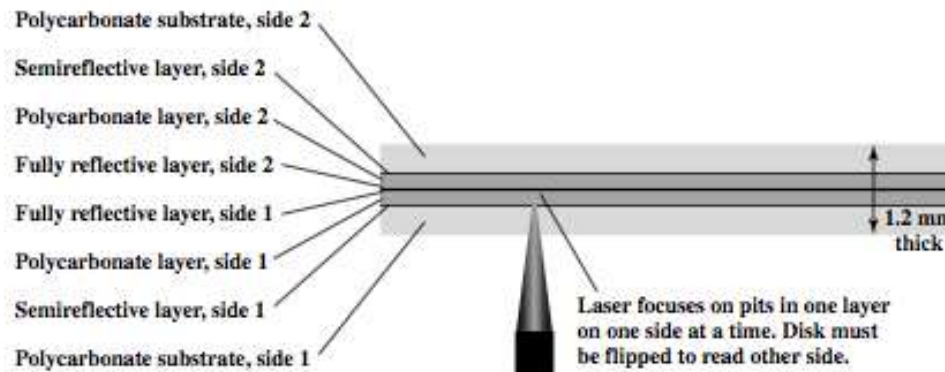
# DVD

- Bit-bit tersimpan lebih dekat/ padat
- Kapasitas sangat tinggi(4.7G per lapis)
- Banyak lapis (sampai 8.5G)
- Mampu menampung 1 film di satu disk
  - Menggunakan kompresi MPEG2

# CD vs DVD



(a) CD-ROM-Capacity 682 MB



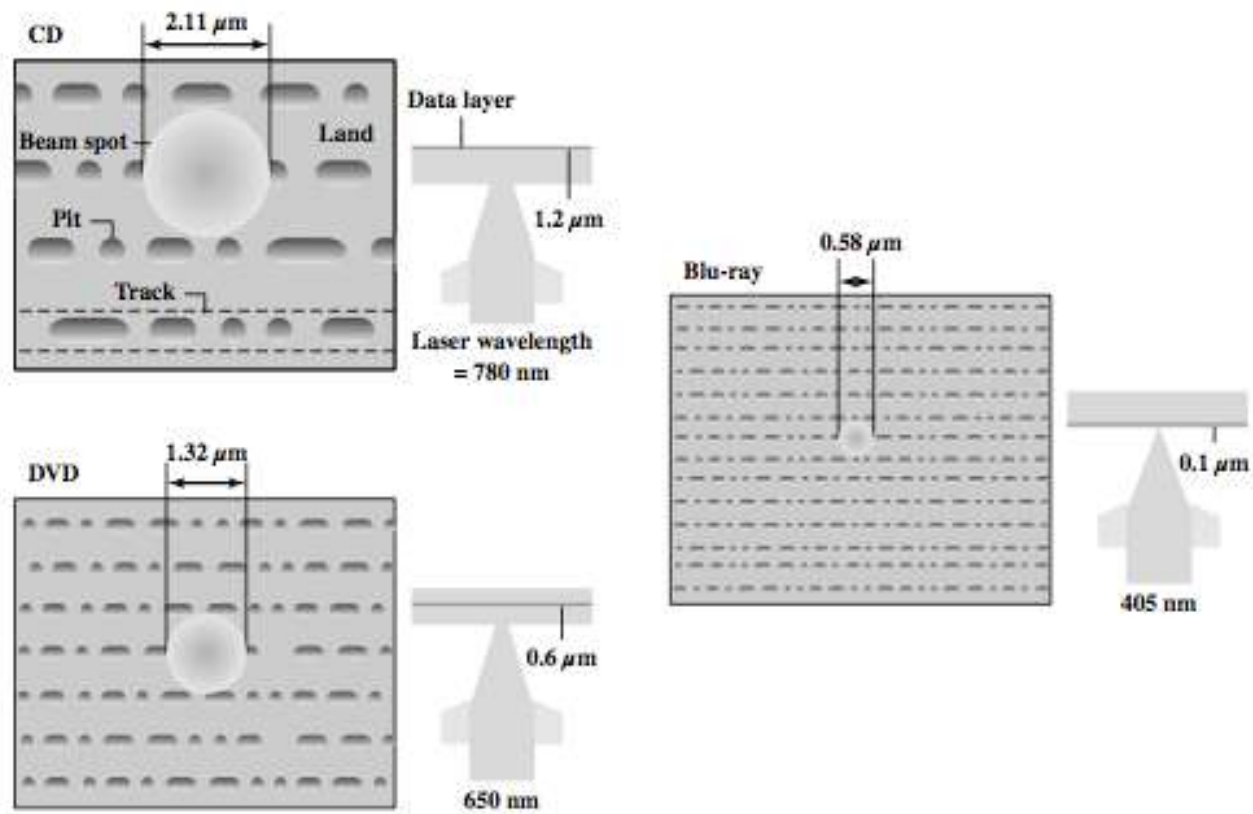
(b) DVD-ROM, double-sided, dual-layer-Capacity 17 GB

# Blu-ray Disk



- Teknologi disk optik paling terbaru
- 25 GB (single-layer), 50 GB (dual-layer), 100/128 GB (BDXL)
- Penggunaan : Data Usage, High-definition video (1080p), High-resolution audio, Stereoscopic 3D, PlayStation 3 games, PlayStation 4 games, Xbox One games, Wii U games

# CD vs DVD vs Blu-ray Disk



# Tape Magnetik (sejarah)

- Teknik pembacaan dan penulisan sama dengan disk
- Tape polyester fleksibel dilapis material magnetik
- Data disusun sebagai trek paralel
- Mempunyai 9, 18, atau 36 trek (8 untuk data, 1 untuk pariti)
- Lambat
- Sangat Murah
- Backup dan pengarsipan



# Soal

- Diketahui harddisk :
  - Cylinder : 100000
  - Sector : 1500
  - Head : 5
  - Berapakah kapasitas dari harddisk ini?
- Untuk 6 harddisk @ 100 GB, maka berapakah kapasitas penyimpanan jika :
  - RAID 0
  - RAID 1
  - RAID 10