

Organisasi dan Arsitektur Komputer

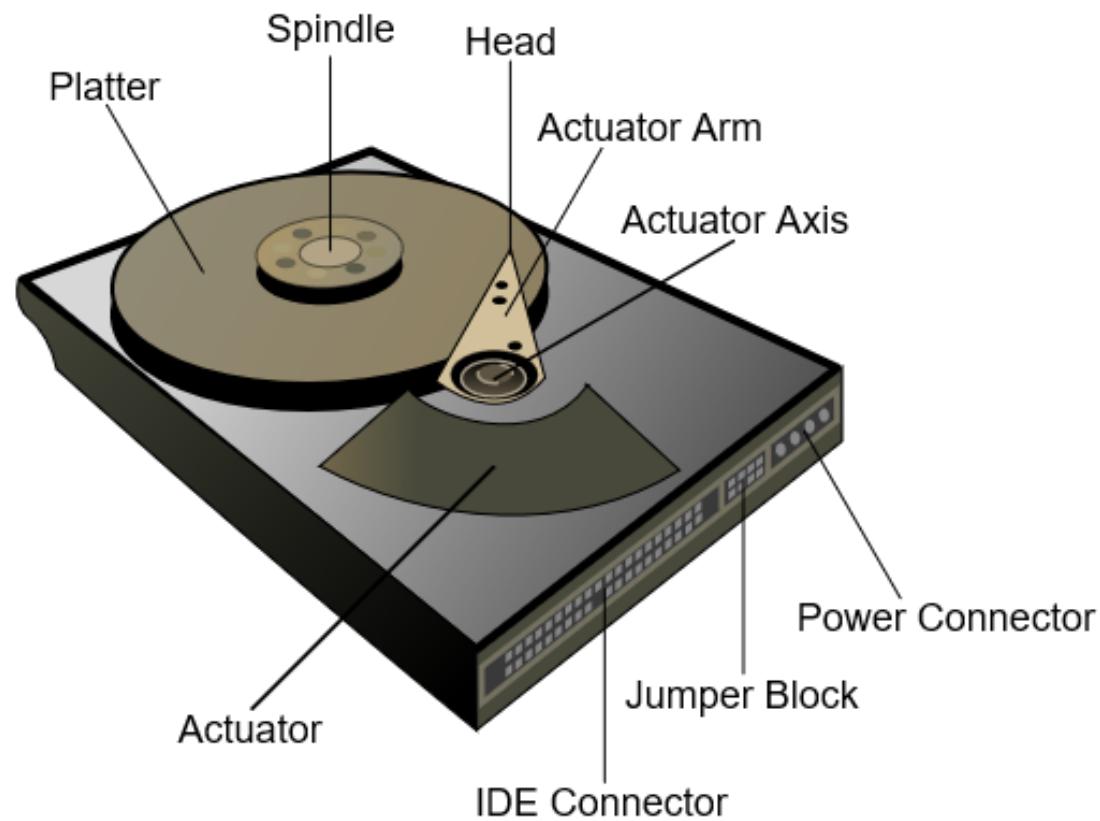
Pertemuan 4: Memori Sekunder

Topik

- Hard Disk Drive (HDD) / Magnetic Disk
- Solid-State Drive (SSD)

Hard Disk Drive (HDD) / Magnetic Disk

Komponen Utama HDD

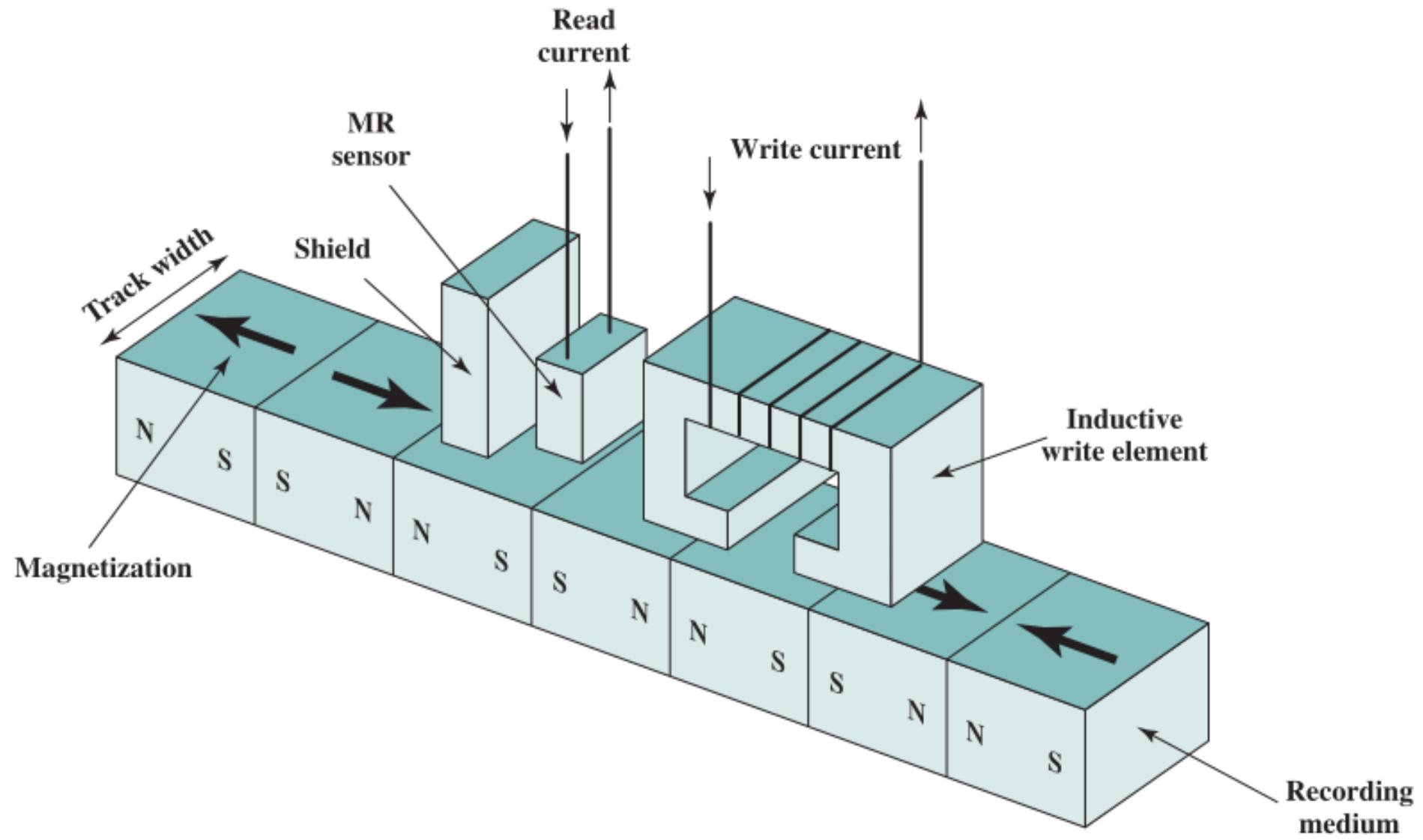


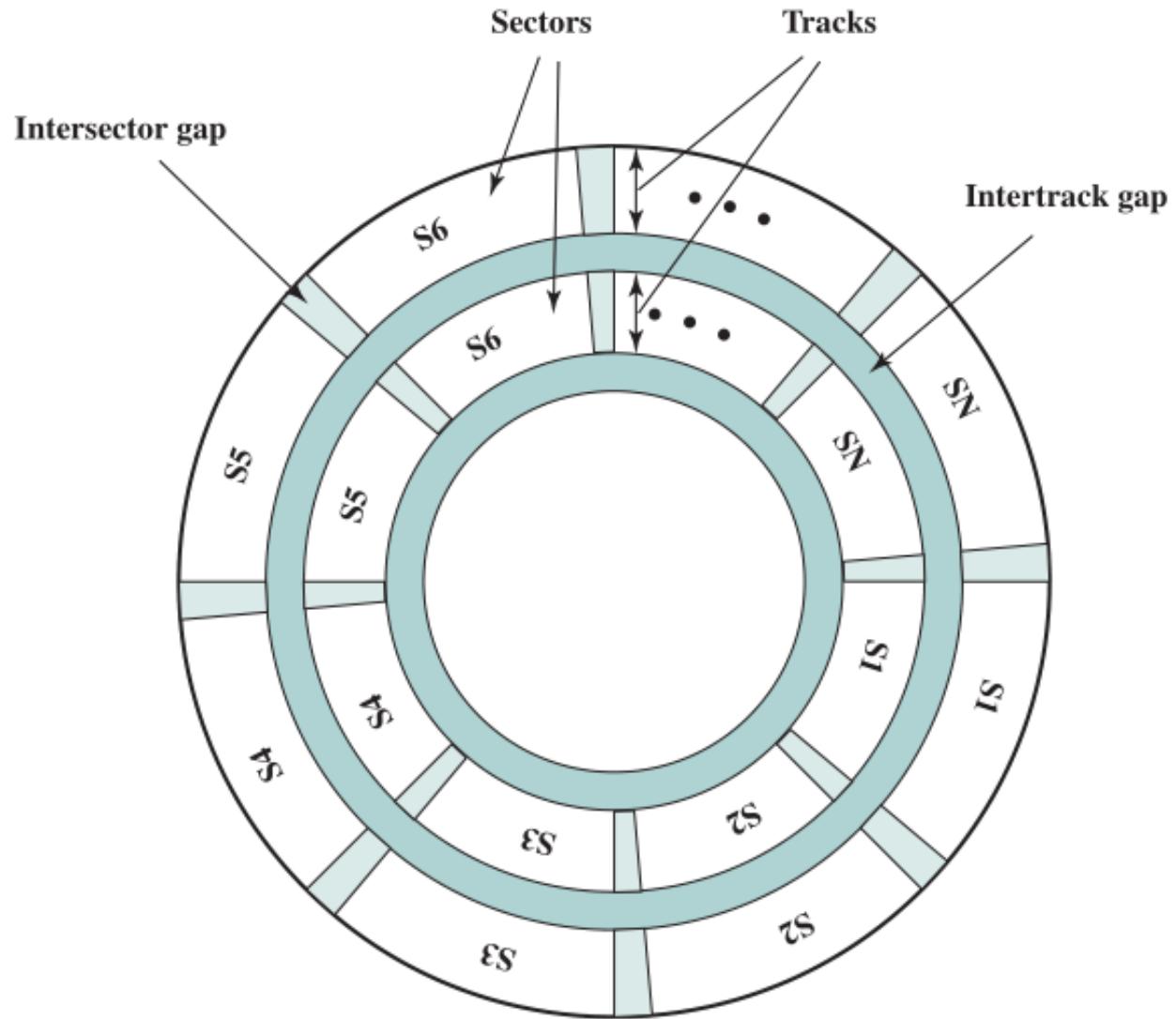
Platter/Disk

- › Disk adalah piringan (plater) alumunium/glass yang dilapisi dengan bahan yang dapat dibuat menjadi magnet.

Head

- › Untuk membaca atau menulis data ke dalam disk digunakan head
- › Head adalah “kotak” dengan koil konduktif.
- › Terdapat 2 jenis head: read head dan write head
- › Pada saat membaca/menulis, **head diam sedangkan piringan yang berputar.**





Track

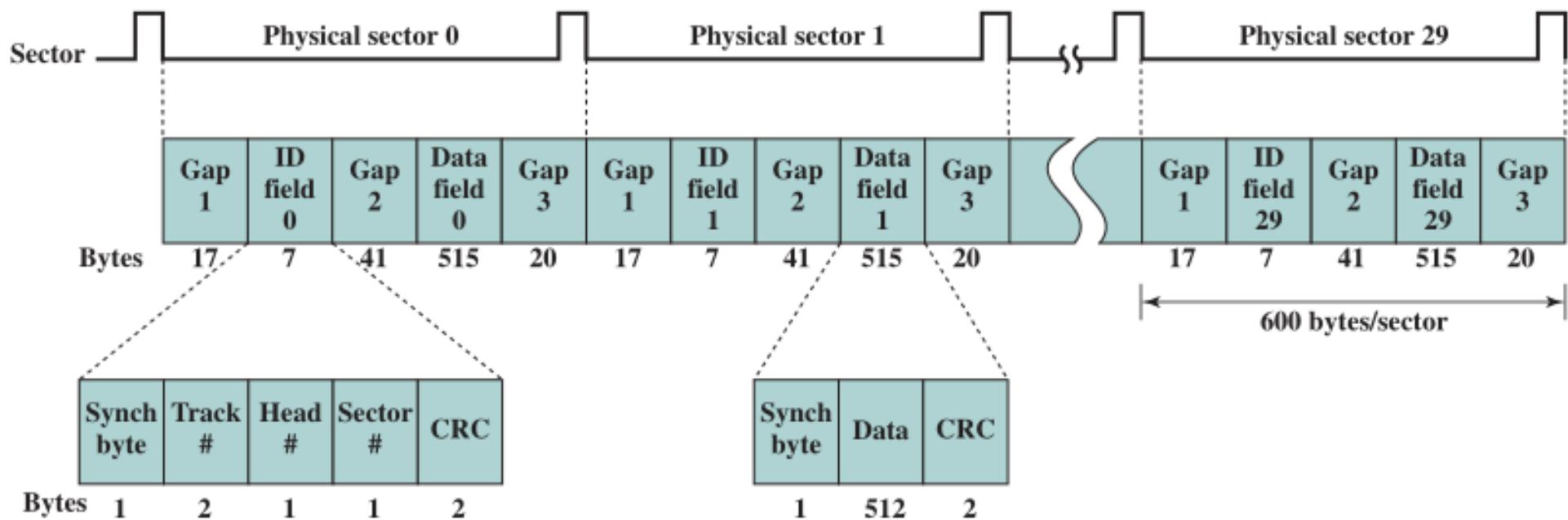
- › **Setiap track mempunyai lebar ukuran yang sama dengan head.**
- › Track adalah jalur berbentuk lingkaran pada piringan.
- › Dalam 1 piringan terdapat ribuan jalur (contoh: 65636)
- › 1 track dengan track lain dipisahkan dengan intertrack gap

Sector

- › Data di transfer dari dan ke disk dalam satu unit yang disebut sektor.
- › Pada 1 track terdapat puluhan hingga ratusan sektor.
- › 1 sector berisi 512 byte (pada umumnya)

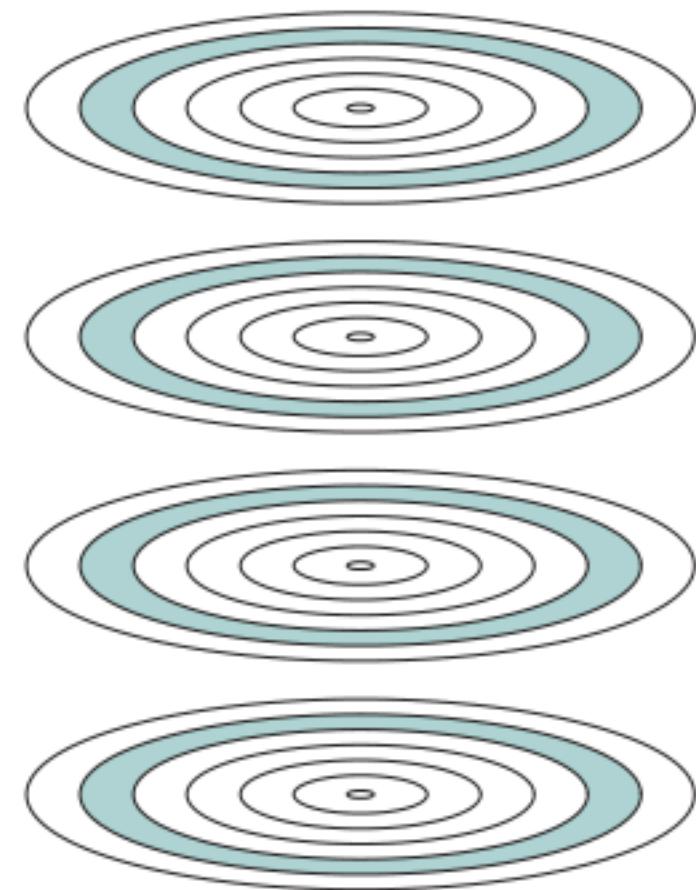
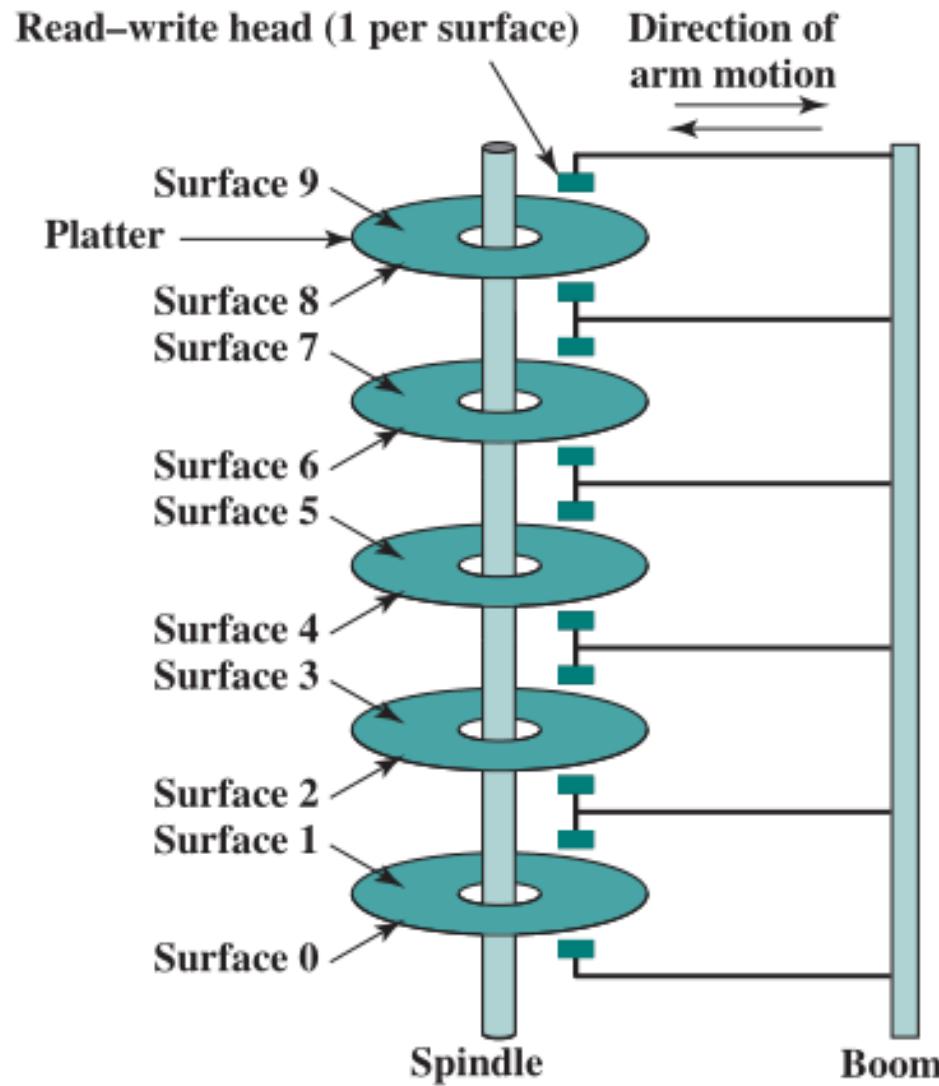
Seagate ST506

- › 1 track = 30 sector
- › 1 sector = 600 byte (data = 512 byte)



Cylinder

- › Kumpulan semua track yang mempunyai posisi yang sama pada piringan/plater disebut cylinder



Karakteristik Disk

Head Motion

Fixed head (one per track)

Movable head (one per surface)

Disk Portability

Nonremovable disk

Removable disk

Sides

Single sided

Double sided

Platters

Single platter

Multiple platter

Head Mechanism

Contact (floppy)

Fixed gap

Aerodynamic gap (Winchester)

Disk performance parameter

- › Seek time
- › Rotational delay/ rotational latency
- › Access time
- › Transfer time
- › Overhead time (I/O operation)

Seek time

- › Waktu yang dibutuhkan oleh head untuk berpindah dari satu track ke track lainnya.
- › Sulit dihitung secara pasti, digunakan statistik sehingga disebut **average seek time**
- › Rata-rata seek time
 - 4 ms (high end server disk)
 - 9 ms (desktop disk)
 - 12 ms (umum)
 - 15 ms (mobile disk)

Rotational delay

- › Waktu yang dibutuhkan untuk menuju sektor yang diinginkan
- › Sulit dihitung secara pasti, digunakan statistik (**average rotational delay**) yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 1/2 putaran
- › Hitung waktu yang dibutuhkan untuk menempuh 1 putaran. Average rotational delay = $0.5 \times$ waktu untuk menempuh satu putaran
- › Kecepatan
 - 3600 s.d 20000

Access time

- › Access time = waktu untuk menuju posisi
- › Average Access time = **average seek time + average rotational delay**

Transfer time

- › Waktu yang dibutuhkan untuk mentransfer data (T)

$$T/r = b/N$$

b = jumlah byte yang ditransfer

r = rotational delay

N = Jumlah byte pada *track*

Overhead time

- › Pada multiprogramming OS, program berkompetisi membaca/menulis disk

Total

- › Average seek time + Average rotational time + Transfer time + Overhead time

Contoh

Sebuah disk mempunyai spesifikasi:

- *Average seek time* = 4 ms
- Kecepatan rotasi = 15000 rpm
- Jumlah byte per sektor = 512 byte
- Jumlah sektor per *track* = 500 sektor
- Berapa total *transfer time* untuk membaca data sebanyak 2500 sektor (1,28 Mbyte) ?

Sequensial

- › Semua sektor berurutan dan berada dalam track yang berurutan
 - › Jumlah track = $1.28 \text{ MB}/(512 \text{ B}*500)$
= 5 track

Waktu untuk membaca track pertama

- Average seek (T_s) = 4 ms
- Rotational delay
 - 1 menit = 15000 putaran
 - 1 putaran = 60 detik /15000
 - $Rotational\ delay = 60/15000$ detik = 4 ms
 - $Rotational\ delay$ rata-rata = $4/2$ ms = 2 ms

- Waktu baca data 500 sektor (*1 track*) = b/rN
= $(500 \text{ sektor} \times 512 \text{ byte}) / ((15000 \text{ putaran} / 60 \text{ detik}) \times (500 \times 512 \text{ byte}))$
= 4 ms
- Waktu untuk membaca *track I* = seek time + rotational delay + transfer = 4 ms + 2 ms + 4 ms = 10 ms
- Waktu untuk membaca setiap *track* berikutnya = 2 ms + 4 ms = 6 ms (tanpa seek time)
- Total waktu yang diperlukan = 10 + 4 x 6 = 34 ms

Random access

- › Waktu untuk akses 1 sector
- › Average seek = 4 ms
- › Rotational delay = 2 ms
- › Read 1 sector = $512 \text{ byte} / (15000 \text{ putaran}/60 \text{ s})$
 $* (500*512 \text{ byte}) = 0.008 \text{ ms}$
- › Total 1 sector = 6.008 ms
- › Total = $2500 \times 6.008 \text{ ms} = 15,020 \text{ ms} = 15.02 \text{ s}$

Solid State Device

SSD

- › Solid state device adalah memori yang dibuat dari komponen solid state
- › Solid state = circuit elektronik dibangun dengan semikonduktor

Kelebihan SSD

- › I/O lebih tinggi, rendah akses time
- › Lebih tangguh terhadap goncangan dan vibrasi
- › Waktu hidup lebih lama (tidak ada bagian yang bergerak)
- › Konsumsi energi lebih rendah
- › Tidak berisik

	NAND Flash Drives	Disk Drives
I/O per second (sustained)	Read: 45,000 Write: 15,000	300
Throughput (MB/s)	Read: 200+ Write: 100+	up to 80
Random access time (ms)	0.1	4–10
Storage capacity	up to 256 GB	up to 4 TB

Kekurangan

- › Performansi SSD cenderung turun semakin lama device digunakan
- › Setelah 100.000 write tidak bisa digunakan

Diskusi Soal

Soal 1:

- › Tentukan rata-rata rotational delay jika disk mempunyai kecepatan 20.000 rpm

Jawaban

- › rata-rata delay adalah 1/2 dari disk (dihitung berdasarkan statistik)
- › 1 menit = 20000 putaran
- › 60 detik = 20000 putaran
- › 1 putaran = $60 \text{ detik} / 20000 = 0.003 \text{ detik}$
- › rata-rata adalah waktu untuk mencapai 1/2 putaran= $0.5 \times 0.003 = 0.0015 = 1.5 \text{ ms}$

Soal 2:

- › Disk mempunyai rata-rata seek time 5 ms.
- › Transfer rate 50 MB/sec
- › Disk rotasi adalah 10.000 rpm
- › Controller overhead adalah 0.2 ms
- › Tentukan rata-rata waktu untuk menulis 1 KB!

Jawaban:

- › rata-rata seek time = 5 ms
- › rata-rata rotational delay = $0.5 \times (60/10000) = 3$ ms
- › transfer rate = 1 KB / 50 MBps = 0.02 ms
- › waktu overhead controller = 0.2 ms
- › total time = tseek+trot+ttran+tover =
 $5+3+0.02+0.2 = 8.22$ ms

Soal 3:

- › Disk dengan 5 platter mempunyai 1024 track per platter, 512 sector per track dan 512 byte/sector.
- › Berapa kapasitas disk?
 - a. jika one sided platter
 - b. jika two sided platter

Jawaban:

- › 1 track mempunyai = 512×512 byte = 262144 = 0.2 MB
- › plater mempunyai = 1024×0.2 MB = 0.2 GB
 - a. 5×0.2 GB = 1 GB
 - b. 10×0.2 GB = 2 GB

Soal 4

- › Berapa platter yang dibutuhkan untuk 40 GB disk dengan spek 1024 byte/sector, 2048 sector per track dan 4096 track per platter?
- › asumsi: one sided platter

Jawaban:

- › kapasitas 1 platter = $1024 \times 2048 \times 4096 = 8 \text{ GB}$
- › untuk 40 GB maka $40\text{GB}/8 \text{ GB} = 5 \text{ platter}$

Soal 5

- › Hitung waktu untuk membaca 64 KB (128 sector) disk dengan spek:
- › Seagate Barracuda XTZ
- › 180 GB, 3.5 inch disk
- › 12 platters, 24 surfaces
- › 7,200 RPM; (4 ms avg. latency)
- › 6 ms avg. seek (r/w)
- › 64 to 35 MB/s (internal)
- › 0.1 ms controller time

Jawaban:

- › $= t_{seek} + t_{rot} + t_{trans} + t_{over}$
- › $= 6 + (0.5 * (60 / 7200)) + 64 \text{ KB} / 64 \text{ MBps} + 0.1 = 11.3 \text{ ms}$
- › atau (dari spec)
- › $= 6 + 4 + 64 \text{ KB} / 64 \text{ MB} + 0.1$

Bandingkan 3 disk kemudian pilih salah satu yang terbaik menurut Anda! beri alasan

Characteristics	Constellation ES.2	Cheetah NS	Momentus
Average seek time	8.5 ms read 9.5 ms write	3.9 ms read 4.2 ms write	13 ms
Spindle speed	7200 rpm	10,075 rpm	5400 rpm
Average latency	4.16 ms	2.98	5.6 ms
Maximum sustained transfer rate	155 MB/s	97 MB/s	300 MB/s
Bytes per sector	512	512	4096
Tracks per cylinder (number of platter surfaces)	8	8	4

Referensi

- › William Stalling, "Computer Organization and Architecture", Prentice Hall, 2016