

# DAFTAR ISI

PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DESKRIPSI SINGKAT MATA KULIAH.....	xii
BAB 1 Konsep Dasar Perangkat Komputer .....	1
1.1 Pendahuluan .....	1
1.1.1 Kompetensi Umum .....	1
1.1.2 Kompetensi Khusus .....	1
1.2 Penyajian .....	2
1.2.1 Definisi Komputer .....	2
1.2.2 Sejarah Perkembangan Komputer.....	3
1.2.3 Fungsi dan Manfaat Komputer .....	6
1.2.4 Komponen Utama Komputer .....	9
1.2.5 Etika dan Keselamatan dalam Penggunaan Komputer .....	12
1.2.6 Latihan Soal .....	14
1.3 Penutup .....	16
Daftar Pustaka .....	17
BAB 2 Konsep Dasar Sistem Operasi .....	18
2.1 Pendahuluan.....	18
2.1.1 Kompetensi Umum.....	18
2.1.2 Kompetensi Khusus.....	18
2.2 Penyajian.....	19
2.2.1 Defenisi Sistem Operasi .....	19

2.2.2 Sejarah Sistem Operasi.....	20
2.2.3 Fungsi Sistem Operasi.....	22
2.2.4 Jenis-Jenis Sistem Operasi.....	24
2.2.5 Keuntungan dan Kerugian Sistem Operasi.....	27
2.2.6 Latihan dan Soal .....	29
2.3 Penutup .....	30
2.3.1 Daftar Pustaka.....	30
<b>Bab 3 Komponen Sistem Operasi.....</b>	<b>32</b>
3.1 Pendahuluan.....	32
3.1.1 Manajer Proses (Process Management) .....	33
3.1.2. Manajemen Memory Utama .....	35
3.1.3. Manajemen File .....	35
3.1.4. Manajemen I/O .....	36
3.1.5. Manajemen Penyimpanan Sekunder .....	36
3.1.6. Sistem Jaringan .....	37
3.1.7. Sistem Proteksi.....	37
3.1.8. Sistem Command Interpreter .....	37
3.2.9 Latihan Soal .....	38
3.3 Penutup.....	39
3.3.1 Daftar Pustaka.....	40
<b>Bab 4 Struktur Sistem Operasi .....</b>	<b>41</b>
4.1 Pendahuluan.....	41
4.1.1 Kompetensi Umum.....	41
4.1.2 Kompetensi Khusus.....	41

4.2 Penyajian.....	42
4.2.1 Struktur Monolitik (Monolithic Structure) .....	42
4.2.7 Latihan Soal.....	45
4.3 Penutup .....	47
4.3.1 Daftar Pustaka.....	47
Bab 5 Konsep Proses .....	49
5.1 Pendahuluan.....	49
5.1.1 Kompetensi Umum.....	49
5.1.2 Kompetensi Khusus .....	49
5.2 Penyajian.....	50
5.2.1 Elemen – Elemen Proses .....	50
5.2.2 Status Proses (Process States).....	51
5.2.3 Process Control Block (PCB) .....	52
5.2.4 Proses vs Program .....	53
5.2.5 Contoh Nyata.....	54
5.2.6 Latihan Soal.....	54
5.3 Penutup .....	55
5.3.1 Daftar Pustaka.....	56
Bab 6 Konsep Thread .....	57
6.1 Pendahuluan.....	57
6.1.1 Kompetensi Umum.....	57
6.1.2 Kompetensi Khusus .....	57
6.2 Penyajian.....	58
6.2.1 Keuntungan Penggunaan Thread .....	58

6.2.2 Jenis-jenis Thread .....	58
6.2.3 Perbedaan antara Proses dan Thread .....	59
6.2.4 Contoh Implementasi Thread .....	59
6.2.5 Latihan soal .....	60
6.3 Penutup .....	61
6.3.1 Daftar Pustaka.....	62
Bab 7 Konsep Penjadwalan CPU .....	64
1.1 Pendahuluan .....	64
1.1.1 Kompetensi Umum .....	64
1.1.2 Kompetensi Khusus .....	65
7.2 Penyajian.....	65
7.2.1 Defenisi Penjadwalan CPU .....	65
7.2.2 Tujuan Penjadwalan CPU .....	66
7.2.3 Jenis-Jenis Penjadwalan Berdasarkan Waktu .....	66
7.2.4 Algoritma Penjadwalan CPU .....	67
7.2.5 Parameter Evaluasi Kinerja Penjadwalan .....	68
7.2.6 Contoh Kasus Penjadwalan .....	68
7.2.7 Latihan soal .....	69
7.3 Penutup .....	71
7.3.2 Daftar Pustaka.....	71
Bab 8 Konsep Interaksi dalam Sistem Operasi .....	72
8.1 Pendahuluan.....	72
8.1.1 Kompetensi Umum.....	72
8.1.2 Kompetensi Khusus.....	73

8.2 Penyajian.....	73
8.2.1 Pengertian Interaksi dalam Sistem Operasi .....	73
8.2.2 Jenis-Jenis Interaksi dalam Sistem Operasi.....	74
8.2.3 Mekanisme Pendukung Interaksi.....	76
8.2.4 Tujuan dan Manfaat Interaksi dalam Sistem Operasi .....	77
8.2.5 Soal Latihan.....	77
8.3 penutup .....	78
Daftar Pustaka .....	79
Bab 9 Manajemen Memori.....	80
9.1 Pendahuluan.....	80
9.1.1 Kompetensi Umum.....	80
9.1.2 Kompetensi Khusus.....	80
9.2.1 Defenisi <i>Manajemen Memori</i> .....	81
9.2.2 Konsep Dasar Manajemen Memori.....	81
9.2.3 Skema Alokasi Memori .....	83
9.2.4 Segmentasi.....	84
9.2.6 Fragmentasi .....	88
9.2.9 Latihan Soal.....	93
9.3 Penutup .....	94
9.3.1 Daftar Pustaka.....	95
Bab10 Virtual Memori.....	96
10.1 Pendahuluan.....	96
10.1.1 Kompetensi Umum.....	96
10.1.2 Kompetensi Khusus.....	96

10.2 Penyajian.....	97
10.2.1 Defenisi <i>Address Solution</i> .....	97
10.2.2 Fungsi dan Tujuan Memori Virtual.....	97
10.2.3 Cara Kerja Memori Virtual.....	98
10.2.4 Komponen Utama Memori Virtual.....	99
10.2.5 Teknik Implementasi Memori Virtual.....	100
10.2.6 Manfaat Memori Virtual.....	101
10.2.7 Kekurangan dan Tantangan.....	102
10.2.8 Contoh Ilustratif.....	104
10.3 Penutup.....	105
10.3.1 Daftar Pustaka.....	105
Bab11 Manajemen Penyimpanan.....	107
11.1 Pendahuluan.....	107
11.1.1 Kompetensi Umum.....	107
11.1.2 Kompetensi Khusus.....	107
11.2 Penyajian.....	107
11.2.1 Defenisi Manajemen Penyimpanan.....	108
11.2.2 Tujuan Manajemen Penyimpanan.....	109
11.2.3 Komponen Manajemen Penyimpanan.....	112
11.2.4 Teknik Alokasi Ruang Penyimpanan.....	114
11.2.5 Fragmentasi dalam Penyimpanan.....	114
11.2.6 Teknologi Penyimpanan Terkini.....	114
11.2.7 Tren dan Tantangan dalam Manajemen Penyimpanan.....	115
11.2.8 Latihan Soal.....	115

11.3 Penutup .....	116
11.3.1 Daftar Pustaka.....	117
<b>Bab 12 Manajemen Input/Output .....</b>	<b>118</b>
12.1 Pendahuluan.....	118
12.1.1 Kompetensi Umum.....	118
12.1.2 Kompetensi Khusus.....	118
12.2 Penyajian.....	119
12.2.1 Tujuan Manajemen I/O.....	119
12.2.2 Komponen Utama dalam Manajemen I/O .....	119
12.2.3 Mekanisme Operasi I/O .....	120
12.2.4 Manajemen Buffer dan Spooling.....	121
12.2.5 Penjadwalan I/O .....	121
12.2.6 Sistem Berkas dan Interaksinya dengan I/O.....	121
12.2.7 Perlindungan dan Keamanan dalam Akses I/O .....	122
12.2.8 Tantangan dalam Manajemen I/O.....	122
12.2.8 Perkembangan Teknologi I/O .....	122
12.2.8 Tantangan dalam Manajemen I/O.....	122
12.3 Penutup .....	124
12.3.1 Daftar Pustaka.....	124

## DESKRIPSI SINGKAT MATA KULIAH

Buku Sistem Operasi ini dirancang sebagai panduan komprehensif bagi mahasiswa, praktisi, dan siapa pun yang ingin memahami konsep dasar dan lanjutan dalam sistem operasi. Dengan pendekatan yang sistematis dan disertai ilustrasi praktis, buku ini mengupas fungsi-fungsi utama sistem operasi seperti manajemen proses, manajemen memori, sistem berkas, dan keamanan. Disertai studi kasus dan latihan soal, buku ini tidak hanya membahas teori tetapi juga penerapannya dalam sistem nyata seperti Linux, Windows, dan sistem tertanam. Mahasiswa akan mempelajari berbagai aspek :

1. Konsep Dasar Perangkat Komputer
2. Konsep Dasar Sistem Operasi
3. Komponen Sistem Operasi
4. Struktur Sistem Operasi
5. Konsep Proses
6. Konsep Thread
7. Konsep Penjadwalan CPU
8. Konsep Interaksi
9. Manajemen Memori
10. Virtual Memori
11. Manajemen Penyimpanan
12. Manajemen Input/Output

Mata kuliah **Sistem Operasi** merupakan salah satu mata kuliah inti dalam program studi Teknik Komputer, dan Sistem Informasi. Mata kuliah ini mempelajari dasar-dasar teori dan praktik tentang bagaimana sistem operasi bekerja dalam mengelola perangkat keras dan perangkat lunak komputer. Sistem operasi bertindak sebagai perantara antara pengguna dan perangkat keras komputer, serta mengatur semua proses dan sumber daya yang digunakan dalam sistem komputer. Sistem operasi (Operating System/OS) bertindak



sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat keras komputer. Tanpa OS, pengguna tidak dapat menjalankan program atau memanfaatkan sumber daya komputer secara efisien.

# **BAB 1 Konsep Dasar Perangkat Komputer**

## **1.1 Pendahuluan**

### **1.1.1 Kompetensi Umum**

- a. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
- b. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### **1.1.2 Kompetensi Khusus**

- a. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer
- b. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengkategorikan Tentang Sistem Operasi
- c. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## 1.2 Penyajian

Pengenalan Sistem Operasi Membahas tentang pengenalan perangkat lunak inti yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat keras komputer.. Mata kuliah ini memberikan landasan penting bagi mahasiswa atau profesional IT dalam mengelola Sistem Operasi secara efektif.

### 1.2.1 Definisi Komputer

Komputer adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk menerima, mengolah, menyimpan, dan menampilkan data dengan kecepatan dan ketelitian tinggi berdasarkan instruksi yang diberikan oleh pengguna. Komputer bekerja dengan mengolah data mentah (input) menjadi informasi yang berguna (output) melalui proses komputasi yang dikendalikan oleh program. Menurut Morley dan Parker (2006), komputer merupakan “alat elektronik yang mampu menerima data, memrosesnya sesuai dengan instruksi yang tersimpan, menyimpan hasil pemrosesan tersebut, dan kemudian menampilkannya kepada pengguna.” Komputer terdiri dari kombinasi perangkat keras (hardware) seperti prosesor, memori, dan perangkat masukan/keluaran, serta perangkat lunak (software) yang mengatur bagaimana perangkat keras tersebut bekerja. Dalam perkembangannya, komputer tidak lagi terbatas pada bentuk desktop, tetapi juga hadir dalam bentuk laptop, tablet, smartphone, bahkan sistem tertanam (embedded system) dalam perangkat rumah tangga dan kendaraan. Keberadaan komputer telah menjadi bagian penting dalam kehidupan modern, digunakan di hampir semua bidang mulai dari pendidikan, bisnis, kedokteran, hingga teknologi ruang angkasa.

## 1.2.2 Sejarah Perkembangan Komputer

Sejarah perkembangan komputer mencerminkan transformasi besar dalam teknologi dan pemrosesan informasi yang telah berlangsung selama lebih dari dua abad. Komputer tidak langsung hadir dalam bentuk digital modern seperti sekarang. Perjalanan panjangnya dimulai dari perangkat mekanis sederhana hingga sistem elektronik cerdas yang terintegrasi dengan kecerdasan buatan.

### 1. Komputer Sebelum Era Digital (Pra-Sejarah Komputer)

Sebelum istilah "komputer" mengacu pada mesin elektronik, ia digunakan untuk menyebut manusia yang melakukan perhitungan. Pada abad ke-17 hingga ke-19, muncul berbagai perangkat mekanis untuk membantu proses perhitungan:

- Abacus (sekitar 3000 SM): Alat hitung manual yang digunakan di Mesopotamia, Cina, dan Romawi.
- Pascaline (1642): Diciptakan oleh Blaise Pascal, alat mekanis pertama yang dapat melakukan penjumlahan dan pengurangan.
- Leibniz Calculator (1671): Dikembangkan oleh Gottfried Wilhelm Leibniz, alat ini mampu melakukan perkalian dan pembagian otomatis.
- Difference Engine & Analytical Engine (1822–1837): Dirancang oleh Charles Babbage, ini adalah cikal bakal komputer modern karena memuat konsep pemrosesan data, unit penyimpanan, dan kontrol terprogram. Ada Lovelace adalah tokoh penting yang membuat program pertama untuk mesin tersebut, menjadikannya sebagai programmer pertama di dunia.

### 2. Generasi Pertama Komputer (1940–1956) – Tabung Vakum

Generasi ini ditandai oleh penggunaan **tabung vakum** sebagai komponen utama sirkuit elektronik. Komputer pertama berskala besar:

- **ENIAC (1946):** Dikembangkan oleh John Presper Eckert dan John Mauchly, ENIAC merupakan komputer elektronik digital pertama yang dapat diprogram. Ukurannya sangat besar (30 ton) dan menggunakan 18.000 tabung vakum.
- **EDVAC dan EDSAC:** Memperkenalkan konsep *stored-program* (program disimpan dalam memori), berdasarkan rancangan matematikawan John von Neumann, yang hingga kini menjadi arsitektur dasar komputer modern.
- Kekurangan: Besar, boros listrik, cepat panas, dan lambat dibanding generasi berikutnya.

### 3. Generasi Kedua Komputer (1956–1963) – Transistor

Penemuan transistor oleh Bell Labs pada 1947 menggantikan tabung vakum dan menjadi dasar komputer generasi kedua:

- Lebih kecil, hemat energi, dan lebih andal.
- Mulai digunakan dalam dunia bisnis dan pemerintahan.
- Bahasa pemrograman tingkat tinggi pertama seperti FORTRAN dan COBOL mulai digunakan.
- Komputer terkenal: IBM 1401, UNIVAC II.

### 4. Generasi Ketiga Komputer (1964–1971) – IC (Integrated Circuit)

Transistor mulai digabung dalam satu chip kecil yang disebut integrated circuit (IC), ditemukan oleh Jack Kilby dan Robert Noyce.

- Ukuran komputer menjadi lebih kecil dan kinerja meningkat drastis.
- Mulai muncul sistem operasi, yang memungkinkan multitasking dan pengelolaan sumber daya.
- Interaksi pengguna mulai berkembang dengan monitor dan keyboard.
- Contoh: IBM System/360 menjadi seri komputer komersial yang sangat sukses.

#### 5. Generasi Keempat Komputer (1971–Sekarang) – Mikroprosesor

Kemunculan mikroprosesor oleh Intel (Intel 4004, 1971) merevolusi industri komputer:

- Seluruh fungsi CPU dimasukkan ke dalam satu chip.
- Era komputer pribadi (personal computer) dimulai: Apple I dan II (oleh Steve Wozniak dan Steve Jobs), IBM PC, dan Commodore 64.
- Perangkat lunak berkembang pesat: sistem operasi GUI seperti Windows, Mac OS, dan Linux.
- Jaringan komputer dan Internet mulai berkembang pesat di akhir 1990-an.

#### 6. Generasi Kelima dan Era Modern (2000–Sekarang) – Kecerdasan Buatan dan Komputasi Cerdas

Generasi ini ditandai oleh integrasi kecerdasan buatan (AI), komputasi awan (cloud computing), Internet of Things (IoT), dan komputasi kuantum:

- Komputer kini mampu belajar dari data, mengenali suara dan wajah, serta membuat prediksi (machine learning).
- Pengguna tidak hanya menggunakan komputer, tapi juga smartphone, smart TV, smartwatch, hingga mobil pintar.
- Teknologi komputasi kuantum mulai dikembangkan oleh perusahaan seperti IBM dan Google, yang berpotensi merevolusi perhitungan kompleks.
- Fokus berkembang pada efisiensi energi, portabilitas, dan konektivitas global.

Perjalanan sejarah komputer mencerminkan kemajuan teknologi yang luar biasa: dari alat hitung sederhana menjadi mesin super pintar yang mengubah hampir setiap aspek kehidupan manusia. Perkembangan ini didorong oleh inovasi dalam bidang perangkat keras, perangkat lunak, dan kebutuhan manusia akan pengolahan informasi yang lebih cepat, cerdas, dan efisien. Di masa depan, komputer tidak hanya akan menjadi alat bantu, melainkan mitra kerja yang mampu memahami, belajar, dan bertindak secara mandiri.

### **1.2.3 Fungsi dan Manfaat Komputer**

#### **1. Fungsi Komputer**

Secara umum, komputer memiliki empat fungsi utama yang menjadi dasar dari semua aktivitas komputasi, yaitu:

##### **a. Input (Pemasukan Data):**

Komputer menerima data atau instruksi dari pengguna melalui perangkat input seperti keyboard, mouse, scanner, atau sensor. Proses ini memungkinkan komputer untuk

memahami apa yang ingin dilakukan oleh pengguna atau sistem luar.

b. Processing (Pemrosesan Data):

Fungsi utama komputer adalah mengolah data menjadi informasi yang berguna. Pemrosesan dilakukan oleh unit pemrosesan pusat (CPU), memori, dan komponen logika aritmatika. Proses ini bisa berupa perhitungan, transformasi data, pengambilan keputusan logika, atau pengendalian sistem lain.

c. Storage (Penyimpanan Data):

Komputer memiliki kemampuan menyimpan data dan program dalam memori jangka pendek (RAM) atau jangka panjang (hard disk, SSD, atau cloud storage). Fitur ini memungkinkan data dapat digunakan kembali, dicadangkan, dan diakses kapan saja.

d. Output (Keluaran Informasi):

Setelah data diproses, komputer menyajikan hasilnya dalam bentuk informasi melalui perangkat output seperti monitor, printer, speaker, atau proyektor. Fungsi output membantu pengguna memahami hasil kerja komputer secara langsung.

e. Control (Pengendalian):

Selain itu, komputer juga berfungsi sebagai pengendali sistem dalam berbagai perangkat otomatis, seperti dalam robotika, sistem industri, pesawat terbang, dan kendaraan cerdas. Komputer mengontrol alur data, perangkat keras, serta mengatur bagaimana komponen lain bekerja sesuai instruksi program

2. Manfaat Komputer

a. Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas:



Dalam dunia bisnis dan industri, komputer memungkinkan pekerjaan dilakukan lebih cepat dan akurat. Komputasi otomatis dapat mengurangi waktu pengerjaan dokumen, pengolahan data, akuntansi, hingga produksi di pabrik.

b. Memudahkan Akses dan Pengolahan Informasi:

Komputer mempermudah pencarian, pengumpulan, penyimpanan, dan analisis informasi dalam jumlah besar. Di bidang pendidikan dan riset, komputer memungkinkan akses ke jutaan sumber referensi secara daring.

c. Memfasilitasi Komunikasi Global:

Dengan adanya komputer dan jaringan internet, komunikasi antarindividu atau antarkelompok dapat dilakukan secara real-time melalui email, media sosial, atau aplikasi konferensi video seperti Zoom dan Google Meet.

d. Sebagai Alat Edukasi dan Pembelajaran:

Komputer menyediakan berbagai platform pembelajaran interaktif, e-learning, simulasi laboratorium virtual, hingga sistem ujian berbasis komputer (CBT). Siswa dan mahasiswa dapat belajar kapan saja dan di mana saja.

e. Mendukung Kreativitas dan Hiburan:

Dalam bidang seni dan hiburan, komputer digunakan untuk membuat desain grafis, musik digital, film animasi, permainan video, hingga augmented reality. Kreativitas manusia semakin berkembang dengan bantuan teknologi komputer.

f. Penerapan dalam Bidang Kesehatan:

Komputer digunakan dalam pencatatan medis, diagnosa berbasis AI, pemodelan molekuler, dan manajemen

rumah sakit. Teknologi ini meningkatkan akurasi diagnosa dan efisiensi layanan kesehatan.

g. Automasi dan Kendali Sistem Kompleks:

Komputer mengontrol berbagai sistem otomatis di pabrik, bandara, transportasi, dan energi. Dengan kemampuan mengatur ribuan parameter secara simultan, komputer menjadi otak dari banyak sistem cerdas.

h. Keamanan dan Manajemen Data:

Komputer dapat digunakan untuk mengelola keamanan sistem digital, baik melalui firewall, enkripsi data, maupun sistem autentikasi canggih. Ini penting dalam era digital untuk melindungi data pribadi dan institusi.

i. Manajemen Keuangan dan Transaksi:

Dalam bidang keuangan, komputer menjadi alat penting untuk melakukan transaksi perbankan digital, e-commerce, akuntansi, hingga perencanaan keuangan pribadi secara otomatis dan aman.

## 1.2.4 Komponen Utama Komputer

Komputer merupakan sistem yang terdiri dari berbagai komponen yang bekerja secara terpadu untuk menerima data, memprosesnya, menyimpan, dan menghasilkan informasi. Komponen-komponen ini dikelompokkan menjadi dua bagian besar, yaitu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Namun, dalam konteks struktur fungsional komputer, komponen utama dapat dikategorikan ke dalam lima bagian pokok berikut: Unit Masukan (Input Unit), Unit Pemrosesan Pusat (Central Processing Unit / CPU), Unit Memori, Unit Keluaran (Output Unit), dan Unit Penyimpanan.

### 1. Unit Masukan (Input Unit)

Input unit adalah komponen yang digunakan untuk memasukkan data atau instruksi ke dalam komputer. Perangkat ini memungkinkan pengguna berinteraksi dengan sistem komputer.

Contoh perangkat input:

- Keyboard: Untuk memasukkan teks dan perintah.
- Mouse: Untuk navigasi grafis dan kontrol pointer.
- Scanner: Mengubah gambar fisik menjadi data digital.
- Microphone: Untuk memasukkan suara.
- Webcam: Untuk menangkap gambar/video secara langsung.
- Sensor: Dalam sistem embedded atau IoT.

## 2. Unit Pemrosesan Pusat (CPU - Central Processing Unit)

CPU dikenal sebagai “otak komputer” karena bertanggung jawab atas semua pengolahan data dan pengendalian perangkat lainnya. CPU terdiri dari dua bagian utama:

### a. Control Unit (CU)

- Mengatur dan mengendalikan semua operasi dalam komputer.
- Mengarahkan aliran data antara CPU, memori, dan perangkat input/output.
- Tidak memproses atau menyimpan data, hanya mengatur alirannya.

### b. Arithmetic and Logic Unit (ALU)

- Melakukan operasi aritmatika dasar (penjumlahan, pengurangan, dll.).
- Melakukan operasi logika (AND, OR, NOT, perbandingan, dsb.).

### c. Registers (Register-register)

- Penyimpanan sementara di dalam CPU untuk menyimpan instruksi atau data yang sedang diproses.

- Contoh register: Program Counter (PC), Instruction Register (IR), Accumulator (ACC).

### 3. Unit Memori (Memory Unit)

Memori bertugas menyimpan data dan instruksi, baik secara sementara maupun permanen. Memori dibagi menjadi dua kategori:

#### a. Primary Memory (Memori Utama)

Digunakan untuk menyimpan data/instruksi yang sedang aktif digunakan.

- RAM (Random Access Memory):  
Volatile (data hilang saat listrik mati).  
Menyimpan data sementara yang sedang diproses.
- ROM (Read Only Memory):  
Non-volatile (data tetap meski komputer dimatikan).  
Menyimpan instruksi awal/booting (BIOS).
- Cache Memory:  
Memori berkecepatan tinggi yang menyimpan data/instruksi yang sering diakses.
- Registers:  
Paling kecil dan cepat, berada langsung di CPU.

#### b. Secondary Memory (Memori Sekunder)

Menyimpan data secara permanen dan berkapasitas besar.

- Hard Disk Drive (HDD) / Solid State Drive (SSD):  
Penyimpanan utama komputer.

- Optical Disk (CD/DVD): Digunakan untuk distribusi data/media.
- Flash Drive (USB) dan Memory Card: Portabel dan mudah digunakan.

#### 4. Unit Keluaran (Output Unit)

Output unit adalah perangkat yang digunakan untuk menampilkan hasil dari proses yang dilakukan komputer.

Contoh perangkat output:

- Monitor (display): Menampilkan data dalam bentuk visual.
- Printer: Menghasilkan output dalam bentuk cetak (hardcopy).
- Speaker/headset: Menyampaikan output audio.
- Projector: Menampilkan tampilan visual ke permukaan besar.

Fungsi output unit:

- Mengubah data digital menjadi bentuk yang dapat dimengerti manusia.
- Menyediakan hasil akhir dari proses komputasi.

#### 5. Perangkat Penyimpanan (Storage Unit)

Penyimpanan data merupakan komponen vital dalam sistem komputer. Ada dua jenis penyimpanan:

- Primary Storage: RAM, cache, dan register.
- Secondary Storage: HDD, SSD, USB, cloud storage.
- Tertiary/Offline Storage: Tape drive, optical disk (untuk backup arsip jangka panjang).

### 1.2.5 Etika dan Keselamatan dalam Penggunaan Komputer

Dalam era digital yang semakin berkembang, penggunaan komputer tidak hanya menuntut keterampilan teknis, tetapi juga tanggung jawab moral dan kesadaran terhadap keselamatan. Etika

penggunaan komputer merujuk pada seperangkat prinsip dan norma yang mengatur bagaimana individu seharusnya menggunakan teknologi informasi secara bertanggung jawab, adil, dan tidak merugikan pihak lain. Sementara itu, keselamatan dalam penggunaan komputer mencakup langkah-langkah perlindungan terhadap pengguna, data, dan perangkat keras dari ancaman fisik maupun digital. Kedua aspek ini sangat penting untuk menciptakan lingkungan digital yang sehat, aman, dan berkelanjutan.

Secara etis, pengguna komputer wajib menjunjung tinggi kejujuran, privasi, hak kekayaan intelektual, dan keadilan dalam interaksi digital. Misalnya, seseorang dilarang melakukan plagiarisme digital, menyebarkan informasi hoaks, mengakses data pribadi tanpa izin, atau menggunakan perangkat lunak bajakan. Tindakan seperti peretasan (hacking), penyebaran malware, dan cyberbullying termasuk dalam pelanggaran etika komputer yang bisa berimplikasi hukum dan sosial. Organisasi seperti ACM (Association for Computing Machinery) dan IEEE telah menetapkan kode etik profesional yang menjadi pedoman bagi praktisi teknologi informasi, menekankan pentingnya menghormati hak pengguna lain, menjunjung keadilan sosial, dan menghindari penyalahgunaan teknologi.

Dalam aspek keselamatan, penggunaan komputer juga membawa risiko terhadap keamanan data, kesehatan fisik, dan keselamatan psikologis. Dari sisi keamanan data, pengguna harus memahami pentingnya penggunaan kata sandi yang kuat, enkripsi data, firewall, antivirus, dan kewaspadaan terhadap serangan phishing. Kealpaan dalam menjaga keamanan digital dapat menyebabkan pencurian identitas, kerusakan sistem, bahkan kebocoran data penting. Sementara itu, secara fisik, penggunaan komputer dalam jangka panjang tanpa ergonomi yang tepat dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti Computer Vision

Syndrome (CVS), nyeri punggung, carpal tunnel syndrome, serta kelelahan otot dan mata. Untuk itu, pengaturan tempat kerja (workstation), pencahayaan yang memadai, serta pola istirahat yang benar sangat penting untuk mencegah dampak negatif tersebut.

Selain itu, keselamatan psikologis pengguna komputer juga patut diperhatikan. Terlalu sering terpapar konten negatif atau bekerja dalam tekanan tinggi di lingkungan digital dapat memicu stres, kecemasan, bahkan gangguan mental. Oleh karena itu, pendidikan literasi digital dan penguatan etika berperan besar dalam membangun kesadaran kritis pengguna, agar mereka mampu menavigasi ruang digital dengan bijak, sehat, dan aman. Di kalangan anak-anak dan remaja, bimbingan orang tua dan pendidik sangat diperlukan untuk mencegah paparan terhadap konten yang tidak sesuai umur atau eksploitasi daring.

Dalam konteks institusi pendidikan dan tempat kerja, penerapan kebijakan Acceptable Use Policy (AUP) sangat penting untuk menetapkan batasan dan pedoman penggunaan komputer dan jaringan. AUP mengatur hal-hal seperti pemakaian perangkat milik institusi, larangan terhadap aktivitas ilegal, kewajiban menjaga kerahasiaan informasi, serta konsekuensi jika melanggar peraturan. Penegakan kebijakan ini bertujuan untuk menciptakan ekosistem teknologi informasi yang etis dan aman bagi semua pihak.

### **1.2.6 Latihan Soal**

- a. Jelaskan apa yang dimaksud dengan perangkat keras (hardware) dalam sistem komputer. Sebutkan dan jelaskan minimal tiga contohnya!
- b. Apa yang dimaksud dengan perangkat lunak (software)? Jelaskan jenis-jenis perangkat lunak berdasarkan fungsinya!
- c. Jelaskan pengertian brainware dalam sistem komputer.

Mengapa brainware dianggap sebagai bagian penting dalam sistem komputer?

**Jawaban**

- a. Perangkat keras (hardware) adalah semua komponen fisik dari sistem komputer yang dapat dilihat dan disentuh secara langsung. Perangkat ini bekerja sama dengan perangkat lunak dan brainware untuk menjalankan berbagai fungsi komputer.

Contoh:

CPU (Central Processing Unit) – Otak komputer yang bertugas memproses semua perintah dan menjalankan instruksi.

RAM (Random Access Memory) – Memori utama komputer yang digunakan untuk menyimpan data sementara saat komputer sedang berjalan.

Hard disk drive (HDD) / Solid State Drive (SSD) – Media penyimpanan permanen untuk menyimpan data, sistem operasi, dan aplikasi.

- b. Perangkat lunak (software) adalah serangkaian instruksi atau program yang digunakan untuk mengendalikan dan mengoperasikan perangkat keras komputer. Software tidak dapat disentuh secara fisik tetapi sangat penting agar komputer dapat berfungsi.

Jenis-jenisnya:

- a. Perangkat lunak sistem (system software) – Berfungsi mengelola perangkat keras, seperti sistem operasi (Windows, Linux).
- b. Perangkat lunak aplikasi (application software) – Digunakan untuk menyelesaikan tugas tertentu, seperti Microsoft Word, Excel, atau web browser.
- c. Perangkat lunak pemrograman (programming



- software) – Digunakan oleh programmer untuk menulis kode, seperti Python, Java, dan C++.
- d. Brainware adalah pengguna atau orang yang mengoperasikan dan berinteraksi dengan sistem komputer. Tanpa brainware, perangkat keras dan lunak tidak dapat digunakan secara efektif. Brainware mencakup operator, teknisi, programmer, dan pengguna akhir. Mereka penting karena:
    - a. Mengatur dan mengontrol penggunaan komputer
    - b. Menginput data, mengelola sistem, dan memecahkan masalah
    - c. Tanpa brainware, komputer hanyalah benda mati yang tidak memiliki fungsi.

### 1.3 Penutup

Pemahaman terhadap konsep dasar sistem operasi merupakan fondasi penting dalam mempelajari dunia komputasi. Sistem operasi bukan hanya sekadar perantara antara pengguna dan perangkat keras, tetapi juga merupakan pengelola utama sumber daya komputer yang memungkinkan berbagai program berjalan secara efisien, aman, dan terstruktur. Dengan mengenal fungsi-fungsi dasar sistem operasi seperti manajemen proses, memori, perangkat I/O, serta sistem berkas, kita dapat memahami bagaimana suatu sistem komputer bekerja secara menyeluruh. Selain itu, wawasan ini juga menjadi bekal penting dalam pengembangan perangkat lunak, administrasi sistem, dan pengelolaan jaringan komputer. Melalui pemahaman awal ini, diharapkan pembaca dapat melanjutkan pembelajaran ke materi-materi lanjutan dengan dasar

yang kuat dan perspektif yang lebih luas terhadap peran vital sistem operasi dalam teknologi modern.

### **Daftar Pustaka**

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating System Concepts* (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). *Modern Operating Systems* (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). *Operating Systems: Internals and Design Principles* (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). *Computing: A Concise History*. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). *Understanding Operating Systems* (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. *Communications of the ACM*.
7. Morley, D., & Parker, C. S. (2006). *Understanding Computers: Today and Tomorrow* (11th ed.). Thomson Course Technology.
8. Shelly, G. B., & Vermaat, M. E. (2010). *Discovering Computers: Complete* (2010 ed.). Cengage Learning.

# **BAB 2 Konsep Dasar Sistem Operasi**

## **2.1 Pendahuluan**

### **2.1.1 Kompetensi Umum**

- a. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
- b. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### **2.1.2 Kompetensi Khusus**

- a. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer
- b. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengkategorikan Tentang Sistem Operasi
- c. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## **2.2 Penyajian**

Pengenalan Sistem Operasi Membahas tentang pengenalan perangkat lunak inti yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat keras komputer.. Mata kuliah ini memberikan landasan penting bagi mahasiswa atau profesional IT dalam mengelola Sistem Operasi secara efektif.

### **2.2.1 Defenisi Sistem Operasi**

Sistem operasi merupakan perangkat lunak inti yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat keras komputer. Sistem operasi mengatur dan mengelola semua sumber daya komputer, termasuk prosesor, memori utama, perangkat penyimpanan, serta perangkat masukan dan keluaran, agar dapat digunakan secara efisien dan aman oleh pengguna maupun aplikasi lain. Selain itu, sistem operasi menyediakan lingkungan yang stabil dan konsisten untuk eksekusi program, serta menangani berbagai tugas penting seperti penjadwalan proses, manajemen memori, manajemen berkas, dan pengelolaan perangkat I/O. Dengan kata lain, tanpa adanya sistem operasi, pengguna tidak akan dapat berinteraksi secara efektif dengan sistem komputer modern

Menurut Silberschatz, Galvin, dan Gagne (2018), “An operating system is a program that acts as an intermediary between a user of a computer and the computer hardware. The purpose of an operating system is to provide an environment in which a user can execute programs conveniently and efficiently.” Sementara itu, Tanenbaum dan Bos (2015) menyatakan bahwa “A modern operating system is responsible for managing all the hardware and software on the computer.” Dari kedua definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem operasi memiliki peran vital dalam menjembatani interaksi manusia dengan mesin, sekaligus sebagai pengelola utama seluruh aktivitas komputasi di dalam sistem komputer.

Sistem operasi adalah “program yang bekerja sebagai perantara antara pengguna komputer dan perangkat keras komputer.” Fungsi utamanya mencakup manajemen proses, manajemen memori utama, manajemen penyimpanan sekunder (seperti hard disk), pengaturan perangkat masukan/keluaran, hingga proteksi dan keamanan sistem. Tanpa keberadaan sistem operasi, aplikasi tidak akan dapat dijalankan dan perangkat keras tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Sistem operasi modern seperti Windows, Linux, dan macOS telah berkembang tidak hanya sebagai pengelola sumber daya, tetapi juga sebagai platform yang mendukung komputasi terdistribusi, virtualisasi, serta pengembangan aplikasi berbasis cloud dan IoT.

### **2.2.2 Sejarah Sistem Operasi**

Sejarah sistem operasi berkembang seiring dengan evolusi komputer digital, dimulai dari era komputer generasi pertama pada 1940-an dan 1950-an. Pada masa awal ini, komputer digunakan tanpa sistem operasi; pengguna harus memprogram langsung dengan bahasa mesin dan menjalankan satu tugas secara manual (single-tasking). Setiap program dimuat secara langsung melalui saklar atau kartu punch, dan tidak ada perangkat lunak perantara antara pengguna dan perangkat keras.

Pada akhir 1950-an hingga awal 1960-an, sistem batch mulai diperkenalkan. Dalam sistem ini, kumpulan pekerjaan (batch) dijalankan secara berurutan dengan sedikit intervensi manusia, dan mulai muncul monitor program sebagai cikal bakal sistem operasi. Komputer IBM 7094 dengan sistem operasi FMS (Fortran Monitor System) menjadi salah satu pionir dalam sistem batch.

Pada tahun 1960-an, muncul sistem operasi yang lebih kompleks dengan fitur multiprogramming dan time-sharing, memungkinkan komputer menjalankan lebih dari satu proses dalam waktu bersamaan. Sistem operasi Compatible Time-Sharing System

(CTSS) dari MIT merupakan salah satu pelopor konsep ini. Ini memungkinkan banyak pengguna untuk mengakses komputer secara interaktif melalui terminal. Tidak lama kemudian, proyek MULTICS (Multiplexed Information and Computing Service) dikembangkan oleh MIT, General Electric, dan Bell Labs sebagai sistem operasi multi-user yang ambisius, meskipun akhirnya dihentikan. Namun, MULTICS menginspirasi pengembangan sistem operasi UNIX, yang diluncurkan pada tahun 1969 oleh Ken Thompson dan Dennis Ritchie. UNIX menjadi tonggak penting karena desain modular, file system hierarkis, dan dukungan multitasking-nya yang efisien.

Pada tahun 1980-an, sistem operasi mulai berkembang untuk komputer pribadi. IBM merilis PC pertama mereka pada 1981 dengan sistem operasi MS-DOS (Microsoft Disk Operating System), yang menjadi dasar dominasi Microsoft di pasar PC. Namun, antarmuka pengguna berbasis teks terbatas dalam hal kemudahan pemakaian. Karena itu, sistem operasi dengan antarmuka grafis mulai bermunculan, seperti Apple Macintosh System Software (kemudian macOS) dan Microsoft Windows, yang mulai populer sejak versi Windows 3.x dan kemudian Windows 95. Sistem operasi tidak lagi hanya efisien, tapi juga harus ramah pengguna.

Perkembangan besar berikutnya datang dari dunia open-source, ketika Linus Torvalds merilis kernel Linux pada tahun 1991. Linux mengadopsi banyak konsep dari UNIX, namun dikembangkan secara terbuka oleh komunitas. Linux menjadi dasar dari berbagai distribusi (distro) seperti Ubuntu, Fedora, dan CentOS, serta digunakan secara luas di server, sistem tertanam, dan bahkan ponsel pintar. Seiring berkembangnya internet dan kebutuhan akan sistem operasi skala besar, muncul sistem operasi jaringan dan sistem operasi terdistribusi, yang memungkinkan komputer di jaringan saling berbagi sumber daya dan memproses informasi secara paralel.

Pada tahun 2000-an hingga sekarang, sistem operasi tidak hanya berkembang di PC, tetapi juga di perangkat mobile dan

embedded. Android dan iOS mendominasi pasar ponsel pintar, dengan arsitektur yang dioptimalkan untuk mobilitas, efisiensi energi, dan integrasi dengan perangkat lunak cloud. Di sisi lain, sistem operasi real-time (RTOS) banyak digunakan di perangkat industri dan otomotif, di mana waktu respons sangat kritis. Selain itu, dengan munculnya virtualisasi dan cloud computing, sistem operasi seperti VMware ESXi, Hyper-V, dan sistem berbasis kontainer seperti Docker dan Kubernetes menjadi sangat penting untuk infrastruktur komputasi modern.

Seiring berkembangnya teknologi, sistem operasi kini hadir dalam berbagai bentuk seperti Android dan iOS untuk perangkat mobile, real-time operating system (RTOS) untuk perangkat embedded, serta cloud-based OS untuk mendukung komputasi terdistribusi dan virtualisasi. Evolusi sistem operasi tidak hanya ditandai oleh peningkatan efisiensi dan kapabilitas teknis, tetapi juga oleh tuntutan terhadap keamanan, konektivitas, dan interoperabilitas antarplatform.

Kini, sistem operasi tidak lagi hanya berada di komputer desktop, melainkan ada di hampir semua perangkat digital — dari jam tangan pintar hingga pusat data global. Evolusi sistem operasi tidak hanya mencerminkan kemajuan teknologi, tetapi juga pergeseran paradigma komputasi: dari mesin tunggal, ke jaringan, lalu ke komputasi awan dan kini menuju komputasi cerdas berbasis AI dan edge computing.

### **2.2.3 Fungsi Sistem Operasi**

Sistem Operasi (Operating System/OS) adalah perangkat lunak sistem yang mengelola perangkat keras komputer dan menyediakan layanan umum untuk program aplikasi. Sistem operasi bertindak sebagai penghubung antara pengguna, perangkat keras, dan perangkat lunak lain di komputer. Beberapa fungsi sistem operasi antara lain adalah sebagai berikut:

1. Manajemen Proses (Process Management)  
Mengelola proses yang sedang berjalan di sistem komputer, termasuk Penjadwalan proses (scheduling), Pembuatan dan penghapusan proses, Sinkronisasi dan komunikasi antar proses, Pengendalian deadlock. Contoh: Ketika Anda membuka beberapa aplikasi sekaligus, sistem operasi mengatur agar semua aplikasi mendapat waktu eksekusi dari CPU.
2. Manajemen Memori (Memory Management)  
Mengatur penggunaan memori utama (RAM) oleh program: Alokasi dan dealokasi memori, Menjaga agar satu program tidak mengakses area memori program lain, Paging dan swapping. Contoh: OS mengalokasikan memori untuk Microsoft Word saat dibuka dan melepaskannya setelah aplikasi ditutup.
3. Manajemen Perangkat (Device Management)  
Mengatur komunikasi antara sistem dan perangkat keras seperti printer, harddisk, mouse: Menggunakan driver untuk komunikasi perangkat, Mengatur antrian input/output (I/O), Mengontrol akses ke perangkat. Contoh: Ketika mencetak dokumen, sistem operasi meneruskan data ke printer dan mengatur antrian cetak.
4. Manajemen Berkas (File Management)  
Mengatur penyimpanan, penamaan, pengambilan, dan proteksi berkas: Menyediakan struktur direktori, Menentukan hak akses file, Menyediakan sistem file (FAT32, NTFS, ext4). Contoh: OS mengizinkan Anda membuat folder baru, menyimpan file, atau menghapusnya dengan aturan tertentu.
5. Manajemen Sistem I/O  
Menyediakan mekanisme bagi program untuk membaca/menulis data ke perangkat input/output:



Buffering dan spooling, Menyediakan antarmuka standar. Contoh: Saat Anda mengetik di keyboard, OS mengelola input karakter dan menampilkannya di layar melalui program yang sedang aktif.

6. User Interface (Antarmuka Pengguna)

Menyediakan cara bagi pengguna untuk berinteraksi dengan komputer: CLI (Command Line Interface): seperti Command Prompt dan Terminal, GUI (Graphical User Interface): seperti Windows, macOS, GNOME. Contoh: Antarmuka desktop yang Anda klik dan navigasi adalah bagian dari GUI sistem operasi.

7. Keamanan dan Proteksi (Security and Protection)

Menjaga data dan proses dari akses ilegal dan gangguan sistem: Otentikasi pengguna (login, password), Hak akses (read/write/execute), Enkripsi dan firewall. Contoh: Sistem operasi mencegah pengguna biasa menghapus file sistem atau mengakses file pengguna lain tanpa izin.

### 2.2.4 Jenis-Jenis Sistem Operasi

Sistem operasi merupakan perangkat lunak penting yang mengelola seluruh aktivitas dalam komputer, termasuk pengelolaan perangkat keras, perangkat lunak, serta interaksi pengguna. Berdasarkan karakteristik dan penggunaannya, sistem operasi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis.

Pertama, sistem operasi dapat dibedakan dari jenis antarmukanya. Ada sistem operasi berbasis teks, yang disebut Command Line Interface (CLI), seperti MS-DOS dan shell Linux (bash), di mana pengguna harus mengetikkan perintah secara manual. Jenis ini lebih cocok untuk pengguna mahir. Sebaliknya, sistem operasi dengan Graphical User Interface (GUI) seperti Windows, macOS, dan Ubuntu menyediakan tampilan antarmuka

yang menggunakan ikon, menu, dan jendela sehingga lebih ramah bagi pengguna umum.

Selanjutnya, berdasarkan kemampuan dalam menangani proses, sistem operasi terbagi menjadi beberapa kategori. Single user single tasking hanya memungkinkan satu pengguna dan satu program berjalan dalam satu waktu, seperti MS-DOS. Sedangkan single user multitasking memungkinkan satu pengguna menjalankan banyak aplikasi secara bersamaan, seperti pada Windows dan macOS. Multi-user system digunakan pada sistem jaringan di mana beberapa pengguna dapat mengakses komputer yang sama secara bersamaan, misalnya pada Unix dan Linux. Ada juga Real-Time Operating System (RTOS) yang digunakan dalam sistem tertanam (embedded system) dan memberikan respon sangat cepat terhadap input, seperti pada perangkat industri, kendaraan otomatis, dan perangkat medis.

Selain itu, sistem operasi juga diklasifikasikan berdasarkan perangkat yang digunakan. Untuk komputer pribadi (desktop dan laptop), digunakan sistem operasi seperti Microsoft Windows, berbagai distribusi Linux (seperti Ubuntu dan Fedora), dan macOS. Untuk server, digunakan sistem operasi khusus seperti Windows Server dan Linux Server (Ubuntu Server, CentOS, atau RHEL) yang dirancang untuk menangani jaringan, basis data, dan layanan skala besar. Sementara itu, perangkat mobile seperti smartphone dan tablet menggunakan sistem operasi seperti Android, iOS, dan HarmonyOS yang dioptimalkan untuk layar sentuh dan penggunaan baterai. Terakhir, pada perangkat embedded, sistem operasi ringan seperti Embedded Linux, FreeRTOS, dan Zephyr digunakan untuk perangkat seperti mikrokontroler, router, mesin ATM, dan peralatan industri lainnya.

Dengan keragaman jenis ini, sistem operasi menjadi fondasi penting yang mengatur dan mengoptimalkan kerja komputer sesuai dengan kebutuhan pengguna dan perangkatnya.

Sistem operasi berbasis teks berdasarkan tipit enteraface, usas-kampanunya, ya kamampilasas, dan target perangkat derinya.

**Sistem operasi berbasis teks (CLI)**  
• Simgal Command *Lnin Infe*

**Sistem operasi berbasis grafis (GUI)**  
• Windows, amaOS

**Single user, single tasking**  
• WindOS  
• Unix

**Multi user**  
• Unix Linux

**Real-time operating system (RTOS)**  
• VxWorks QNX

**Sistem operasi komputer desktop/laptop, server, mobile, embedded**  
• Sistem eperasi komputer deкто/aptop,  
• server, mobile, embedded



### 2.2.5 Keuntungan dan Kerugian Sistem Operasi

Setiap sistem operasi memiliki keuntungan dan kerugian tersendiri, tergantung pada kebutuhan dan preferensi pengguna. Sistem operasi seperti Linux menawarkan keamanan, fleksibilitas, dan biaya yang lebih terjangkau, namun bisa kurang user-friendly bagi pemula. Windows dikenal luas dan kompatibel dengan banyak perangkat lunak, tetapi bisa lebih rentan terhadap virus dan memiliki harga yang lebih mahal. macOS menawarkan ekosistem yang terintegrasi dengan perangkat Apple dan performa yang baik, tetapi kurang fleksibel dalam upgrade perangkat keras dan tidak ideal untuk gaming.

#### a. Keuntungan

Keuntungan sistem operasi dapat dilihat dari beberapa penjelasan dibawah ini :

- 1) **Manajemen sumber daya yang efisien** : Sistem operasi mengatur dan mengalokasikan sumber daya perangkat keras (CPU, memori, I/O) secara efisien, sehingga berbagai program dapat berjalan bersamaan tanpa saling mengganggu.
- 2) **Pengalaman pengguna yang lebih baik** : Antarmuka grafis (GUI) modern membuat interaksi dengan komputer menjadi lebih mudah dan intuitif, terutama bagi pengguna yang tidak memiliki pengetahuan teknis yang mendalam.
- 3) **Keamanan sistem yang lebih baik** : Sistem operasi menyediakan lapisan keamanan yang melindungi sistem dari serangan malware, akses tidak sah, dan kerusakan data.
- 4) **Dukungan untuk berbagai perangkat** : Sistem operasi modern mendukung berbagai jenis perangkat keras dan

perangkat, mulai dari PC hingga ponsel dan perangkat mobile lainnya.

- 5) **Fleksibilitas dan personalisasi**: Banyak sistem operasi menawarkan pilihan untuk menyesuaikan antarmuka, konfigurasi, dan aplikasi sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna.
- 6) **Stabilitas dan kinerja**: Sistem operasi yang baik memberikan stabilitas yang tinggi dan kinerja yang optimal, sehingga pengguna dapat melakukan berbagai tugas tanpa mengalami masalah.

b. Kerugian

Berikut beberapa kerugian dari Sistem Operasi:

- 1) **Kompleksitas** : Sistem operasi modern sangat kompleks, melibatkan banyak komponen dan proses yang saling berinteraksi.
- 2) **Kerentanan terhadap serangan** : Sistem operasi, terutama yang terhubung ke internet, rentan terhadap serangan malware, serangan siber, dan akses tidak sah.
- 3) **Potensi kegagalan sistem** : Jika ada masalah pada sistem operasi, seperti bug atau kesalahan, dapat menyebabkan kegagalan sistem dan kehilangan data.
- 4) **Keterbatasan sumber daya** : Sistem operasi, terutama pada perangkat dengan sumber daya terbatas, dapat mengalami masalah dengan memori, CPU, dan penyimpanan data.
- 5) **Harga** : Beberapa sistem operasi, terutama sistem operasi komersial, memiliki harga yang mahal.
- 6) **Dukungan perangkat keras** : Beberapa sistem operasi memiliki dukungan perangkat keras yang terbatas, terutama pada perangkat yang tidak populer atau baru.

- 7) **Keterbatasan aplikasi** : Beberapa sistem operasi mungkin memiliki keterbatasan dalam hal dukungan aplikasi atau kompatibilitas dengan perangkat lunak tertentu

### 2.2.6 Latihan dan Soal

- a. Jelaskan pengertian sistem operasi dan fungsinya secara umum!
- b. Sebutkan dan jelaskan minimal tiga jenis sistem operasi berdasarkan kemampuannya dalam menangani tugas!
- c. Apa saja keuntungan dan kerugian menggunakan sistem operasi berbasis open-source seperti Linux?

#### Jawaban

- a. Sistem operasi adalah perangkat lunak sistem yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dengan perangkat keras komputer. Sistem operasi mengelola semua sumber daya komputer, baik perangkat keras (seperti CPU, memori, dan perangkat I/O) maupun perangkat lunak (aplikasi), serta menyediakan antarmuka bagi pengguna untuk menjalankan program. Fungsinya meliputi manajemen proses, manajemen memori, manajemen berkas, manajemen perangkat keras, serta keamanan dan antarmuka pengguna.
- b. **Single Tasking** : Sistem operasi ini hanya dapat digunakan oleh satu pengguna dan hanya dapat menjalankan satu program pada satu waktu, contohnya MS-DOS. **Single User**, **Multi Tasking**: Digunakan oleh satu pengguna, tetapi dapat menjalankan beberapa program secara bersamaan. Contohnya Windows dan macOS. **Multi User**: Memungkinkan beberapa pengguna mengakses komputer atau sistem secara

bersamaan. Digunakan pada server, contohnya Linux dan Unix.

c. Keuntungan:

Gratis dan tidak memerlukan biaya lisensi. Dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan karena kode sumbernya terbuka. Keamanan lebih baik karena komunitas aktif dalam memperbaiki bug.

Kerugian: Tidak semua aplikasi populer mendukung Linux. Antarmuka dan penggunaan awal bisa sulit bagi pemula. Dukungan teknis resmi biasanya terbatas, tergantung komunitas

## 2.3 Penutup

### 2.3.1 Daftar Pustaka

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). Operating System Concepts (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). Modern Operating Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi oleh Onno W. Purbo
8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.

9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012



## **Bab 3 Komponen Sistem Operasi**

### **3.1 Pendahuluan**

Sistem operasi (Operating System/OS) merupakan perangkat lunak sistem yang bertugas mengelola perangkat keras dan perangkat lunak dalam komputer. Di dalam sistem operasi terdapat sejumlah komponen utama yang memiliki fungsi khusus dan bekerja secara terpadu untuk menjamin kinerja sistem komputer. Memahami komponen-komponen sistem operasi adalah langkah awal untuk memahami bagaimana komputer bekerja secara menyeluruh.

Oleh sebab itu, sangat krusial bagi kita untuk memahami elemen-elemen apa saja yang terdapat dalam suatu sistem operasi, agar kita dapat mempelajari sistem operasi dengan lebih menyeluruh. Bab ini memberikan gambaran umum mengenai elemen-elemen yang ada dalam sistem operasi. Penjelasan mendetail tentang tiap elemen tersebut akan disajikan di bab-bab selanjutnya dalam buku ini. Tanpa salah satu dari elemen-elemen ini, dapat dipastikan bahwa sistem operasi tidak akan berfungsi dengan optimal. Bayangkan jika kita memiliki sistem operasi yang tidak dapat mengelola beberapa program yang berjalan secara bersamaan. Kita tidak akan dapat mengetik sembari mendengarkan musik dan berselancar di dunia maya seperti yang biasa kita lakukan saat ini. Contoh ini hanya memberikan sedikit ilustrasi tentang bagaimana elemen-elemen sistem operasi saling berkaitan satu sama lain. Memahami elemen-elemen sistem operasi secara umum dapat mempermudah kita untuk mengetahui lebih dalam tentang berbagai aspek dari sistem operasi. Dari sekian banyak sistem operasi yang ada, tidak semua di antaranya memiliki elemen-elemen yang sama. Secara umum, sebuah sistem operasi modern umumnya terdiri dari komponen yang terdiri dari:

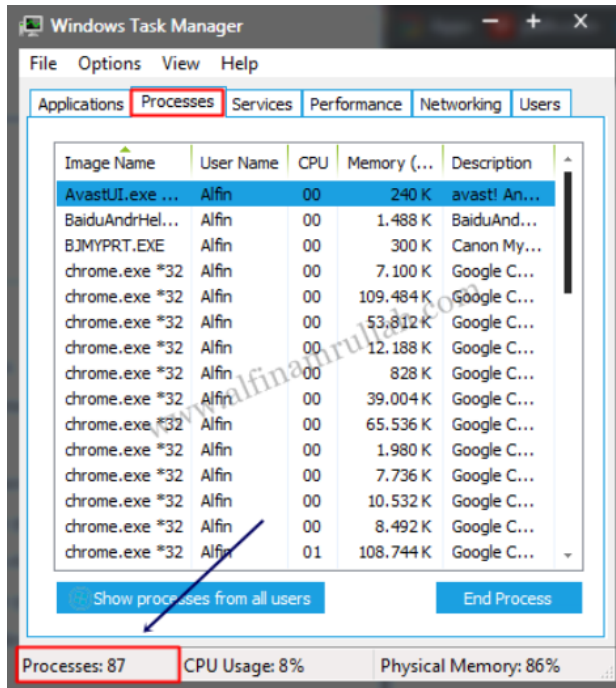
### 3.1.1 Manajer Proses (Process Management)

Komponen ini bertugas untuk mengatur dan mengelola proses yang berjalan dalam sistem, baik proses user maupun proses sistem. Setiap aplikasi atau program yang sedang berjalan akan dianggap sebagai satu proses oleh OS.

#### Kompetensi Khusus

1. Mampu Menerapkan prinsip dasar sistem jaringan komputer untuk menganalisa dan memilih topologi dan protokol serta platform sistem operasi jaringan yang sesuai dengan kebutuhan user
2. Mampu menguasai konfigurasi perangkat
3. Mampu merancang jaringan kecil
4. Mampu menguasai konsep dasar jaringan komputer, dapat menjelaskan kembali dan mengaplikasikan teknologi dan topologi jaringan komputer

Proses adalah sekumpulan instruksi yang sedang aktif atau dijalankan di dalam suatu sistem operasi komputer. Sebagai contoh, pada Sistem Operasi Windows, kita bisa melihatnya melalui Windows Task Manager (jalan pintas: ctrl + alt + del > pilih tab Proses). Contoh dari sebuah proses:



Pada ilustrasi di atas, terlihat bahwa ada 87 proses yang aktif di komputer saya saat ini.

Agar dapat beroperasi, setiap proses memerlukan sejumlah sumber daya tertentu untuk menyelesaikan tugasnya. Sumber daya yang diperlukan mencakup waktu CPU, memori, file, serta perangkat Input/Output. Ini dikenal sebagai pengelolaan proses.

Dalam menjalankan sebuah proses, sistem operasi memiliki tanggung jawab atas semua kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan proses tersebut. Kegiatan-kegiatan ini antara lain:

- a. Proses yang dibuat oleh pengguna dan sistem dapat dibuat serta dihapus.
- b. Proses yang sedang aktif bisa dihentikan sementara sebelum dilanjutkan kembali.
- c. Menyediakan kelengkapan untuk mekanisme sinkronisasi dan komunikasi antar proses.

### **3.1.2. Manajemen Memory Utama**

Memory adalah tempat menyimpan sebuah array yang biasanya berukuran word atau byte yang mempunyai alamat memorynya masing-masing. Memory dapat mengakses data yang digunakan oleh CPU dan perangkat Input/Output dengan cepat.

Sistem Operasi bertanggung jawab mengatur jalannya aktivitas-aktivitas yang berkaitan dengan memory. Proses inilah yang disebut dengan Manajemen Memory Utama. Aktivitas-aktivitas manajemen memory tersebut antara lain :

- a. Memelihara bagian-bagian memory yang sedang digunakan.
- b. Memtuskan proses-proses mana saja yang harus dipanggil ke memory.
- c. Mengalokasikan dan mendealokasikan ruang memory jika saat diperlukan.

### **3.1.3. Manajemen File**

File adalah informasi-informasi yang saling berhubungan yang sudah didefinisikan oleh user. File bisa dalam bentuk program dan data Misalnya gambar, file video, file music, dll.

Karena file termasuk dalam komponen utama suatu sistem operasi, maka sistem perlu mengatur aktivitas-aktivitas yang berkaitan dengan file. Ini yang dinamakan Manajemen File. Aktivitas-aktivitas yang diatur oleh sistem operasi dalam manajemen file adalah :

- a. Pembuatan dan penghapusan file.

- b. Pembuatan dan penghapusan direktori.
- c. Manipulasi file dan direktori.
- d. Pemetaan file ke memory sekunder.
- e. Backup file ke media penyimpanan nonvolatile.

#### **3.1.4. Manajemen I/O**

Input merupakan tahap di mana informasi atau perintah dimasukkan, sedangkan output adalah tahap di mana hasil dari input dikeluarkan, yang bisa berwujud hard copy seperti pencetakan teks dan gambar atau soft copy seperti tampilan di monitor dan suara. Sebuah sistem operasi juga memainkan peran penting dalam mengelola proses yang berkaitan dengan Manajemen I/O ini.

Aktivitas yang diatur oleh sistem operasi yang berkaitan dengan I/O terdiri dari:

- a. Sistem buffer-caching.
- b. Antarmuka driver perangkat secara umum.
- c. Driver untuk perangkat keras tertentu.

#### **3.1.5. Manajemen Penyimpanan Sekunder**

Untuk penyimpanan data, memori utama saja tidak memadai karena kapasitasnya terlalu kecil untuk menyimpan semua informasi dan perangkat lunak secara permanen. Informasi yang tersimpan hanya di memori utama akan hilang saat sistem dimatikan. Oleh karena itu, komputer memerlukan media penyimpanan sekunder untuk mendukung memori utama.

Dalam manajemen penyimpanan sekunder, Sistem Operasi memegang peranan penting dalam beberapa aktivitas yang berkaitan dengan media penyimpanan sekunder, antara lain:

- a. Penataan ruang yang tidak terpakai.
- b. Distribusi penyimpanan.
- c. Penjadwalan penggunaan disk.

### **3.1.6. Sistem Jaringan**

Sistem jaringan juga dikenal sebagai sistem terdistribusi. Dalam tulisan mengenai berbagai jenis sistem operasi, hal ini telah dibahas secara mendetail. Pada sistem terdistribusi, terdapat sejumlah prosesor yang bekerja secara bersamaan menggunakan jam komputer, namun setiap prosesor memiliki memori lokalnya sendiri.

Prosesor-prosesor dalam sebuah jaringan atau sistem terdistribusi terhubung melalui jalur komunikasi dengan memanfaatkan protokol tertentu. Sistem terdistribusi memberikan kesempatan bagi pengguna untuk mengakses berbagai macam sumber daya. Di sinilah peran sistem operasi berfungsi.

Sistem operasi yang terdistribusi atau yang terhubung dalam satu jaringan memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Mempercepat proses komputasi.
- b. Meningkatkan aksesibilitas data.
- c. Meningkatkan keandalan sistem.

### **3.1.7. Sistem Proteksi**

Sistem perlindungan merupakan suatu cara untuk menjaga atau mengatur siapa saja yang dapat mengakses sistem dan sumber daya oleh pengguna, program, atau proses. Tugas utama sistem operasi adalah untuk mengelola fungsi ini.

Langkah-langkah mekanisme pengendalian atau sistem perlindungan yang diberikan oleh sistem meliputi:

- a. Membedakan antara pengguna yang berwenang dan yang tidak berwenang.
- b. Menentukan kontrol yang terganggu.
- c. Menentukan metode pelaksanaan perlindungan.

### **3.1.8. Sistem Command Interpreter**

Sistem Command Interpreter merupakan sebuah program yang bertugas untuk menganalisis dan mengonversi instruksi kontrol. Istilah ini juga umum dikenal sebagai command-line interpreter di WINDOWS atau Shell di UNIX.

Beberapa instruksi dimasukkan ke dalam sistem operasi melalui pernyataan kontrol. Ini digunakan untuk beberapa hal, termasuk:

- a. Pengelolaan dan penciptaan proses.
- b. Penanganan input/output.
- c. Pengelolaan penyimpanan sekunder.
- d. Pengelolaan memori utama.
- e. Akses kepada sistem berkas.
- f. Keamanan.
- g. Jaringan.

Setiap komponen dalam sistem operasi memiliki peran vital untuk memastikan bahwa komputer dapat bekerja secara efisien dan stabil. Pemahaman menyeluruh terhadap komponen-komponen ini akan mempermudah kita dalam menganalisis kinerja sistem, melakukan troubleshooting, dan mengembangkan aplikasi atau sistem operasi itu sendiri

### **3.2.9 Latihan Soal**

1. Jelaskan perbedaan antara manajemen proses dan manajemen memori dalam sistem operasi!
2. Apa saja fungsi dari komponen File System Management? Berikan contoh penerapannya!
3. Mengapa komponen keamanan penting dalam sistem operasi modern? Jelaskan dengan contoh nyata.
4. Sebutkan dan jelaskan dua jenis antarmuka pengguna yang umum digunakan dalam sistem operasi.
5. Bagaimana hubungan antara kernel dan perangkat keras dalam sistem komputer?

Jawaban

1. Manajemen proses mengatur eksekusi program dan multitasking, sedangkan manajemen memori mengatur alokasi dan penggunaan RAM oleh proses yang berjalan.
2. File System Management berfungsi membuat, menghapus, mengatur struktur folder, dan melindungi file. Contoh: mengatur penyimpanan data pada partisi hard disk.
3. Keamanan mencegah akses ilegal, pencurian data, atau serangan malware. Contoh: login dengan autentikasi, firewall.
4. CLI (Command Line Interface) memungkinkan interaksi melalui teks/terminal, sedangkan GUI (Graphical User Interface) menggunakan ikon dan jendela.
5. Kernel adalah inti dari OS yang langsung berinteraksi dengan perangkat keras untuk menjalankan perintah dari perangkat lunak.

### **3.3 Penutup**

Komponen sistem operasi merupakan elemen fundamental yang membentuk kinerja dan fungsionalitas sebuah sistem komputer. Melalui pengelolaan proses, memori, berkas, perangkat input/output, keamanan, serta antarmuka pengguna, sistem operasi mampu menjembatani interaksi antara perangkat keras dengan pengguna secara efisien. Pemahaman yang baik tentang tiap komponen tidak hanya memperkuat wawasan konseptual, tetapi juga menjadi dasar penting dalam penerapan praktis, seperti pengembangan aplikasi, pemeliharaan sistem, serta pemecahan masalah teknis yang kompleks.

Dengan memahami keterkaitan dan fungsi setiap komponen, pembaca diharapkan mampu mengenali bagaimana sistem operasi bekerja secara holistik serta siap mengaplikasikan konsep-konsep ini dalam dunia nyata, baik di lingkungan pendidikan, profesional, maupun dalam penelitian lebih lanjut.



### 3.3.1 Daftar Pustaka

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). Operating System Concepts (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). Modern Operating Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi Oleh Onno W. Purbo
8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012

## **Bab 4 Struktur Sistem Operasi**

### **4.1 Pendahuluan**

Struktur sistem operasi merujuk pada bagaimana komponen-komponen internal dari sistem operasi diorganisasikan dan saling berinteraksi satu sama lain untuk menyediakan layanan kepada pengguna serta mengelola perangkat keras. Struktur ini dirancang agar sistem operasi dapat bekerja secara efisien, terorganisir, aman, dan mudah dikembangkan atau dimodifikasi. Pemilihan struktur tertentu sangat dipengaruhi oleh tujuan desain, efisiensi, dan kemudahan pemeliharaan sistem.

#### **4.1.1 Kompetensi Umum**

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

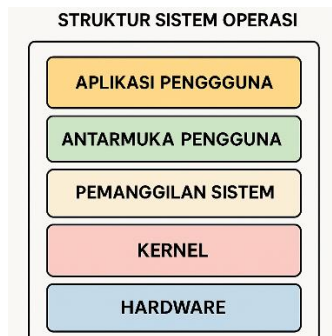
#### **4.1.2 Kompetensi Khusus**

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer

2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengkategorikan Tentang Sitem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## 4.2 Penyajian

Pengenalan Sistem Operasi Membahas tentang pengenalan perangkat lunak inti yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat keras komputer.. Mata kuliah ini memberikan landasan penting bagi mahasiswa atau profesional IT dalam mengelola Sistem Operasi secara efektif.



Gambar 4.1 Struktur Sistem Operasi

### 4.2.1 Struktur Monolitik (Monolithic Structure)

Struktur monolitik adalah bentuk struktur sistem operasi yang paling sederhana dan paling awal digunakan. Dalam struktur ini, semua layanan sistem operasi seperti manajemen proses, memori, file, dan perangkat I/O dijalankan dalam satu ruang alamat (kernel space) dan saling berinteraksi langsung tanpa pemisahan

modul yang ketat. Kernel dalam struktur monolitik bersifat besar dan kompleks, namun cepat karena tidak ada batas antar modul.

Contoh sistem operasi yang menggunakan struktur ini antara lain adalah MS-DOS dan versi awal dari Unix. Kelebihannya terletak pada performa yang tinggi karena overhead antar proses relatif kecil, namun kelemahannya adalah sulit dalam pemeliharaan dan rawan kesalahan, karena satu kesalahan pada bagian kernel dapat menyebabkan sistem gagal total (crash).

#### **4.2.2 Struktur Berlapis (Layered Structure)**

Struktur berlapis memisahkan sistem operasi menjadi beberapa tingkatan yang tersusun secara berhierarki, di mana setiap tingkat hanya berkomunikasi dengan tingkatan di bawahnya. Tingkat paling bawah menangani perangkat keras, sedangkan tingkat tertinggi berhubungan dengan pengguna. Metode ini mempermudah pemeliharaan karena setiap tingkat dapat dikembangkan atau diuji secara independen.

Setiap tingkat memiliki fungsi spesifik; contohnya, ada tingkat yang bertugas untuk manajemen memori, dan tingkat lainnya untuk sistem berkas, dan sebagainya. Contoh sistem operasi yang menggunakan pendekatan ini adalah THE Operating System serta beberapa aspek dari Multics. Manfaat dari metode ini adalah modularitas dan kemudahan dalam proses debugging, sementara kelemahannya terletak pada kemungkinan penurunan kinerja karena interaksi antar tingkat.

#### **4.2.3 Struktur Kernel Mikro (Microkernel)**

Struktur microkernel meminimalkan fungsi yang terdapat di dalam inti kernel. Hanya fungsi paling mendasar seperti pengelolaan proses, interaksi antar proses, dan pengaturan memori yang beroperasi dalam mode kernel. Fungsi lainnya, seperti pengelolaan

sistem berkas, pengelolaan perangkat, dan jaringan, dioperasikan dalam ruang pengguna sebagai proses terpisah yang saling berkomunikasi melalui pengiriman pesan.

Pendekatan ini menawarkan manfaat signifikan terkait dengan keamanan dan keandalan. Apabila satu layanan mengalami kegagalan, hal itu tidak langsung berdampak pada sistem inti. Contoh sistem operasi yang menerapkan pendekatan ini termasuk Minix dan QNX, bersama dengan versi modern dari macOS dan Windows NT yang memiliki elemen microkernel. Namun, kekurangan dari pendekatan ini adalah performa yang mungkin lebih lambat karena interaksi antara komponen memerlukan waktu yang lebih lama.

#### **4.2.4 Struktur Modular**

Struktur modular merupakan pengembangan dari pendekatan monolitik dan microkernel. Dalam struktur ini, sistem operasi terdiri dari modul-modul terpisah yang dapat dimuat dan dilepaskan secara dinamis sesuai kebutuhan. Modul-modul ini berjalan dalam kernel space, tetapi tetap terorganisir dengan baik seperti arsitektur berorientasi objek.

Linux modern adalah contoh sistem operasi dengan struktur modular, di mana administrator dapat menambahkan modul kernel (driver, sistem file, dll) tanpa harus memodifikasi keseluruhan kernel. Struktur ini memberikan fleksibilitas, efisiensi, serta kemudahan dalam pengembangan dan perawatan sistem.

#### **4.2.5 Struktur Mesin Virtual (Virtual Machine)**

Struktur mesin virtual memungkinkan satu perangkat keras fisik untuk menjalankan berbagai sistem operasi secara bersamaan melalui penggunaan hypervisor. Hypervisor membangun lingkungan virtual yang menyerupai perangkat keras asli. Setiap sistem operasi berfungsi seolah-olah memiliki perangkat kerasnya sendiri.

Contoh penerapan dari struktur ini meliputi VMware, VirtualBox, dan Hyper-V. Metode ini umum digunakan dalam konteks komputasi awan dan pengujian sistem karena sifat fleksibel dan biaya yang rendah. Namun, overhead performa dapat menjadi persoalan tergantung pada arsitektur dan kebutuhan sumber daya.

#### 4.2.7 Latihan Soal

1. Jelaskan secara rinci perbedaan antara struktur monolitik dan struktur microkernel dalam sistem operasi! Berikan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing!
2. Mengapa struktur modular dianggap sebagai solusi kompromi antara monolitik dan microkernel? Jelaskan manfaat utamanya!
3. Jelaskan bagaimana struktur mesin virtual dapat mendukung efisiensi dalam pengembangan dan pengujian perangkat lunak!

Jawaban

1. **Struktur monolitik** adalah jenis struktur sistem operasi di mana semua fungsi sistem (manajemen proses, memori, I/O, file system, dll.) dijalankan dalam satu ruang kernel. Semua komponen terintegrasi dan saling berinteraksi langsung dalam kernel space.  
Kelebihan: Performa tinggi karena interaksi langsung antar komponen dan tanpa overhead komunikasi.  
Kekurangan: Sulit dalam pemeliharaan, rentan crash karena satu kesalahan bisa memengaruhi seluruh sistem.  
**Struktur microkernel** hanya menjalankan fungsi dasar (seperti IPC, manajemen memori dan proses) dalam kernel space. Fungsi lainnya seperti sistem file, driver,

dan manajemen I/O berjalan di user space dan berkomunikasi menggunakan message passing.

Kelebihan: Lebih aman dan stabil karena komponen terpisah; mudah dikembangkan.

Kekurangan: Komunikasi antar komponen melalui message passing menambah overhead sehingga dapat menurunkan performa.

2. Struktur modular menggabungkan keunggulan dari struktur monolitik dan microkernel. Seperti monolitik, modul-modul sistem tetap berada di kernel space sehingga memiliki performa tinggi, namun seperti microkernel, modul-modul tersebut bersifat terpisah dan dapat dimuat atau dilepas secara dinamis.

**Manfaat utama :**

Mudah dalam pengembangan dan pemeliharaan karena setiap modul dapat dikembangkan secara terpisah.

Mendukung fleksibilitas, misalnya menambahkan driver atau sistem file tanpa merestart komputer.

Lebih stabil karena kerusakan satu modul tidak selalu menyebabkan crash sistem secara total.

3. Struktur mesin virtual memungkinkan satu perangkat keras fisik menjalankan beberapa sistem operasi secara bersamaan melalui hypervisor. Hal ini sangat bermanfaat dalam pengembangan dan pengujian karena:

Developer dapat menguji aplikasi di berbagai OS tanpa perlu banyak perangkat fisik.

Isolasi antar VM memungkinkan eksperimen tanpa risiko merusak sistem utama.

Sistem dapat dengan mudah disimpan sebagai snapshot dan dikembalikan kapan saja.

Memungkinkan simulasi lingkungan produksi dengan biaya rendah.

Dengan demikian, struktur ini mendukung efisiensi, skalabilitas, dan keamanan dalam proses pengembangan perangkat lunak.

### 4.3 Penutup

Memahami struktur sistem operasi merupakan langkah penting dalam mengenali bagaimana sebuah komputer mengelola sumber dayanya secara efisien. Dengan berbagai pendekatan struktur—seperti struktur monolitik, berlapis (layered), mikro-kernel, modul, hingga sistem berbasis virtual machine—kita dapat melihat bahwa setiap jenis struktur memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, tergantung pada kebutuhan sistem dan tujuan pengembangannya.

Struktur sistem operasi tidak hanya berpengaruh pada kinerja dan stabilitas sistem, tetapi juga menentukan seberapa mudah sistem tersebut dapat dikembangkan, diuji, dan dipelihara. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam terhadap konsep ini sangat penting bagi para profesional di bidang teknologi informasi, terutama mereka yang berkecimpung dalam pengembangan sistem operasi, perangkat lunak sistem, atau sistem tertanam.

Dengan pengetahuan ini, diharapkan mahasiswa mampu menganalisis serta memilih arsitektur sistem operasi yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi dan perangkat keras yang digunakan. Pemahaman ini juga akan menjadi dasar yang kuat dalam mempelajari topik lanjutan seperti manajemen proses, manajemen memori, sistem file, dan keamanan sistem operasi.

#### 4.3.1 Daftar Pustaka

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating System Concepts* (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). *Modern Operating*



- Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
  4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
  5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
  6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
  7. Sistem Operasi Oleh Onno W. Purbo
  8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
  9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
  10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012.

# Bab 5 Konsep Proses

## 5.1 Pendahuluan

Dalam konteks sistem operasi, proses adalah program yang sedang dieksekusi. Proses tidak hanya terdiri dari kode program (text section), tetapi juga mencakup sejumlah aktivitas, seperti status eksekusi (program counter), isi register, variabel, data, serta informasi manajemen sumber daya. Proses adalah unit kerja yang paling dasar yang dijalankan oleh sistem operasi dalam mengelola sumber daya komputer. Saat sebuah program dijalankan, sistem operasi membuat instans dari program tersebut sebagai sebuah proses agar dapat dieksekusi oleh CPU.

### 5.1.1 Kompetensi Umum

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### 5.1.2 Kompetensi Khusus

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer

2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengategorikan Tentang Sitem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## 5.2 Penyajian

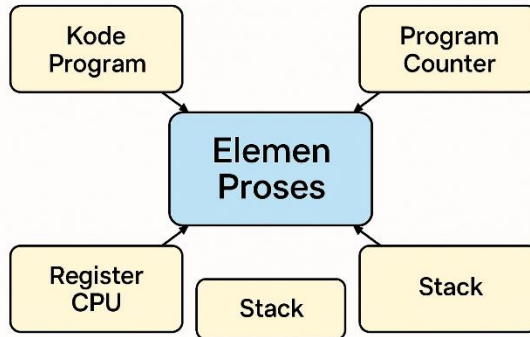
Pengenalan Sistem Operasi Membahas tentang pengenalan perangkat lunak inti yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat keras komputer.. Mata kuliah ini memberikan landasan penting bagi mahasiswa atau profesional IT dalam mengelola Sistem Operasi secara efektif.

### 5.2.1 Elemen – Elemen Proses

Setiap proses memiliki struktur dan atribut yang terdiri dari beberapa bagian penting:

- Kode Program (Text Section): Merupakan bagian dari proses yang berisi instruksi-instruksi yang akan dieksekusi oleh CPU.
- Program Counter (PC): Menyimpan alamat dari instruksi berikutnya yang akan dieksekusi.
- Register CPU: Digunakan untuk menyimpan nilai-nilai sementara selama eksekusi proses, seperti accumulator, index register, dan stack pointer.
- Stack: Digunakan untuk menyimpan informasi fungsi yang dipanggil (parameter, variabel lokal, dan alamat pengembalian).
- Heap: Area memori yang digunakan untuk alokasi dinamis selama runtime.

- Data Section: Berisi variabel-variabel global dan statis yang digunakan oleh proses.

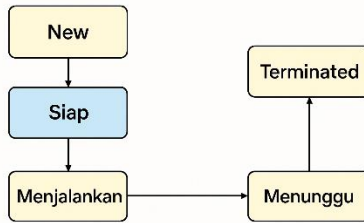


Gambar 5.1. Elemen Proses

### 5.2.2 Status Proses (Process States)

Setiap proses dapat berada dalam salah satu dari beberapa status selama siklus hidupnya:

- New (Baru): Proses sedang dibuat oleh sistem.
- Ready (Siap): Proses sudah berada di memori utama dan menunggu giliran untuk dieksekusi oleh CPU.
- Running (Sedang Berjalan): Proses sedang aktif menggunakan CPU.
- Waiting (Menunggu): Proses menunggu suatu peristiwa eksternal seperti masukan dari pengguna atau penyelesaian I/O.
- Terminated (Selesai): Proses telah menyelesaikan eksekusinya dan akan dihapus dari sistem.



Gambar 5.2 Status Proses

Transisi antar status ini dikelola oleh scheduler dan dispatcher dari sistem operasi, yang menentukan kapan dan bagaimana proses berpindah dari satu status ke status lain.

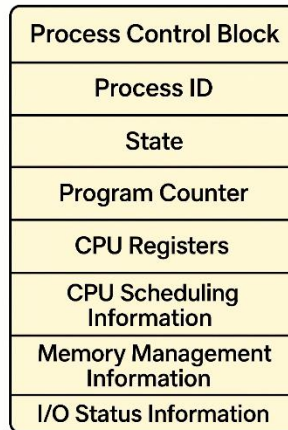
### 5.2.3 Process Control Block (PCB)

Process Control Block (PCB) adalah struktur data yang digunakan oleh sistem operasi untuk menyimpan semua informasi terkait proses. PCB disimpan di memori dan merupakan identitas proses dalam sistem. Beberapa komponen utama dari PCB meliputi:

- Process ID (PID): Identitas unik setiap proses.
- State: Menyatakan status proses saat ini.
- Program Counter: Menunjukkan instruksi berikutnya.
- Register Information: Menyimpan kondisi register saat terjadi context switch.
- Scheduling Information: Prioritas proses, pointer ke antrian, dan informasi penjadwalan lainnya.
- Memory Management Information: Termasuk informasi segmentasi, page table, dan batasan memori.

- Accounting Information: Waktu CPU yang digunakan, waktu eksekusi, dll.
- I/O Status Information: File yang dibuka, perangkat I/O yang digunakan, dan permintaan I/O yang tertunda.

PCB sangat penting untuk manajemen proses dan konteks switching, yaitu saat CPU berpindah dari satu proses ke proses lainnya.

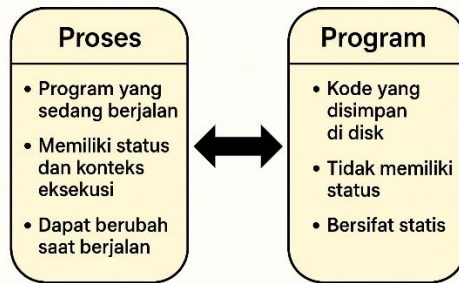


Gambar 5.3 Proses Control Block (PCB)

### 5.2.4 Proses vs Program

Membedakan proses dan program sangat penting dalam studi sistem operasi.

- Program adalah entitas pasif berupa berkas yang berisi instruksi.
- Proses adalah entitas aktif yang menjalankan instruksi-instruksi tersebut dan memiliki konteks eksekusi.



Gambar 5.4 Proses VS Program

Contoh: file editor.exe adalah program. Saat pengguna menjalankannya, maka sistem membuat satu atau beberapa proses editor untuk digunakan. Setiap proses tersebut bisa memiliki status dan sumber daya yang berbeda.

### 5.2.5 Contoh Nyata

Sebagai ilustrasi: saat Anda membuka tiga jendela browser (misalnya Google Chrome), meskipun hanya menggunakan satu aplikasi, sistem operasi akan membuat beberapa proses yang menangani setiap tab atau plugin secara terpisah. Ini memungkinkan sistem berjalan lebih stabil—jika satu tab crash, tab lainnya tetap berjalan.

### 5.2.6 Latihan Soal

1. Jelaskan secara rinci apa yang dimaksud dengan proses dalam sistem operasi. Apa saja elemen penting yang membentuk sebuah proses?
2. Sebutkan dan jelaskan lima status utama yang dapat dialami oleh sebuah proses selama siklus hidupnya!

Jawaban

1. Proses adalah program yang sedang dieksekusi dan merupakan satuan kerja terkecil yang dikelola oleh sistem operasi. Setiap proses memiliki beberapa elemen penting, yaitu:
  - Kode program (text section): Instruksi yang akan dijalankan.
  - Program counter: Menunjukkan instruksi berikutnya yang akan dijalankan.
  - Register CPU: Menyimpan data sementara selama proses berjalan.
  - Stack: Menyimpan parameter fungsi, alamat pengembalian, dan variabel lokal.
  - Heap: Menyimpan data yang dialokasikan secara dinamis.
  - Data section: Menyimpan data dan variabel global.
2. Lima status utama proses adalah:
  1. New (Baru): Proses baru saja dibuat.
  2. Ready (Siap): Proses siap dijalankan dan menunggu giliran menggunakan CPU.
  3. Running (Sedang Berjalan): Proses sedang dieksekusi oleh CPU.
  4. Waiting (Menunggu): Proses sedang menunggu peristiwa seperti input/output selesai.
  5. Terminated (Selesai): Proses telah selesai menjalankan instruksinya dan dihentikan oleh sistem..

### 5.3 Penutup

Konsep proses merupakan inti dari pengelolaan komputasi modern oleh sistem operasi. Dengan memahami komponen, status, dan siklus hidup proses, kita dapat memahami bagaimana sistem operasi memberikan lingkungan eksekusi yang efisien, aman, dan stabil bagi berbagai aplikasi. Proses juga menjadi dasar dalam



implementasi multitasking dan multiprogramming, menjadikan sistem operasi dapat menangani lebih dari satu tugas dalam waktu bersamaan.

### 5.3.1 Daftar Pustaka

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). Operating System Concepts (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). Modern Operating Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi Oleh Onno W. Purbo
8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012.

# Bab 6 Konsep Thread

## 6.1 Pendahuluan

Thread, atau dikenal juga sebagai *lightweight process*, adalah unit eksekusi terkecil dalam suatu proses. Sebuah proses dapat memiliki satu atau lebih thread yang berjalan secara bersamaan dan berbagi sumber daya seperti memori, file, dan variabel global. Berbeda dengan proses tradisional yang independen dan memiliki ruang alamat sendiri, thread dalam satu proses berbagi ruang alamat yang sama namun memiliki stack, program counter, dan register masing-masing.

### 6.1.1 Kompetensi Umum

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### 6.1.2 Kompetensi Khusus

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer

2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengkategorikan Tentang Sitem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## **6.2 Penyajian**

Pengenalan Sistem Operasi Membahas tentang pengenalan perangkat lunak inti yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan perangkat keras komputer.. Mata kuliah ini memberikan landasan penting bagi mahasiswa atau profesional IT dalam mengelola Sistem Operasi secara efektif.

### **6.2.1 Keuntungan Penggunaan Thread**

Penggunaan thread memberikan berbagai keuntungan, terutama dalam hal efisiensi dan performa sistem. Beberapa keuntungan utama adalah sebagai berikut:

- Responsivitas Tinggi: Aplikasi yang memiliki banyak thread dapat tetap responsif terhadap input pengguna meskipun sedang menjalankan proses berat di latar belakang.
- Pembagian Kerja (Concurrency): Thread mempermudah pembagian tugas besar menjadi tugas-tugas kecil yang dapat dikerjakan paralel, terutama pada sistem multiprosesor.
- Efisiensi Sumber Daya: Pembuatan dan pengelolaan thread lebih ringan dibanding proses karena tidak memerlukan alokasi ruang alamat terpisah.

### **6.2.2 Jenis-jenis Thread**

Secara umum, thread dibedakan menjadi dua jenis utama berdasarkan pengelolaannya:

- **User-Level Thread (ULT)**  
Merupakan thread yang dikelola sepenuhnya oleh pustaka aplikasi di ruang pengguna (user space). Sistem operasi tidak menyadari keberadaan ULT ini. Keunggulannya adalah efisiensi dan kecepatan, tetapi jika satu thread diblokir, semua thread dalam proses bisa ikut terblokir.
  
- **Kernel-Level Thread (KLT)**  
Dikelola oleh sistem operasi di level kernel. Setiap thread dikenali dan dijadwalkan secara individual oleh kernel. Ini memungkinkan pemrosesan yang lebih fleksibel, tetapi membutuhkan sumber daya lebih banyak dibanding ULT.

### 6.2.3 Perbedaan antara Proses dan Thread

Tabel Perbandingan proses dan thread

Aspek	Proses	Thread
Ruang alamat	Terpisah antar proses	Berbagi ruang alamat dengan thread lain
Waktu pembuatan	Relatif lambat	Relatif cepat
Komunikasi	Menggunakan mekanisme IPC	Menggunakan memori bersama
Efek kegagalan	Tidak memengaruhi proses lain	Bisa memengaruhi thread lain dalam proses yang sama

### 6.2.4 Contoh Implementasi Thread

Contoh nyata penggunaan thread dapat ditemukan pada aplikasi peramban web (web browser). Setiap tab yang dibuka pengguna dapat dijalankan sebagai thread terpisah. Hal ini memungkinkan pengguna membuka banyak halaman secara

simultan, dan jika salah satu tab mengalami gangguan, tab lain tetap bisa berjalan normal.

### 6.2.5 Latihan soal

1. Jelaskan pengertian thread dan perbedaannya dengan proses dalam sistem operasi!
2. Sebutkan dan jelaskan dua jenis utama thread dalam sistem operasi!
3. Mengapa penggunaan thread dapat meningkatkan kinerja sistem dan aplikasi? Berikan contohnya!

Jawaban

1. Thread adalah unit eksekusi terkecil dalam sebuah proses yang dapat berjalan secara independen dan berbagi sumber daya seperti ruang alamat, file, dan variabel global dengan thread lain dalam proses yang sama. Berbeda dengan proses yang memiliki ruang alamat sendiri dan berdiri secara independen, thread berjalan dalam konteks proses induknya. Proses lebih berat secara sumber daya, sementara thread lebih ringan dan lebih cepat dalam hal pembuatan dan pengelolaan. Komunikasi antar thread juga lebih efisien karena berbagi memori bersama.
2. Dua jenis utama thread adalah:
  1. User-Level Thread (ULT): Thread yang dikelola oleh pustaka thread di level pengguna. Sistem operasi tidak mengetahui keberadaan thread ini. Keuntungan utamanya adalah efisiensi karena tidak memerlukan interaksi langsung dengan kernel. Namun, kelemahannya adalah jika satu thread diblokir, seluruh proses juga akan terblokir.
  2. Kernel-Level Thread (KLT): Thread yang dikelola oleh sistem operasi di level kernel. Kernel mengetahui dan menjadwalkan masing-masing thread secara

independen. Kelebihannya adalah dapat berjalan secara paralel pada sistem multiprosesor, tetapi pembuatan dan pengelolaannya memerlukan overhead lebih tinggi.

3. Penggunaan thread meningkatkan kinerja sistem karena memungkinkan eksekusi tugas secara paralel atau bersamaan, sehingga waktu pemrosesan menjadi lebih cepat. Selain itu, karena thread berbagi ruang alamat dalam satu proses, komunikasi antar thread lebih efisien dan hemat sumber daya dibanding antar proses. Contohnya, pada browser web, setiap tab dijalankan sebagai thread terpisah. Ini memungkinkan pengguna membuka banyak tab secara bersamaan tanpa memperlambat seluruh aplikasi, dan jika satu tab bermasalah, tab lainnya tetap berjalan normal.

### **6.3 Penutup**

Thread merupakan komponen penting dalam pengembangan dan manajemen proses dalam sistem operasi modern. Dengan konsep dasar sebagai unit terkecil eksekusi, thread memungkinkan sebuah proses menjalankan banyak tugas secara bersamaan (concurrent), tanpa harus menciptakan proses baru yang memerlukan ruang alamat terpisah. Keunggulan inilah yang membuat thread menjadi sangat efisien dalam pemanfaatan sumber daya sistem, terutama dalam lingkungan komputasi multitasking dan multiprosesor.

Salah satu alasan utama penggunaan thread adalah untuk meningkatkan performa dan efisiensi aplikasi. Thread memungkinkan operasi-operasi berat seperti pemrosesan data, perhitungan kompleks, atau akses jaringan berjalan di latar belakang tanpa mengganggu interaksi pengguna di antarmuka utama. Contohnya dapat ditemukan pada aplikasi pemutar media, di mana

satu thread menangani antarmuka pengguna, sementara thread lain menangani pemrosesan audio atau video secara simultan.

Dari sisi sistem operasi, manajemen thread memberikan tantangan dan peluang tersendiri. Sistem harus mampu menjadwalkan, mensinkronisasi, dan mengelola berbagai thread dalam suatu proses tanpa menimbulkan kondisi balapan (race condition), deadlock, atau konsumsi sumber daya yang berlebihan. Oleh karena itu, pengenalan terhadap struktur thread dan perbedaannya dengan proses sangat krusial dalam memahami bagaimana sistem operasi bekerja secara efisien di balik layar.

Selain itu, pemahaman mengenai perbedaan antara thread tingkat pengguna (user-level thread) dan thread tingkat kernel (kernel-level thread) juga penting, karena setiap jenis memiliki implikasi terhadap performa dan kendali sistem. Thread tingkat pengguna lebih cepat dibuat dan dikelola, namun tidak dapat memanfaatkan multiprosesor dengan optimal. Sementara itu, thread tingkat kernel lebih fleksibel, tetapi memiliki overhead yang lebih tinggi.

### **6.3.1 Daftar Pustaka**

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating System Concepts* (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). *Modern Operating Systems* (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). *Operating Systems: Internals and Design Principles* (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). *Computing: A Concise History*. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). *Understanding Operating Systems* (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). *The UNIX Time-*

- Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi Oleh Onno W. Purbo
  8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
  9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
  10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012.



# Bab 7 Konsep Penjadwalan CPU

## 1.1 Pendahuluan

Penjadwalan CPU (CPU Scheduling) adalah proses pemilihan salah satu proses dari antrian siap (ready queue) yang akan dieksekusi oleh CPU. Karena dalam sistem multiprogramming terdapat lebih dari satu proses yang siap untuk dieksekusi, sistem operasi harus memutuskan proses mana yang akan dijalankan terlebih dahulu berdasarkan kebijakan tertentu.

Tujuan utama penjadwalan CPU adalah untuk memaksimalkan pemanfaatan CPU dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Sistem operasi bertindak sebagai penjadwal (scheduler) yang memilih proses berdasarkan algoritma penjadwalan tertentu.

### 1.1.1 Kompetensi Umum

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### **1.1.2 Kompetensi Khusus**

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer
2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengkategorikan Tentang Sitem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## **7.2 Penyajian**

Dalam sistem multiprogramming, CPU adalah sumber daya utama yang harus dialokasikan secara efisien kepada proses-proses yang bersaing. Karena hanya satu proses yang dapat menggunakan CPU pada satu waktu, sistem operasi perlu melakukan seleksi terhadap proses mana yang mendapat giliran eksekusi terlebih dahulu. Proses seleksi inilah yang disebut penjadwalan CPU.

### **7.2.1 Defenisi Penjadwalan CPU**

Penjadwalan CPU (CPU Scheduling) adalah mekanisme yang digunakan sistem operasi untuk menentukan proses mana yang harus dieksekusi oleh CPU dari sekumpulan proses yang berada dalam keadaan siap (ready state). Karena CPU adalah sumber daya yang sangat penting dan terbatas, sistem operasi bertugas mengatur penggunaannya agar efisien, adil, dan responsif.

Dalam sistem multitasking dan multiprogramming, banyak proses aktif pada saat bersamaan. Namun, hanya satu proses yang dapat dijalankan oleh CPU pada satu waktu (kecuali pada sistem multiprosesor). Oleh karena itu, sistem operasi harus menggunakan

algoritma penjadwalan untuk memilih proses yang paling sesuai untuk dieksekusi selanjutnya.

### **7.2.2 Tujuan Penjadwalan CPU**

Penjadwalan CPU dirancang untuk mencapai berbagai tujuan utama, tergantung pada jenis sistem operasi yang digunakan (batch, time-sharing, real-time). Tujuan-tujuan tersebut antara lain:

- Meningkatkan Utilisasi CPU: Memastikan bahwa CPU tidak menganggur, dan terus digunakan secara optimal.
- Memaksimalkan Throughput: Meningkatkan jumlah proses yang diselesaikan dalam rentang waktu tertentu.
- Meminimalkan Waktu Tunggu (Waiting Time): Mengurangi total waktu proses berada dalam antrian.
- Meminimalkan Turnaround Time: Mengurangi waktu antara proses masuk ke sistem hingga proses selesai sepenuhnya.
- Meminimalkan Response Time: Mempercepat waktu antara permintaan proses hingga mendapatkan tanggapan pertama.
- Menjamin Keadilan: Menyediakan waktu CPU secara merata kepada semua proses agar tidak ada yang kelaparan (starvation).

### **7.2.3 Jenis-Jenis Penjadwalan Berdasarkan Waktu**

#### **a. Penjadwalan Jangka Panjang (Long-Term Scheduling)**

Bertugas memilih proses dari job pool (antrian proses di disk) untuk dimasukkan ke memori utama. Jenis ini menentukan jumlah proses aktif dalam sistem dan mengatur tingkat multiprogramming.

#### **b. Penjadwalan Jangka Menengah (Medium-Term Scheduling)**

Digunakan untuk mengelola proses yang sedang mengalami penundaan atau ditukar keluar (swapped out) dari memori utama. Ini digunakan untuk mengontrol beban kerja sistem.

### c. **Penjadwalan Jangka Pendek (Short-Term Scheduling)**

Bertugas memilih salah satu dari proses dalam antrian siap untuk dieksekusi oleh CPU. Penjadwalan ini sangat cepat dan dilakukan dalam milidetik. Penjadwalan jangka pendek dikenal juga sebagai CPU scheduling

#### **7.2.4 Algoritma Penjadwalan CPU**

Beberapa algoritma penjadwalan CPU yang umum digunakan adalah :

##### **1. First-Come, First-Served (FCFS)**

Proses dijalankan berdasarkan urutan kedatangannya.

Implementasi mudah menggunakan antrian FIFO.

Kekurangan: Proses dengan burst time panjang dapat menyebabkan convoy effect.

##### **2. Shortest Job First (SJF)**

Proses dengan waktu eksekusi terpendek dijalankan terlebih dahulu.

Terdapat dua jenis: non-preemptive dan preemptive (Shortest Remaining Time First/SRTF).

Kelebihan: Meminimalkan waktu tunggu rata-rata.

Kekurangan: Membutuhkan estimasi burst time, rawan starvation.

##### **3. Priority Scheduling**

Setiap proses memiliki prioritas. Proses dengan prioritas tertinggi dieksekusi dulu.

Bisa preemptive atau non-preemptive.

Masalah utama: starvation, namun dapat diatasi dengan aging (meningkatkan prioritas proses yang lama menunggu).

##### **4. Round Robin (RR)**

Proses diberi jatah waktu tetap (time quantum). Jika belum selesai, akan diputar ke antrian akhir.

Cocok untuk sistem time-sharing.

Pemilihan ukuran time quantum yang tepat sangat penting.

### 5. Multilevel Queue Scheduling

Proses dikelompokkan ke dalam beberapa antrian (foreground, background, dll.)

Setiap antrian memiliki algoritma penjadwalan sendiri.

Proses tidak berpindah antar antrian.

### 6. Multilevel Feedback Queue Scheduling

Mirip dengan multilevel queue, namun proses dapat berpindah antar antrian berdasarkan perilaku atau waktu eksekusi.

Proses interaktif diprioritaskan, sedangkan proses batch dipindahkan ke antrian lebih rendah.

Kompleks namun efisien dan adil.

## 7.2.5 Parameter Evaluasi Kinerja Penjadwalan

Beberapa metrik yang digunakan untuk mengevaluasi performa algoritma penjadwalan:

Parameter	Penjelasan
Throughput	Jumlah proses yang selesai dalam satuan waktu
CPU Utilization	Persentase waktu CPU digunakan secara aktif
Waiting Time	Waktu rata-rata proses menunggu di antrian siap
Turnaround Time	Waktu total sejak proses masuk hingga selesai
Response Time	Waktu dari permintaan pertama proses hingga mendapat respon dari sistem

## 7.2.6 Contoh Kasus Penjadwalan

Misal 4 proses berikut memiliki waktu tiba dan burst time:

Proses	Waktu Kedatangan	Burst Time
P1	0	5
P2	1	3
P3	2	1
P4	3	2

Dengan FCFS: Urutan eksekusi: P1 → P2 → P3 → P4

Dengan SJF: Urutan eksekusi: P1 → P3 → P4 → P2

Dengan RR (Quantum = 2): CPU berganti konteks setelah tiap 2 unit waktu → P1 (2) → P2 (2) → P3 (1) → P4 (2) → P1 (3) → P2 (1)

Melalui simulasi seperti ini, siswa dapat memahami dampak masing-masing algoritma terhadap waktu tunggu, turnaround, dan respons.

### 7.2.7 Latihan soal

1. Jelaskan perbedaan antara penjadwalan jangka panjang, jangka menengah, dan jangka pendek dalam sistem operasi. Berikan contoh nyata penggunaannya!
2. Bandingkan algoritma penjadwalan First-Come First-Served (FCFS) dan Shortest Job First (SJF) dari segi efisiensi dan keadilan!
3. Apa yang dimaksud dengan starvation dalam penjadwalan CPU? Algoritma mana yang rentan terhadap starvation dan bagaimana mengatasinya?

Jawaban

1. Jenis-jenis ethernet berdasarkan kecepatannya, adalah
  - a. Penjadwalan jangka panjang (long-term scheduling) memilih proses dari job pool untuk dimuat ke memori utama. Misalnya, dalam sistem batch, sistem hanya akan

mengambil beberapa pekerjaan dari disk untuk dieksekusi agar tidak membebani memori.

- b. Penjadwalan jangka menengah (medium-term scheduling) melakukan swap out atau swap in terhadap proses dari dan ke memori untuk mengontrol multiprogramming. Misalnya, proses yang terlalu lama menunggu dapat disimpan ke disk sementara.
  - c. Penjadwalan jangka pendek (short-term scheduling) memilih proses dari antrian siap yang akan dieksekusi oleh CPU. Misalnya, sistem memilih antara proses browser dan word processor untuk diberi akses CPU.
2. FCFS menjalankan proses berdasarkan urutan kedatangan. Meskipun adil dalam urutan, algoritma ini tidak efisien jika proses pertama memiliki burst time panjang, menyebabkan proses lain menunggu lama (convoy effect). SJF menjalankan proses dengan burst time terpendek lebih dulu, menghasilkan waktu tunggu rata-rata lebih rendah, sehingga lebih efisien. Namun, SJF dapat menyebabkan ketidakadilan karena proses dengan burst time panjang mungkin tidak pernah dijalankan (starvation).
3. Starvation terjadi ketika satu atau lebih proses tidak pernah mendapatkan jatah CPU karena selalu dikalahkan oleh proses lain yang lebih prioritas. Hal ini umum terjadi pada Priority Scheduling dan Shortest Job First (SJF). Solusinya adalah dengan menggunakan teknik aging, yaitu secara bertahap meningkatkan prioritas proses yang sudah terlalu lama menunggu, sehingga pada akhirnya tetap akan dieksekusi.

## 7.3 Penutup

Penjadwalan CPU adalah jantung dari sistem operasi multitasking. Tanpa mekanisme penjadwalan yang efektif, pemanfaatan CPU akan buruk, dan pengalaman pengguna akan terganggu. Dengan memahami prinsip dasar penjadwalan, jenis-jenis penjadwalan, serta algoritma-algoritma yang tersedia, pembaca dapat mengevaluasi cara kerja sistem dan merancang solusi yang efisien untuk kebutuhan aplikasi dan perangkat keras tertentu

### 7.3.2 Daftar Pustaka

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). Operating System Concepts (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). Modern Operating Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi oleh Onno W. Purbo
8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin, 2012.



# **Bab 8 Konsep Interaksi dalam Sistem Operasi**

## **8.1 Pendahuluan**

Sistem operasi bukan hanya sekadar perangkat lunak pengendali komputer, melainkan juga pusat dari semua bentuk komunikasi yang terjadi dalam sebuah sistem komputer. Dalam setiap aktivitas komputasi, terjadi interaksi yang kompleks antara berbagai elemen seperti proses, perangkat keras, pengguna, dan sistem operasi itu sendiri. Tanpa adanya mekanisme interaksi yang terorganisasi, sistem komputer tidak akan mampu bekerja secara efisien dan andal.

Konsep interaksi dalam sistem operasi bertujuan untuk memastikan bahwa berbagai komponen tersebut dapat saling bekerja sama, berbagi informasi, dan menggunakan sumber daya bersama secara aman dan terkoordinasi. Sistem operasi bertindak sebagai mediator yang mengatur dan memfasilitasi interaksi ini agar tidak terjadi konflik, deadlock, ataupun penyalahgunaan sumber daya.

Dengan memahami konsep interaksi ini, pembaca akan memperoleh gambaran menyeluruh mengenai bagaimana sistem komputer bekerja secara dinamis—mengelola multitasking, komunikasi antarproses, hingga merespons input/output. Pengetahuan ini menjadi landasan penting bagi siapa pun yang ingin mengembangkan kemampuan di bidang sistem komputer dan rekayasa perangkat lunak.

### **8.1.1 Kompetensi Umum**

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.

2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### **8.1.2 Kompetensi Khusus**

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer
2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengategorikan Tentang Sistem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## **8.2 Penyajian**

Materi konsep interaksi membahas terjadi interaksi yang kompleks antara berbagai elemen seperti proses, perangkat keras, pengguna, dan sistem operasi itu sendiri.

### **8.2.1 Pengertian Interaksi dalam Sistem Operasi**

Sistem operasi lebih dari sekadar perangkat lunak yang mengendalikan komputer, namun juga merupakan inti dari semua bentuk komunikasi yang terjadi dalam sebuah sistem komputer. Dalam setiap proses komputasi, terdapat interaksi yang rumit antara elemen-elemen seperti proses, hardware, pengguna, dan sistem operasi itu sendiri. Tanpa adanya mekanisme interaksi yang tersusun dengan baik, sistem komputer tidak akan dapat beroperasi dengan efisien dan dapat diandalkan.

Tujuan dari konsep interaksi dalam sistem operasi adalah untuk memastikan bahwa beragam komponen tersebut dapat bekerja sama, bertukar informasi, serta memanfaatkan sumber daya dengan aman dan terkoordinasi. Sistem operasi berfungsi sebagai penghubung yang mengelola dan memfasilitasi interaksi ini untuk mencegah terjadinya konflik, deadlock, atau penyalahgunaan sumber daya.

Dengan memahami ide mengenai interaksi ini, pembaca akan mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana sistem komputer beroperasi secara dinamis—mengelola multitasking, komunikasi antar proses, sampai merespons input/output. Pengetahuan ini merupakan dasar yang penting bagi siapa saja yang ingin meningkatkan kemampuan mereka di bidang sistem komputer dan rekayasa perangkat lunak.

### 8.2.2 Jenis-Jenis Interaksi dalam Sistem Operasi

#### 1. Interaksi antara Proses dan CPU

Proses memerlukan waktu eksekusi dari CPU untuk menyelesaikan tugasnya. Sistem operasi menggunakan mekanisme penjadwalan CPU untuk mengatur giliran setiap proses mengakses CPU. Selain itu, proses juga dapat berinteraksi satu sama lain melalui mekanisme IPC (Inter-Process Communication) seperti message passing atau shared memory.

#### 2. Interaksi antara Pengguna dan Sistem Operasi

Pengguna berinteraksi dengan sistem operasi melalui antarmuka, yaitu:

**Command Line Interface (CLI)** : Antarmuka berbasis teks di mana pengguna memberikan perintah langsung.

**Graphical User Interface (GUI)** : Antarmuka visual dengan ikon dan menu yang lebih mudah digunakan.

Sistem operasi menerima perintah, memprosesnya, lalu menampilkan hasil kepada pengguna.

3. Interaksi antara Proses dan Memori

Setiap proses membutuhkan alokasi memori untuk menyimpan data dan instruksi. Sistem operasi mengelola memori dengan alokasi memori dinamis, paging, segmentation, dan proteksi memori, guna memastikan bahwa setiap proses mendapat memori secara efisien dan aman dari proses lain.

4. Interaksi antara Proses dan Perangkat I/O

Proses sering kali membutuhkan akses ke perangkat input/output seperti keyboard, disk, printer, dll. Sistem operasi menyediakan driver perangkat dan buffer I/O serta mengatur operasi I/O melalui interrupt dan scheduling I/O agar proses tidak terganggu saat menunggu I/O selesai.

5. Interaksi Antarproses (Inter-Process Communication / IPC)

IPC memungkinkan dua atau lebih proses saling bertukar data atau berkoordinasi. Ada dua metode utama:

**Message Passing:** Proses mengirim dan menerima pesan melalui saluran komunikasi.

**Shared Memory :** Dua proses berbagi area memori yang sama.

6. Interaksi antara Sistem Operasi dan Perangkat Keras

Sistem operasi menggunakan sistem driver, interrupt handler, dan sistem manajemen perangkat keras untuk mengontrol serta memonitor perangkat keras. Hal ini memungkinkan sistem untuk menjalankan tugas seperti membaca disk, menampilkan data di layar, dan sebagainya tanpa perlu pengguna mengakses perangkat keras secara langsung.

Tabel 8.1 Contoh dari Jenis Interaksi

Jenis Interaksi	Penjelasan Singkat	Contoh Nyata
Proses ↔ CPU	Sistem operasi menjadwalkan proses untuk mendapatkan giliran eksekusi CPU.	Proses A dieksekusi, lalu diganti proses B.
Proses ↔ Memori	Alokasi dan manajemen memori untuk proses aktif.	Proses menggunakan heap dan stack-nya sendiri.
Proses ↔ Perangkat I/O	Proses mengakses perangkat seperti keyboard, disk, dll.	Proses membaca file dari hard disk.
Pengguna ↔ Sistem Operasi	Pengguna berinteraksi melalui CLI atau GUI.	Menggunakan terminal untuk mengetik perintah ls.
Antarproses (IPC - Inter Process Comm.)	Komunikasi antara dua proses untuk koordinasi tugas.	Proses client mengirim pesan ke proses server.
OS ↔ Perangkat Keras	OS mengatur penggunaan perangkat keras melalui driver dan interrupt.	OS mengatur cetakan dokumen ke printer.

### 8.2.3 Mekanisme Pendukung Interaksi

Untuk menjamin interaksi yang aman dan efisien, sistem operasi menyediakan sejumlah mekanisme berikut:

- System Call: Merupakan antarmuka antara proses pengguna dan layanan sistem operasi. Contohnya read(), write(), fork(), exec(), dan exit().
- Interrupt Handling: Mekanisme untuk menangani gangguan dari perangkat keras secara otomatis agar tidak mengganggu proses utama.
- Context Switching: Perpindahan CPU dari satu proses ke proses lain, memungkinkan multitasking.
- Synchronization Tools: Seperti semaphore, mutex, dan monitor, digunakan untuk mencegah konflik saat proses berbagi sumber daya.

#### **8.2.4 Tujuan dan Manfaat Interaksi dalam Sistem Operasi**

Beberapa manfaat dari pengelolaan interaksi dalam sistem operasi:

- Efisiensi sistem: Memaksimalkan penggunaan CPU, memori, dan perangkat I/O.
- Fleksibilitas pengguna: Memungkinkan berbagai jenis antarmuka dan akses sistem yang mudah.
- Stabilitas dan keamanan: Menjaga agar proses dan data tidak saling mengganggu.
- Konektivitas proses: Memungkinkan proses berkomunikasi dan bekerja sama.
- Pengelolaan sumber daya yang adil: Mencegah dominasi proses tertentu terhadap sumber daya sistem.

#### **8.2.5 Soal Latihan**

1. Jelaskan pengertian interaksi dalam sistem operasi serta peran sistem operasi dalam mengelola interaksi tersebut!
2. Sebutkan dan jelaskan minimal empat jenis interaksi dalam sistem operasi beserta contohnya!

Jawaban

1. Interaksi dalam sistem operasi adalah proses komunikasi dan koordinasi antara berbagai komponen sistem, seperti proses, perangkat keras, pengguna, dan sistem operasi itu sendiri. Sistem operasi berperan sebagai mediator yang mengatur interaksi agar berjalan efisien, aman, dan tanpa konflik. Contohnya, saat pengguna mengakses file, sistem operasi mengatur proses pembacaan file, alokasi memori, dan komunikasi dengan perangkat penyimpanan melalui sistem call dan manajemen I/O.
2. Empat jenis interaksi dalam sistem operasi”
  - a. Proses ↔ CPU: Interaksi terjadi saat sistem operasi menjadwalkan proses untuk menggunakan CPU. Contoh: Proses A dieksekusi, lalu diganti proses B oleh scheduler.
  - b. Proses ↔ Memori: Proses meminta alokasi memori untuk menjalankan program. Contoh: Proses web browser menggunakan memori heap untuk menyimpan data sesi.
  - c. Proses ↔ I/O: Proses mengakses perangkat input/output. Contoh: Proses membuka file teks menggunakan disk.
  - d. Pengguna ↔ Sistem Operasi: Pengguna berinteraksi dengan sistem operasi melalui antarmuka. Contoh: Menggunakan CLI untuk menjalankan perintah `mkdir`

### 8.3 penutup

Konsep interaksi dalam sistem operasi merupakan fondasi penting dalam memahami bagaimana komponen-komponen sistem saling terhubung dan bekerja bersama secara harmonis. Dari komunikasi antara proses hingga koneksi antara pengguna dan mesin, semua interaksi ini diatur dengan cermat oleh sistem operasi

agar dapat memberikan pengalaman komputasi yang stabil, efisien, dan aman. Pemahaman mendalam tentang interaksi ini akan sangat membantu dalam merancang, memelihara, atau mengembangkan sistem komputasi yang handal.

### **Daftar Pustaka**

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). Operating System Concepts (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). Modern Operating Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi oleh Onno W. Purbo
8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012.



# Bab 9 Manajemen Memori

## 9.1 Pendahuluan

Manajemen memori adalah fungsi penting dari sistem operasi yang mengelola alokasi, penggunaan, dan pembebasan ruang memori utama (RAM). Sistem operasi bertugas menjamin bahwa setiap proses memiliki memori yang cukup, tidak saling tumpang tindih, dan efisien dalam penggunaannya.

### 9.1.1 Kompetensi Umum

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### 9.1.2 Kompetensi Khusus

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer
2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengategorikan Tentang Sistem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik

yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## **9.2 Penyajian**

Salah satu sumber daya penting dalam sistem komputer adalah memori utama (RAM), yang digunakan untuk menyimpan instruksi dan data selama proses eksekusi program. Tanpa manajemen memori yang baik, proses-proses dapat saling tumpang tindih, menyebabkan konflik, atau bahkan crash sistem. Oleh karena itu, sistem operasi memiliki tanggung jawab penting dalam mengelola, melindungi, dan mengalokasikan memori secara efisien.

### **9.2.1 Defenisi *Manajemen Memori***

Manajemen memori adalah proses pengelolaan sumber daya memori utama (RAM) oleh sistem operasi agar dapat digunakan secara efisien oleh berbagai proses dan program yang berjalan. Sistem operasi bertugas mengalokasikan, mengatur, dan membebaskan ruang memori kepada proses, serta melindungi masing-masing proses agar tidak saling mengakses ruang memori yang bukan miliknya.

Manajemen memori juga bertanggung jawab terhadap pengaturan memori virtual, penanganan fragmentasi, serta menyediakan ilusi memori besar yang konsisten kepada pengguna dan aplikasi. Dengan demikian, manajemen memori memungkinkan multitasking dan efisiensi pemanfaatan memori secara optimal di

### **9.2.2 Konsep Dasar Manajemen Memori**

Manajemen memori merupakan salah satu fungsi penting dalam sistem operasi yang bertanggung jawab atas pengelolaan penggunaan memori utama (RAM) oleh program-program yang sedang dijalankan. Memori utama adalah sumber daya yang terbatas, sehingga perlu dikelola secara efisien agar setiap proses

mendapatkan ruang yang cukup tanpa saling mengganggu. Sistem operasi harus mampu melacak bagian-bagian memori yang sedang digunakan, menentukan proses mana yang harus diberi ruang memori, serta membebaskan memori ketika tidak lagi diperlukan. Tanpa manajemen memori yang baik, sistem komputer dapat mengalami penurunan kinerja, crash, atau bahkan kegagalan menjalankan program.

Dalam praktiknya, manajemen memori melibatkan berbagai teknik, seperti pemartisian (partitioning), paging, dan segmentasi. Pemartisian adalah teknik awal yang membagi memori menjadi bagian-bagian tertentu, sedangkan paging dan segmentasi digunakan untuk memecah program menjadi unit-unit yang lebih kecil agar lebih mudah diatur dan dialokasikan dalam memori. Sistem operasi modern umumnya menggunakan teknik virtual memory, yang memungkinkan program seolah-olah memiliki akses ke ruang memori yang lebih besar daripada kapasitas fisik sebenarnya, dengan memanfaatkan media penyimpanan sekunder seperti hard disk sebagai perluasan memori.

Manajemen memori juga erat kaitannya dengan keamanan dan stabilitas sistem. Dengan sistem manajemen memori yang baik, proses satu tidak dapat mengakses data milik proses lain, sehingga mencegah terjadinya konflik dan kebocoran data. Selain itu, sistem operasi harus mampu menangani alokasi dan dealokasi memori secara dinamis, serta menghindari kondisi seperti fragmentasi memori atau kebocoran memori (memory leak). Oleh karena itu, pemahaman konsep dasar manajemen memori sangat penting, khususnya bagi mahasiswa dan profesional di bidang ilmu komputer dan teknik informatika, karena menjadi landasan dalam memahami cara kerja sistem komputer secara keseluruhan.

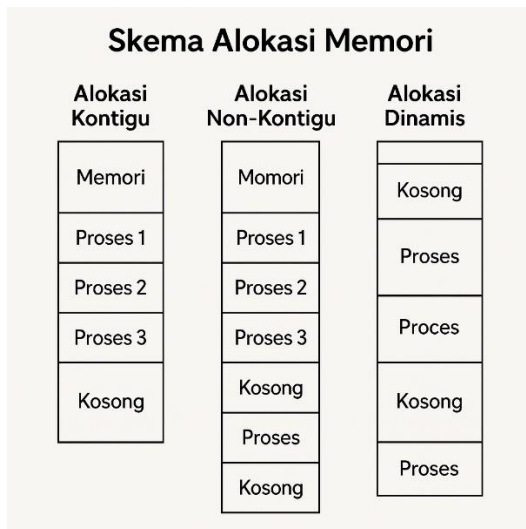
### 9.2.3 Skema Alokasi Memori

Skema alokasi memori merupakan metode yang digunakan oleh sistem operasi untuk mengatur bagaimana ruang memori dialokasikan kepada proses-proses yang sedang berjalan. Karena memori utama bersifat terbatas dan dibutuhkan secara bersamaan oleh banyak proses, maka sistem operasi harus memiliki strategi yang efisien agar pemanfaatan memori optimal dan tidak terjadi konflik antar proses. Skema alokasi ini bertujuan untuk meminimalkan pemborosan ruang memori, mengurangi fragmentasi, serta memastikan bahwa proses mendapatkan ruang memori yang dibutuhkan dengan cepat dan aman.

Secara umum, terdapat tiga skema utama dalam alokasi memori: alokasi kontigu (contiguous allocation), alokasi non-kontigu (non-contiguous allocation), dan alokasi dinamis. Pada alokasi kontigu, setiap proses ditempatkan dalam blok memori yang bersebelahan (berurutan), sehingga mudah untuk diakses, namun rentan terhadap fragmentasi eksternal. Teknik ini meliputi pembagian memori menjadi partisi tetap dan partisi dinamis. Sebaliknya, alokasi non-kontigu, seperti paging dan segmentasi, memungkinkan proses menempati blok memori yang tersebar di berbagai lokasi fisik, namun tetap terlihat kontigu dalam pandangan proses itu sendiri. Teknik ini lebih fleksibel dan mampu mengurangi fragmentasi eksternal.

Dalam praktiknya, sistem operasi juga menerapkan algoritma alokasi seperti First Fit, Best Fit, dan Worst Fit untuk menentukan lokasi terbaik dalam memori bagi proses baru. First Fit akan menempatkan proses pada blok memori kosong pertama yang cukup besar, Best Fit mencari blok terkecil yang cukup, sedangkan Worst Fit memilih blok terbesar untuk mengurangi sisa ruang kecil yang tidak terpakai. Pemilihan skema dan algoritma alokasi yang tepat sangat bergantung pada kebutuhan sistem dan karakteristik

beban kerja yang dijalankan. Dengan pemahaman yang baik tentang skema alokasi memori, pengguna dan pengembang sistem dapat meningkatkan efisiensi penggunaan memori dan stabilitas sistem secara keseluruhan.



Gambar 9.1 Skema Alokasi Memori

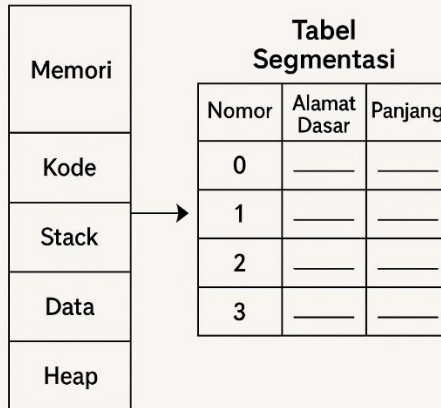
### 9.2.4 Segmentasi

Segmentasi adalah salah satu teknik alokasi memori non-kontigu yang digunakan oleh sistem operasi untuk membagi ruang memori berdasarkan logika program, bukan berdasarkan ukuran tetap seperti pada paging. Dalam segmentasi, program dibagi menjadi beberapa segmen logis seperti kode (code), data, stack, dan heap. Setiap segmen ini memiliki ukuran yang berbeda-beda dan fungsi yang spesifik, serta disimpan secara terpisah di lokasi memori yang tidak harus berdekatan secara fisik. Segmentasi membantu meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengelolaan memori karena mendekati cara manusia dan pemrogram memandang struktur program.

Setiap segmen dalam segmentasi diidentifikasi menggunakan dua informasi penting: nomor segmen dan offset (jarak dari awal segmen). Sistem operasi menyimpan informasi ini dalam tabel segmentasi (segmentation table), yang berisi alamat dasar dan panjang setiap segmen. Ketika sebuah program ingin mengakses data di memori, sistem akan menerjemahkan permintaan tersebut berdasarkan informasi pada tabel ini. Dengan cara ini, segmentasi tidak hanya membantu dalam alokasi memori, tetapi juga berperan penting dalam perlindungan memori. Proses tidak bisa mengakses data di luar batas segmen yang telah ditentukan, sehingga membantu menjaga keamanan sistem.

Salah satu keunggulan utama segmentasi adalah kemampuannya untuk menangani struktur program yang kompleks dengan lebih baik dibandingkan paging. Namun, segmentasi juga memiliki kelemahan, yaitu potensi munculnya fragmentasi eksternal karena ukuran segmen yang tidak tetap. Dalam praktik modern, sistem operasi sering menggabungkan segmentasi dengan paging untuk memanfaatkan kelebihan kedua teknik ini, seperti yang diterapkan dalam arsitektur sistem operasi seperti x86. Pemahaman terhadap segmentasi sangat penting dalam studi sistem operasi karena konsep ini berkaitan langsung dengan efisiensi, keamanan, dan stabilitas dalam manajemen memori komputer.

## Segmentasi



Gambar 9.2 Segmentasi

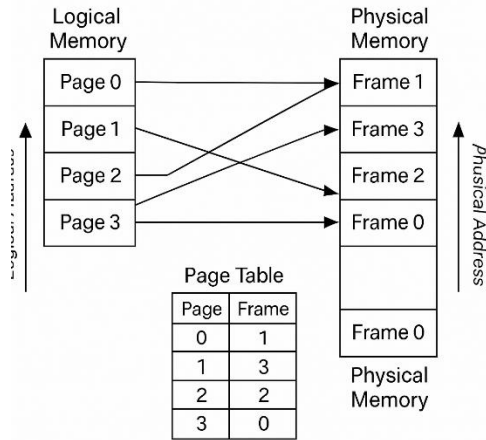
### 9.2.5 Paging

Paging adalah teknik manajemen memori non-kontigu yang digunakan oleh sistem operasi untuk mengatasi keterbatasan alokasi memori secara kontigu dan meminimalkan fragmentasi eksternal. Dalam paging, ruang alamat logika dari suatu proses dibagi menjadi blok-blok berukuran tetap yang disebut page, sedangkan memori fisik dibagi menjadi blok-blok dengan ukuran yang sama yang disebut frame. Ketika sebuah program dijalankan, page-page dari program tersebut dimuat ke dalam frame-frame yang tersedia di memori utama, meskipun secara fisik terpisah-pisah. Hal ini memungkinkan pemrosesan program tanpa memerlukan ruang memori yang berdekatan secara fisik, sehingga meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas alokasi memori.

Setiap proses memiliki page table yang menyimpan informasi tentang pemetaan antara page dan frame yang sesuai. Ketika CPU mengakses sebuah alamat memori logika, sistem operasi akan menggunakan page table untuk menerjemahkannya menjadi alamat fisik. Proses ini dikenal sebagai address translation. Paging menjamin bahwa setiap proses hanya bisa mengakses bagian memori yang telah dialokasikan kepadanya, sehingga juga mendukung aspek keamanan memori.

Meskipun paging mengatasi masalah fragmentasi eksternal, teknik ini menimbulkan fragmentasi internal, karena ukuran page tetap dan tidak selalu sepenuhnya terpakai oleh data proses. Selain itu, proses translasi alamat yang melibatkan page table dapat menambah beban kerja sistem, namun masalah ini biasanya diatasi dengan penggunaan cache khusus yang disebut Translation Lookaside Buffer (TLB). Dalam sistem operasi modern, paging sering dikombinasikan dengan virtual memory, yang memungkinkan proses berjalan seolah-olah memiliki ruang memori lebih besar daripada memori fisik yang tersedia, dengan menggunakan sebagian media penyimpanan sebagai perpanjangan memori utama. Dengan memahami konsep paging, pengguna dapat lebih menghargai bagaimana sistem operasi menyusun dan melindungi memori komputer secara efisien.





Gambar 9.3 Paging

## 9.2.6 Fragmentasi

Fragmentasi adalah kondisi di mana ruang memori tidak dapat dimanfaatkan secara optimal karena terpecah-pecah menjadi bagian-bagian kecil yang tidak berguna. Masalah ini umum terjadi dalam sistem operasi yang menggunakan teknik alokasi memori dinamis. Fragmentasi terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu fragmentasi internal dan fragmentasi eksternal. Fragmentasi internal terjadi ketika blok memori yang dialokasikan lebih besar dari kebutuhan proses, sehingga terdapat sisa ruang di dalam blok tersebut yang tidak dapat digunakan oleh proses lain. Hal ini sering terjadi dalam sistem yang menggunakan alokasi blok dengan ukuran tetap, seperti pada paging.

Sementara itu, fragmentasi eksternal muncul ketika terdapat cukup banyak ruang kosong dalam total memori, tetapi ruang tersebut tersebar secara tidak berurutan atau tidak kontigu, sehingga tidak dapat digunakan untuk menjalankan proses yang membutuhkan blok memori besar secara berturut-turut. Fragmentasi

eksternal lebih sering terjadi pada sistem yang menggunakan alokasi kontigu dengan ukuran blok memori yang bervariasi. Kondisi ini menyebabkan penurunan efisiensi pemanfaatan memori dan dapat memperlambat kinerja sistem secara keseluruhan.

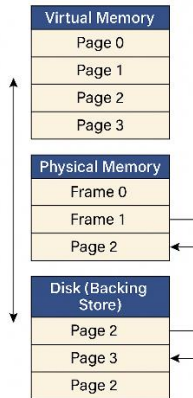
Untuk mengatasi fragmentasi, sistem operasi dapat menerapkan beberapa solusi. Salah satunya adalah kompaksi (compaction), yaitu proses memindahkan isi memori agar ruang kosong yang tersebar dapat disatukan menjadi blok besar yang kontigu. Selain itu, penggunaan teknik alokasi memori seperti paging dan segmentasi juga merupakan pendekatan untuk meminimalkan fragmentasi eksternal, meskipun dapat menimbulkan fragmentasi internal. Oleh karena itu, pemilihan teknik manajemen memori harus mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi, fleksibilitas, dan performa sistem. Memahami konsep fragmentasi sangat penting dalam mendesain sistem operasi yang handal dan efisien dalam pengelolaan sumber daya memori.

### **9.2.7 Memori Virtual**

Memori virtual adalah mekanisme yang memungkinkan sistem operasi menjalankan program seolah-olah memiliki ruang memori yang jauh lebih besar daripada kapasitas fisik yang tersedia di RAM. Konsep ini bekerja dengan cara memisahkan alamat memori logis yang digunakan oleh program dari alamat fisik yang ada di perangkat keras. Dengan memori virtual, bagian-bagian dari program atau data yang tidak aktif dapat disimpan sementara di media penyimpanan sekunder, seperti hard disk atau SSD, dalam bentuk swap file atau paging file, dan dimuat kembali ke memori utama saat diperlukan. Ini memberikan fleksibilitas yang besar dalam eksekusi program dan memungkinkan multitasking secara efisien, bahkan pada sistem dengan memori fisik terbatas.

Implementasi memori virtual biasanya menggunakan teknik paging, di mana sistem operasi membagi memori logis menjadi halaman (pages) dan memori fisik menjadi bingkai (frames). Ketika suatu halaman tidak tersedia di memori utama, maka terjadi page fault, dan sistem operasi harus mengambil halaman tersebut dari disk dan memuatnya ke RAM, menggantikan halaman lain jika diperlukan. Proses ini dilakukan secara transparan bagi pengguna dan program, namun membutuhkan pengelolaan yang efisien agar tidak mengakibatkan penurunan performa, terutama jika terjadi thrashing—kondisi ketika sistem terlalu sering menukar halaman masuk dan keluar dari memori, sehingga menghabiskan sumber daya tanpa menyelesaikan pekerjaan.

Keunggulan utama memori virtual adalah kemampuannya untuk menjalankan program besar atau banyak proses secara bersamaan, tanpa harus memuat seluruh program ke dalam RAM secara penuh. Selain itu, memori virtual meningkatkan keamanan dan stabilitas sistem, karena setiap proses memiliki ruang alamat tersendiri dan tidak dapat mengakses ruang alamat proses lain. Dengan demikian, memori virtual merupakan salah satu inovasi penting dalam pengembangan sistem operasi modern, yang memungkinkan penggunaan sumber daya secara efisien dan mendukung lingkungan komputasi multitasking yang andal.



Gambar 9.4 Virtual Memory

### 9.2.8 Swapping

Swapping adalah teknik manajemen memori yang digunakan oleh sistem operasi untuk memindahkan sementara seluruh proses atau sebagian dari proses dari memori utama (RAM) ke penyimpanan sekunder (biasanya hard disk), dan kemudian membawanya kembali ke memori saat dibutuhkan. Tujuan utama dari swapping adalah untuk membebaskan ruang memori utama, sehingga proses lain yang membutuhkan bisa dijalankan.

#### a. Fungsi Swapping

1. Mengatasi keterbatasan memori fisik: Swapping memungkinkan lebih banyak proses berjalan meskipun RAM terbatas.
2. Mendukung multitasking: Proses yang tidak aktif sementara dapat disimpan di disk agar memori utama tersedia bagi proses aktif.
3. Meningkatkan efisiensi penggunaan memori: Dengan mengelola memori berdasarkan kebutuhan eksekusi proses.

b. Proses Swapping

1. Ketika memori utama penuh dan proses baru datang:

- Sistem operasi memilih satu atau lebih proses yang sedang tidak aktif.
- Proses tersebut disimpan di disk (area swap).
- Memori yang digunakan proses tersebut dibebaskan.
- Proses baru dimuat ke memori utama dan dijalankan.

2. Jika proses yang diswap dibutuhkan kembali:

- Proses dipanggil kembali dari disk ke RAM.
- Jika RAM tidak cukup, proses lain mungkin diswap keluar.

c. Kelebihan Swapping

- Memungkinkan sistem menjalankan lebih banyak proses daripada kapasitas RAM.
- Memastikan prioritas proses penting tetap dijalankan.
- Meningkatkan utilisasi CPU dan RAM.

d. Kekurangan Swapping

- Overhead waktu karena pemindahan data antara RAM dan disk membutuhkan waktu.
- Jika terlalu sering terjadi (disebut thrashing), dapat menurunkan performa sistem secara drastis.
- Bergantung pada kecepatan disk yang jauh lebih lambat daripada RAM.

e. Contoh Nyata

Misalnya, ada 4 proses aktif di sistem, tetapi hanya 2 yang dapat dimuat dalam RAM pada satu waktu. Sistem operasi akan melakukan swapping terhadap 2 proses lain ke disk agar ruang tersedia, dan menukar kembali jika proses tersebut dibutuhkan.

### 9.2.9 Latihan Soal

- a. Jelaskan perbedaan antara segmentasi dan paging dalam manajemen memori!
- b. Apa yang dimaksud dengan memori virtual dan bagaimana cara kerjanya?
- c. Sebutkan dan jelaskan dua jenis fragmentasi memori!
- d. Apa yang dimaksud dengan swapping dan sebutkan satu keuntungan dan satu kerugiannya!

Jawaban

- a. Segmentasi membagi memori logika ke dalam bagian-bagian logis seperti segmen kode, data, dan stack, dengan ukuran yang bervariasi sesuai kebutuhan program. Setiap segmen memiliki alamat awal dan panjang. Paging, di sisi lain, membagi memori logika dan fisik menjadi blok-blok dengan ukuran tetap yang disebut page (logika) dan frame (fisik). Paging menggunakan page table untuk memetakan antara page dan frame, sedangkan segmentasi menggunakan segment table. Segmentasi lebih sesuai untuk struktur program, sementara paging lebih efektif untuk manajemen memori fisik.
- b. Memori virtual adalah teknik manajemen memori yang memberikan ilusi kepada pengguna seolah-olah sistem memiliki memori lebih besar dari memori fisik sebenarnya. Sistem operasi menyimpan sebagian data atau instruksi program di penyimpanan sekunder (disk), dan hanya bagian yang sedang diperlukan saja yang dimuat ke RAM. Proses ini melibatkan mekanisme paging, di mana page yang dibutuhkan dipanggil saat dibutuhkan (demand

paging), dan page yang tidak aktif dapat disimpan kembali ke disk.

- c. Fragmentasi Eksternal: Terjadi ketika terdapat banyak blok memori kosong kecil yang tersebar dan tidak bersebelahan. Hal ini menyebabkan sistem tidak dapat mengalokasikan ruang besar meskipun total memori kosong cukup.

Fragmentasi Internal: Terjadi ketika blok memori yang dialokasikan lebih besar dari yang dibutuhkan proses, sehingga ada bagian dalam blok tersebut yang tidak terpakai.

4. Swapping adalah teknik memindahkan proses secara sementara dari memori utama ke disk agar ruang memori tersedia untuk proses lain. Keuntungan: Memungkinkan lebih banyak proses untuk berjalan meskipun memori fisik terbatas. Kerugian: Jika terlalu sering dilakukan, dapat menyebabkan thrashing dan menurunkan kinerja sistem.

### 9.3 Penutup

Manajemen memori merupakan salah satu komponen krusial dalam sistem operasi yang memastikan penggunaan sumber daya memori dilakukan secara efisien, aman, dan adil. Dengan berbagai teknik seperti segmentasi, paging, memori virtual, dan swapping, sistem operasi dapat mengelola banyak proses secara simultan tanpa mengorbankan stabilitas dan performa sistem.

Pemahaman mendalam mengenai konsep-konsep ini memungkinkan mahasiswa dan profesional TI untuk mengoptimalkan performa sistem komputer, mengurangi konflik sumber daya, serta merancang sistem yang handal dan skalabel. Di era komputasi modern yang terus berkembang, pengelolaan memori yang efektif bukan hanya kebutuhan teknis, tetapi juga fondasi bagi pengembangan sistem operasi dan aplikasi yang tangguh.

### 9.3.1 Daftar Pustaka

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). Operating System Concepts (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). Modern Operating Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi Oleh Onno W. Purbo
8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012.



# **Bab10 Virtual Memori**

## **10.1 Pendahuluan**

### **10.1.1 Kompetensi Umum**

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### **10.1.2 Kompetensi Khusus**

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer
2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengkategorikan Tentang Sitem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## 10.2 Penyajian

### 10.2.1 Defenisi *Address Solution*

Memori Virtual adalah suatu teknik manajemen memori yang memungkinkan eksekusi program yang lebih besar dari kapasitas fisik memori utama (RAM) yang tersedia. Sistem operasi menciptakan ilusi kepada proses bahwa mereka memiliki ruang alamat memori besar dan kontinu, padahal sebagian besar data sebenarnya disimpan di penyimpanan sekunder seperti hard disk atau SSD.

Dengan memori virtual, sistem operasi hanya memuat bagian-bagian program yang sedang dibutuhkan ke dalam RAM, sedangkan bagian lainnya disimpan di disk dan dimuat secara dinamis saat dibutuhkan. Proses ini disebut paging atau segmentation, tergantung pada teknik yang digunakan.

### 10.2.2 Fungsi dan Tujuan Memori Virtual

Memori virtual adalah fitur penting dalam sistem operasi modern yang berfungsi untuk menyediakan ruang memori logis yang lebih besar daripada memori fisik (RAM) yang tersedia. Salah satu fungsi utamanya adalah memberikan ilusi kepada setiap proses bahwa mereka memiliki ruang memori sendiri yang luas dan kontigu, meskipun sebenarnya memori tersebut tersebar atau bahkan sebagian besar berada di penyimpanan sekunder seperti hard disk. Dengan memisahkan alamat logis dan alamat fisik, memori virtual memungkinkan sistem untuk menjalankan program-program besar tanpa harus memuat seluruhnya ke dalam RAM. Selain itu, memori virtual berperan penting dalam mendukung multitasking dan multiprogramming karena dapat mengalokasikan memori secara dinamis ke banyak proses sekaligus tanpa menyebabkan konflik.

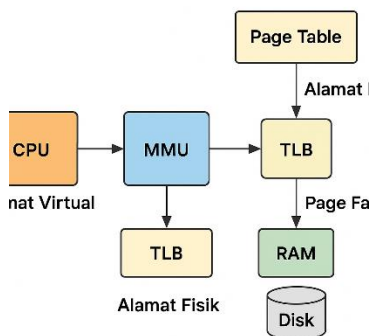
•

Tujuan utama dari memori virtual adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan memori fisik dan menjaga kinerja sistem tetap optimal. Dengan memuat hanya bagian program yang sedang aktif (dikenal sebagai demand paging), sistem dapat menghindari pemborosan memori dan mengurangi beban kerja RAM. Memori virtual juga meningkatkan keamanan dan stabilitas sistem dengan mengisolasi memori antar proses sehingga satu proses tidak dapat mengakses atau merusak memori proses lain. Selain itu, dengan dukungan mekanisme manajemen seperti paging dan segmentation, memori virtual membantu mengurangi fragmentasi memori dan menyederhanakan tugas pemrograman, karena pengembang tidak perlu khawatir tentang penempatan fisik data di memori. Secara keseluruhan, memori virtual memungkinkan komputer modern untuk bekerja lebih fleksibel, aman, dan efisien.

### **10.2.3 Cara Kerja Memori Virtual**

Cara kerja memori virtual melibatkan proses penerjemahan alamat logis (virtual) ke alamat fisik yang dilakukan oleh unit khusus pada prosesor yang disebut Memory Management Unit (MMU). Ketika sebuah program dijalankan, ia menghasilkan alamat virtual yang tidak langsung merujuk ke lokasi fisik di RAM. MMU menggunakan page table untuk memetakan alamat virtual ini ke alamat fisik. Jika data yang dibutuhkan oleh proses berada dalam memori fisik, maka data tersebut langsung diakses. Namun, jika data tersebut belum dimuat ke dalam RAM, terjadi page fault, yaitu interupsi yang memberi tahu sistem operasi untuk mengambil data dari penyimpanan sekunder (seperti hard disk atau SSD) dan memuatnya ke dalam RAM. Setelah data berhasil dimuat, page table diperbarui agar pemetaan alamat menjadi valid. Dalam proses ini, cache khusus seperti Translation Lookaside Buffer (TLB) digunakan untuk mempercepat akses pemetaan alamat yang sering digunakan. Seluruh mekanisme ini memungkinkan eksekusi program besar

tanpa harus seluruh bagian program berada dalam RAM sekaligus, sehingga meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas sistem komputer.



Gambar 9.5 Cara Kerja Memori Virtual

### 10.2.4 Komponen Utama Memori Virtual

Memori virtual terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja sama untuk mengelola pemetaan antara alamat virtual dan alamat fisik secara efisien. Komponen pertama adalah alamat virtual, yaitu alamat yang digunakan oleh program untuk mengakses data atau instruksi. Alamat ini tidak langsung mengacu ke lokasi fisik di RAM, melainkan diterjemahkan oleh sistem. Proses penerjemahan ini dilakukan oleh Memory Management Unit (MMU), sebuah perangkat keras yang berada di antara prosesor dan memori utama. MMU menggunakan page table, yakni struktur data yang menyimpan informasi tentang bagaimana alamat virtual dipetakan ke alamat fisik.

Untuk mempercepat proses translasi alamat ini, digunakan Translation Lookaside Buffer (TLB), sebuah cache khusus yang menyimpan entri-entri page table yang sering diakses. Jika data tidak ditemukan di RAM, sistem akan mencarinya di penyimpanan sekunder (seperti hard disk atau SSD) dalam sebuah area yang

disebut swap space atau page file. Saat data dipindahkan dari disk ke RAM, sistem bisa mengganti page yang lama menggunakan algoritma page replacement seperti FIFO atau LRU. Seluruh komponen ini bekerja dalam koordinasi untuk mendukung efisiensi memori, isolasi proses, serta fleksibilitas eksekusi program yang lebih besar dari kapasitas RAM yang tersedia.

### **10.2.5 Teknik Implementasi Memori Virtual**

Implementasi memori virtual dalam sistem operasi modern dilakukan melalui beberapa teknik utama yang bertujuan untuk mengelola ruang alamat secara efisien dan fleksibel. Salah satu teknik paling umum adalah paging, di mana memori virtual dan memori fisik dibagi menjadi blok-blok berukuran tetap yang disebut page dan frame. Saat sebuah program dijalankan, hanya page yang dibutuhkan yang dimuat ke dalam frame di RAM, sementara sisanya tetap berada di penyimpanan sekunder. Sistem menggunakan page table untuk mencatat pemetaan antara page virtual dan frame fisik. Teknik ini memungkinkan sistem untuk menjalankan program besar tanpa harus seluruhnya dimuat ke dalam RAM.

Selain paging, terdapat teknik segmentation, yang membagi memori berdasarkan unit logis seperti kode, data, dan stack. Teknik ini lebih fleksibel dari paging karena mencerminkan struktur program, namun rentan terhadap fragmentasi. Dalam praktiknya, banyak sistem operasi modern menggabungkan kedua teknik tersebut dalam bentuk segmented paging, di mana setiap segmen dibagi lagi menjadi page. Implementasi juga didukung oleh perangkat keras seperti Memory Management Unit (MMU) dan Translation Lookaside Buffer (TLB) untuk mempercepat proses translasi alamat. Dengan teknik-teknik ini, sistem operasi dapat memberikan ilusi ruang memori besar dan kontinu kepada setiap proses, sekaligus menjaga keamanan, efisiensi, dan stabilitas sistem secara keseluruhan.

### **10.2.6 Manfaat Memori Virtual**

Memori virtual juga membantu meningkatkan performa sistem secara keseluruhan melalui mekanisme manajemen memori yang cerdas. Dengan memanfaatkan algoritma seperti Least Recently Used (LRU) atau First-In First-Out (FIFO) untuk penggantian page, sistem dapat memastikan bahwa page yang paling tidak dibutuhkan akan dikeluarkan terlebih dahulu dari memori fisik. Hal ini memungkinkan sistem untuk tetap responsif meskipun jumlah proses yang berjalan sangat banyak. Dalam kondisi tertentu, sistem operasi juga dapat mengalokasikan memori berdasarkan kebutuhan aktual proses, yang dikenal dengan konsep working set, sehingga pemanfaatan RAM menjadi lebih optimal dan sesuai dengan beban kerja yang nyata.

Memori virtual juga memainkan peran penting dalam mendukung pengembangan aplikasi yang portabel dan stabil. Karena aplikasi bekerja dalam ruang alamat virtual yang terisolasi, pengembang tidak perlu khawatir mengenai konflik memori antar aplikasi ataupun lokasi memori fisik di perangkat keras tertentu. Ini menjadikan perangkat lunak lebih mudah untuk dipindahkan dan dijalankan di berbagai perangkat dan arsitektur sistem operasi yang berbeda tanpa perlu banyak penyesuaian. Selain itu, jika terjadi kesalahan dalam satu aplikasi, dampaknya tidak akan menyebar ke aplikasi lain atau ke sistem operasi, karena memori yang digunakan oleh aplikasi tersebut bersifat terproteksi.

Dari sisi keamanan, memori virtual memberikan perlindungan memori yang sangat krusial. Sistem operasi dapat mengatur hak akses terhadap setiap page memori, misalnya menjadikan suatu bagian hanya dapat dibaca tetapi tidak ditulis, atau hanya dapat dieksekusi tetapi tidak dimodifikasi. Ini membantu mencegah berbagai jenis serangan, seperti buffer overflow atau eksekusi kode jahat, karena akses ke bagian memori yang tidak

seharusnya bisa dicegah atau dibatasi. Fitur ini sangat penting, terutama dalam lingkungan multiuser atau server, di mana keamanan data dan integritas proses menjadi prioritas utama.

Di lingkungan komputasi modern, memori virtual juga menjadi fondasi penting dalam virtualisasi dan cloud computing. Teknologi seperti mesin virtual (virtual machine) dan container memanfaatkan konsep memori virtual untuk memberikan ilusi bahwa setiap instansi memiliki memori sendiri, padahal semuanya berbagi sumber daya fisik yang sama. Dengan memori virtual, sistem dapat menyediakan lingkungan terisolasi bagi setiap pengguna atau aplikasi, tanpa mengorbankan efisiensi atau fleksibilitas. Hal ini sangat penting untuk infrastruktur TI masa kini yang berskala besar, dinamis, dan berorientasi pada efisiensi sumber daya.

### **10.2.7 Kekurangan dan Tantangan**

Meskipun memori virtual menawarkan banyak keuntungan, teknologi ini juga memiliki sejumlah kekurangan dan tantangan yang perlu diperhatikan, terutama dari sisi kinerja dan kompleksitas sistem. Salah satu kelemahan utama adalah penurunan performa yang signifikan ketika sistem mengalami kondisi yang disebut thrashing. Thrashing terjadi saat terlalu banyak page yang aktif dan sistem harus terus-menerus melakukan perpindahan data (paging) antara RAM dan penyimpanan sekunder. Hal ini dapat menyebabkan CPU lebih banyak menunggu I/O disk dibandingkan menjalankan instruksi, sehingga kinerja sistem secara keseluruhan menurun drastis.

Tantangan lain yang signifikan adalah ketergantungan pada perangkat penyimpanan sekunder (seperti hard disk atau SSD). Karena kecepatan akses disk jauh lebih lambat dibandingkan RAM, pemrosesan data yang sering melibatkan swap space dapat menjadi hambatan besar. Meskipun SSD mempercepat akses dibandingkan

HDD, perbedaan kecepatan dengan RAM masih sangat mencolok. Oleh karena itu, sistem perlu mengelola beban memori secara hati-hati agar tidak terjadi terlalu banyak page fault yang berdampak buruk pada responsivitas sistem.

Dari sisi kompleksitas desain sistem operasi, memori virtual memerlukan manajemen data yang lebih rumit. Sistem operasi harus menyimpan dan mengelola informasi pemetaan antara alamat virtual dan fisik dalam page table yang ukurannya bisa sangat besar untuk proses-proses modern. Untuk mengatasi hal ini, digunakan struktur tambahan seperti multi-level page table atau inverted page table, yang meskipun efisien, menambah kerumitan dalam implementasi. Selain itu, penggunaan cache seperti Translation Lookaside Buffer (TLB) untuk mempercepat translasi alamat juga menambah beban dalam sinkronisasi dan pengelolaan cache yang akurat.

Aspek lain yang menjadi tantangan adalah pengaturan alokasi memori yang adil dan efisien antar proses. Ketika banyak proses bersaing untuk sumber daya memori, sistem harus mampu menentukan proses mana yang diprioritaskan, page mana yang dipertahankan di RAM, dan kapan harus melakukan page replacement. Kesalahan dalam kebijakan ini bisa menyebabkan satu proses mendominasi memori atau proses lain terhambat, bahkan gagal berjalan dengan benar.

Terakhir, dalam konteks perangkat mobile atau sistem tertanam, penggunaan memori virtual seringkali dibatasi atau bahkan dihilangkan sama sekali karena keterbatasan sumber daya dan kebutuhan akan efisiensi energi. Swap yang sering digunakan dalam memori virtual dianggap terlalu mahal dari sisi konsumsi daya dan kecepatan, sehingga tidak cocok untuk sistem seperti smartphone atau perangkat IoT, yang memerlukan kinerja tinggi dengan daya rendah.



### 10.2.8 Contoh Ilustratif

Bayangkan sebuah program memiliki ukuran 1 GB, sementara memori fisik hanya tersedia 256 MB. Dengan memori virtual, program tersebut tetap bisa dijalankan karena hanya bagian-bagian aktif (misalnya 64 MB) yang dimuat ke RAM. Bagian lainnya tetap di disk dan dimuat saat dibutuhkan.

Jawaban : Misalkan sebuah program memiliki ukuran 1 GB, tetapi sistem hanya memiliki 256 MB RAM yang tersedia. Secara logika, tanpa memori virtual, program sebesar itu tidak akan bisa dijalankan karena tidak cukup ruang di RAM untuk memuat keseluruhan program. Namun, berkat memori virtual, hal ini tetap dimungkinkan.

Dalam konsep memori virtual, program tidak perlu dimuat sepenuhnya ke RAM. Sistem operasi hanya memuat bagian-bagian program yang sedang aktif atau sedang dibutuhkan, misalnya hanya 64 MB dari total 1 GB. Bagian program yang tidak sedang digunakan tetap berada di penyimpanan sekunder (biasanya hard disk atau SSD) dalam area khusus yang disebut swap space atau page file.

Ketika bagian lain dari program diperlukan—misalnya saat pengguna mengakses fitur baru dari aplikasi—sistem operasi akan melakukan page fault (permintaan untuk data yang belum ada di RAM). Lalu, sistem akan memuat page yang dibutuhkan dari disk ke RAM, dan jika perlu, menggantikan page yang tidak lagi aktif di memori. Proses ini disebut paging.

Dengan cara ini, pengguna tidak menyadari bahwa hanya sebagian kecil dari program yang sedang berada di RAM. Mereka tetap dapat menjalankan aplikasi secara normal, meskipun memori fisik yang tersedia tidak cukup untuk menampung seluruh program sekaligus.

### 10.3 Penutup

Memori virtual merupakan terobosan penting dalam desain sistem operasi modern. Dengan konsep ini, keterbatasan memori fisik bukan lagi penghalang bagi jalannya program yang besar dan kompleks. Teknik seperti paging, segmentation, dan demand paging memungkinkan sistem mengalokasikan memori secara efisien dan dinamis, sehingga proses-proses dapat dieksekusi tanpa memuat seluruh program ke dalam RAM.

Keuntungan utama dari memori virtual adalah efisiensi penggunaan memori, peningkatan jumlah proses yang dapat berjalan bersamaan (multiprogramming), serta perlindungan memori antar proses. Meski begitu, mekanisme ini juga menuntut manajemen yang baik untuk menghindari kondisi seperti thrashing yang dapat menurunkan performa sistem secara signifikan.

Dengan memahami prinsip kerja, komponen, dan tantangan dalam memori virtual, pembaca diharapkan dapat menghargai pentingnya peran sistem operasi dalam mengelola memori dan menjaga stabilitas serta performa komputer secara keseluruhan. Bab berikutnya akan membahas lebih lanjut tentang Manajemen Proses, yang juga berkaitan erat dengan pengelolaan memori dan penjadwalan sistem.

#### 10.3.1 Daftar Pustaka

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating System Concepts* (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). *Modern Operating Systems* (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). *Operating Systems: Internals and Design Principles* (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). *Computing: A Concise History*. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). *Understanding*

- Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
  7. Sistem Operasi Oleh Onno W. Purbo
  8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
  9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
  10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012.

# **Bab11 Manajemen Penyimpanan**

## **11.1 Pendahuluan**

### **11.1.1 Kompetensi Umum**

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

### **11.1.2 Kompetensi Khusus**

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer
2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengkategorikan Tentang Sistem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## **11.2 Penyajian**

Manajemen penyimpanan merupakan komponen vital dalam sistem operasi yang bertanggung jawab atas pengelolaan data pada

media penyimpanan sekunder seperti hard disk, SSD, dan perangkat lainnya. Tanpa pengelolaan yang efektif, data akan mudah hilang, korup, atau tidak efisien penggunaannya.

Dalam subbab ini, pembaca akan dibimbing untuk memahami bagaimana sistem operasi menyusun, menyimpan, dan mengelola file serta direktori. Materi ini mencakup berbagai metode alokasi ruang penyimpanan, sistem file, serta mekanisme proteksi dan keamanan data. Selain itu, dibahas pula isu fragmentasi, pengelolaan ruang kosong, serta perkembangan teknologi penyimpanan seperti SSD dan cloud storage.

Struktur pembahasan disusun mulai dari konsep dasar, tujuan manajemen penyimpanan, hingga teknologi terkini yang digunakan untuk mendukung efisiensi dan keamanan data. Penyajian materi dilengkapi dengan ilustrasi teknik alokasi dan diagram struktur file system untuk mempermudah pemahaman.

### **11.2.1 Defenisi Manajemen Penyimpanan**

Manajemen penyimpanan adalah proses yang dilakukan oleh sistem operasi untuk mengatur, mengalokasikan, dan mengelola seluruh sumber daya penyimpanan dalam sistem komputer, baik berupa memori utama (RAM) maupun penyimpanan sekunder seperti hard disk, SSD, dan media eksternal. Tujuan utama dari manajemen ini adalah memastikan bahwa semua data, program, dan proses yang berjalan memiliki akses yang efisien, aman, dan terorganisir terhadap ruang penyimpanan yang tersedia.

Manajemen penyimpanan melibatkan beberapa aktivitas penting, antara lain alokasi ruang penyimpanan untuk proses, pelacakan penggunaan memori, pengelolaan file dan folder, serta pengamanan data terhadap akses tidak sah. Sistem operasi bertugas menjaga agar tidak terjadi konflik antar proses dalam mengakses

memori yang sama, serta menjamin bahwa ruang penyimpanan digunakan secara optimal dan tidak boros.

Dalam memori utama (RAM), manajemen penyimpanan berfokus pada pembagian memori ke berbagai proses melalui teknik seperti partisi, paging, dan segmentation. Ini memungkinkan banyak program berjalan secara bersamaan tanpa saling mengganggu. Di sisi lain, dalam penyimpanan sekunder, manajemen berfokus pada struktur file system, alokasi blok disk, pengelolaan direktori, serta pengendalian akses dan keamanan file.

Manajemen penyimpanan juga mencakup penggunaan cache, virtual memory, dan swap space untuk mempercepat akses data dan mengatasi keterbatasan memori fisik. Selain itu, dalam konteks modern, manajemen ini diperluas hingga mencakup penyimpanan cloud, sistem RAID, dan jaringan penyimpanan (NAS/SAN), yang memerlukan pengaturan yang kompleks agar data tetap tersedia, terlindungi, dan mudah diakses kapan pun dibutuhkan.

### **11.2.2 Tujuan Manajemen Penyimpanan**

Manajemen penyimpanan memiliki berbagai tujuan penting dalam sistem komputer, yang secara umum bertujuan untuk memastikan bahwa data dan memori digunakan secara efisien, aman, dan andal. Berikut ini adalah tujuan-tujuan utamanya:

1. Efisiensi Pemanfaatan Sumber Daya Penyimpanan

Tujuan utama dari manajemen penyimpanan adalah memastikan penggunaan memori dan penyimpanan sekunder secara efisien. Ini berarti sistem harus mampu mengalokasikan ruang penyimpanan sesuai kebutuhan tanpa memboroskan ruang kosong atau menciptakan fragmentasi. Teknik seperti alokasi dinamis, paging, dan garbage collection digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan ruang penyimpanan.

2. Mendukung Multiprogramming dan Multitasking

Dalam sistem operasi modern, banyak proses berjalan secara bersamaan. Manajemen penyimpanan bertanggung jawab membagi dan mengalokasikan memori utama (RAM) kepada masing-masing proses agar mereka dapat berjalan tanpa konflik. Ini memungkinkan multiprogramming (banyak program berjalan bersamaan) dan multitasking (perpindahan tugas secara cepat) bekerja secara efisien.

3. Menjaga Keamanan dan Isolasi Proses  
Manajemen penyimpanan memastikan bahwa setiap proses hanya dapat mengakses memori yang dialokasikan untuknya. Ini mencegah satu proses mengakses atau merusak data proses lain, sehingga meningkatkan keamanan dan stabilitas sistem. Teknik seperti proteksi memori dan pengendalian hak akses file diterapkan untuk tujuan ini.
4. Mengatur Alokasi dan Dealokasi Memori  
Setiap kali proses dijalankan atau dihentikan, sistem harus mengatur alokasi dan dealokasi memori. Manajemen penyimpanan memastikan bahwa ruang memori diberikan saat dibutuhkan dan dikembalikan saat tidak digunakan lagi, sehingga tidak terjadi kebocoran memori (memory leak).
5. Menangani Fragmentasi  
Fragmentasi terjadi saat ruang penyimpanan terpecah-pecah menjadi bagian-bagian kecil yang tidak berdekatan. Manajemen penyimpanan bertujuan mengurangi fragmentasi internal dan eksternal agar ruang dapat dimanfaatkan secara optimal. Teknik seperti compaction, paging, dan segmentation digunakan untuk mengatasi masalah ini.
6. Mendukung Memori Virtual  
Salah satu tujuan penting adalah mendukung penggunaan memori virtual, yaitu memungkinkan sistem untuk menjalankan program yang ukurannya melebihi kapasitas fisik

RAM. Dengan memori virtual, hanya bagian penting dari program yang aktif dimuat ke RAM, sementara sisanya tetap berada di penyimpanan sekunder dan diakses saat diperlukan.

#### 7. Mengelola Struktur Sistem File

Manajemen penyimpanan juga bertanggung jawab atas organisasi file dan direktori dalam media penyimpanan. Ini termasuk menentukan bagaimana file disimpan di disk, bagaimana data diindeks, dan bagaimana akses dilakukan. Tujuannya adalah agar file mudah ditemukan, diakses, dimodifikasi, atau dihapus sesuai kebutuhan pengguna atau sistem.

#### 8. Menjamin Ketersediaan dan Keandalan Data

Sistem penyimpanan harus dirancang agar data selalu tersedia dan tahan terhadap gangguan seperti kegagalan sistem atau kerusakan disk. Oleh karena itu, manajemen penyimpanan mendukung penggunaan teknik seperti backup, journaling, RAID, dan redundansi, yang berfungsi menjaga integritas data dan memulihkan data saat terjadi kesalahan.

#### 9. Mendukung Performa Sistem

Dengan manajemen penyimpanan yang baik, sistem dapat menjalankan proses dengan cepat dan responsif. Cache, prefetching, dan manajemen buffer adalah teknik yang digunakan untuk mempercepat akses data dan mengurangi waktu tunggu I/O.

#### 10. Mendukung Skalabilitas dan Integrasi Teknologi Baru

Manajemen penyimpanan juga dirancang untuk mendukung perluasan kapasitas serta integrasi dengan berbagai jenis media penyimpanan baru, seperti SSD, cloud storage, atau jaringan penyimpanan (NAS/SAN). Hal ini penting agar sistem tetap relevan dan efisien seiring pertumbuhan data dan perkembangan teknologi.



### 11.2.3 Komponen Manajemen Penyimpanan

Komponen-komponen manajemen penyimpanan meliputi:

- a. Perangkat Penyimpanan (Storage Devices)
  - Hard Disk Drive (HDD): Perangkat penyimpanan mekanis yang menggunakan piringan magnetik untuk menyimpan data.
  - Solid State Drive (SSD): Penyimpanan berbasis flash yang lebih cepat dan lebih tahan lama daripada HDD.
  - Optical Storage: Perangkat penyimpanan menggunakan teknologi laser (seperti CD, DVD).
  - Cloud Storage: Penyimpanan data secara online melalui internet, yang memungkinkan akses data dari mana saja.
- b. Sistem File (File Systems)
  - FAT (File Allocation Table): Sistem file tradisional yang digunakan dalam banyak perangkat penyimpanan.
  - NTFS (New Technology File System): Sistem file yang lebih modern dan lebih aman digunakan di sistem operasi Windows.
  - EXT (Extended File System): Sistem file yang umum digunakan di sistem operasi Linux.
- c. Pengelolaan Volume (Volume Management)

Volume management adalah pengaturan alokasi dan pemeliharaan ruang penyimpanan dalam sistem.

  - LVM (Logical Volume Management): Teknologi untuk mengelola ruang penyimpanan dengan cara yang lebih fleksibel, memungkinkan ekspansi dan pengurangan volume secara dinamis.
  - RAID (Redundant Array of Independent Disks): Teknologi untuk menggabungkan beberapa hard disk menjadi satu unit penyimpanan yang lebih besar dengan peningkatan performa dan/atau ketahanan terhadap kerusakan.
- d. Backup dan Recovery
  - Backup: Proses membuat salinan data secara teratur untuk melindungi data dari kehilangan. Jenis backup termasuk full backup, incremental backup, dan differential backup.

- Recovery: Proses pemulihan data yang hilang atau rusak menggunakan cadangan yang telah dibuat.
- e. Pengelolaan Keamanan Penyimpanan
- Keamanan penyimpanan memastikan data terlindungi dari ancaman fisik maupun digital.
- Enkripsi Data: Proses mengubah data menjadi format yang tidak dapat dibaca tanpa kunci dekripsi.
  - Akses Terbatas: Kebijakan yang mengatur siapa yang dapat mengakses data tertentu.
  - Audit Log: Pencatatan aktivitas yang berkaitan dengan akses dan perubahan data.
- f. Manajemen Kapasitas Penyimpanan
- Pemantauan Kapasitas: Memastikan kapasitas penyimpanan cukup untuk menampung data yang ada dan yang akan datang.
  - Pengoptimalan Penyimpanan: Mengatur agar penyimpanan digunakan secara efisien, seperti dengan melakukan duplikasi data atau pengarsipan data yang jarang diakses.
- g. Manajemen Performa Penyimpanan
- Pengaturan Kecepatan Akses: Penyimpanan harus mampu memberikan akses data dengan waktu yang cepat, terutama untuk aplikasi atau sistem yang memerlukan akses data secara real-time.
  - Pengelolaan I/O (Input/Output): Mengoptimalkan cara data dibaca dan ditulis ke penyimpanan untuk meningkatkan performa.
- h. Manajemen Penyimpanan Virtual
- Storage Virtualization: Menggabungkan beberapa perangkat penyimpanan fisik menjadi satu unit virtual untuk meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas.
  - Cloud Storage Management: Manajemen penyimpanan yang berada di cloud, memungkinkan integrasi dan distribusi data secara otomatis.

### 11.2.4 Teknik Alokasi Ruang Penyimpanan

1. Alokasi Kontigu (Contiguous Allocation)  
Setiap file disimpan dalam blok-blok disk yang bersebelahan.  
Cepat diakses, - Menyebabkan fragmentasi eksternal.
2. Alokasi Tertaut (Linked Allocation)  
File disimpan dalam blok-blok terpisah, dan setiap blok memiliki pointer ke blok berikutnya.  
Mengurangi fragmentasi, - Akses lambat karena tidak langsung.
3. Alokasi Indeks (Indexed Allocation)  
Menggunakan tabel indeks yang menyimpan alamat semua blok milik file.  
Akses langsung ke blok tertentu, - Memerlukan ruang untuk tabel indeks

### 11.2.5 Fragmentasi dalam Penyimpanan

- a. Fragmentasi Internal  
Terjadi ketika blok dialokasikan lebih besar dari ukuran data, sehingga ada ruang kosong dalam blok.
- b. Fragmentasi Eksternal  
Terjadi saat terdapat ruang kosong kecil di antara blok-blok file yang tidak bisa digunakan secara efisien.  
Solusi: Defragmentasi — proses untuk menyusun ulang blok agar file kembali bersebelahan.

### 11.2.6 Teknologi Penyimpanan Terkini

Penyimpanan Flash: Menggunakan teknologi NAND flash untuk menyimpan data, lebih cepat daripada HDD dan SSD.

Software-Defined Storage (SDS): Penyimpanan yang sepenuhnya dikendalikan oleh perangkat lunak, memisahkan manajemen data dari perangkat keras.

Penyimpanan Terdistribusi: Sistem penyimpanan yang terdiri dari beberapa server yang tersebar di berbagai lokasi yang bekerja secara bersama-sama untuk menyediakan kapasitas penyimpanan.

### 11.2.7 Tren dan Tantangan dalam Manajemen Penyimpanan

- Big Data: Dengan semakin berkembangnya volume data, pengelolaan penyimpanan menjadi lebih kompleks.
- Keamanan dan Kepatuhan: Melindungi data dari ancaman siber dan memastikan pemenuhan regulasi yang berlaku, seperti GDPR.
- Automasi: Penggunaan kecerdasan buatan (AI) untuk mengotomatisasi proses manajemen penyimpanan, termasuk backup dan pemulihan data.
- Penyimpanan Hybrid: Menggabungkan penyimpanan lokal dan cloud untuk fleksibilitas yang lebih besar dalam pengelolaan data.

### 11.2.8 Latihan Soal

1. Jelaskan perbedaan antara metode alokasi kontigu, tertaut, dan indeks dalam manajemen penyimpanan!
2. Mengapa sistem operasi perlu mengelola ruang kosong di media penyimpanan? Sebutkan dan jelaskan salah satu teknik pengelolannya!

Jawaban:

1. Perbedaannya **Alokasi Kontigu** (Contiguous Allocation): Setiap file disimpan dalam blok-blok yang saling berurutan di disk. Metode ini memberikan performa akses yang cepat, tetapi rentan terhadap fragmentasi eksternal. **Alokasi Tertaut** (Linked Allocation): File disimpan dalam blok-blok yang tersebar, dengan masing-masing blok menyimpan

pointer ke blok berikutnya. Metode ini menghindari fragmentasi eksternal, tetapi tidak mendukung akses langsung ke blok tertentu. **Alokasi Indeks** (Indexed Allocation): Setiap file memiliki blok indeks yang menyimpan alamat semua blok data yang dimiliki file tersebut. Mendukung akses langsung, tetapi memerlukan ruang tambahan untuk menyimpan indeks. *Static routing* (Routing Statis) adalah sebuah router yang memiliki tabel routing statik yang di setting secara manual oleh para administrator jaringan. Routing static pengaturan routing paling sederhana yang dapat dilakukan pada jaringan komputer.

2. Sistem operasi perlu mengelola ruang kosong untuk memastikan bahwa file baru dapat disimpan dengan efisien tanpa membuang banyak ruang. Salah satu tekniknya adalah bitmap, yaitu metode di mana setiap bit mewakili status satu blok di disk (0 = kosong, 1 = terpakai). Dengan cara ini, sistem dapat cepat menentukan blok kosong untuk dialokasikan.

### 11.3 Penutup

Manajemen penyimpanan merupakan aspek krusial dalam sistem operasi yang menjamin tersimpannya data secara terstruktur, efisien, dan aman. Dengan mekanisme yang kompleks namun terorganisir, sistem operasi mampu mengatur penyimpanan data melalui berbagai metode alokasi, pengelolaan sistem berkas, serta perlindungan terhadap akses yang tidak sah.

Pemahaman tentang berbagai teknik seperti alokasi kontigu, tertaut, dan indeks, serta pengelolaan ruang kosong dan penanganan fragmentasi, menjadi kunci untuk memaksimalkan performa penyimpanan. Di era modern, tantangan baru seperti penyimpanan

berbasis cloud dan teknologi SSD memerlukan sistem operasi yang adaptif dan aman.

Dengan mempelajari subbab ini, pembaca tidak hanya memahami teori manajemen penyimpanan, tetapi juga mampu mengidentifikasi permasalahan praktis dan solusi yang dapat diterapkan dalam pengelolaan sistem komputer nyata.

### **11.3.1 Daftar Pustaka**

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). Operating System Concepts (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). Modern Operating Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi Oleh Onno W. Purbo
8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin, 2012.

## **Bab 12 Manajemen Input/Output**

### **12.1 Pendahuluan**

Manajemen Input/Output (I/O) adalah salah satu fungsi penting dari sistem operasi yang bertanggung jawab atas komunikasi antara sistem komputer dan dunia luar. Komponen ini mengatur cara perangkat keras seperti keyboard, mouse, printer, disk drive, dan perangkat lainnya berinteraksi dengan sistem. Tanpa manajemen I/O yang efektif, data tidak dapat ditransfer secara efisien antara memori utama dan perangkat I/O.

#### **12.1.1 Kompetensi Umum**

1. Menunjukkan akhlak religius, nilai kemanusiaan, kontribusi pada peningkatan kualitas kehidupan masyarakat berdasarkan Pancasila, serta berperan sebagai warga negara yang bangga, cinta tanah air, dan nasionalis, dengan kepedulian pada keanekaragaman budaya, ketaatan hukum, dan semangat kemandirian.
2. Mampu berpikir logis, kritis, dan inovatif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan nilai humaniora, menunjukkan kinerja mandiri bermutu, mengambil keputusan tepat, serta memiliki kemampuan manajemen jaringan kerja, tanggung jawab kelompok, evaluasi diri, dan pengelolaan pembelajaran mandiri dengan integritas data.

#### **12.1.2 Kompetensi Khusus**

1. Mahasiswa dapat mengetahui tentang sistem operasi, perkembangan dan kegunaan sistem operasi pada suatu sistem komputer

2. Mahasiswa dapat menjelaskan sistem operasi di dalam sistem komputer dan mampu mengategorikan Tentang Sitem Operasi
3. Mahasiswa dapat memahami tentang memory manajemen , manajemen prosessor, dan teknik teknik yang digunakan oleh CPU dalam memproses Job yang ada dan Deadlock

## **12.2 Penyajian**

### **12.2.1 Tujuan Manajemen I/O**

Manajemen I/O adalah bagian penting dari sistem operasi yang bertugas mengatur komunikasi antara perangkat input/output dengan sistem komputer. Tujuan utama dari manajemen I/O adalah memastikan operasi data berjalan efisien, aman, dan andal, baik dari atau ke perangkat eksternal maupun internal.

1. Efisiensi Penggunaan Perangkat I/O
2. Meningkatkan Kinerja Sistem
3. Abstraksi Perangkat Keras
4. Konsistensi dan Keamanan Data
5. Manajemen Buffer dan Cache
6. Pengaturan Antrian I/O (I/O Scheduling)
7. Dukungan untuk Multiprogramming
8. Deteksi dan Penanganan Kesalahan (Error Handling)
9. Pemanfaatan Interrupt
10. Pengendalian Akses Perangkat

### **12.2.2 Komponen Utama dalam Manajemen I/O**

1. Perangkat I/O (I/O Devices)

Dibagi menjadi tiga kategori:

- Perangkat Masukan: keyboard, mouse, scanner, mikrofon.
- Perangkat Keluaran: monitor, printer, speaker.



- Perangkat Masukan-Keluaran (Dual): hard disk, flash drive, modem
2. Driver Perangkat  
Driver adalah perangkat lunak yang memungkinkan sistem operasi berkomunikasi dengan perangkat keras tertentu. Setiap jenis perangkat memiliki driver spesifik yang menyediakan antarmuka standar bagi sistem operasi.
  3. Buffer  
Buffer adalah memori sementara yang digunakan untuk menampung data selama proses transfer antara CPU/memori utama dan perangkat I/O. Buffer membantu mengatasi perbedaan kecepatan antara perangkat.
  4. I/O Controller  
Merupakan perangkat keras khusus yang menangani operasi I/O dari atau ke perangkat tertentu dan bertanggung jawab atas pengendalian perangkat.

### **12.2.3 Mekanisme Operasi I/O**

1. Polling  
Metode di mana CPU secara berkala memeriksa status perangkat I/O untuk melihat apakah perangkat siap mentransfer data. Metode ini sederhana tetapi tidak efisien karena CPU harus terus-menerus melakukan pengecekan.
2. Interrupt-Driven I/O  
Dalam metode ini, perangkat I/O akan mengirim sinyal interrupt ke CPU ketika siap melakukan transfer data. CPU dapat melakukan tugas lain sementara menunggu interrupt, sehingga metode ini lebih efisien dibanding polling.
3. Direct Memory Access (DMA)  
DMA memungkinkan perangkat I/O mengakses memori utama secara langsung tanpa intervensi CPU, meningkatkan

efisiensi sistem, terutama untuk transfer data dalam jumlah besar.

### **12.2.4 Manajemen Buffer dan Spooling**

#### **1. Buffering**

Buffering adalah teknik penyimpanan data sementara selama proses I/O. Ada tiga jenis buffering:

- Single Buffering
- Double Buffering
- Circular Buffering

#### **2. Spooling (Simultaneous Peripheral Operation Online)**

Spooling digunakan untuk menangani permintaan I/O yang datang bersamaan, terutama pada perangkat seperti printer. Sistem akan menyimpan permintaan I/O dalam antrian dan menjalankannya secara berurutan.

### **12.2.5 Penjadwalan I/O**

Sistem operasi mengelola penjadwalan permintaan I/O untuk meningkatkan performa dan efisiensi. Beberapa strategi penjadwalan I/O:

- FCFS (First-Come, First-Served)
- SSTF (Shortest Seek Time First)
- SCAN dan C-SCAN

### **12.2.6 Sistem Berkas dan Interaksinya dengan I/O**

File system bekerja erat dengan manajemen I/O untuk memastikan bahwa data yang diminta oleh pengguna dapat ditemukan dan dikirim/ditulis ke perangkat penyimpanan dengan aman. Sistem file juga menangani metadata, akses kontrol, dan struktur direktori.

### **12.2.7 Perlindungan dan Keamanan dalam Akses I/O**

Manajemen I/O juga mencakup kontrol akses terhadap perangkat I/O, memastikan hanya proses yang berwenang yang dapat menggunakan perangkat, serta menyediakan mekanisme proteksi untuk mencegah konflik saat beberapa proses mengakses perangkat yang sama.

### **12.2.8 Tantangan dalam Manajemen I/O**

Beberapa tantangan utama yang dihadapi dalam pengelolaan I/O:

- Variasi besar antar perangkat (kecepatan, metode transfer, protokol).
- Penanganan banyak permintaan secara bersamaan.
- Keamanan dan proteksi akses perangkat.
- Efisiensi dalam penggunaan sumber daya.

### **12.2.8 Perkembangan Teknologi I/O**

Seiring waktu, teknologi I/O terus berkembang:

- Dari HDD ke SSD untuk penyimpanan yang lebih cepat.
- Penggunaan USB-C, NVMe, dan Thunderbolt.
- I/O virtualisasi pada cloud computing.
- Implementasi Plug and Play untuk deteksi otomatis perangkat baru.

### **12.2.8 Tantangan dalam Manajemen I/O**

1. Jelaskan perbedaan antara polling dan interrupt dalam manajemen I/O
2. Apa itu Direct Memory Access (DMA) dan apa keuntungannya dibanding metode I/O biasa?
3. Jelaskan fungsi dari buffer dan spooling dalam sistem operasi!

4. Mengapa sistem operasi perlu mengelola penjadwalan I/O? Sebutkan dan jelaskan salah satu algoritma penjadwalan I/O?

Jawaban :

1. Polling adalah metode di mana CPU secara aktif dan berkala memeriksa status perangkat I/O untuk melihat apakah perangkat siap untuk mentransfer data. Metode ini membuang banyak siklus CPU jika perangkat belum siap. Sebaliknya, interrupt adalah metode di mana perangkat I/O mengirim sinyal ke CPU saat siap melakukan transfer data. Metode ini lebih efisien karena CPU dapat melakukan tugas lain sementara menunggu interrupt.
2. DMA adalah teknik dalam manajemen I/O di mana perangkat keras dapat langsung membaca atau menulis data ke/dari memori utama tanpa intervensi CPU. Keuntungannya adalah mengurangi beban CPU, mempercepat proses transfer data, dan meningkatkan efisiensi sistem, terutama untuk transfer data dalam jumlah besar.
3. Buffer adalah area memori sementara yang digunakan untuk menampung data selama proses transfer antara perangkat I/O dan memori utama. Buffer membantu menyamakan kecepatan antara perangkat yang berbeda. Spooling (Simultaneous Peripheral Operation Online) adalah teknik yang menyimpan permintaan I/O dalam antrian untuk kemudian diproses satu per satu, biasanya digunakan untuk printer agar permintaan tidak hilang dan bisa dikelola secara tertib.
4. Buffer adalah area memori sementara yang digunakan untuk menampung data selama proses transfer antara perangkat I/O

dan memori utama. Buffer membantu menyamakan kecepatan antara perangkat yang berbeda.

Spooling (Simultaneous Peripheral Operation Online) adalah teknik yang menyimpan permintaan I/O dalam antrian untuk kemudian diproses satu per satu, biasanya digunakan untuk printer agar permintaan tidak hilang dan bisa dikelola secara tertib.

### **12.3 Penutup**

Manajemen I/O merupakan fondasi penting dalam sistem operasi modern. Dengan pengelolaan yang efisien terhadap perangkat I/O, sistem dapat memberikan kinerja yang optimal, pengalaman pengguna yang baik, dan pengendalian sumber daya yang handal. Pemahaman konsep ini sangat penting bagi siapa pun yang ingin menguasai sistem operasi secara mendalam.

#### **12.3.1 Daftar Pustaka**

1. Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). Operating System Concepts (10th ed.). Wiley
2. Tanenbaum, A. S., & Bos, H. (2015). Modern Operating Systems (4th ed.). Pearson Education.
3. Stallings, W. (2018). Operating Systems: Internals and Design Principles (9th ed.). Pearson.
4. Ceruzzi, P. E. (2012). Computing: A Concise History. MIT Press.
5. McHoes, A. M., & Flynn, I. M. (2018). Understanding Operating Systems (8th ed.). Cengage Learning.
6. Ritchie, D. M., & Thompson, K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Communications of the ACM.
7. Sistem Operasi oleh Onno W. Purbo
8. Dasar-Dasar Sistem Operasi" oleh Muhammad H. Fauzi.
9. Operating System : Concepts and Techniques, M. Naghibzadeh, 2005
10. Operating System Concepts, Greg Gagne, Abraham

Silbershatz, Peter Baer Galvin, 2012. Manajemen Penyimpanan

## BIODATA PENULIS



**Mhd. Adi Setiawan Aritonang, S.Kom., M.Kom**  
**Dosen Teknik Komputer**  
**Institut Teknologi Batam**

Penulis lahir di Sibolga, 3 September 1992. Penulis merupakan staff pengajar di Program Studi Teknik Komputer Institut Teknologi Batam (ITEBA). Penulis juga merupakan Trainer dalam memberikan Pelatihan Pada Siswa SMK dalam Bidang Maintenance Hardware & Jaringan. Penulis menyelesaikan S1 Teknik Informatika di STMIK Logika, dan S2 Teknik Informatika di Universitas Sumatera Utara. Penulis memiliki pengalaman bekerja sebagai Ka. IT di RSU Mitra Medika Tanjung Mulia, dan memiliki pengalaman mengajar Aplikasi Komputer dan Teknologi Informasi Kesehatan di Institut Kesehatan Helvetia, selain itu juga memiliki pengalaman bekerja yang berkaitan dengan IT Support (Analisis System, Maintenance Hardware dan Maintenance Software dan Networking. Selain mengajar, Penulis juga aktif dalam menulis buku dan melakukan penelitian.

Email Penulis : [adi@iteba.ac.id](mailto:adi@iteba.ac.id)

[muhammadadiaritonang@gmail.com](mailto:muhammadadiaritonang@gmail.com)

## BIODATA PENULIS



**Fidya Farasalsabila, S.T., M.Kom**  
**Dosen Sistem Informasi**  
**Institut Teknologi Batam**

Penulis lahir di Batam, 20 Agustus 2000. Penulis merupakan lulusan program studi Informatika, menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) di Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH) dan meraih gelar magister (S2) dari Universitas AMIKOM Yogyakarta. Saat ini, penulis berprofesi sebagai dosen di Institut Teknologi Batam. Selain mengajar, penulis juga aktif dalam penulisan buku dan kegiatan penelitian di bidang informatika.

Email Penulis : [fidya@iteba.ac.id](mailto:fidya@iteba.ac.id)

[fidyafaras@gmail.com](mailto:fidyafaras@gmail.com)



# SISTEM OPERASI

Buku Sistem Operasi ini dirancang sebagai panduan komprehensif bagi mahasiswa, praktisi, dan siapa pun yang ingin memahami konsep dasar hingga lanjutan dalam sistem operasi. Dengan pendekatan sistematis dan ilustrasi praktis, buku ini membahas fungsi utama sistem operasi seperti manajemen proses, manajemen memori, sistem berkas, dan keamanan. Disertai studi kasus dan latihan soal, buku ini tidak hanya membahas teori tetapi juga aplikasinya dalam sistem nyata seperti Linux, Windows, dan sistem tertanam. Mahasiswa akan mempelajari berbagai aspek penting, antara lain: konsep dasar perangkat komputer, konsep dasar sistem operasi, komponen dan struktur sistem operasi, konsep proses dan thread, penjadwalan CPU, interaksi sistem, manajemen memori, virtual memori, manajemen penyimpanan, serta manajemen input/output. Mata kuliah Sistem Operasi merupakan salah satu mata kuliah inti dalam program studi Teknik Komputer dan Sistem Informasi. Mata kuliah ini mempelajari teori dan praktik dasar tentang bagaimana sistem operasi bekerja dalam mengelola perangkat keras dan perangkat lunak komputer. Sistem operasi bertindak sebagai perantara antara pengguna dan perangkat keras, mengatur semua proses serta sumber daya yang digunakan dalam sistem komputer. Tanpa kehadiran sistem operasi, pengguna tidak dapat menjalankan program atau memanfaatkan sumber daya komputer secara efisien.



**Penerbit**  
**Tri Edukasi Ilmiah**

edukasiilmiah@gmail.com  
Jalan Raya Pakan Kamis, Gadut,  
Tialatang Kamang, Kabupaten Agam, Sumatera Barat



**IKAPI**  
IKATAN PENERBIT INDONESIA