

Bab 5. Komponen Sistem Operasi

5.1. Pendahuluan

Sistem operasi dapat dikatakan adalah perangkat lunak yang sangat kompleks. Sebuah Sistem Operasi adalah kumpulan program-program (software/perangkat lunak) yang membantu para pemakai komputer untuk berkomunikasi dengan komputernya. Hal-hal yang ditangani oleh sistem operasi bukan hanya satu atau dua saja, melainkan banyak hal. Dari menangani perangkat keras, perangkat lunak atau program yang berjalan, sampai menangani pengguna. Hal tersebut menyebabkan sebuah sistem operasi memiliki banyak sekali komponen-komponen tersendiri yang memiliki fungsinya masing-masing. Seluruh komponen yang menyusun sistem operasi tersebut saling bekerjasama untuk satu tujuan, yaitu efisiensi kerja seluruh perangkat komputer dan kenyamanan dalam penggunaan sistem operasi.

Oleh karena itu, penting bagi kita untuk mengetahui komponen-komponen apa saja yang ada di dalam sebuah sistem operasi, agar kita bisa mempelajari sistem operasi secara menyeluruh. Bab ini menceritakan secara umum apa saja komponen-komponen yang ada di sistem operasi. Detail tentang setiap komponen tersebut ada di bab-bab selanjutnya dalam buku ini.

Tanpa satu saja dari komponen-komponen tersebut, bisa dipastikan sebuah sistem operasi tidak akan berjalan dengan maksimal. Bayangkan jika kita memiliki sistem operasi yang tidak memiliki kemampuan untuk menangani program-program yang berjalan sekaligus. Kita tak akan bisa mengetik sambil mendengarkan lagu sambil berselancar di internet seperti yang biasa kita lakukan saat ini.

Contoh sebelumnya hanya sedikit gambaran bagaimana komponen-komponen sistem operasi tersebut saling terkait satu sama lainnya. Mempelajari komponen sistem operasi secara umum dapat mempermudah pemahaman untuk mengetahui hal-hal yang lebih detail lagi tentang sistem operasi.

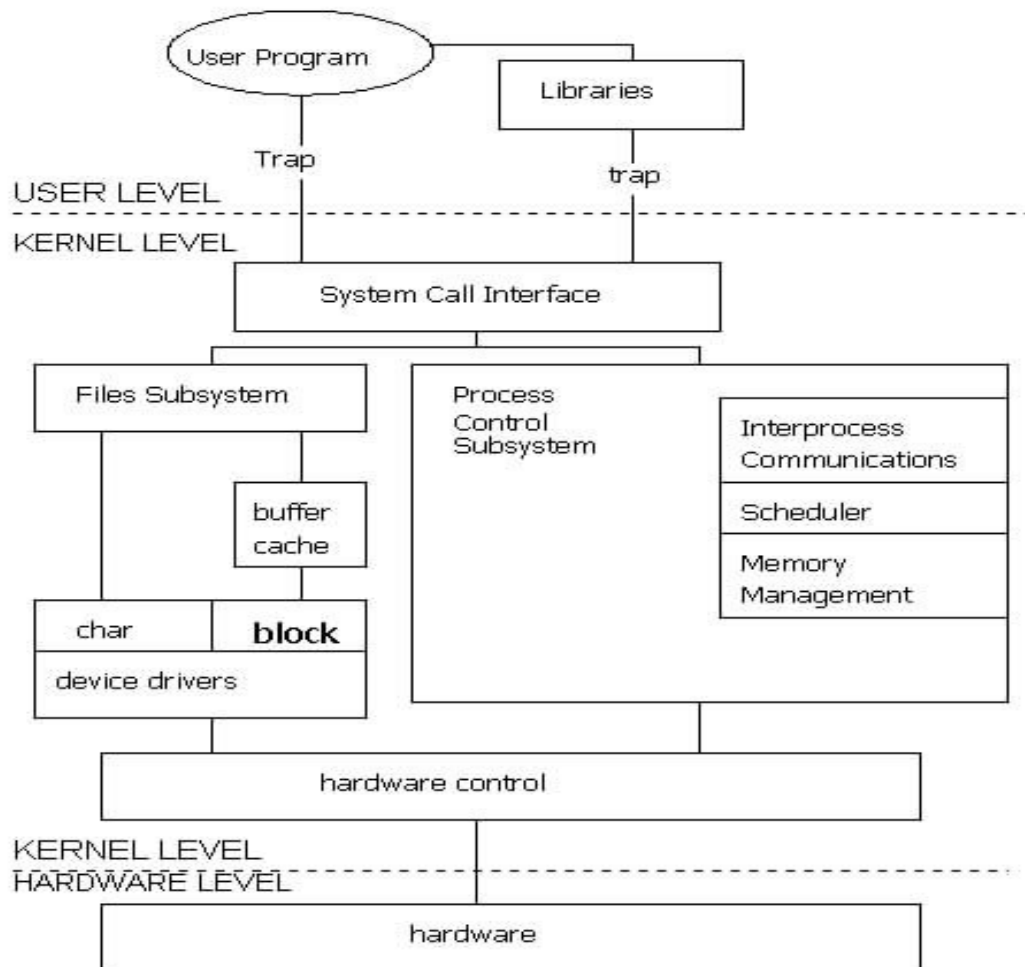
Dari berbagai macam sistem operasi yang ada, tidak semuanya memiliki komponen-komponen penyusun yang sama. Pada umumnya sebuah sistem operasi modern akan terdiri dari komponen sebagai berikut:

- Manajemen Proses.
- Manajemen Memori Utama.
- Manajemen Sistem Berkas.
- Manajemen Sistem M/K.
- Manajemen Penyimpanan Sekunder.
- Manajemen Jaringan
- Proteksi dan Keamanan.
- Manajemen Command-Interpreter System

5.2 Kegiatan Sistem Operasi

Dalam kegiatannya sehari-hari, sistem operasi memiliki sebuah mekanisme proteksi untuk memastikan dirinya, semua program yang berjalan, dan data-data penggunanya berjalan dengan baik. Untuk melakukan hal tersebut, sistem operasi memiliki dua jenis (*mode*) operasi yang saling terpisah. Dua operasi tersebut, yaitu *user mode*, eksekusi program dikendalikan oleh pengguna, dan *kernel mode*, eksekusi program dikendalikan oleh sistem operasi, dinamakan *dual-mode operation*.

Ilustrasi :



Dual-mode operation diimplementasikan pada arsitektur perangkat keras. Sebuah bit yang disebut *mode bit* ditambahkan ke perangkat keras untuk menunjukkan mode operasi saat itu: 0 untuk *kernel mode* dan 1 untuk *user mode*.

Dengan adanya *dual-mode operation*, eksekusi sebuah program/proses bisa dibedakan sumbernya, apakah dieksekusi oleh sistem operasi atau dieksekusi oleh pengguna. Hal ini akan sangat berguna dalam berjalannya sistem operasi.

Selain itu, sistem operasi memiliki sebuah mekanisme untuk melindungi prosesor dari berbagai macam program yang berjalan. Bayangkan jika ada sebuah proses mengalami *infinite loop*. Tentu saja prosesor akan terus menerus melayani program itu dan menghambat proses lainnya yang akan dieksekusi prosesor, dan hal ini bisa dipastikanakan mengurangi kinerja dari komputer.

Perlindungan prosesor tersebut dilakukan dengan *timer*. *Timer* diset untuk melakukan interupsi prosesor setelah beberapa periode waktu. Dengan adanya *timer*, sebuah program bisa dicegah dari berjalan terlalu lama. Misalkan sebuah program memiliki *time limit* 7 menit. Setelah 7 menit tersebut terlewati, sistem operasi akan menginterupsi prosesor dan menghentikan eksekusi program tersebut.

5.3 Manajemen Proses

Proses adalah sebuah program yang sedang dieksekusi. Proses merupakan unit kerja terkecil yang secara individu memiliki sumber daya-sumber daya dan dijadwalkan sistem operasi. Sedangkan program adalah kumpulan instruksi yang ditulis ke dalam bahasa yang dimengerti sistem operasi. Sebuah proses membutuhkan sejumlah sumber daya untuk menyelesaikan tugasnya. Sumber daya tersebut dapat berupa *CPU time*, alamat memori, berkas-berkas, dan perangkat-perangkat M/K. Sistem operasi mengalokasikan sumber daya-sumber daya tersebut saat proses itu diciptakan atau sedang diproses/dijalankan. Ketika proses tersebut berhenti dijalankan, sistem operasi akan mengambil kembali semua sumber daya agar bisa digunakan kembali oleh proses lainnya.

Sistem operasi bertanggung jawab atas aktivitas-aktivitas yang berkaitan dengan manajemen proses seperti:

- **Membuat dan menghapus proses pengguna dan sistem proses.** Sistem operasi bertugas mengalokasikan sumber daya yang dibutuhkan oleh sebuah proses dan kemudian mengambil sumber daya itu kembali setelah proses tersebut selesai agar dapat digunakan untuk proses lainnya.
- **Menunda atau melanjutkan proses.** Sistem operasi akan mengatur proses apa yang harus dijalankan terlebih dahulu berdasarkan berdasarkan prioritas dari proses-proses yang ada. Apa bila terjadi 2 atau lebih proses yang mengantri untuk dijalankan, sistem operasi akan mendahulukan proses yang memiliki prioritas paling besar.
- **Menyediakan mekanisme untuk proses sinkronisasi.** Sistem operasi akan mengatur jalannya beberapa proses yang dieksekusi bersamaan. Tujuannya adalah menghindarkan terjadinya inkonsistensi data karena pengaksesan data yang sama, juga untuk mengatur urutan jalannya proses agar setiap proses berjalan dengan lancar
- **Menyediakan mekanisme untuk proses komunikasi.** Sistem operasi menyediakan mekanisme agar beberapa proses dapat saling berinteraksi dan berkomunikasi (contohnya berbagi sumber daya antar proses) satu sama lain tanpa menyebabkan terganggunya proses lainnya.
- **Menyediakan mekanisme untuk penanganan *deadlock*.** *Deadlock* adalah suatu keadaan dimana sistem seperti terhenti karena setiap proses memiliki sumber daya yang tidak bisa dibagi dan menunggu untuk mendapatkan sumber daya yang sedang dimiliki oleh proses lain. Saling menunggu inilah yang disebut *deadlock* (kebuntuan). Sistem operasi harus bisa mencegah, menghindari, dan mendeteksi adanya *deadlock*. Jika *deadlock* terjadi, sistem operasi juga harus dapat memulihkan kondisi sistemnya.

5.4 Manajemen Memori Utama

Sistem operasi memiliki tugas untuk mengatur bagian memori yang sedang digunakan dan mengalokasikan jumlah dan alamat memori yang diperlukan, baik untuk program yang akan berjalan maupun untuk sistem operasi itu sendiri. Tujuan dari manajemen memori utama adalah agar utilitas CPU meningkat dan untuk meningkatkan efisiensi pemakaian memori.

Memori utama atau lebih dikenal sebagai memori adalah sebuah array yang besar dari *word* atau *byte* yang ukurannya mencapai ratusan, ribuan, atau bahkan jutaan. Setiap *word* atau *byte* mempunyai alamat tersendiri. Memori utama berfungsi sebagai tempat penyimpanan instruksi/data yang akses datanya digunakan oleh CPU dan perangkat M/K. Memori utama termasuk tempat penyimpanan data yang bersifat *volatile* (tidak permanen), yaitu data akan hilang kalau komputer dimatikan.

Sistem komputer modern memiliki sistem hirarki memori, artinya memori yang ada di komputer disusun dengan tingkatan kecepatan dan kapasitas yang berbeda. Memori yang memiliki kecepatan sama dengan kecepatan prosesor memiliki kapasitas yang kecil, berkisar hanya dari ratusan KB hingga 4 MB dengan harga yang sangat mahal. Sedangkan memori utama yang kecepataannya jauh di bawah kecepatan prosesor memiliki kapasitas yang lebih besar, berkisar dari 128 MB hingga 4 GB dengan harga yang jauh lebih murah. Sistem hirarki memori ini memiliki tujuan agar kinerja komputer yang maksimal bisa didapat dengan harga yang terjangkau.

5.5 Manajemen Sistem Berkas

File atau berkas adalah representasi program dan data yang berupa kumpulan informasi yang saling berhubungan dan disimpan di perangkat penyimpanan. Sistem berkas ini sangatlah penting, karena informasi atau data yang disimpan dalam berkas adalah sesuatu yang sangat berharga bagi pengguna. Sistem operasi harus dapat melakukan operasi-operasi pada berkas, seperti membuka, membaca, menulis, dan menyimpan berkas tersebut pada sarana penyimpanan sekunder. Oleh karena itu, sistem operasi harus dapat melakukan operasi berkas dengan baik.

Sistem operasi melakukan manajemen sistem berkas dalam beberapa hal:

- **Pembuatan berkas atau direktori.** Berkas yang dibuat nantinya akan diletakkan pada direktori-direktori yang diinginkan pada sistem berkas. Sistem operasi akan menunjukkan tempat dimana lokasi berkas atau direktori tersebut akan diletakkan. Setelah itu, sistem operasi akan membuat entri yang berisi nama berkas dan lokasinya pada sistem berkas.
- **Penghapusan berkas atau direktori.** Sistem operasi akan mencari letak berkas atau direktori yang hendak dihapus dari sistem berkas, lalu menghapus seluruh entri berkas tersebut, agar tempat dari berkas tersebut dapat digunakan oleh berkas lainnya.
- **Pembacaan dan menulis berkas.** Proses pembacaan dan penulisan berkas melibatkan *pointer* yang menunjukkan posisi dimana sebuah informasi akan dituliskan di dalam sebuah berkas.
- **Meletakkan berkas pada sistem penyimpanan sekunder.** Sistem operasi mengatur lokasi fisik tempat penyimpanan berkas pada sarana penyimpanan sekunder.

- **Mem-back-up berkas ke media penyimpanan yang permanen (non-volatile).** Berkas yang disimpan pada media penyimpanan yang non-volatile akan bersifat lebih stabil

5.6 Manajemen Sistem M/K (I/O)

Pekerjaan utama yang paling sering dilakukan oleh sistem komputer selain melakukan komputasi adalah Masukan/Keluaran (M/K). Dalam kenyataannya, waktu yang digunakan untuk komputasi lebih sedikit dibandingkan waktu untuk M/K. Ditambah lagi dengan banyaknya variasi perangkat M/K sehingga membuat manajemen M/K menjadi komponen yang penting bagi sebuah sistem operasi. Sistem operasi juga sering disebut *device manager*, karena sistem operasi mengatur berbagai macam perangkat (*device*).

Fungsi-fungsi sistem operasi untuk sistem M/K:

- **Penyanggaan (*buffering*).** Menampung data sementara dari/ke perangkat M/K
- **Penjadwalan (*scheduling*).** Melakukan penjadwalan pemakaian M/K sistem supaya lebih efisien.
- **Spooling.** Meletakkan suatu pekerjaan program pada penyangga, agar setiap perangkat dapat mengaksesnya saat perangkat tersebut siap.
- **Menyediakan *driver* perangkat yang umum.** *Driver* digunakan agar sistem operasi dapat memberi perintah untuk melakukan operasi pada perangkat keras M/K yang umum, seperti *optical drive*, media penyimpanan sekunder, dan layar monitor.
- **Menyediakan *driver* perangkat yang khusus.** *Driver* digunakan agar sistem operasi dapat memberi perintah untuk melakukan operasi pada perangkat keras M/K tertentu, seperti kartu suara, kartu grafis, dan *motherboard*

5.7 Manajemen Penyimpanan Sekunder

Penyimpanan sekunder (*secondary storage*) adalah sarana penyimpanan yang berada satu tingkat di bawah memori utama sebuah komputer dalam hirarki memori. Tidak seperti memori utama komputer, penyimpanan sekunder tidak memiliki hubungan langsung dengan prosesor melalui bus, sehingga harus melewati M/K.

Sarana penyimpanan sekunder memiliki ciri-ciri umum sebagai berikut:

1. ***Non volatile (tahan lama)*.** Walaupun komputer dimatikan, data-data yang disimpan di sarana penyimpanan sekunder tidak hilang. Data disimpan dalam piringan-piringan magnetik.
2. **Tidak berhubungan langsung dengan bus CPU.** Dalam struktur organisasi komputer modern, sarana penyimpanan sekunder terhubung dengan *northbridge*. *Northbridge* yang menghubungkan sarana penyimpanan sekunder pada M/K dengan bus CPU.
3. **Lambat.** Data yang berada di sarana penyimpanan sekunder memiliki waktu yang lebih lama untuk diakses (*read/write*) dibandingkan dengan mengakses di memori utama. Selain disebabkan oleh *bandwidth* bus yang lebih rendah, hal ini juga dikarenakan adanya mekanisme perputaran *head* dan piringan magnetik yang memakan waktu.

4. **Harganya murah.** Perbandingan harga yang dibayar oleh pengguna per *byte* data jauh lebih murah dibandingkan dengan harga memori utama.

Sarana penyimpanan sekunder memiliki fungsi-fungsi sebagai berikut:

1. **Menyimpan berkas secara permanen.** Data atau berkas diletakkan secara fisik pada piringan magnet dari disk, yang tidak hilang walaupun komputer dimatikan (*non volatile*)
2. **Menyimpan program yang belum dieksekusi prosesor.** Jika sebuah program ingin dieksekusi oleh prosesor, program tersebut dibaca dari disk, lalu diletakkan di memori utama komputer untuk selanjutnya dieksekusi oleh prosesor menjadi proses.
3. **Memori virtual.** Adalah mekanisme sistem operasi untuk menjadikan beberapa ruang kosong dari disk menjadi alamat-alamat memori virtual, sehingga prosesor bisa menggunakan memori virtual ini seolah-olah sebagai memori utama. Akan tetapi, karena letaknya di penyimpanan sekunder, akses prosesor ke memori virtual menjadi jauh lebih lambat dan menghambat kinerja komputer.

Sistem operasi memiliki peran penting dalam manajemen penyimpanan sekunder. Tujuan penting dari manajemen ini adalah untuk keamanan, efisiensi, dan optimalisasi penggunaan sarana penyimpanan sekunder.

5.8 Manajemen Jaringan

Sistem terdistribusi adalah sekumpulan prosesor yang tidak berbagi memori, atau clock. Setiap prosesor mempunyai memori dan clock tersendiri. Prosesor-prosesor tersebut terhubung melalui jaringan komunikasi. Sistem terdistribusi menyediakan akses pengguna ke bermacam sumber-daya sistem.

Tujuan utamanya adalah untuk memberikan hasil secara lebih, terutama dalam:

- file system
- name space
- waktu pengolahan
- keamanan
- akses ke seluruh resources, seperti : prosesor, memori, penyimpanan sekunder, dan perangkat keras.

Suatu sistem operasi terdistribusi yang sejati adalah yang berjalan pada beberapa buah mesin, yang tidak melakukan sharing memori, tetapi terlihat bagi user sebagai satu buah komputer single.

Perbedaan Sistem Operasi Jaringan dan Sistem Operasi Terdistribusi

- a. Tiap komputer memiliki sistem operasi sendiri
- b. Tiap personal komputer memiliki sistem file sendiri, di mana data-data disimpan
- c. Sistem operasi tiap komputer dapat berbeda-beda atau heterogen
- d. Pengguna harus memikirkan keberadaan komputer lain yang terhubung, dan harus mengakses, biasanya menggunakan remote login (telnet)
- e. File system dapat digunakan dengan dukungan NFS.

Sistem terdistribusi memungkinkan user untuk mengakses sumber daya (resource) yang beragam. Dengan mengakses sumber daya yang dapat digunakan bersama-sama tersebut akan memberikan keuntungan dalam :

- **Sharing Resource.** Walaupun perangkat sekarang sudah memiliki kemampuan yang cepat dalam proses-proses komputasi, atau misal dalam mengakses data, tetapi pengguna masih saja menginginkan sistem berjalan dengan lebih cepat. Apabila hardware terbatas, kecepatan yang diinginkan user dapat diatasi dengan menggabung perangkat yang ada dengan sistem DOS (Distributed Operating System).
- **Waktu Komputasi.** Komputasi berjalan dalam keadaan paralel. Proses komputasi ini dipecah dalam banyak titik (nodes), yang mungkin berupa komputer pribadi, prosesor tersendiri, dan kemungkinan perangkat prosesor-prosesor yang lain. Sistem operasi terdistribusi ini bekerja baik dalam memecah komputasi ini dan baik pula dalam mengambil kembali hasil komputasi dari titik-titik cluster untuk ditampilkan hasilnya.
- **Reliabilitas.** Fitur unik yang dimiliki oleh DOS ini adalah reliabilitas. Berdasarkan design dan implementasi dari design sistem ini, maka hilangnya suatu node tidak akan berdampak terhadap integritas system. Hal ini berbeda dengan komputer personal, apabila ada salah satu hardware yang mengalami kerusakan, maka system akan berjalan tidak seimbang, bahkan sistem bisa tidak dapat berjalan atau mati. Dalam sistem operasi terdistribusi tadi sebenarnya cara kerjanya mirip dengan personal computer, tetapi bedanya apabila ada node yang mati, maka akan terjadi proses halt terhadap node tersebut dan proses komputasi dapat dialihkan. Hal ini akan membuat sistem DOS selalu memiliki reliabilitas yang tinggi.
- **Komunikasi.** Sistem operasi terdistribusi biasanya berjalan dalam jaringan, dan biasanya melayani koneksi jaringan. Sistem ini biasanya digunakan user untuk proses networking. User dapat saling bertukar data, atau saling berkomunikasi antar titik baik secara LAN maupun WAN.

5.9 Manajemen Command-Interpreter System

Sistem Operasi menunggu instruksi dari pengguna (command driven). Program yang membaca instruksi dan mengartikan control statements umumnya disebut: control-card interpreter, command-line interpreter dan terkadang dikenal sebagai shell. Command-Interpreter System sangat bervariasi dari satu sistem operasi ke sistem operasi yang lain dan disesuaikan dengan tujuan dan teknologi perangkat Masukan/Keluaran yang ada.

Beberapa perintah yang dimasukkan ke sistem operasi menggunakan pernyataan kontrol yang digunakan untuk

- Manajemen dan pembuatan proses
- Penanganan I/O
- Manajemen penyimpanan sekunder
- Manajemen memori utama
- Akses sistem file
- Proteksi
- Jaringan

Program yang membaca dan menerjemakan pernyataan kontrol disebut command-line interpreter atau shell pada UNIX. Fungsinya adalah untuk mengambil dan mengeksekusi pernyataan perintah berikutnya. Contohnya: CLI, Windows, Penbased (touch), dan lain-lain.

5.9 Proteksi dan Keamanan

Seringkali, istilah keamanan dan proteksi membingungkan dalam penggunaannya. Untuk mengurangi kebingungan itu, istilah keamanan digunakan untuk penggambaran secara umum, sedangkan proteksi digunakan untuk menggambarkan secara teknis mekanisme perlindungan sistem operasi.

Proteksi

Proteksi adalah mekanisme sistem operasi untuk mengontrol akses terhadap beberapa objek yang diproteksi dalam sistem operasi. Objek-objek tersebut bisa berupa perangkat keras (seperti CPU, memori, disk, printer, dll) atau perangkat lunak (seperti program, proses, berkas, basis data, dll). Di beberapa sistem, proteksi dilakukan oleh sebuah program yang bernama *reference monitor*. Setiap kali ada pengaksesan sumber daya PC yang diproteksi, sistem pertama kali akan menanyakan *reference monitor* tentang keabsahan akses tersebut. *Reference monitor* kemudian akan menentukan keputusan apakah akses tersebut diperbolehkan atau ditolak.

Secara sederhana, mekanisme proteksi dapat digambarkan dengan konsep *domain*. *Domain* adalah himpunan yang berisi pasangan objek dan hak akses. Masing-masing pasangan *domain* berisi sebuah objek dan beberapa akses operasi (seperti *read*, *write*, *execute*) yang dapat dilakukan terhadap objek tersebut. Dalam setiap waktu, setiap proses berjalan dalam beberapa *domain* proteksi. Hal itu berarti terdapat beberapa objek yang dapat diakses oleh proses tersebut, dan operasi-operasi apa yang boleh dilakukan oleh proses terhadap objek tersebut. Proses juga bisa berpindah dari *domain* ke *domain* lain dalam eksekusi.

Keamanan

Pengguna sistem komputer sudah tentu memiliki data-data dan informasi yang berharga baginya. Melindungi data-data ini dari pihak-pihak yang tidak berhak merupakan hal penting bagi sistem operasi. Inilah yang disebut keamanan (*security*).

Sebuah sistem operasi memiliki beberapa aspek tentang keamanan. Aspek-aspek ini berhubungan terutama dengan hilangnya data-data. Sistem komputer dan data-data di dalamnya terancam dari aspek ancaman (*threats*), aspek penyusup (*intruders*), dan aspek musibah.

Dari aspek ancaman, secara umum sistem komputer menghadapi ancaman terbukanya data-data rahasia, perubahan data-data oleh orang yang tidak berhak, juga pelumpuhan sistem dengan adanya *Denial of Service* (DoS).

Dari aspek penyusup, saat ini banyak orang mencoba masuk ke dalam sistem operasi dengan berbagai macam tujuan. Ada yang hanya sekedar mencoba menjebol sistem operasi (*hacking*), ada yang mencoba mengambil keuntungan dari tindakan penjenjolan itu (*cracking*).

Tidak hanya disusupi oleh manusia, sistem operasi juga menghadapi ancaman keamanan dari program-program penyusup, yang disebut *malicious program* atau *malware*. *Malware* adalah program yang menyusup ke dalam sistem operasi dan memiliki tujuan-tujuan tertentu

seperti mengambil data-data pribadi, mengambil alih komputer, dan seringkali bertujuan merusak. Yang termasuk kategori *malware* adalah virus, *keylogger*, *worm*, *trojan*, dan *sypware*.

Yang terakhir, sistem operasi dan data-data di dalamnya terancam justru dari hal-hal non teknis, yaitu dari musibah. Sistem operasi terancam akibat adanya bencana alam (banjir, lumpur panas, gempa bumi, dan lain-lain), kerusakan perangkat keras atau lunak, bahkan kelalaian dari penggunaanya.

Perkembangan dunia internet saat ini membawa konsekuensi meningkatnya resiko keamanan terhadap sistem operasi. Oleh karena itu, sistem operasi harus memiliki ketahanan keamanan. Bagi kebanyakan pengembang sistem operasi saat ini, keamanan adalah salah satu permasalahan utama.

5.10 Rangkuman

Sistem operasi memiliki beberapa komponen, seperti manajemen proses, manajemen memori utama, manajemen sistem berkas, manajemen sistem M/K, manajemen penyimpanan sekunder, proteksi dan keamanan, dan antarmuka. Semua komponen tersebut saling berkaitan satu sama lain. Sebuah sistem operasi tidak dapat bekerja apabila salah satu saja dari komponen-komponen tersebut hilang.

Memahami komponen-komponen sistem operasi dalam bab ini akan memudahkan pemahaman tentang sistem operasi dalam bab-bab selanjutnya dalam buku ini. Dalam bab-bab selanjutnya, hanya beberapa komponen saja yang akan dibahas lebih lanjut, yaitu manajemen proses, manajemen memori utama, manajemen sistem berkas, dan manajemen sistem M/K.

Rujukan

- [Silberschatz2005] Avi Silberschatz, Peter Galvin, dan Grag Gagne. 2005. *Operating Systems Concepts*. Seventh Edition. John Wiley & Sons.
- [WEBFSF1991a] Free Software Foundation. 1991. *GNU General Public License* – <http://gnui.vLSM.org/licenses/gpl.txt> . Diakses 29 Mei 2006.
- [WikiOS2007] Wikipedia, The Free Encyclopedia. 2007. *Operating System* – http://en.wikipedia.org/wiki/Operating_system . Diakses 8 Februari 2007.
- [WikiGUI2007] Wikipedia, The Free Encyclopedia . 2007. *Graphical User Interface* – <http://en.wikipedia.org/wiki/GUI> . Diakses 13 Februari 2007.
- [WikiGUIHistory2007] Wikipedia, The Free Encyclopedia . 2007. *History of the graphical user interface* – http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_graphical_user_interface . Diakses 13 Februari 2007.
- [WikiCLI2007] Wikipedia, The Free Encyclopedia . 2007. *Command Line Interface* – http://en.wikipedia.org/wiki/Command_line_interface . Diakses 13 Februari 2007.
- [WikiSpooling2007] Wikipedia, The Free Encyclopedia . 2007. *Spooling* – <http://en.wikipedia.org/wiki/Spooling> . Diakses 7 Juni 2007.
- [McGillOS2007] McGill University. 2007. *Operating System* – http://www.cs.mcgill.ca/~cs310/lect_notes/cs310_lecture02.pdf . Diakses 10 Februari 2007.
- [MattBlaze2004] Matt Blaze. 2004. *Operating System* – <http://www.crypto.com/courses/fall04/cse380/20040921.pdf> . Diakses 6 Juni 2007.
- <http://gurupadi.files.wordpress.com/2007/10/sistem-operasi.pdf> . Diakses 9 April 2008.
- ardi.tif.uad.ac.id/download/so-slide2.pdf . Diakses 9 April 2008.
- lecturer.eepis-its.edu/~arna/Diktat_SO/2.Struktur%20Sistem%20Operasi.pdf . Diakses 9 April 2008.