Praktikum Sistem Operasi

Auriza Akbar

2017

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

Bagian I

PEMROGRAMAN SISTEM UNIX

1

PROSES

INTRO

Tim Praktikum

- Auriza Rahmad Akbar
- M Mukhibillah Asshidiqy
- Kurnia Saputra
- Lu William Hanugra
- Selfi Qisthina

Peraturan

- Pakaian sopan, tidak ketat
  - pelanggaran lebih dari 3 kali: sanksi sedang (nilai 0)
- Kehadiran minimal 80%
- Toleransi terlambat 15 menit
- Tidak membawa makanan ke lab

Gambar 1: Tata tertib mahasiswa IPB

LMS

- https://lms.ipb.ac.id/course/view.php?id=154
  - *key*: `so2017`
- Buku acuan:
  - Silberschatz *et al.* 2013. *Operating System Concepts*. Ed ke-9.
- Proporsi nilai praktikum:
  - UTSP: 30%
  - UASP: 30%
  - Tugas: 40%

Apa itu proses?

Apa itu proses?

Program yang sedang berjalan.

> A program in execution.[1]

Bagaimana cara menjalankan program?

Misalkan kita ingin menjalankan program Firefox. Ada berapa cara?

Bagaimana cara menjalankan program?

Misalkan kita ingin menjalankan program Firefox. Ada berapa cara?

Dua cara:

1. **CLI**: buka *shell*, lalu ketikkan perintah `firefox`.
2. **GUI**: klik ikon Firefox pada menu aplikasi[2].

1 Silberschatz *et al.* (2013), *Operating System Concepts*, hlm 105.

2 jika ikon diklik, program akan tetap dijalankan melalui *shell*; coba cek isi *file* `/usr/share/applications/firefox.desktop`.

SHELL

Apa itu shell*?*

Apa itu shell*?*

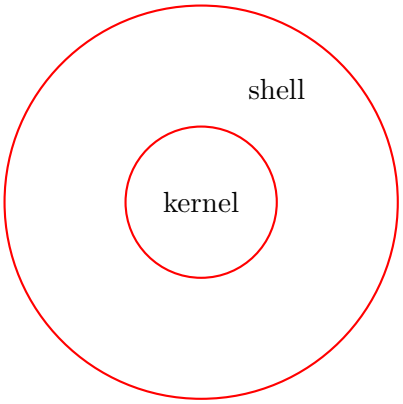
- *Shell* adalah antarmuka antara pengguna dengan *kernel*.

Kernel *vs* Shell

- *kernel* = ...
- *shell* = ...

Kernel *vs* Shell

- *kernel* = inti
- *shell* = kulit



Kernel *vs* Shell

- *Kernel* adalah inti dari sistem operasi.
- *Shell* adalah antarmuka antara pengguna dengan *kernel*.
- *Shell* bertugas untuk menjalankan aplikasi pengguna.
  - *user* → *shell* → *kernel*.

Contoh kernel

- UNIX
  - BSD

  - AIX
  - HP-UX
  - Solaris
  - Linux
- Windows NT

Contoh shell

- Bourne shell (`sh`)
- Bourne-again shell (`bash`)
- Korn shell (`ksh`)
- Z shell (`zsh`)
- Windows PowerShell

Bagaimana shell *bisa membuat proses?*

Tugas: baca Silberschatz *et al.* (2013), hlm 116–118 sebagai tugas sekaligus materi praktikum pekan depan.

`SYSTEM()`

Fungsi `system()`

```
int system(char *command);
```

- Menjalankan `command` dengan menjalankan *shell* terlebih dahulu[3]:
  - `sh -c "command"`

Contoh

- Menjalankan perintah "`ps --forest`".

```
// system.c
int main()
{
    puts("Running command");

    system("ps --forest");
```

3 lihat '`man system`'

```
    puts("Done");
    return 0;
}
```

Hierarki proses

```
..
 \_ bash
     \_ ./system
         \_ sh
             \_ ps
```

- Bisa menjalankan rangkaian beberapa perintah sekaligus.
- Contoh:

```
int main()
{
    system("hostname | rev");
    return 0;
}
```

Latihan

- Buat program untuk menjalankan perintah '`ps -A`'!
- Buat program untuk mencetak kalender bulan Desember!

EXEC()

Fungsi `exec()`

```
int execvp(char *file, char *argv[]);
int execlp(char *file, char *arg, ...);
```

- Menggantikan proses yang ada dengan proses baru[4]

Contoh `execlp()`

- Parameter perintah ditempatkan pada *list* argumen.
- Menjalankan perintah "`ps --forest`":

4 lihat '`man exec`'

```c
// exec.c
int main()
{
    puts("Running command");


    execlp("ps", "ps", "--forest", NULL);

    puts("Done");
    return 0;
}
```

Contoh `execvp()`

- Parameter perintah disimpan pada variabel *string array*.
- Menjalankan perintah "`ps --forest`":

```c
// exec.c
int main()
{
    puts("Running command");

    char *args[] = {"ps", "--forest", NULL};
    execvp(args[0], args);

    puts("Done");
    return 0;
}
```

Hierarki proses

```
..
 \_ bash
     \_ ./exec
```

Setelah pemanggilan fungsi `exec`, proses lama akan ditimpa.

```
..
 \_ bash
     \_ ps --forest
```

Latihan

- Buat program untuk menjalankan perintah '`ps -A`'!

- Buat program untuk mencetak kalender bulan Juni!

system() vs exec()

- Fungsi `system()` lebih mudah digunakan
  - namun tidak efisien dalam penggunaan memori dan waktu
  - karena harus membuat dua proses baru untuk tiap perintah
- Fungsi `exec()` lebih efisien
  - langsung menimpa proses yang sudah ada
  - dipakai oleh *shell* untuk membuat proses baru

2

FORK, WAIT

FORK()

Fungsi `fork()`

```
pid_t fork(void);
```

- Menduplikasi proses[1]
- *Return value*:
  - jika *parent*: PID *child*
  - jika *child*: 0
  - jika *error*: -1

Contoh

```
// fork.c
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
    fork();
    puts("hello");
    return 0;
}
```

Latihan

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
```

1 lihat `'man 2 fork'`

```c
int main()
{
    fork();
    fork();
    puts("X");
    return 0;
}
```

Berapa kali `X` dicetak?

Parent *atau* Child*?*

Return value `fork()` digunakan untuk membedakan antara proses *parent* dengan *child*.

```c
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>

int main()
{
    pid_t pid;              // process id

    pid = fork();
    if (pid == 0)
        puts("child");
    else
        puts("parent");

    return 0;
}
```

Konkurensi

- Proses *parent* dan *child* berjalan secara konkuren.
  - meskipun pada kode program terlihat sekuensial
- Proses *child* memiliki semua salinan variabel *parent*-nya.

```c
int main() {
    pid_t pid; char *msg; int n;

    pid = fork();
    if (pid == 0) {
        msg = "child";
        n = 4;
```

```
    } else {
        msg = "parent";
        n = 8;
    }

    while (n--) { puts(msg); sleep(1); }
    return 0;
}
```

Latihan

Dengan menggunakan *looping* dan proses *parent* tidak mencetak apapun:

- Buatlah 4 proses *child* untuk mencetak "Hello"!
- Buatlah 5 proses *child* untuk mencetak "Hello"!
- Buatlah 9 proses *child* untuk mencetak "Hello"!

WAIT()

Fungsi `wait()`

```
pid_t wait(int *status);
```

- Proses *parent* menunggu hingga salah satu proses *child* selesai[2].
  - jika *child* sudah selesai, semua *resource*-nya akan dilepaskan
  - lalu proses *parent* melanjutkan eksekusi proses
- *Return value*: PID *child*.
- Argumen `status`: menyimpan *exit status* proses *child*
  - isi dengan `NULL` jika tidak dipakai

Contoh

```
int main() {
    pid_t pid; char *msg; int n;

    pid = fork();
    if (pid == 0) { msg = "child";  n = 8; }
             else { msg = "parent"; n = 4; }
```

2 lihat `'man 2 wait'`

```
    while (n--) { puts(msg); sleep(1); }

    if (pid > 0)    // parent menunggu child selesai
        wait(NULL);

    return 0;
}
```

Mendapatkan Status Proses Child

Gunakan parameter `status` pada fungsi `wait()` untuk menyimpan *exit status* proses *child* yang telah selesai.

```
if (pid > 0) {
    int status;
    wait(&status);
    printf("child status: %d\n", WEXITSTATUS(status));
}
```

ZOMBIE

Proses Zombie

- Proses *child* sudah selesai, tetapi masih ada di memori.
- Sebab: proses *child* sudah selesai, tetapi *parent* masih berjalan dan tidak memanggil fungsi `wait()`.

Contoh

```
// zombie.c
int main()
{
    pid_t pid; char *msg; int n;

    pid = fork();
    if (pid == 0) { msg = "child";  n = 3;}
             else { msg = "parent"; n = 20;}

    while (n--) { puts(msg); sleep(1); }
```

```
    return 0;
}
```

Mengamati Zombie

- Jalankan program tersebut pada terminal.
- Buka terminal baru, jalankan `ps f` untuk melihat daftar proses.
  - lakukan dengan cepat, zombie hanya muncul selama 17 detik
- Ciri zombie: status `Z` dan nama proses `<defunct>`.

```
  PID TTY      STAT   TIME COMMAND
12027 pts/1    Ss     0:00 bash
12028 pts/1    S+     0:00  \_ ./zombie
12029 pts/1    Z+     0:00      \_ [zombie] <defunct>
12031 pts/2    Ss     0:00 bash
12032 pts/2    R+     0:00  \_ ps f
```

Latihan

```
// Berapa kali X dicetak, gambarkan pohon prosesnya!

int main()
{
    pid_t pid = fork();
    if (pid != 0)
        fork();
    fork();
    puts("X");
    return 0;
}
```

Latihan Buku

- Kerjakan latihan (buku hlm 149–153) nomor:
  - 3.1
  - 3.2
  - 3.12
  - 3.13
  - 3.14
  - 3.17
- Kerjakan tanpa bantuan komputer terlebih dahulu, lalu cek jawaban anda dengan menjalankan kode program yang diberikan.

Latihan Tambahan

- Kerjakan soal nomor:
  - 3.21
  - 3.22 (baca sendiri ttg *shared-memory* antarproses)

3

SIGNAL

Sinyal

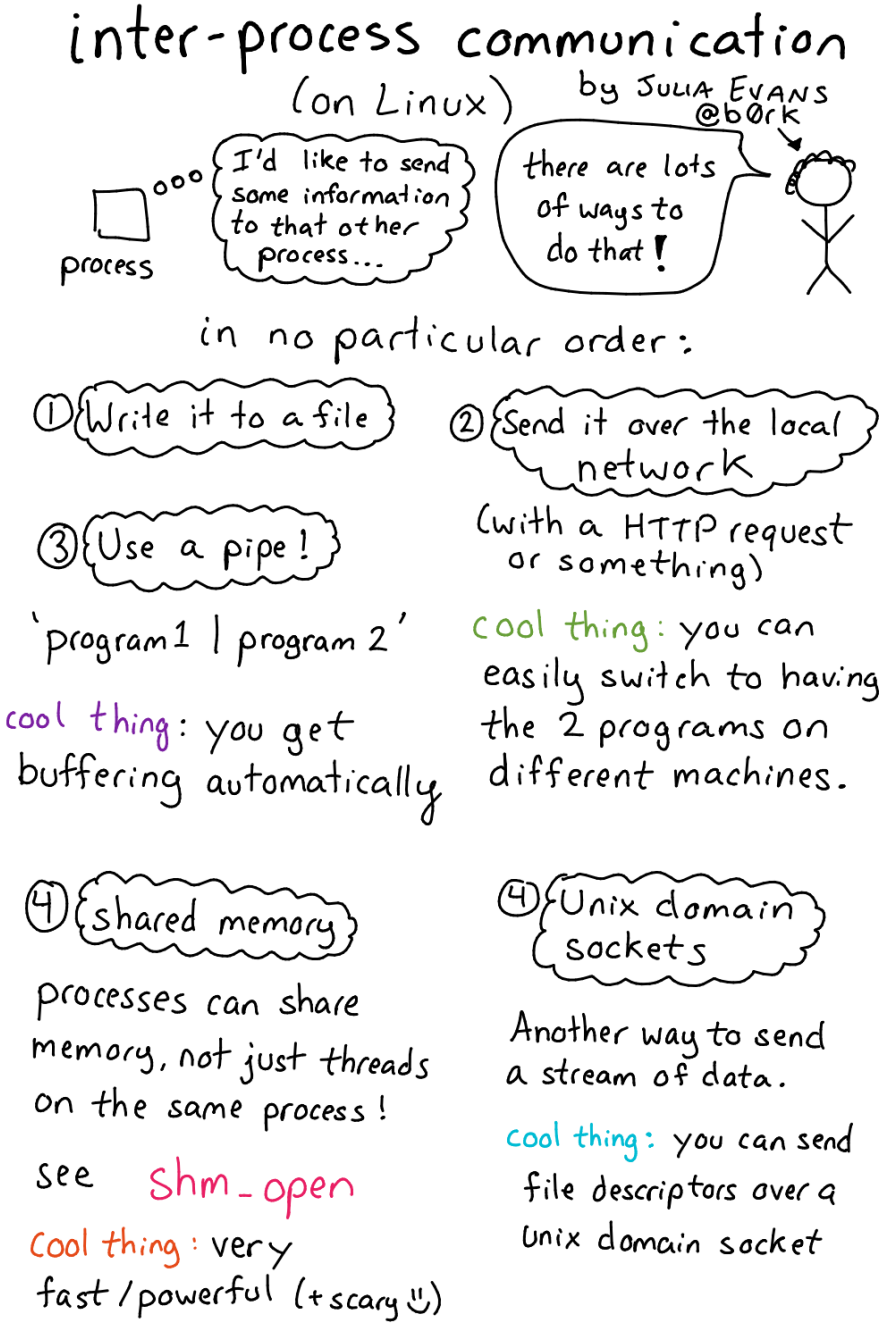
- Bentuk komunikasi antarproses (IPC) yang paling sederhana.
- Contoh IPC yang lain[1]:
  - *pipe*
  - *socket*
  - *shared memory*
  - *message passing*

Jenis sinyal

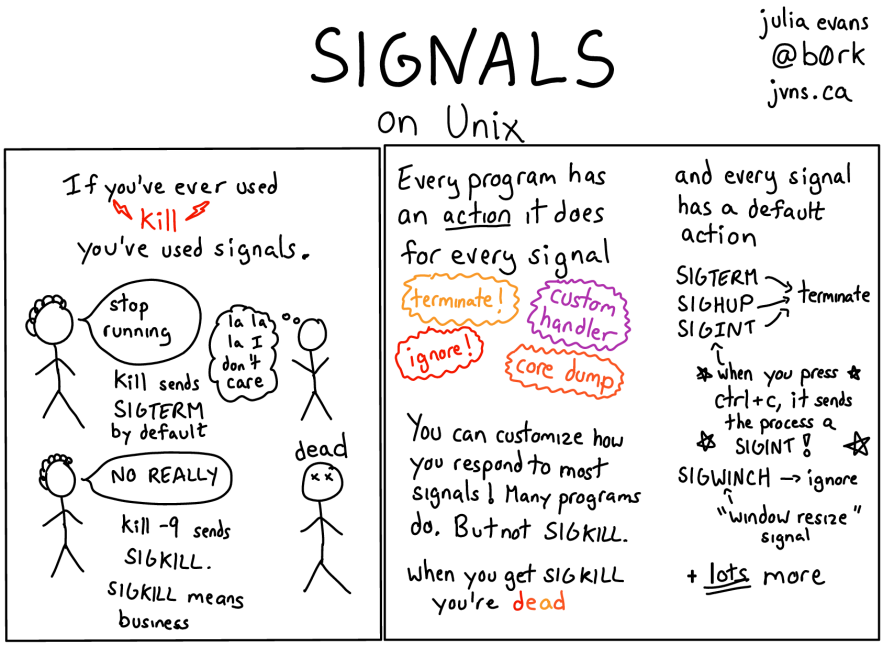
- Ada 31 jenis sinyal standar[2].
- Beberapa sinyal dapat dikirim langsung oleh *user* ke proses *foreground* dengan menekan kombinasi tombol berikut:
  - `Ctrl-C`: sinyal *interrupt* (`SIGINT`)
  - `Ctrl-Z`: sinyal *terminal stop* (`SIGTSTP`)
  - `Ctrl-\`: sinyal *quit* (`SIGQUIT`)

```
#define SIGHUP      1   // Hangup.
#define SIGINT      2   // Interrupt.
#define SIGQUIT     3   // Quit.
#define SIGILL      4   // Illegal instruction.
#define SIGTRAP     5   // Trace trap.
#define SIGABRT     6   // Abort.
#define SIGBUS      7   // Bus error.
#define SIGFPE      8   // Floating-point exception.
#define SIGKILL     9   // Kill, unblockable.
#define SIGUSR1     10  // User-defined signal 1.
#define SIGSEGV     11  // Segmentation violation.
```

1 Silberschatz *et al.* (2013), *Operating System Concepts*, hlm 130–147.
2 lihat *file* `/usr/include/bits/signum.h` dan `man 7 signal`.



Gambar 2: Komunikasi antarproses pada Linux



Gambar 3: Sinyal pada UNIX

```
#define SIGUSR2     12  // User-defined signal 2.
#define SIGPIPE     13  // Broken pipe.
#define SIGALRM     14  // Alarm clock.
#define SIGTERM     15  // Termination.
#define SIGSTKFLT   16  // Stack fault.
```

```
#define SIGCHLD     17  // Child status has changed.
#define SIGCONT     18  // Continue.
#define SIGSTOP     19  // Stop, unblockable.
#define SIGTSTP     20  // Keyboard stop.
#define SIGTTIN     21  // Background read from tty.
#define SIGTTOU     22  // Background write to tty.
#define SIGURG      23  // Urgent condition on socket.
#define SIGXCPU     24  // CPU limit exceeded.
#define SIGXFSZ     25  // File size limit exceeded.
#define SIGVTALRM   26  // Virtual alarm clock.
#define SIGPROF     27  // Profiling alarm clock.
#define SIGWINCH    28  // Window size change.
#define SIGIO       29  // I/O now possible.
#define SIGPWR      30  // Power failure restart.
#define SIGSYS      31  // Bad system call.
```

SIGNAL()

Fungsi `signal()`

```
void signal(int signum, void function(int));
```

- Untuk menangani sinyal yang masuk[3].
- Jika ada `signum` yang masuk, maka `function` akan dijalankan.

Contoh

```
void foo(int sig) {
    printf("got signal %d\n", sig); // print signum
    signal(SIGINT, SIG_DFL);        // back to default
}

int main() {
    signal(SIGINT, foo);
    while (1) {
        puts("hello");
        sleep(1);
    }
}
```

Penjelasan

- Jalankan program, kemudian kirim `SIGINT` (tekan `Ctrl-C`).
- Karena ada `SIGINT` masuk, program memanggil fungsi `foo`.
- Kirim lagi `SIGINT`.
- Apa yang terjadi? Mengapa demikian?
- Apa maksud `SIG_DFL`?

KILL()

Fungsi `kill()`

```
int kill(pid_t pid, int signum);
```

3 lihat `man 2 signal`.

- Untuk mengirim sinyal `signum` ke proses `pid`[4].

Contoh

```
int main()
{
    pid_t child = fork();
    if (child == 0) {
        while (1) {
            puts("child");
            sleep(1);
        }
    } else {
        sleep(5);
        kill(child, SIGTERM);   // terminate
    }
    return 0;
}
```

Penjelasan

- *Child* akan terus mencetak tiap 1 detik.
- Setelah 5 detik, *parent* mengirim `SIGTERM` ke *child*.
- *Child* akan berhenti karena mendapat `SIGTERM` dari *parent*.

PAUSE()

Fungsi `pause()`

```
int pause(void);
```

- Untuk menunggu sinyal masuk[5].

Contoh

```
void ding(int sig) { puts("ding!"); }

int main()
```

4 lihat `man 2 kill`.
5 lihat `'man 2 pause'`.

```
{
    if (fork() == 0) {
        sleep(5);
        kill(getppid(), SIGALRM);
    } else {
        signal(SIGALRM, ding);
        puts("waiting...");
        pause();
    }
    return 0;
}
```

Penjelasan

- *Parent* menunggu sinyal masuk.
- *Child* akan mengirim `SIGALRM` ke *parent* setelah 5 detik.
- Setelah `SIGALRM` masuk, *parent* memanggil fungsi `ding`.
- Apa yang terjadi jika *parent* tidak memanggil fungsi `pause()`?

Tugas

- Modifikasi program contoh hlm 3 pada bagian *parent*, sehingga *child* akan:
  - berjalan selama 4 detik, lalu
  - berhenti sementara (*stop*) selama 3 detik, lalu
  - lanjut lagi berjalan (*continue*) selama 2 detik, lalu
  - berhenti (*terminate*)
- Jika benar, *child* akan mencetak 6 kali.
- Kumpulkan di LMS berupa satu *file* dengan nama `[NIM].c`.

Tugas Bonus

- Implementasikan sendiri fungsi `system()` anda sesuai penjelasan yang tertera pada manual[6].
  - gunakan fungsi `fork()`, `execl()`, `wait()`, dan `signal()`
  - coba jalankan beberapa perintah memakai fungsi tsb
- Kumpulkan di LMS berupa satu *file* dengan nama `[NIM].c`.
  - **opsional**, plagiasi akan mendapat sanksi nilai −100

6 lihat `man 3 system`.

– paling lambat besok pukul 06:00

4

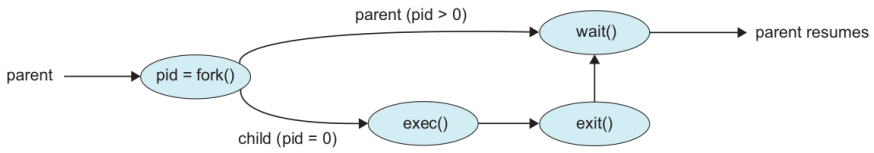
UNIX SHELL

SHELL

Cara Kerja Shell

1. Baca masukan perintah dari pengguna
2. Pisahkan perintah per argumen (per kata)
3. Buat proses *child* (`fork`)
4. Jalankan perintah (`exec`)
5. Tunggu sampai *child* selesai (`wait`)
6. Kembali ke nomor 1

Membuat Proses Baru



TUGAS

UNIX Shell

- Lihat **Project 1**[1], kerjakan **Part I**, yaitu membuat *shell*
  - lengkapi contoh program berikut[2]
- Kumpulkan di LMS dengan nama *file* `NIM_shell.c`
  - paling lambat setelah praktikum berakhir

1 Silberschatz *et al.* (2013), *Operating System Concepts*, hlm 157–159
2 https://git.io/vycRv

History Feature

- Lanjutkan **Part II**, yaitu membuat fitur *history*
  - **opsional**, bonus nilai
  - plagiasi akan mendapat sanksi nilai -100
- Kumpulkan di LMS dengan nama *file* `NIM_shellhist.c`
  - paling lambat besok pukul 06:00

5

THREAD

THREAD

Thread

- *thread* adalah satuan dasar utilisasi CPU[1]
- tiap *thread* memiliki:
  - id, *program counter*, *register set*, dan *stack*
- dalam satu proses, *thread* berbagi:
  - segmen *code*, segmen *data*, dan sumberdaya lainnya, seperti *file*
- proses *multithreaded* memiliki beberapa *thread* yang dapat mengerjakan beberapa tugas secara bersamaan

POSIX Thread

- UNIX memakai standar POSIX[2] *thread* (`pthread`)
- saat kompilasi tambahkan *flag* `-pthread`

Membuat Thread

```
pthread_create(&thread, attr, func, arg);
```

- membuat satu `thread` dengan atribut `attr` yang akan menjalankan fungsi `func` dengan argumen `arg`[3]
- deklarasi fungsi tersebut:
  - `void *func(void *arg);`[4]

1 Silberschatz *et al.* (2013), *Operating System Concepts*, hlm 163.
2 The Portable Operating System Interface
3 lihat `'man pthread_create'`
4 `void*`: tipe data *generic pointer*

Menunggu Thread

```
pthread_join(thread, &retval);
```

- menunggu `thread` selesai dan menyimpan keluarannya ke variabel `retval`[5]

Mengakhiri Thread

```
pthread_exit(retval);
```

- mengakhiri *thread* dengan nilai keluaran `retval`[6]

CONTOH

Satu Thread Tanpa Argumen

```c
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>

void *hello(void *arg) {
    printf("hello\n");
    pthread_exit(NULL);
}

int main() {
    pthread_t thread;
    pthread_create(&thread, NULL, hello, NULL);
    pthread_join(thread, NULL);
    return 0;
}
```

Dua Thread Tanpa Argumen

```c
int main() {
    pthread_t thread1;
    pthread_t thread2;

    pthread_create(&thread1, NULL, hello, NULL);
    pthread_create(&thread2, NULL, hello, NULL);
```

5 lihat `'man pthread_join'`
6 lihat `'man pthread_exit'`

```
    pthread_join(thread1, NULL);
    pthread_join(thread2, NULL);

    return 0;
}
```

Banyak Thread Tanpa Argumen

```
#define N 4

int main() {
    pthread_t thread[N];
    int i;

    for (i = 0; i < N; i++)
        pthread_create(&thread[i], NULL, hello, NULL);

    for (i = 0; i < N; i++)
        pthread_join(thread[i], NULL);

    return 0;
}
```

Satu Thread Dengan Argumen

```
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>

void* hello(void* arg) {
    printf("hello from thread %s\n", (char*)arg);
    pthread_exit(NULL);
}

int main() {
    pthread_t thread;
    pthread_create(&thread, NULL, hello, "0");
    pthread_join(thread, NULL);
    return 0;
}
```

Dua Thread Dengan Argumen

```
int main() {
    pthread_t thread1;
    pthread_t thread2;

    pthread_create(&thread1, NULL, hello, "0");
    pthread_create(&thread2, NULL, hello, "1");

    pthread_join(thread1, NULL);
    pthread_join(thread2, NULL);

    return 0;
}
```

Banyak Thread Dengan Argumen

```
#define N 4

int main() {
    pthread_t thread[N];
    char *id[N] = {"0", "1", "2", "3"};
    int i;

    for (i = 0; i < N; i++)
        pthread_create(&thread[i], NULL, hello, id[i]);

    for (i = 0; i < N; i++)
        pthread_join(thread[i], NULL);

    return 0;
}
```

LATIHAN

Jumlah Array

- lengkapi program berikut untuk menjumlahkan nilai semua elemen *array* `A`
- gunakan variabel global `sum` untuk menyimpan hasilnya

```
#include <stdio.h>
#define N 16
```

```
int sum = 0;

int main() {
    int A[N] = {68,34,64,95,35,78,65,93,
                51,67, 7,77, 4,73,52,91};
    // TODO: array sum
    printf("%d\n", sum);    // 954
    return 0;
}
```

Jumlah Array (Satu Thread)

- sekarang, buat satu buah *thread* untuk menjumlahkan nilai semua elemen *array* `A` dengan fungsi `array_sum()`
- *thread* utama hanya membuat dan menunggu *thread* ini selesai

Jumlah Array (Dua Thread)

- oke?
- sekarang gunakan 2 buah *thread* untuk menjumlahkan nilai semua elemen *array* A
- pastikan pembagian kerja antara kedua *thread* seimbang, yaitu tiap *thread* memproses $\frac{N}{2}$ elemen

Jumlah Array (Empat Thread)

- bisa?
- sekarang gunakan 4 buah *thread* untuk menjumlahkan nilai semua elemen *array* A
- pastikan pembagian kerja antara keempat *thread* seimbang, yaitu tiap *thread* memproses $\frac{N}{4}$ elemen
- kumpulkan di LMS

6

SINKRONISASI THREAD

CRITICAL SECTION

Critical Section

> A **critical section** is a section of code that can be executed by at most **one process at a time**. The critical section exists to protect shared resources from multiple access.[1]

- contoh: mengubah variabel global, menulis ke *file*, dll.
- solusi: sinkronisasi

Sinkronisasi

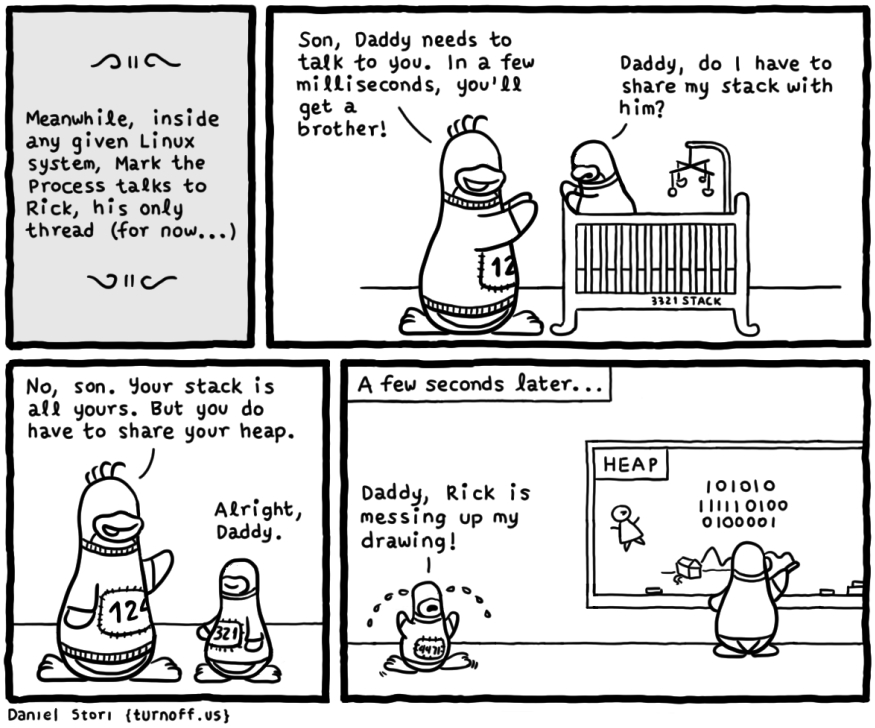
- untuk melindungi (mengunci) sebuah *critical section*
  - hanya satu proses/*thread* dalam satu waktu yang dapat masuk
- menggunakan *mutex lock* atau *semaphore*

MUTUAL EXCLUSION

Mutex

> Mutex is a key to a variable. One thread can have the key—modify the variable—at the time. When finished, the thread gives (frees) the key to the next thread in the group.[2]

1 Jones (2008), *GNU/Linux Application Programming*, hlm 264.
2 http://koti.mbnet.fi/niclasw/MutexSemaphore.html



Gambar 4: *Don't share mutable state*

Fungsi Mutex

```
#include <pthread.h>

int pthread_mutex_init(pthread_mutex_t *mutex,
                       const pthread_mutexattr_t *attr);
int pthread_mutex_lock(pthread_mutex_t *mutex));
int pthread_mutex_unlock(pthread_mutex_t *mutex);
int pthread_mutex_destroy(pthread_mutex_t *mutex);
```

- `init`: inisialisasi `mutex`
- `lock`: mengunci *critical section*
- `unlock`: melepaskan kunci *critical section*
- `destroy`: menghapus `mutex`

Latihan

Apa yang salah dengan kode berikut ini? Perbaiki dengan menggunakan *mutex*!

```
// counting to one million
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>
```

```c
#define N 1000000
#define T 4

int count = 0;

void *counting(void *arg)
{
    int i;
    for (i = 0; i < N/T; i++)
        count++;        // critical section

    pthread_exit(NULL);
}

int main()
{
    pthread_t t[T];
    int i;

    for (i = 0; i < T; i++)
        pthread_create(&t[i], NULL, counting, NULL);

    for (i = 0; i < T; i++)
        pthread_join(t[i], NULL);

    printf("%d\n", count);      // 1000000, no?
    return 0;
}
```

SEMAPHORE

Semaphore

- nilai *semaphore* `S` diinisialisasi dengan bilangan non-negatif
- terdapat dua operasi atomik yang bisa dilakukan pada *semaphore*, yaitu `wait` dan `post`[3]

```
wait(S) {
    while (S == 0)
        ; // busy wait
    S--;

post(S) {
```

3 Silberschatz *et al.* (2013), *Operating System Concepts*, hlm 214.

```
        S++;
    }
```

Jenis Semaphore

1. *Counting semaphore*, nilai awal *semaphore* lebih dari 1
2. *Binary semaphore*, nilai awal *semaphore* adalah 1 (sama fungsinya dengan *mutex*)

Fungsi Semaphore

```
#include <semaphore.h>

int sem_init(sem_t *sem, int pshared, unsigned int value);
int sem_wait(sem_t *sem);
int sem_post(sem_t *sem);
int sem_destroy(sem_t *sem);
```

- `init`: inisialisasi `sem` dengan nilai awal `value`
- `wait`:
  - jika `sem = 0` → *block*
  - jika `sem > 0` → `sem--`, *continue*
- `post`: `sem++`
- `destroy`: menghapus `sem`

Latihan

Perbaiki latihan sebelumnya dengan menggunakan *semaphore*!

TUGAS

Array Sum

Identifikasi *critical section* dan perbaiki kode berikut ini supaya hasilnya benar.

```
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>
#include <stdlib.h>

#define N 100000
#define T 4
```

```c
int sum = 0;

void *array_sum(void *arg)
{
    int *array = (int*)arg;      // cast void* --> int*
    int i;

    for (i = 0; i < N/T; i++)
        sum += array[i];

    pthread_exit(NULL);
}

int main()
{
    pthread_t t[T];
    int A[N], i;

    for (i = 0; i < N; i++)
        A[i] = rand()%10;

    for (i = 0; i < T; i++)
        pthread_create(&t[i], NULL, array_sum, &A[i*N/T]);

    for (i = 0; i < T; i++)
        pthread_join(t[i], NULL);

    printf("%d\n", sum);     // 448706
    return 0;
}
```

Bagian II

ADMINISTRASI SISTEM UNIX

7

UNIX INTRO

PENDAHULUAN

Mengapa CLI?

- administrasi sistem
  - hampir semua server berbasis UNIX
  - perintah sama, meskipun berbeda OS
  - bisa otomatisasi dengan *script*
- pilihan aplikasi lebih banyak
- efektif dan efisien

Server SO

- Raspberry Pi 3 Model B[1]
  - 1.2 GHz quad-core ARMv8 CPU
  - 1 GiB RAM
- Raspbian Lite GNU/Linux

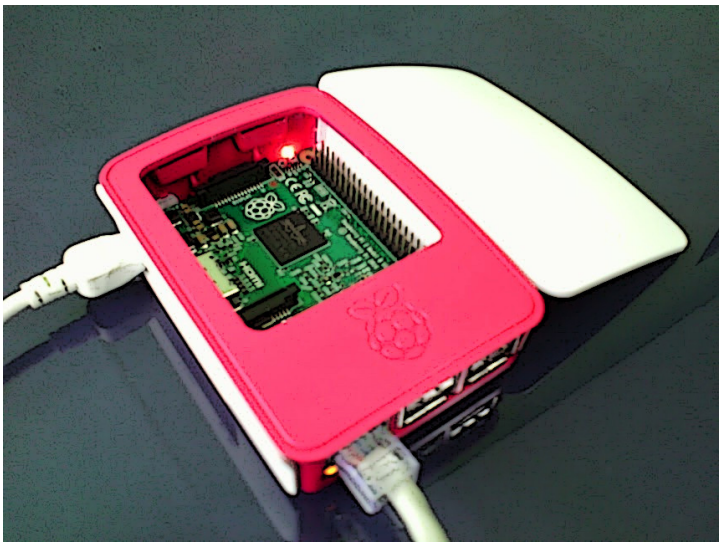
Login Server

- *Host*: `os.apps.cs.ipb.ac.id`
- *Username*: lihat LMS
- *Password*: 6 digit terakhir NIM

Sumber Tambahan

- UNIX commands list[2]

1 https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/
2 https://en.wikipedia.org/wiki/Template:Unix_commands



Gambar 5: Raspberry Pi

- Explain Shell[3]
- Regular expression checker[4]

PERINTAH DASAR

ssh

Login ke komputer *remote*.

`ssh [OPTION] [USER@]HOST`

- `-p`: nomor *port* untuk koneksi
- `-X`: mengaktifkan X11 *forwarding*

echo

Menampilkan satu baris teks.

`echo [OPTION] [STRING]`

- `-n`: tanpa *newline* di akhir
- `-e`: mengaktifkan interpretasi *backslash escape*

3 http://explainshell.com
4 http://regexr.com/

hostname

Menampilkan nama *host* sistem.

```
hostname [OPTION]
```

- `-I`: menampilkan alamat IP *host*

uname

Menampilkan informasi kernel sistem.

```
uname [OPTION]
```

- `-a`: menampilkan semua informasi

uptime

Menampilkan berapa lama sistem sudah berjalan.

```
uptime
```

date

Mencetak tanggal dan waktu sistem.

```
date [+FORMAT]
```

cal

Menampilkan kalender.

```
cal [[MONTH] YEAR]
```

whoami

Menampilkan nama *user* yang sedang dipakai.

```
whoami
```

who

Menampilkan siapa saja yang sedang *log in*.

```
who [OPTION]
```

- `-q`: menampilkan semua *username* dan jumlahnya
- `-w`: menampilkan status *message* pengguna (`+`, `-`, atau `?`)

w

Menampilkan siapa saja yang sedang *log in* dan apa yang dilakukannya.

```
w [USER]
```

last

Menampilkan daftar waktu *user* terakhir kali *login*.

```
last
```

write

Mengirim pesan ke *user* lain yang sedang *login*.

```
write USER [TTY]
```

mesg

Mengontrol akses masuk pesan ke terminal anda (ya/tidak).

```
mesg [y|n]
```

mail

Mengecek atau mengirim surat ke *user* lain.

```
mail [USER]
```

passwd

Mengganti *password* login.

```
passwd [OPTION] [USER]
```

- `-d`: menghapus *password* (*delete*)
- `-e`: membuat *password* kadaluwarsa (*expired*)

logout

Keluar dari sistem.

```
logout
```

poweroff

Mematikan (*shutdown*) sistem.

```
sudo poweroff
```

reboot

Me-*restart* sistem.

```
sudo reboot
```

Tombol shortcut

Tab

auto-completion

Up dan Down

mengakses *history* perintah yang pernah dimasukkan

Ctrl+D

mengakhiri teks (*end of file*, EOF)

Ctrl+C

mengakhiri proses yang sedang berjalan

Ctrl+L

membersihkan layar

Ctrl+W

menghapus satu kata di belakang kursor

Tugas

- ganti *password* anda
- kirim surat ke *user* `auriza`

8

FILE DAN DIREKTORI

FILE DAN DIREKTORI

pwd

Mencetak nama direktori saat ini.

```
pwd
```

cd

Mengganti direktori.

```
cd [DIRECTORY]
```

Jika tanpa parameter `DIRECTORY`, maka `cd` akan mengganti ke directori *home* (`~`).

ls

Menampilkan daftar isi direktori.

```
ls [OPTION] [FILE]
```

- `-a`: tampilkan juga *dotfile*
- `-h`: mencetak ukuran dalam format yang mudah dibaca
- `-i`: cetak nomor indeks setiap *file*
- `-l`: gunakan format panjang
- `-r`: balik urutan *sorting*
- `-S`: *sorting* berdasarkan ukuran

touch

Meng-*update* waktu akses dan modifikasi suatu `FILE`.

```
touch FILE
```

Jika `FILE` belum ada, maka `touch` akan membuat `FILE` kosong.

mkdir

Membuat direktori.

```
mkdir [OPTION] DIRECTORY
```

- `-p`: buar direktori *parent* jika diperlukan

cp

Menyalin *file* dan direktori.

```
cp [OPTION] SOURCE DEST
cp [OPTION] SOURCES... DIRECTORY
```

- `-f`: tanpa konfirmasi jika terjadi *overwrite*
- `-i`: meminta konfirmasi sebelum *overwrite*
- `-r`: salin direktori secara rekursif

mv

Memindahkan (mengganti nama) *file*.

```
mv [OPTION] SOURCE DEST
mv [OPTION] SOURCES... DIRECTORY
```

- `-f`: tanpa konfirmasi jika terjadi *overwrite*
- `-i`: meminta konfirmasi sebelum *overwrite*

rm

Menghapus *file* atau direktori.

```
rm [OPTION] FILE...
```

- `-f`: tanpa konfirmasi, abaikan jika *file* tidak ada
- `-i`: meminta konfirmasi setiap kali menghapus
- `-r`: hapus direktori dan isinya secara rekursif

rmdir

Menghapus direktori kosong.

`rmdir [OPTION] DIRECTORY...`

- `-p`: hapus `DIRECTORY` dan pendahulunya; misal: '`rmdir -p a/b/c`' sama dengan '`rmdir a/b/c a/b a`'

Dotfile

File yang namanya diawali dengan tanda titik. Secara umum, *dotfile* tidak akan terlihat (*hidden*). Biasanya digunakan untuk menyimpan konfigurasi program.

Simbol

`~`

direktori *home* pengguna (`/home/$USER/`)

`.`

direktori saat ini

`..`

direktori *parent* dari direktori saat ini

`/`

direktori *root*, yaitu direktori paling atas

Path

Absolute

path ditulis lengkap dari direktori *root*; contoh: '`/etc`'

Relative

path ditulis relatif terhadap posisi saat ini; contoh: '`../etc`'

Tugas

- masuk ke direktori *home* anda
- buat direktori `public_html`
- masuk ke direktori tersebut
- unduh templat resume berikut ke sini
  - https://raw.githubusercontent.com/auriza/os-lab/master/txt/bio.html
- ubah nama *file* menjadi `resume.html`
- edit *file* sesuai dengan data anda
- untuk melihat hasilnya, buka halaman web berikut
  - http://os.apps.cs.ipb.ac.id/~username/resume.html

9

PERMISSION, LINK, PIPE, REDIRECTION

Ownership

- Tiap *file* memiliki *owner*
  - hanya *superuser* yang dapat mengubah kepemilikan *file*
- Tiap *file* memiliki *permission*
  - mengatur hak akses *file* tersebut

Permission

- Tiga jenis *permission*:

Permission	*File*	*Directory*
`r`	*read*	*list files*
`w`	*write*	*add or remove files*
`x`	*execute*	*enter the directory*

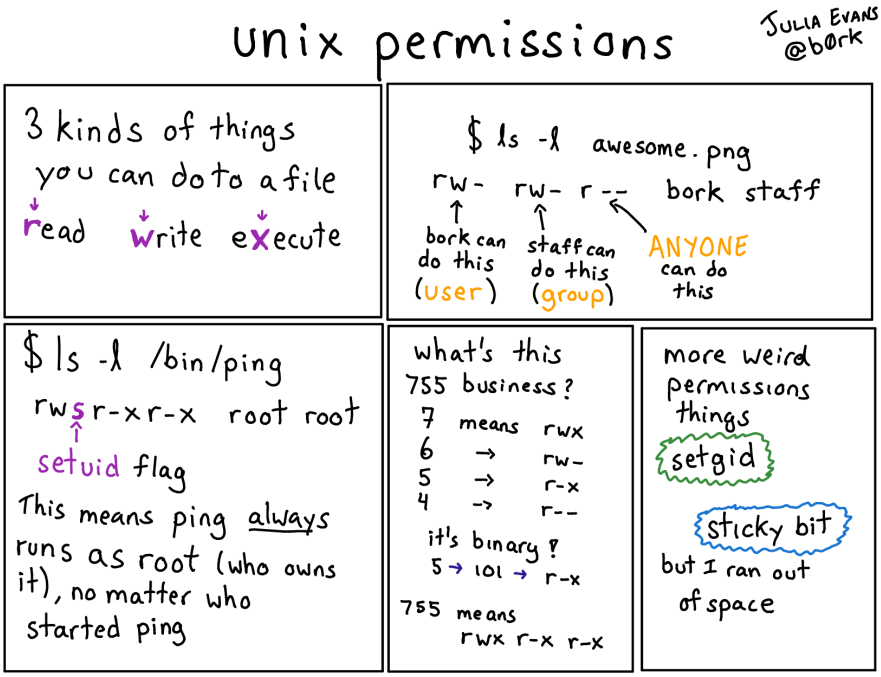
- Tiga jenis *user*:
  - *user owner* (`u`)
  - *group owner* (`g`)
  - *others* (`o`)

su

Berubah menjadi *user* lain atau menjadi *superuser*.

```
su [OPTION] [USERNAME]
```

- `-c COMMAND`: menjalankan perintah `COMMAND`
- `-l`: seperti *login* langsung (*default environment*)



Gambar 6: UNIX permissions

chown

Mengubah kepemilikan suatu *file*.

```
chown [OPTION] [OWNER][:GROUP] FILE
```

- `-R`: rekursif

chmod

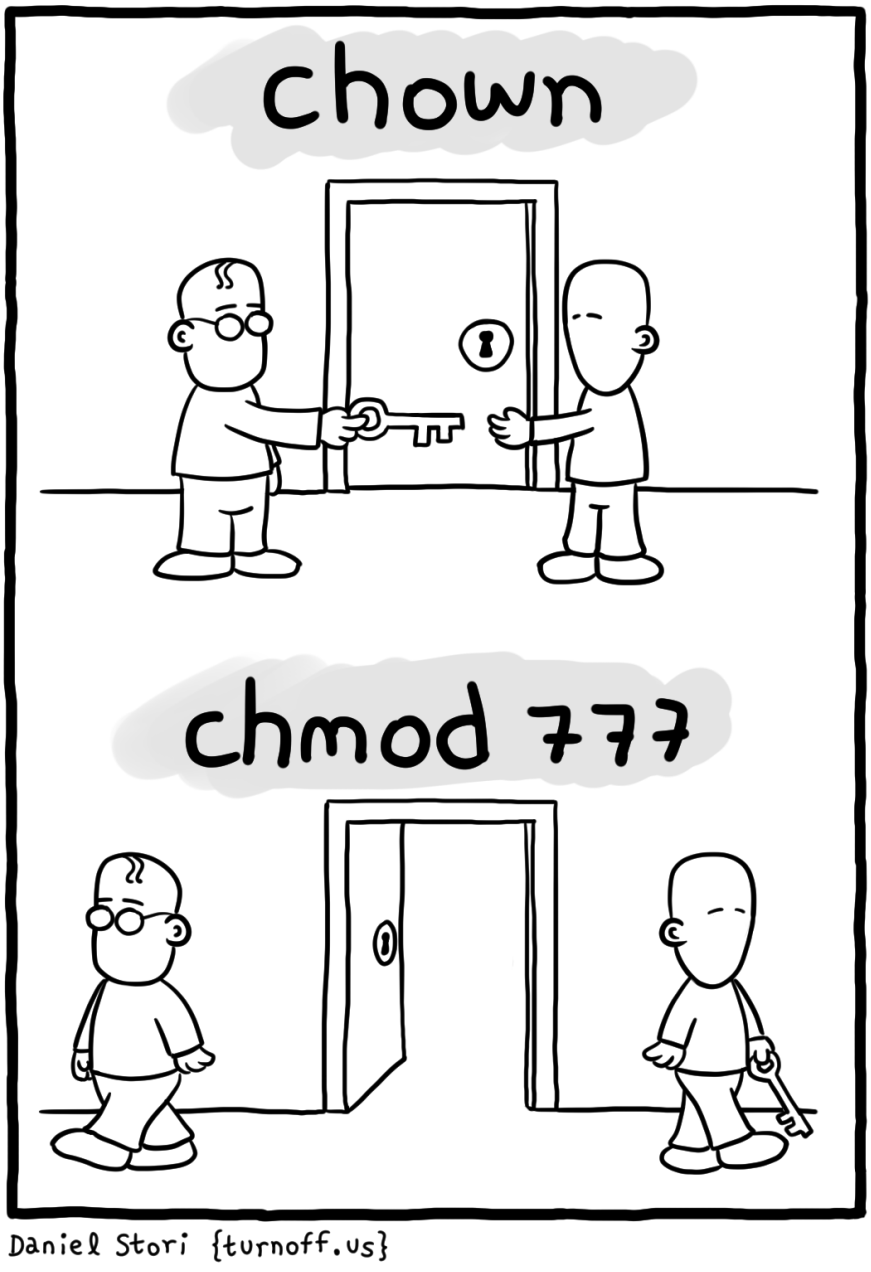
Mengganti mode *permission* suatu *file*.

```
chmod [OPTION] MODE[,MODE]... FILE...
chmod [OPTION] OCTAL-MODE FILE...
```

- `-R`: rekursif

Format `chmod`

- Format mode simbolis:
  - `[ugoa][+-=][rwxX]`
- Format mode numerik:
  - digit oktal = 4 (*read*) + 2 (*write*) + 1 (*exec*)



Gambar 7: Membuka akses untuk publik

- *Catatan*: opsi *permission* `X` hanya akan mengeset bit *execute* untuk direktori saja

Contoh `chmod`

- `r--r--r--`
  - `chmod a=r FILE`
  - `chmod 444 FILE`
- `rw-rw----`
  - `chmod ug=rw,o= FILE`
  - `chmod 660 FILE`
- `rwxr-xr-x`
  - `chmod a=rx,u+w FILE`
  - `chmod 755 FILE`

Link

1. *Hard link*
   - mengacu pada nomor indeks *file* (inode)
   - tidak terpengaruh terhadap perubahan nama *file*
   - namun hanya bisa dalam satu partisi yang sama
2. *Symbolic link*
   - mengacu pada nama *file*
   - bisa lintas partisi
   - bisa membuat *link* ke direktori
   - namun jika nama *file* yang dirujuk berubah akan mengakibatkan *broken link*

`ln`

Membuat *link* antar-*file*.

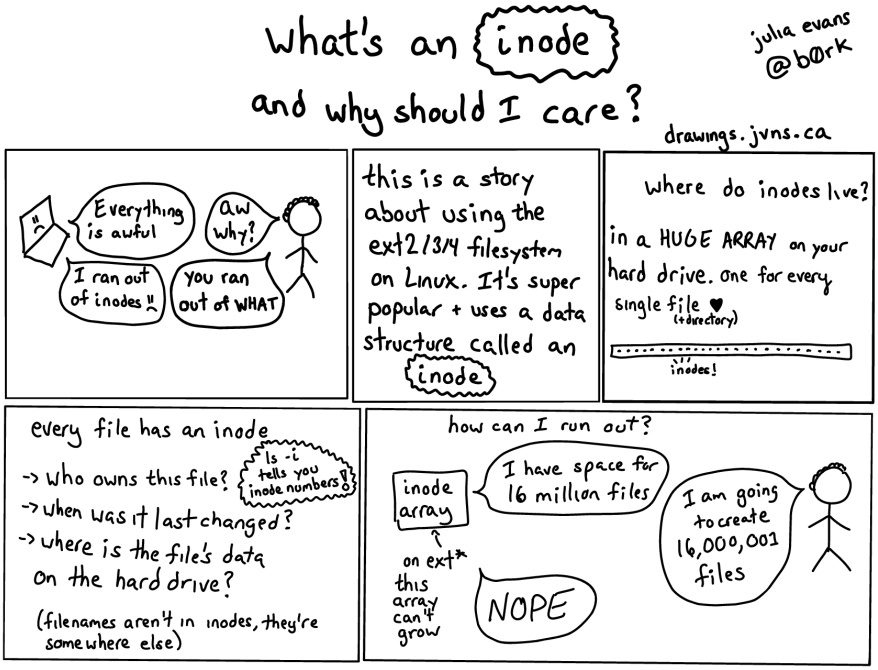
```
ln [OPTION] TARGET LINK-NAME
```

- `-s`: *symbolic link*

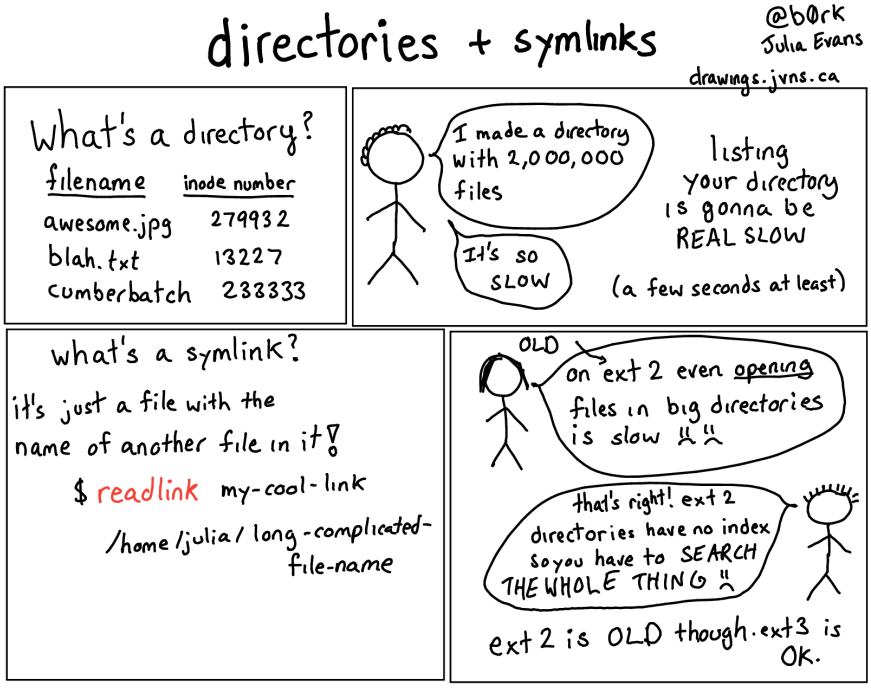
Stream *Standar*

Setiap proses yang berjalan memiliki tiga *stream* standar I/O:

- *standard input* (`stdin`)
- *standard output* (`stdout`)
- *standard error* (`stderr`)

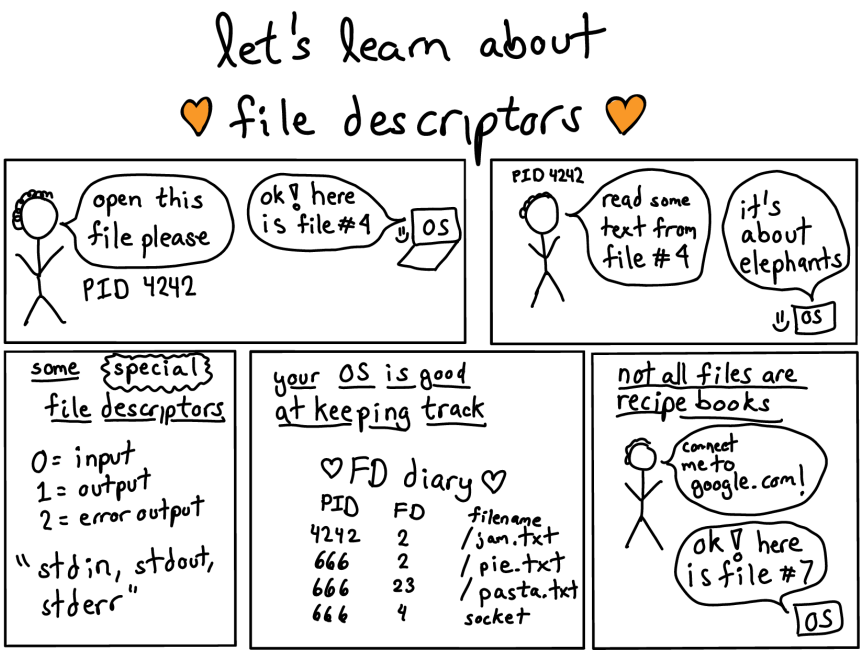


Gambar 8: Inode



Gambar 9: Direktori dan symlink

```
                +------------+
                |            |
stdin  +------> |   PROSES   | ------>  stdout
                |            |
                +------+-----+
                       |
                       |
                       v
                    stderr
```



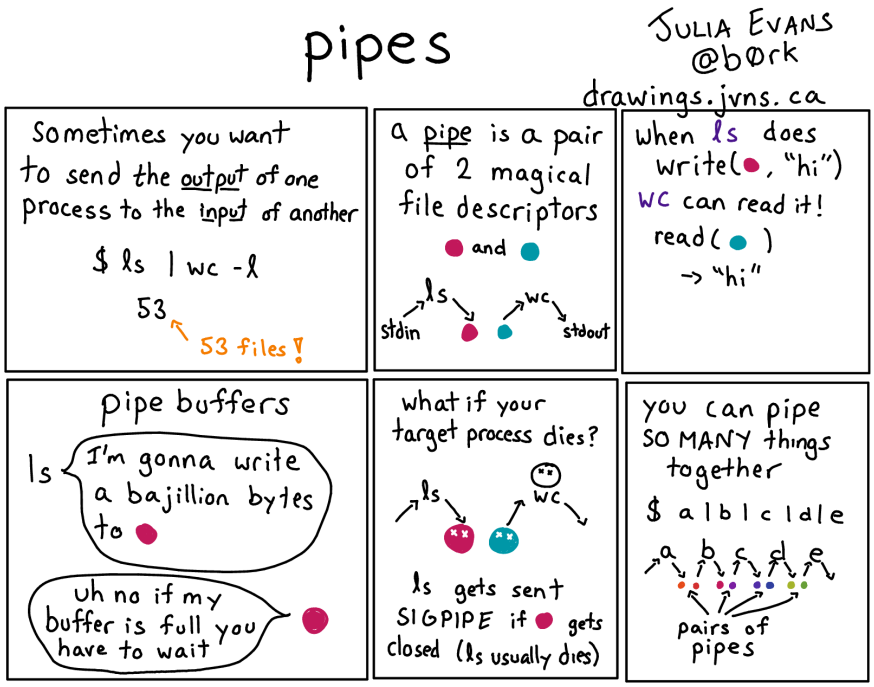
Gambar 10: File descriptor

Pipe

- Menyalurkan *output* proses menjadi *input* proses selanjutnya
- Berguna untuk membuat *pipeline* perintah

```
                      pipe
+------------+         +        +------------+
|            |         |        |            |
|  PROCESS1  +---------|------->|  PROCESS2  |
|            | stdout  |  stdin |            |
+------------+         +        +------------+
```

- Contoh:
  - `echo "halo" | rev`
  - `echo "2 + 5" | bc`
  - `who | wc -l`



Gambar 11: Pipe

Redirect

- Mengarahkan *stream* standar proses ke suatu *file* yang ditentukan oleh pengguna

Karakter	*Redirect*
`<`	`stdin`
`>`	`stdout`
`>>`	`stdout` (*append*)
`2>`	`stderr`

- Contoh:

```
date > now.txt 2> err.txt
rev < now.txt
rev < now.txt > rev.txt
```

10

PENCARIAN DAN PEMROSESAN TEKS

PENCARIAN

man

Mencari halaman manual suatu program, fungsi, dan sebagainya.

`man [SECTION] PAGE`

- `q`: (*quit*) keluar
- `/PATTERN`: pencarian kata
  - `n`: (*next*) lanjutkan pencarian kata
  - `N`: (*next-reverse*) lanjutkan pencarian kata mundur

Gambar 12: Bagian halaman manual

which

Mencari lokasi *file* program.

`which COMMAND`

locate

Mencari lokasi *file* berdasarkan namanya pada *database*.

```
locate [OPTION] PATTERN
```

- `-i`: (*insensitive*) abaikan kapitalisasi
- `-c`: (*count*) cetak jumlah *file* yang ditemukan

find

Mencari *file* langsung pada sebuah hierarki direktori.

```
find [PATH] [TEST]...
```

- `-name PATTERN`: nama *file*
- `-iname PATTERN`: nama *file* (*case insensitive*)
- `-size [+-]N[kMG]`: ukuran *file* sebesar N
- `-atime [+-]N`: *file* terakhir diakses N hari yang lalu
- `-mtime [+-]N`: *file* terakhir dimodifikasi N hari yang lalu
- `-empty`: *file* kosong
- `-type [df]`: jenis *file* (direktori atau *file* biasa)

xargs

Mengubah tiap baris masukan menjadi argumen untuk suatu perintah.

```
xargs [OPTION] COMMAND
```

- `-L N`: gunakan maksimum N baris argumen untuk tiap perintah

Contoh

```
## temukan semua file backup (.bak) di direktori ini,
## lalu hapus satu-per-satu
find . -name "*.bak" | xargs -L 1 rm
```

grep

Mencetak baris *file* yang cocok dengan suatu pola.

```
grep [OPTION] PATTERN FILE
```

- `-c`: (*count*) tampilkan jumlah baris
- `-i`: (*insensitive*) abaikan kapitalisasi
- `-v`: (*invert*) kebalikan dari pola yang diberikan

- `-r`: rekursif

PEMROSESAN TEKS

editor (nano)

Membuat dan mengedit *file* teks.

```
editor [OPTION] [FILE]...
```

- `-i`: (*indent*) indentasi otomatis
- `-u`: (*undo*) mengaktifkan fitur *undo*
- `^O`: (*write-out*) menyimpan *file*
- `^X`: (*exit*) keluar dari `editor`

vi

Editor teks untuk *programmer*.

```
vi [OPTION] [FILE]...
```

pager (less)

Menampilkan *file* teks per halaman sesuai ukuran layar.

```
pager [FILE]...
```

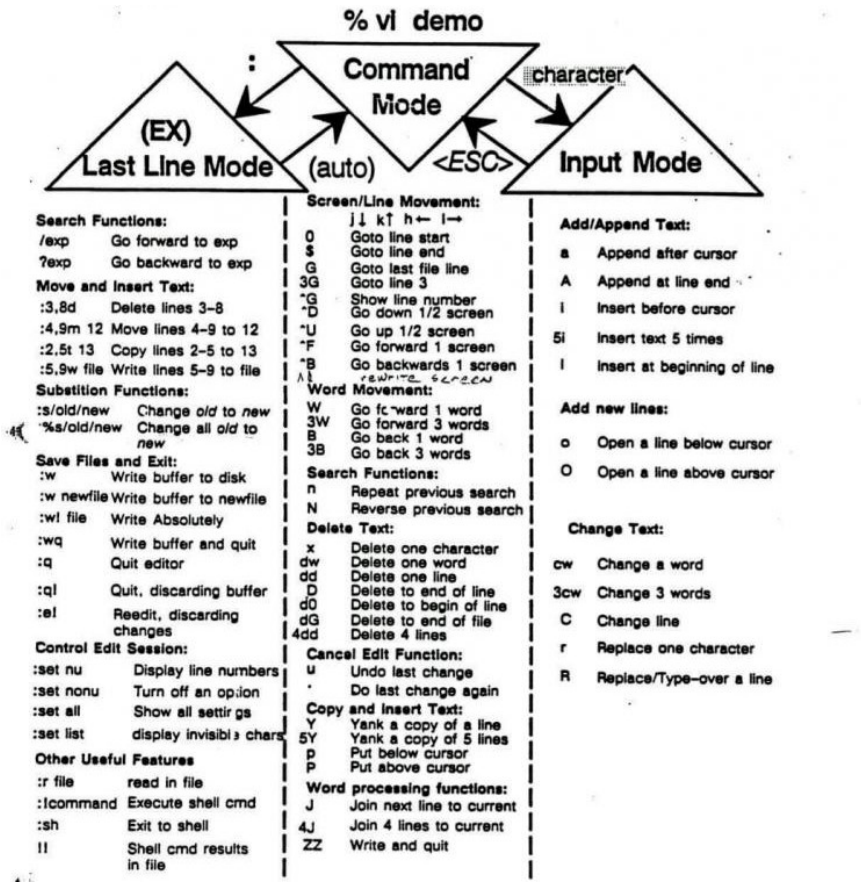
- `q`: (*quit*) keluar
- `/PATTERN`: pencarian kata
  - `n`: (*next*) lanjutkan pencarian kata
  - `N`: (*next-reverse*) lanjutkan pencarian kata mundur

cat

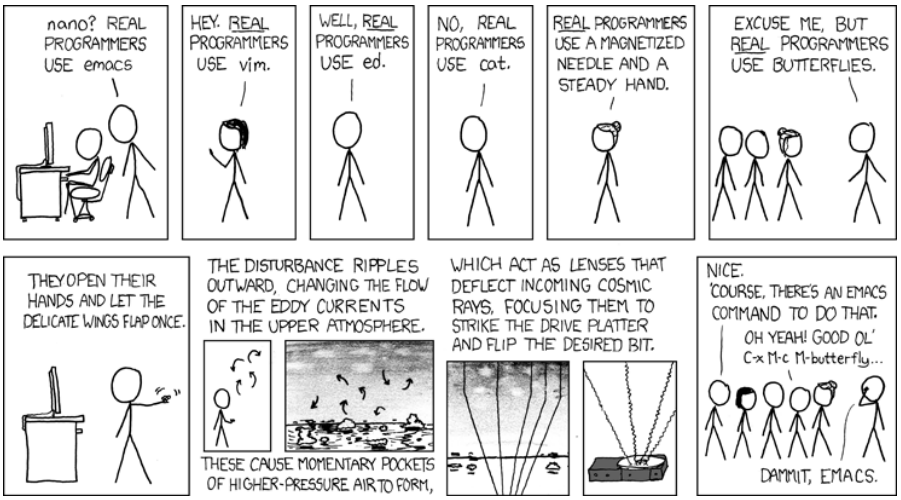
Menggabungkan *file* dan menampilkannya ke layar.

```
cat [OPTION] [FILE]...
```

- `-n`: (*number*) berikan nomor semua baris
- `-b`: (*blank*) berikan nomor baris yang ada isinya saja
- `-s`: (*squeeze*) hilangkan baris kosong yang berulang



Gambar 13: Petunjuk singkat `vi`



Gambar 14: *Real programmers*

split

Memecah *file* menjadi beberapa bagian.

```
split [OPTION] FILE [PREFIX]
```

- `-b N`: (*bytes*) pecah per N *byte*
- `-l N`: (*lines*) pecah per N baris

sort

Mengurutkan tiap baris pada *file* teks

```
sort [OPTION] [FILE]
```

- `-n`: (*numeric*) urutkan secara numerik
- `-r`: (*reverse*) urutkan terbalik

uniq

Menampilkan baris yang unik saja

```
uniq [OPTION] [FILE]
```

- `-c`: (*count*) tambahkan jumlah kemunculan di awal baris
- `-d`: (*duplicate*) hanya cetak baris yang berulang
- `-i`: (*ignore-case*) abaikan perbedaan huruf kecil/kapital
- `-u`: (*unique*) hanya cetak baris yang tidak berulang

head

Menampilkan bagian awal *file*.

```
head [OPTION] [FILE]
```

- `-n K`: (*lines*) tampilkan K baris pertama
- `-b K`: (*bytes*) tampilkan K *byte* pertama

tail

Menampilkan bagian akhir *file*.

```
tail [OPTION] [FILE]
```

- `-n K`: (*lines*) tampilkan K baris terakhir
- `-b K`: (*bytes*) tampilkan K *byte* terakhir

tr

Translasi karakter dari set pertama ke set kedua.

```
tr [OPTION] SET1 [SET2]
```

- `-d`: (*delete*) menghapus karakter yang terdapat pada `SET1`
- `-s`: (*squeeze*) menghapus karakter yang berulang dari `SET1`

sed

Stream editor, memanipulasi *string* dengan ekspresi reguler.

```
sed [OPTION] 's/SEARCH/REPLACE/' [FILE]
```

- `-e`: (*execute*) menambahkan perintah untuk dieksekusi
- `-i`: (*in-place*) mengedit *file* langsung

cut

Mengambil sebagian karakter/kolom dari sebaris teks.

```
cut OPTION [FILE]
```

- `-c N-M`: (*characters*) cetak karakter ke-`N` hingga `M`
- `-f N-M`: (*fields*) cetak kolom ke-`N` hingga `M`
- `-d DELIM`: (*delimiter*) karakter pemisah antarkolom

paste

Menggabungkan baris-baris tiap *file*.

```
paste [OPTION] [FILE]
```

- `-d`: (*delimiter*) karakter pemisah antarkolom
- `-s`: (*serial*) proses tiap *file* satu per satu

EKSPRESI REGULER

Ekspresi Reguler (Regex)

Regex adalah susunan karakter yang merupakan pola pencarian. Regex digunakan untuk mencari *string* tertentu pada teks.

Misal, ekspresi reguler `/G64\d{6}/` dapat mencocokkan NIM semua mahasiswa S1 Ilmu Komputer IPB.

Latihan dan informasi lebih lanjut, kunjungi http://regexr.com.

Referensi Singkat

- Karakter

  `.` karakter apapun selain *newline*
  `[ABC]` karakter `a`, `b`, atau `c`
  `[^ABC]` bukan karakter `a`, `b`, atau `c`
  `[A-G]` karakter antara `a` sampai `g`

- Kelas Karakter

  `\w` kata, `[A-Za-z0-9_]`
  `\D` digit, `[0-9]`
  `\s` *whitespace*

- *Anchor*

  `^` awal baris
  `$` akhir baris

Referensi Singkat

- Jumlah

  `*` 0 atau lebih
  `+` 1 atau lebih
  `?` 0 atau 1
  `{3}` tepat 3
  `{3,}` 3 atau lebih
  `{3,5}` antara 3 sampai 5

- Grup

  `(...)` membuat grup
  `\N` referensi balik grup ke-n

Tugas

UNIX Text Processing Contest 2017x[1]

1 https://www.hackerrank.com/unix-text-processing-2017x

Gambar 15: *Regex saves the day*

11

PROCESS AND JOB CONTROL

PROSES

ps

Menampilkan cuplikan informasi proses yang sedang berjalan.

`ps [OPTION]`

- `-e`: (*every*) semua proses
- `-f`: (*full*) format lengkap
- `-L`: (*lightweight*) tampilkan informasi *thread*
- `--forest`: pohon proses

pstree

Menampilkan pohon proses.

`pstree [OPTION] [PID|USER]`

- `-n`: (*numeric*) urutkan berdasarkan PID
- `-p`: (PID) tampilkan PID

top

Memonitor proses.

`top [OPTION]`

- `-u USER`: proses milik `USER` tertentu saja
- `-p PID`: proses `PID` tertentu saja

htop

Memonitor proses secara interaktif.

`htop [OPTION]`

- `-u USER`: proses milik `USER` tertentu saja
- `-p PID`: proses `PID` tertentu saja

pgrep

Mendapatkan PID suatu proses berdasarkan namanya.

`pgrep [OPTION] PATTERN`

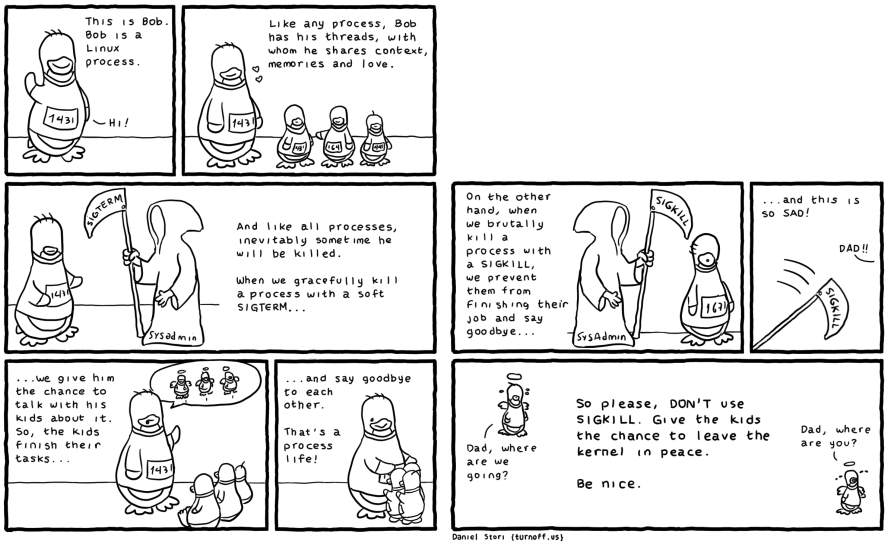
- `-u USER`: proses milik `USER` tertentu saja

kill

Mengirim sinyal ke suatu proses (*default* `SIGTERM`).

`kill [OPTION] PID`

- `-SIG`: mengirim sinyal `SIG`
- `-l`: (*list*) menampilkan semua daftar sinyal



Gambar 16: Don't `SIGKILL`

pmap

Menampilkan *memory map* sebuah proses.

`pmap [OPTION] PID ...`

- `-x`: *extended format*

lsof

Menampilkan daftar *file* yang sedang dibuka oleh proses.

`lsof [OPTION] [FILENAME]`

- `-p PID`: proses `PID` tertentu saja

nice

Menjalankan program dengan prioritas (*niceness*)[1] tertentu.

`nice [OPTION] COMMAND`

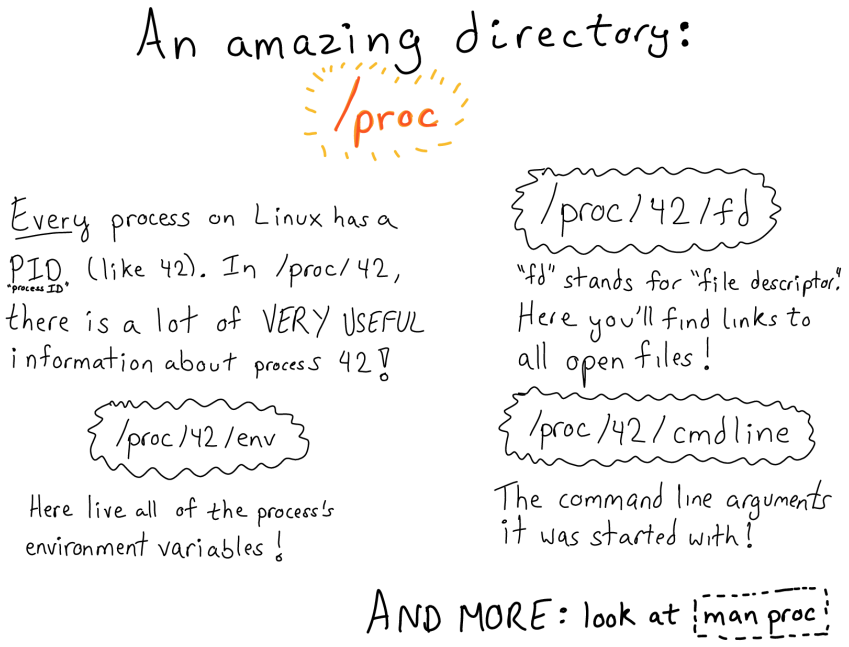
- `-n NICE`: mengeset nilai `NICE`

renice

Mengubah prioritas proses yang sudah berjalan.

`renice [OPTION] PID`

- `-n NICE`: mengubah nilai `NICE`

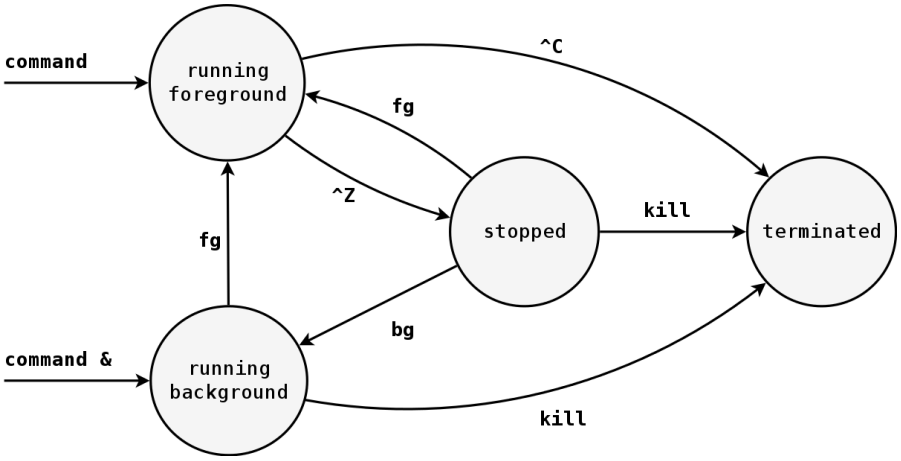


Gambar 17: *Process information filesystem*

1 nilai *niceness* antara -20 (prioritas tinggi) sampai 19 (prioritas rendah)

JOB CONTROL

Process State



Gambar 18: *Process state*

Background Process

Untuk menjalankan proses di *background*, tambahkan tanda `&` pada akhir perintah.

```
COMMAND &
```

jobs

Menampilkan daftar *job* yang sedang aktif.

```
jobs
```

fg

Memindahkan *job* ke *foreground*.

```
fg [JOBSPEC]
```

bg

Memindahkan *job* ke *background*.

```
bg [JOBSPEC]
```

12

SHELL SCRIPTING

Shell Scripting

- menyimpan perintah *shell* ke dalam suatu *file*
- fitur pemrograman: variabel, kontrol aliran, fungsi
- berguna untuk:
  - pemrosesan teks
  - otomatisasi administrasi sistem

Contoh

```
$ cat > hello
#!/bin/sh
echo "Hello world"
exit 0
^D

$ chmod +x hello

$ ./hello
Hello world
```

Referensi

- `man sh`
- http://wiki.bash-hackers.org
- http://www.commandlinefu.com

EKSPANSI

Pathname Expansion

- `*`: nol atau lebih karakter apapun
- `?`: tepat satu karakter apapun
- `[...]`: tepat satu karakter di dalam *range*
- `[!...]`: tepat satu karakter selain dalam *range*

Pathname Expansion

```
ls /bin/e*
  # /bin/echo  /bin/ed  /bin/egrep

ls /bin/e?
  # /bin/ed

ls /bin/[cde]?
  # /bin/cp  /bin/dd  /bin/df  /bin/ed

ls /bin/[!a-n]?
  # /bin/ps  /bin/rm  /bin/sh  /bin/ss  /bin/su
```

Parameter Expansion

```
web="cs.ipb.ac.id"

echo $web
  # cs.ipb.ac.id

echo ${#web}
  # 12

echo ${web%.ac.id}
  # cs.ipb

echo ${web#cs.}
  # ipb.ac.id
```

Command Substitution

```
$(...)
```

Menjalankan perintah dan mengembalikan keluarannya.

```
echo "I am $(whoami)."
  # I am root.

echo "Today is $(date +%A)."
  # Today is Tuesday.
```

Arithmetic Expansion

`$((...))`

Mengevaluasi ekspresi aritmatika dan mengembalikan keluarannya.

```
x=5
y=3

echo $((x + y)) $((x * y)) $((x / y)) $((x % y))
  # 8 15 1 2

echo $((x > y)) $((x == y)) $((x > y && y > 0))
  # 1 0 1
```

Parameter Khusus

- `$@`: semua parameter
  - `$1`: parameter pertama
  - `$2`: parameter kedua
  - ...
- `$#`: jumlah semua parameter
- `$?`: status keluaran perintah terakhir
- `$$`: PID proses *shell*

EKSPRESI

[

Mengecek *file* dan membandingkan nilai. Status keluaran berupa 0 (*true*) atau 1 (*false*).

`[ EXPR ]`

- `-f FILE`: *file* biasa?

- `-d FILE`: *file* direktori?
- `-r FILE`: *file* bisa dibaca?
- `-w FILE`: *file* bisa ditulis?
- `STR1 = STR2`: kedua *string* sama?
- `INT1 -eq INT2`: kedua angka sama?
- `INT1 -lt INT2`: lebih kecil?
- `INT1 -gt INT2`: lebih besar?

[

```
[ "hello" ]; echo $?
  # 0 (true)

[ -r /etc/passwd ]; echo $?
  # 0 (true)

[ -r /etc/passwd ] && [ ! -w /etc/passwd ]; echo $?
  # 0 (true)

[ "hello" = "world" ]; echo $?
  # 1 (false)

[ 3 -gt 2 ]; echo $?
  # 0 (true)
```

seq

Mencetak sekuens angka, berguna untuk *looping*.

```
seq [FIRST [INCREMENT]] LAST
```

```
seq 10
  # 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

seq 1 2 10
  # 1 3 5 7 9
```

read

Membaca satu baris masukan.

```
read NAME...
```

```
read input
  # <ketikkan: hello>

echo $input
  # hello
```

KONTROL ALIRAN

Percabangan

```
if ...
    then ...
elif ...
    then ...
else
    ...
fi
```

Kasus

```
case WORD in
    PATTERN)
        ... ;;
esac
```

Perulangan

```
for NAME in WORDS
    do ...
done
```

Perulangan

```
while ...
    do ...
done

until ...
    do ...
done
```

Fungsi

```
NAME () {
    ...
}
```

CONTOH

Percabangan

```
#!/bin/sh
## create public_html directory if not exist

webdir="~/public_html"

if [ ! -d $webdir ]; then
    mkdir $webdir
fi

exit 0
```

Kasus

```
#!/bin/sh
## is today weekend?

case $(date +%a) in
    Sat|Sun)
        echo "weekend";;
    *)
        echo "weekday";;
esac
```

Perulangan

```
#!/bin/sh
## cube from 1 to 10

for i in $(seq 10); do
    echo $((i*i*i))
done
```

```
exit 0
```

Fungsi

```
#!/bin/sh
## Caesar cipher (ROT13)

rot13 () {
    tr A-Z N-ZA-M
}

uppercase () {
    tr a-z A-Z
}

uppercase | rot13

exit 0
```

Perulangan dan Percabangan

```
#!/bin/sh
## integer divisible by 3 or 5 between 1-100

count=0
for i in $(seq 100); do
    if [ $((i%3 == 0 || i%5 == 0)) -eq 1 ]; then
        count=$((count + 1))
    fi
done
echo $count
```

LATIHAN

Frekuensi Kata Terbanyak

Buatlah program "`topwords`" untuk mencetak 5 kata dengan frekuensi terbanyak dari masukan `stdin`!

```
$ man ls | ./topwords
     21 of
```

```
20 sort
19 by
18 the
16 with
```

Contoh pipeline

1. ubah ke *lowercase*
2. jadikan satu kata satu baris
3. urutkan
4. hitung kemunculan kata yang sama
5. urutkan berdasarkan angka secara menurun
6. ambil 5 baris teratas

Identifikasi Penyerang

Server NCC diserang dari luar melalui *port* SSH. Cek isi *log file* `auth.log.gz`[1] dan identifikasi n alamat IP penyerang terbanyak!

```
$ ./top-ip-attack auth.log.gz 3
116.31.116.52   3859
221.194.47.229  1882
221.194.47.208  1819
```

Contoh pipeline

1. tampilkan *file* log dengan `zcat`
2. ambil baris yang mengandung kata `'Failed'`
3. ekstrak alamat IP tiap baris
4. urutkan
5. hitung kemunculan alamat IP yang sama
6. urutkan berdasarkan angka secara menurun
7. ambil n baris teratas

Cek Tugas Email

Bantulah asprak SO untuk mengidentifikasi praktikan yang belum mengumpulkan tugas email. Diberikan *file* `auriza.mbox`[2], ambil nama *user*-nya, kemudian bandingkan dengan daftar *user* pada *file* `passwd`[3]!

1 https://lms.ipb.ac.id/mod/folder/view.php?id=28806
2 https://lms.ipb.ac.id/mod/folder/view.php?id=28806
3 https://lms.ipb.ac.id/mod/folder/view.php?id=28806

```
$ ./check-no-mail
anni
michaeln
...
```

Contoh pipeline

1. Daftar pengirim email
    1. tampilkan *file* kotak surat
    2. ambil baris yang mengandung kata `'From '`
    3. ekstrak nama *user*
    4. urutkan
    5. hilangkan nama yang berulang
2. Daftar semua *user*
    1. tampilkan *file* `/etc/passwd`
    2. ambil baris yang mengandung kata `'G64'`
    3. ekstrak nama *user*
    4. urutkan
3. Cari bedanya
    1. bandingkan keluaran dua *pipeline* di atas dengan `diff`
    2. sesuaikan format sesuai keluaran yang diminta

Tugas: Spelling Checker[4]

Buatlah program untuk mengecek kesalahan ejaan pada dokumen bahasa Inggris. Gunakan daftar kata pada *file* `words`[5] untuk membandingkan ejaan. Lihat video berikut[6] untuk bantuan *pipeline*-nya. Kumpulkan jawaban di LMS.

```
$ ./myspell sentence
laborotories
privide
timesharing
unix
```

4 tugas bersifat **opsional**, plagiasi akan mendapat sanksi berat.
5 `/usr/share/dict/words`
6 https://youtu.be/tc4ROCJYbm0?t=5m58s

13

PERINTAH TAMBAHAN

KOMPRESI

tar

Menyimpan dan mengekstrak *file* dari arsip *tape/disk*.

```
tar [OPTION] [PATHNAME...]
```

- `-c`: buat arsip baru
- `-x`: ekstrak *file* dari arsip
- `-f FILE`: gunakan `FILE` ini
- `-C DIR`: ganti ke direktori `DIR`
- `-z`: filter `gzip`

gzip

Mengkompresi *file*.

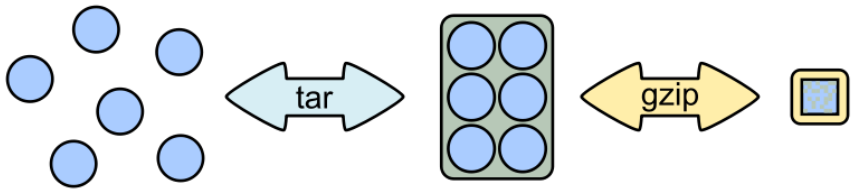
```
gzip [OPTION] [FILE]
```

gunzip

Mengekstrak *file*.

```
gunzip [OPTION] [FILE]
```

tar.gz

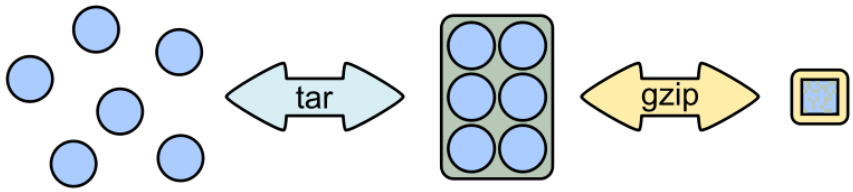


(sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ATargzip.svg)

```
## compress
tar -c "DIR" | gzip > "DIR.tar.gz"

## extract
gunzip < "DIR.tar.gz" | tar -x
```

tar.gz



(sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ATargzip.svg)

```
## compress
tar -cz "DIR" -f "DIR.tar.gz"

## extract
tar -xzf "DIR.tar.gz"
```

zip

Membungkus dan mengkompresi *file*.

```
zip [OPTION] ZIPFILE FILE...
```

- `-e`: enkripsi
- `-r`: rekursif

unzip

Mengekstrak *file* arsip ZIP.

```
unzip [OPTION] ZIPFILE
```

- `-d DIR`: ekstrak ke direktori `DIR`

gpg

Enkripsi dan tanda tangan digital.

```
gpg [OPTION] [FILE]
```

- `-e`: enkripsi kunci publik
- `-c`: enkripsi kunci simetris
- `-d`: dekripsi

KONVERSI

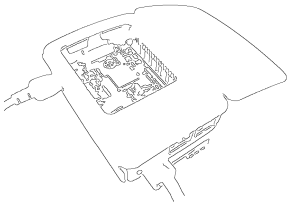
convert

Konversi format citra, ukuran, *blur*, *crop*, dan sebagainya.

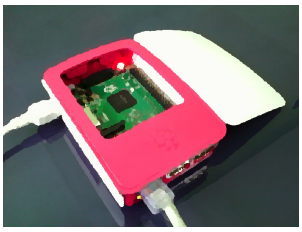
```
convert INFILE [OPTION] OUTFILE
```

- `-blur GEOM`: mengurangi detail
- `-canny GEOM`: deteksi tepi Canny
- `-equalize`: ekualisasi histogram
- `-negate`: balikan warna
- `-normalize`: normalisasi jangkauan warna
- `-paint RADIUS`: efek lukisan minyak
- `-resize GEOM`: mengubah ukuran

```
convert "rpi.jpg" -canny 2x2 -negate "rpic.png"
```



```
convert "rpi.jpg" -paint 5 "rpip.jpg"
```



avconv

Konversi audio dan video.

`avconv [IN-OPTION] -i INFILE [OUT-OPTION] OUTFILE`

- `-b`: *bitrate*
- `-f`: *frame rate*
- `-s`: *frame size*
- `-ss`: waktu awal
- `-t`: waktu durasi
- `-vcodec`: *video codec*
- `-qscale:v`: kualitas video (1 = *best*, 31 = *worst*)

pandoc

Konversi Markdown ke format lainnya (HTML, LaTeX, PDF).

`pandoc [OPTION] [FILE...]`

- `-s`: *standalone*, dokumen utuh
- `-t FMT`: format keluaran: `hmtl5`, `beamer`, `revealjs`, ...
- `-o FILE`: tulis keluaran ke `FILE`
- `--mathjax`: render persamaan matematis

```
echo "# Heading" | pandoc
## <h1 id="heading">Heading</h1>

echo "# Heading" | pandoc -t latex
## \section{Heading}\label{heading}

pandoc -s "file.md" -o "file.html"

pandoc "file.md" -o "file.pdf"

pandoc -t beamer "slide.md" -o "slide.pdf"
```

tesseract

Konversi citra ke teks (*optical character recognition*).

`tesseract IMAGEFILE OUTFILE`

- `-l LANG`: bahasa yang digunakan (`eng`, `ind`, `ara`, ...)


```
tesseract -l ind "shalat.jpg" stdout
## Jagalah shalat waij dan (terutama) shalat 'Ashr
## Quran . Com/21238

tesseract -l ara "shalat.jpg" stdout
```

espeak

Konversi teks ke suara (*speech synthesizer*).

`espeak [OPTION] [WORDS]`

- `-p INT`: ketebalan suara (0–99)
- `-s INT`: kecepatan kata per menit
- `-v VOICE`: jenis suara (`en`, `id`, `fr`, ...)

dot

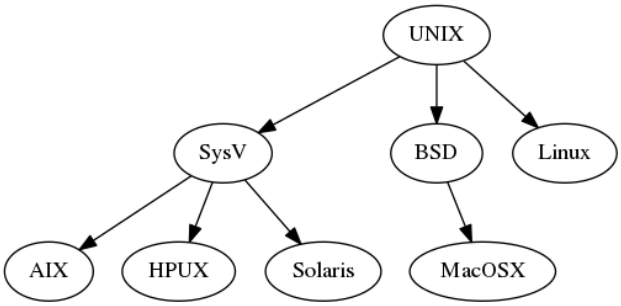
Konversi teks ke graf.

`dot [OPTION] [FILE]`

- `-Tpng`: format keluaran PNG
- `-Tsvg`: format keluaran SVG

```
echo "
digraph unix {
    UNIX -> {SysV BSD Linux};
    SysV -> {AIX HPUX Solaris};
    BSD -> MacOSX;
```

```
}
" | dot -Tpng > "unix.png"
```



figlet

Konversi teks ke karakter besar.

`figlet [OPTION] [MESSAGE]`

- `-c`: rata tengah
- `-f FONT`: pilih jenis *font* (format `.flf`)
- `-w INT`: atur lebar keluaran teks

```
figlet "Hello"
```

```
 _   _      _ _
| | | | ___| | | ___
| |_| |/ _ \ | |/ _ \
|  _  |  __/ | | (_) |
|_| |_|\___|_|_|\___/
```

```
figlet -f block "Hello"
```

```
_|    _|            _|  _|
_|    _|    _|_|    _|  _|    _|_|
_|_|_|_|  _|_|_|_|  _|  _|  _|    _|
_|    _|  _|        _|  _|  _|    _|
_|    _|    _|_|_|  _|  _|    _|_|
```

INFO SISTEM

lscpu

Menampilkan informasi tentang arsitektur CPU.

`lscpu`

lshw

Menampilkan informasi konfigurasi perangkat keras.

`lshw [OPTION]`

- `-short`: format pendek
- `-html`: format HTML

lspci

Menampilkan informasi semua perangkat PCI.

`lspci [OPTION]`

- `-k`: tampilkan *driver* kernel yang menangani perangkat
- `-v`: tampilkan informasi detail
- `-vv`: tampilkan informasi lebih detail

lsusb

Menampilkan informasi perangkat USB.

`lsusb [OPTION]`

- `-t`: tampilkan pohon hierarki perangkat
- `-v`: tampilkan informasi detail

lsblk

Menampilkan informasi perangkat blok.

`lsblk [OPTION]`

- `-m`: tampilkan pemilik dan mode
- `-t`: tampilkan topologi perangkat blok

lslocks

Menampilkan daftar kunci yang sedang dipegang.

`lslocks [OPTION]`

- `-p PID`: tampilkan proses ini saja

lsof

Menampilkan daftar *file* yang sedang dibuka.

```
lsof [OPTION] [FILENAME]
```

- `-p PID`: tampilkan proses ini saja
- `-u USER`: tampilkan proses dari *user* ini saja
- `-i`: tampilkan soket Internet
- `-U`: tampilkan soket UNIX

df

Menampilkan sisa ruang disk.

```
df [OPTION]
```

- `-a`: tampilkan semua *filesystem*
- `-h`: tampilkan dalam format *human-readable*
- `-i`: tampilkan informasi inode
- `-T`: tampilkan tipe *filesystem*

du

Menampilkan perkiraan penggunaan disk.

```
du [OPTION] [FILE]
```

- `-d N`: tingkat kedalaman direktori
- `-h`: tampilkan dalam format *human-readable*
- `-s`: tampilkan totalnya saja
- `--inodes`: tampilkan informasi inode

free

Menampilkan besar memori yang kosong dan terpakai.

```
free [OPTION]
```

- `-h`: tampilkan dalam format *human-readable*

vmstat

Menampilkan statistik *virtual memory*.

`vmstat [OPTION] [DELAY]`

- `-d`: tampilkan statistik disk
- `-s`: tampilkan total statistik memori
- `-w`: mode tampilan lebar
- `-S M`: unit keluaran dalam mega

bmon

Monitor *bandwidth* jaringan.

`bmon [OPTION]`

- `-p IF`: tampilkan *network interface* ini saja