Spesifikasi Tugas Besar - Milestone 2
IF2230 - Sistem Operasi

“Experience is Gold”

Pembuatan Sistem Operasi Sederhana
Hierarchical File System, Shell, Utility Programs

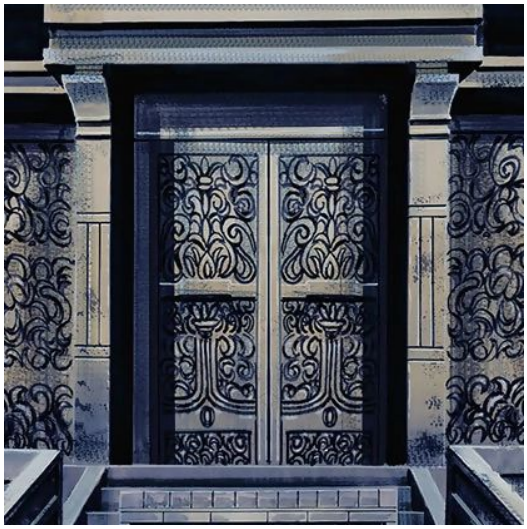
Dipersiapkan oleh :
Asisten Lab Sistem Terdistribusi

Didukung Oleh :

Waktu Mulai :
Senin, 18 Maret 2019, 18.00.00 WIB

Waktu Akhir :
Senin, 1 April 2019, 12.59.59 WIB

I. Latar Belakang



Sekali lagi kalian telah berhasil mengatasi tantangan yang kalian hadapi selama menjelajahi *The Abyss*! OS 16-bit yang telah kalian buat berfungsi dengan baik dan berhasil menjalankan perintah-perintah sederhana. Petualangan pun dilanjutkan ke level yang lebih dalam lagi.

Kalian menemukan sebuah gerbang kuno. Kalian membaca huruf-huruf kuno pada gerbang tersebut dan menemukan informasi yang menarik. Setiap minggu ke-12 pada tiap tahun, mekanisme gerbang tersebut akan aktif dan dapat dibuka. Namun, gerbang tersebut hanya dapat dibuka dengan menggunakan sebuah sandi yang kalian bisa dapatkan dengan menjalankan sebuah program sederhana. Setelah kalian melihat program tersebut, dengan gembira kalian menemukan bahwa program tersebut *compatible* dengan OS kalian!

Akan tetapi....

OS kalian terlalu sederhana. Program tersebut berusaha menaruh kuncinya pada sebuah direktori, namun tentu saja, OS kalian tidak memiliki *file system* yang dapat merepresentasikan direktori. Program itu pun *crash* dan tidak dapat dieksekusi dengan kondisi OS kalian pada saat ini.

Sebagai petualang yang telah membuat OS versi pertama, kalian harus menambahkan fitur-fitur yang diperlukan agar program tersebut dapat bekerja dengan baik. Dengan pengalaman yang kalian telah dapatkan, tentunya ini bukan hal yang sulit. Kalian memiliki waktu dua minggu sebelum gerbang tersebut tertutup. Apabila gagal, kalian baru dapat mencobanya pada tahun berikutnya.

II. Deskripsi Tugas

Dalam tugas besar ini, Anda akan membuat sebuah sistem operasi 16-bit sederhana. Sistem operasi Anda akan dijalankan di atas bochs, sebuah emulator yang sering digunakan untuk pembuatan dan debugging sistem operasi sederhana.

Tugas besar ini bersifat inkremental dan terbagi atas tiga milestone dengan rincian sebagai berikut:

Milestone 1: Booting, Kernel, File System, System Call, Eksekusi Program

Milestone 2: File System dengan Direktori, Shell

- **A.** Mengubah kernel sistem operasi
  1. Mengubah struktur *file system* menjadi ***hierarchical file system***
  2. Mengubah fungsi **`handleInterrupt21`**
  3. Mengubah implementasi *syscall* **`readFile`**
  4. Mengubah implementasi *syscall* **`writeFile`**
  5. Mengubah implementasi *syscall* **`executeProgram`**
  6. Implementasi *syscall* **`terminateProgram`**
  7. Implementasi *syscall* **`makeDirectory`**
  8. Implementasi *syscall* **`deleteFile`**
  9. Implementasi *syscall* **`deleteDirectory`**
  10. Implementasi *syscall* **`putArgs`**, **`getArgc`**, **`getArgv`**
- **B.** Membuat *shell* sistem operasi
  1. Implementasi perintah **`cd`**
  2. Implementasi perintah **menjalankan program**
- **C.** Membuat program-program utilitas
  1. Membuat **`echo`**
  2. Membuat program utilitas **`mkdir`**
  3. Membuat program utilitas **`ls`**
  4. Membuat program utilitas **`rm`**
  5. Membuat program utilitas **`cat`**
- **D.** Menjalankan program test
- **E.** **Bonus**
  1. Membuat program utilitas **`mv`**
  2. Membuat program utilitas **`cp`**
  3. Lain-lain

Milestone 3: Process, Multiprogramming

III. Langkah Pengerjaan

1. Mengubah kernel sistem Operasi

a. Mengubah struktur *file system* menjadi *hierarchical file system*

Berbeda dengan struktur *file system* OS sebelumnya yang mana setiap berkas berada pada satu direktori root saja, struktur *file system* yang akan Anda implementasikan pada milestone ini bersifat hirarkis. Untuk *file system* yang baru ini, direktori root dapat berisi direktori lain juga, yang mana direktori lain tersebut juga dapat berisi berkas-berkas dan direktori lain.

Sebelumnya, struktur dari file system anda adalah seperti berikut:

- map (di sektor 0x1)
- dir (di sektor 0x2)
- kernel (di sektor 0x3-0xC)

Struktur dari sektor **dir** sebelumnya:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Nama file 0 (12 karakter)															
Sektor file 0 (20 sektor)															
Nama file 1 (12 karakter)															
Sektor file 1 (20 sektor)															
...															
Nama file 15 (12 karakter)															
Sektor file 15 (20 sektor)															

Setelah diubah, struktur dari file system anda akan seperti berikut:

- **map** dipindahkan ke sektor 0x100. Hal ini dilakukan supaya sektor-sektor utilitas tidak memakan tempat sektor-sektor yang dapat digunakan oleh file system (0x00-0xFF).
- **dir** dihilangkan.
- Sektor baru **dirs** dibuat di sektor 0x101. Sektor ini berfungsi untuk menyatakan sebuah direktori pada file system. Setiap entri memiliki indeks

direktori parentnya (0x00-0x1F, 0xFF jika root) dan nama direktorinya sendiri maksimum sepanjang 15 karakter.

- Sektor baru **files** dibuat di sektor 0x102. Sektor ini berfungsi untuk menyatakan sebuah file pada file system. Setiap entri memiliki indeks direktori parentnya (0x00-0x1F, 0xFF jika root) dan nama filenya sendiri maksimum sepanjang 15 karakter.
- Sektor baru **sectors** dibuat di sektor 0x103. Sektor ini berfungsi untuk menyatakan sector-sector setiap file.
- **kernel** (di sektor 0x1-0xA)

Struktur dari sektor **dirs**:

idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	P	**Nama direktori 0** (15 karakter)														
01	P	**Nama direktori 1** (15 karakter)														
...																
1F	P	**Nama direktori 31** (15 karakter)														

P : indeks direktori parent (0x00-0x1F) dari direktori tersebut. 0xFF jika parentnya root.

Struktur dari sektor **files**:

idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	P	**Nama *file* 0** (15 karakter)														
01	P	**Nama *file* 1** (15 karakter)														
...																
1F	P	**Nama *file* 31** (15 karakter)														

P : indeks direktori parent (0x00-0x1F) dari *file* tersebut. 0xFF jika parentnya root.

Struktur dari sektor **sectors**:

idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	**Sektor *file* 0** (16 sektor)															
01	**Sektor *file* 0** (16 sektor)															
...																
1F	**Sektor *file* 0** (16 sektor)															

Pada kit milestone 2 sudah tersedia **bootload.asm**, **loadFile.c**, **map.img**, **files.img**, dan **sectors.img** yang telah disesuaikan untuk struktur *file system* yang baru. Salinlah file-file tersebut ke direktori sistem operasi kalian.

Selain itu, ubahlah bagian penulisan sektor awal pada compileOS.sh kalian sehingga menjadi seperti berikut:

```
dd if=/dev/zero of=floppya.img bs=512 count=2880
dd if=bootload of=floppya.img bs=512 count=1 conv=notrunc
dd if=map.img of=floppya.img bs=512 count=1 seek=256 conv=notrunc
dd if=files.img of=floppya.img bs=512 count=1 seek=258 conv=notrunc
dd if=sectors.img of=floppya.img bs=512 count=1 seek=259 conv=notrunc
```

b. Mengubah fungsi handleInterrupt21

Karena keperluan beberapa syscall setelah ini, parameter AX dari fungsi handleInterrupt21 akan dipisah menjadi AL dan AH.

```
void handleInterrupt21 (int AX, int BX, int CX, int DX) {
   char AL, AH;
   AL = (char) (AX);
   AH = (char) (AX >> 8);

   switch (AL) {
      case 0x00:
         printString(BX);
         break;
      case 0x01:
         readString(BX);
         break;
      case 0x02:
         readSector(BX, CX);
         break;
      case 0x03:
         writeSector(BX, CX);
         break;
      case 0x04:
         readFile(BX, CX, DX, AH);
         break;
      case 0x05:
         writeFile(BX, CX, DX, AH);
         break;
      case 0x06:
```

```
            executeProgram(BX, CX, DX, AH);
            break;
         case 0x07:
            terminateProgram(BX);
            break;
         case 0x08:
            makeDirectory(BX, CX, AH);
            break;
         case 0x09:
            deleteFile(BX, CX, AH);
            break;
         case 0x0A:
            deleteDirectory(BX, CX, AH);
            break;
         case 0x20:
            putArgs(BX, CX);
            break;
         case 0x21:
            getCurdir(BX);
            break;
         case 0x22:
            getArgc(BX);
            break;
         case 0X23:
            getArgv(BX, CX);
            break;
         default:
            printString("Invalid interrupt");
      }
}
```

Untuk pemanggilan interrupt, gunakan format kode berikut:

```
interrupt(0x21, (AH << 8) | AL, BX, CX, DX);
```

c. Mengubah implementasi syscall readFile

Ubah syscall readFile sehingga menerima path relatif dari file yang akan dibaca seperti "**abc/def/g**", bukan nama filenya saja.

Syscall ini dipanggil melalui interrupt 0x21 AL=0x04 dan memiliki function signature sebagai berikut:

```
void readFile(char *buffer, char *path, int *result, char parentIndex)
```

Untuk membaca file "**g**" dengan path relatif "**abc/def/g**" dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**abc**" dan indeks *parent*-nya adalah adalah **`parentIndex`** (0xFF jika root). Jika tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter **`result`**.
2. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**def**" dan indeks *parent*-nya adalah indeks direktori "**abc**" yang telah didapatkan sebelumnya. Jika tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter **`result`**.
3. Cari indeks file pada sektor **files** yang bernama "**g**" dan indeks parentnya adalah indeks direktori "**def**" yang telah didapatkan sebelumnya. Jika tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter **`result`**.
4. Baca daftar sektor file pada entri *file* dengan indeks tersebut pada sektor sectors.
5. Masukkan sektor-sektor tersebut ke **`buffer`**.
6. Kembalikan success (0) pada parameter result.

d. Mengubah implementasi syscall writeFile

Ubah syscall writeFile sehingga menerima path relatif dari file yang akan ditulis seperti "**abc/def/g**", bukan nama filenya saja.

Syscall ini dipanggil melalui interrupt 0x21 AL=0x05 dan memiliki *function signature* sebagai berikut:

```
void writeFile(char *buffer, char *path, int *sectors, char
parentIndex)
```

Untuk menulis file "**g**" dengan *path* relatif "**abc/def/g**" dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**abc**" dan indeks parent-nya adalah adalah **`parentIndex`** (0xFF jika root). Jika tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter result.

2. Cek apakah jumlah sektor kosong cukup pada sektor **map**. Jika tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* INSUFFICIENT_SECTORS (0) pada parameter **`sectors`**.

3. Cek apakah masih tersisa entri kosong pada sektor **files.** Jika tidak ada entri yang kosong, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* INSUFFICIENT_ENTRIES (-3) pada parameter **`sectors`**.

   Tips: ciri-ciri entri kosong yaitu byte pertama dari nama filenya adalah karakter NUL ('\0').

4. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**abc**" dan indeks *parent*-nya adalah adalah parentIndex (0xFF jika root). Jika tidak tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter **`sectors`**.

5. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**def**" dan indeks *parent*-nya adalah indeks direktori "**abc**" yang didapatkan sebelumnya. Jika tidak tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter **`sectors`**.

6. Cari indeks file pada sektor files yang bernama "**g**" dan indeks *parent*-nya adalah indeks direktori "**def**" yang didapatkan sebelumnya. Jika ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan error ALREADY_EXISTS (-2) pada parameter **`sectors`**.

7. Pada entri kosong pertama pada sektor files tulis indeks dari direktori "**def**" yang didapatkan sebelumnya pada byte indeks parent dan "**g**" pada byte-byte nama filenya.

8. Cari sektor kosong pertama pada sektor map dan tandai byte sektor tersebut menjadi terisi (0xFF).

9. Tulis data dari **`buffer`** ke sektor dengan nomor tersebut.

10. Lakukan langkah 7 dan 8 untuk setiap sektor dari file.

e. Mengubah implementasi syscall executeProgram

Ubah *syscall* executeProgram sehingga menerima path relatif dari program yang akan dieksekusi. Anda tidak perlu mengubah banyak karena perubahan utama sudah ditangani oleh readFile.

Syscall ini dipanggil melalui interrupt 0x21 AX=0x06 dan memiliki *function signature* sebagai berikut:

```
void executeProgram(char *path, int segment, int *result, char
parentIndex)
```

f. Implementasi syscall terminateProgram

Buat *syscal* terminateProgram dengan mengeksekusi *syscall* executeProgram yang mengembalikan eksekusi program ke shell sehingga seakan-akan mengakhiri eksekusi program sebelumnya. *Syscall* ini dipanggil setiap akhir program. Berikut kode implementasinya:

```
void terminateProgram (int *result) {
   char shell[6];
   shell[0] = 's';
   shell[1] = 'h';
   shell[2] = 'e';
   shell[3] = 'l';
   shell[4] = 'l';
   shell[5] = '\0';
   executeProgram(shell, 0x2000, result, 0xFF);
}
```

Syscall ini dipanggil melalui interrupt 0x21 AL=0x07.

g. Implementasi syscall makeDirectory

Buatlah syscall makeDirectory yang menerima path relatif dari direktori yang akan dibuat, contohnya "**abc/def/ghi**".

Syscall ini dipanggil melalui interrupt 0x21 AL=0x08 dan memiliki function signature sebagai berikut:

```
void makeDirectory(char *path, int *result, char parentIndex)
```

Untuk membuat direktori "**ghi**" dengan path relatif "**abc/def/ghi**" dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Cek apakah masih tersisa entry kosong pada sektor **dirs** (ciri-ciri entry kosong adalah byte pertama dari nama direktorinya adalah karakter NUL '\0'). Jika tidak ada maka syscall akan gagal dan mengembalikan error INSUFFICIENT_ENTRIES (-3) pada parameter **`result`**.
2. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**abc**" dan indeks *parent*-nya adalah adalah **`parentIndex`** (0xFF jika root). Jika tidak ada maka syscall akan gagal dan mengembalikan error NOT_FOUND (-1) pada parameter **`result`**.
3. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**def**" dan indeks *parent*-nya adalah indeks direktori "abc" yang didapatkan sebelumnya. Jika tidak ada maka syscall akan gagal dan mengembalikan error NOT_FOUND (-1) pada parameter **`result`**.
4. Cari indeks file pada sektor **files** yang bernama "**ghi**" dan indeks parentnya adalah indeks direktori "def" yang didapatkan sebelumnya. Jika ada maka syscall akan gagal dan mengembalikan error ALREADY_EXISTS (-2) pada parameter **`result`**.
5. Pada entri kosong pertama pada sektor **dirs**, tulis indeks dari direktori "**def**" yang didapatkan sebelumnya pada byte indeks *parent* dan "**ghi**" pada byte-byte nama direktorinya.
6. Kembalikan success (0) pada parameter **`result`**.

h. Implementasi syscall deleteFile

Buat *syscall* deleteFile yang menerima path relatif dari file yang akan dihapus, contohnya "**abc/def/g**". *Syscall* ini dipanggil melalui interrupt 0x21 AL=0x09 dan memiliki function signature sebagai berikut:

```
void deleteFile(char *path, int *result, char parentIndex)
```

Untuk menghapus file "**g**" dengan path relatif "**abc/def/g**" dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**abc**" dan indeks *parent*-nya adalah **`parentIndex`** (0xFF jika root). Jika tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter result.

2. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**def**" dan indeks *parent*-nya adalah indeks direktori "**abc**" yang telah diperoleh sebelumnya. Jika tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter result.

3. Cari indeks file pada sektor **files** yang bernama "**g**" dan indeks parentnya adalah indeks direktori "**def**" yang didapatkan sebelumnya. Jika tidak ditemukan, *syscall* akan gagal dan mengembalikan *error* NOT_FOUND (-1) pada parameter result.

4. Pada entri *file* dengan indeks tersebut pada sektor **files**, ubah byte pertama nama *file*-nya menjadi karakter NUL ('\0').

5. Baca daftar sektor file pada entri *file* dengan indeks tersebut pada sektor **sectors**.

6. Mark byte sektor-sektor tersebut menjadi kosong (0x00) pada sektor **map**.

7. Kembalikan success (0) pada parameter **`result`**.

i. Implementasi syscall deleteDirectory

Buat syscall deleteDirectory yang menerima path relatif dari direktori yang akan dihapus, contohnya "**abc/def/ghi**". *Syscall* ini juga akan menghapus secara rekursif isi dari direktori tersebut, termasuk isi dari direktori lain di dalam direktori tersebut.

Syscall ini dipanggil melalui interrupt 0x21 AL=0x0A dan memiliki *function signature* sebagai berikut:

```
void deleteDirectory(char *path, int *success, char parentIndex)
```

Untuk menghapus direktori "**ghi**" dengan path relatif "**abc/def/ghi**" dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**abc**" dan indeks *parent*-nya adalah adalah **`parentIndex`** (0xFF jika root). Jika tidak ditemukan,

maka syscall akan gagal dan mengembalikan error NOT_FOUND (-1) pada parameter result.

2. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**def**" dan indeks *parent*-nya adalah indeks direktori "abc" yang didapatkan sebelumnya. Jika tidak ditemukan, syscall akan gagal dan mengembalikan error NOT_FOUND (-1) pada parameter result.

3. Cari indeks direktori pada sektor **dirs** yang bernama "**ghi**" dan indeks *parent*-nya adalah indeks direktori "def" yang didapatkan sebelumnya. Jika tidak ditemukan, maka syscall akan gagal dan mengembalikan error NOT_FOUND (-1) pada parameter result.

4. Pada entri direktori dengan indeks tersebut pada sektor **dirs**, ubah byte pertama nama direktorinya menjadi karakter NUL ('\0').

5. Cari indeks dari semua *file* yang indeks *parent*-nya adalah indeks direktori "**def**" pada sektor files. Hapus *file-file* tersebut menggunakan langkah 4-6 *syscall* deleteFile. Anda dapat memisahkan langkah-langkah tersebut menjadi fungsi deleteFile terpisah yang menerima indeks file langsung.

6. Cari indeks dari semua direktori yang indeks parentnya adalah indeks direktori "**def**" pada sektor **dirs**. Hapus direktori-direktori tersebut menggunakan langkah 4-6 dari *syscall* deleteDirectory (termasuk langkah ini). Anda dapat memisahkan langkah-langkah tersebut menjadi fungsi deleteDirectory terpisah yang menerima indeks direktori langsung.

7. Kembalikan success (0) pada parameter result.

j. Implementasi syscall putArgs, getArgc, getArgv

Syscall putArgs (interrupt 0x21 AL=0x20) digunakan untuk menyimpan current directory, jumlah parameter program, dan isi parameter program sebelum program dieksekusi.

Syscall getCurdir (interrupt 0x21 AL=0x21) digunakan untuk mendapatkan indeks current directory. Syscall getArgc (interrupt 0x21 AL=0x22) digunakan untuk membaca jumlah parameter program.

Syscall getArgc (interrupt 0x22 AL=0x23) digunakan untuk membaca isi parameter ke-n program.

Gunakan kode di bawah untuk implementasinya:

```
#define ARGS_SECTOR 512

void putArgs (char curdir, char argc, char **argv) {
   char args[SECTOR_SIZE];
   int i, j, p;
   clear(args, SECTOR_SIZE);

   args[0] = curdir;
   args[1] = argc;
   i = 0;
   j = 0;
   for (p = 1; p < ARGS_SECTOR && i < argc; ++p) {
      args[p] = argv[i][j];
      if (argv[i][j] == '\0') {
         ++i;
         j = 0;
      }
      else {
         ++j;
      }
   }

   writeSector(args, ARGS_SECTOR);
}

void getCurdir (char *curdir) {
   char args[SECTOR_SIZE];
   readSector(args, ARGS_SECTOR);
   *curdir = args[0];
}

void getArgc (char *argc) {
   char args[SECTOR_SIZE];
   readSector(args, ARGS_SECTOR);
   *argc = args[1];
}

void getArgv (char index, char *argv) {
   char args[SECTOR_SIZE];
   int i, j, p;
   readSector(args, ARGS_SECTOR);
```

```
   i = 0;
   j = 0;
   for (p = 1; p < ARGS_SECTOR; ++p) {
      if (i == index) {
         argv[j] = args[p];
         ++j;
      }

      if (args[p] == '\0') {
         if (i == index) {
            break;
         }
         else {
         ++i;
         }
      }
   }
}
```

2. Membuat shell sistem operasi

a. Persiapan program shell

Anda sekarang diminta untuk membuat program shell untuk sistem operasi anda. Buatlah sebuah file source code C bernama shell.c. Pada fungsi main kernel.c, panggil

```
interrupt(0x21, 0xFF << 8 | 0x6, "shell", 0x2000, &success);
```

untuk menjalankan shell setiap kali kernel dijalankan.

Program shell akan menampilkan $ pada layar dan menunggu input dari penguna seperti di bawah:

```
$
```

b. Implementasi perintah cd

Program shell juga menyimpan nilai indeks dari *current directory* sebagai sebuah variabel berukuran byte. Current directory dapat diubah menggunakan

command cd, dengan parameter pertamanya adalah *path* relatif ke direktori baru yang diinginkan pengguna.

c. Implementasi perintah menjalankan program

Hal yang harus ditangani oleh shell adalah perintah dari pengguna untuk menjalankan program. Misal, jika pengguna memasukkan hal seperti di bawah pada shell:

```
$ myprog
```

Gunakan syscall executeProgram untuk menjalankan program dengan nama "**myprog**" pada root directory. Untuk menjalankan program pada current directory, pengguna menggunakan perintah seperti di bawah:

```
$ ./myprog
```

Sintaks '**./**' menandakan shell untuk mencari program pada *current directory*. Pengguna juga dapat memasukkan argumen-argumen (dipisah dengan spasi) untuk program, misal:

```
$ ./myprog abc 123
```

Sebelum executeProgram dijalankan, gunakan terlebih dahulu setArgs untuk menyimpan direktori sekarang (curdir), jumlah argumen (argc), dan nilai-nilai argumen (argv). Contoh penggunaan dapat dilihat di bawah:

```
char curdir;
char argc;
char *argv[2];

curdir = 0xFF; //root
argc = 2;
argv[0] = "abc";
argv[1] = "123";
interrupt(0x21, 0x20, curdir, argc, argv);
```

Untuk melakukan *get* argumen program, gunakan *syscall* getCurdir, getArgc dan getArgv. Contoh penggunaannya dapat dilihat sebagai berikut:

```
int main() {
   int i;
   char curdir;
   char argc;
   char argv[4][16];

   interrupt(0x21, 0x21, &curdir, 0, 0);
   interrupt(0x21, 0x22, &argc, 0, 0);
   for (i = 0; i < argc; ++i) {
      interrupt(0x21, 0x23, i, argv[i], 0);
   }
}
```

3. Membuat program utilitas

Perhatian: Setiap program utilitas harus berada di *root directory* agar dapat diakses pengguna shell di direktori manapun.

a. Membuat program echo

Program echo mencetak parameter pertama dan seterusnya yang diberikan user ke layar.

Contoh :

```
$ echo Hellooooo Worldddd
Hellooooo Worldddd
```

b. Membuat program mkdir

Program mkdir membuat sebuah direktori baru pada suatu direktori. Pengguna memberikan satu argumen yaitu nama direktori yang ingin dibuat.

c. Membuat program ls

Program ls mendaftarkan nama-nama semua file dan direktori yang berada pada *current directory*. Format penampilan dibebaskan.

d. Membuat program rm

Program rm menghapus suatu *file* atau direktori. Pengguna memberikan satu argumen yaitu *path* relatif *file* atau direktori yang ingin dihapus.

e. Membuat program cat

Program cat mencetak isi suatu file ke layar. Pengguna memberikan satu argumen yaitu nama *file* yang ingin dicetak ke layar. Jika pengguna memberikan argumen kedua '-w', maka program cat akan berubah ke write mode, yang mana akan dibuat file baru dengan isi input user. Detail implementasi dibebaskan.

Contoh :

```
$ cat newfolder2/aha -w
Folder tidak ditemukan
$ cat newfolder/aha -w
Masukkan teks: Helloooo Worlddddddd
$ cat newfolder/aha
Helloooo Worlddddddd
```

4. Menjalankan program pengujian

Untuk menjalankan program pengujian, diperlukan aspek-aspek berikut dari sistem operasi anda sudah berfungsi dengan benar sesuai spesifikasi tugas:

- readFile (interrupt 0x21 AL=0x04)
- writeFile (interrupt 0x21 AL=0x05)
- executeProgram (interrupt 0x21 AL=0x06)
- terminateProgram (interrupt 0x21 AL=0x07)
- makeDirectory (interrupt 0x21 AL=0x08)
- Shell sistem operasi
- Program utilitas ls
- Program utilitas cat

Langkah-langkah untuk menjalankan program pengujian adalah sebagai berikut:

1. Download *archive* .zip yang berisi program pengujian yang telah disebar di milis.

2. Masukkan file program "**keyproc2**" yang di dalam *archive* tersebut ke *root directory* sistem operasi anda dengan perintah.

```
./loadFile keyproc2
```

Tip: Masukkan baris ini ke compileOS.sh Anda.

3. Pastikan bahwa program "**keyproc2**" sudah ada di root directory sistem operasi anda dengan mengeksekusikan program "**ls**" yang anda sudah buat pada shell anda.

4. Jalankan program "**keyproc2**". Program "keyproc2" membutuhkan 2 parameter, yaitu kelas dan kelompok anda. Jalankan kembali program "keyproc2" dengan parameter-parameter tersebut.

5. Lakukan apa yang ditampilkan pada layar oleh program dengan menggunakan program "**cat**" yang anda sudah buat dengan parameter pertama path yang dispesifikasikan dan parameter kedua flag "-w" untuk masuk ke write mode. Isi file tersebut dengan access code kelompok anda.

6. Jalankan kembali program "**keyproc**" dengan parameter sebelumnya.

7. Gunakan program "cat" kembali untuk membaca file hasil pada path yang dispesifikasikan.

5. Bonus

a. Membuat program mv

Program mv memindahkan file atau direktori argumen pertama menjadi file atau direktori argumen kedua. Fungsionalitas seperti mv pada Linux.

b. Membuat program cp

Program mv menyalin file atau direktori argumen pertama ke file atau direktori argumen kedua. Fungsionalitas seperti cp pada Linux.

c. Lain-lain

Anda diperbolehkan untuk mengimplementasikan fitur-fitur lain pada sistem operasi kalian. Kreativitas Anda akan dihargai dengan nilai bonus

IV. Pengumpulan dan Deliverables

1. Buat sebuah file zip dengan nama **IF2230-TugasBesar-Milestone2-KXX-KelompokYY.zip** dengan XX adalah nomor kelas dan YY adalah nomor kelompok. File zip ini terdiri dari 2 folder:
    a. Folder **src**, berisi file:
        i. kernel.c
        ii. shell.c
        iii. compileOS.sh
        iv. Source code program-program utilitas
    b. Folder **doc**, berisi berkas laporan dengan nama *file* **IF2230-TugasBesar-Milestone2-KXX-KelompokYY-Laporan.pdf** yang berisi:
        i. Cover yang mencakup minimal NIM dan nama setiap anggota kelompok.
        ii. Langkah-langkah pengerjaan dan screenshot seperlunya.
        iii. Pembagian tugas dengan dalam bentuk tabel dengan header seperti berikut:

NIM	Nama	Apa yang dikerjakan	Persentase kontribusi

        iv. Kesulitan saat mengerjakan (jika ada) dan feedback mengenai tugas ini.
2. Teknis pengumpulan akan diberitahukan sekitar 48 jam sebelum deadline pengumpulan. Deadline terdapat pada halaman cover pada tugas ini.