



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB : SINKRONISASI
NAMA : DANI ADRIAN
NIM : 225150201111009
TANGGAL : 28/03/2023
ASISTEN : ZHAFRAN RAMA AZMI
GIBRAN HAKIM

Langkah Praktikum

4.4.1 Mutex

1. Jalankan program tersebut sebanyak 10 kali. Apakah semua output yang dihasilkan sama?

Jawab:

```
Counter value: -45
Counter value: -44
Counter value: -43
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
userlinux@linux:~$
```

nama prak

1 Nama : Dani Adrian
2 Nim : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Text Editor
[+]
counter value: -46
counter value: -45
counter value: -44
counter value: -43
counter value: -42
counter value: -41
counter value: -40
counter value: -39
counter value: -38
counter value: -37
counter value: -36
counter value: -35
counter value: -34
counter value: -33
counter value: -32
counter value: -31
counter value: -30
counter value: -29
counter value: -28
counter value: -27
counter value: -26
counter value: -25
counter value: -24
counter value: -23
counter value: -22
counter value: -21
counter value: -20
counter value: -19
counter value: -18
counter value: -17
counter value: -16
counter value: -15
counter value: -14
counter value: -13
counter value: -12
counter value: -11
counter value: -10
counter value: -9
counter value: -8
counter value: -7
counter value: -6
counter value: -5
counter value: -4
counter value: -3
counter value: -2
counter value: -1
counter value: 0
serlinux@Linux:~$
```

Open [icon] nama prak Save [icon] [icon] [icon] [icon]

mutex.c x nama prak x

1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Firefox Web Browser
Counter value: -45
Counter value: -44
Counter value: -43
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
userlinux@Linux:~$
```

Open

nama prak

Save

nama prak

mutex.c

nama prak

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009

Plain Text

Tab Width: 8

Ln 2, Col 22

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Text Editor
[+]
counter value: -46
counter value: -45
counter value: -44
counter value: -43
counter value: -42
counter value: -41
counter value: -40
counter value: -39
counter value: -38
counter value: -37
counter value: -36
counter value: -35
counter value: -34
counter value: -33
counter value: -32
counter value: -31
counter value: -30
counter value: -29
counter value: -28
counter value: -27
counter value: -26
counter value: -25
counter value: -24
counter value: -23
counter value: -22
counter value: -21
counter value: -20
counter value: -19
counter value: -18
counter value: -17
counter value: -16
counter value: -15
counter value: -14
counter value: -13
counter value: -12
counter value: -11
counter value: -10
counter value: -9
counter value: -8
counter value: -7
counter value: -6
counter value: -5
counter value: -4
counter value: -3
counter value: -2
counter value: -1
counter value: 0
serlinux@Linux:~$
```

Open [icon] nama prak Save [icon] [icon] [icon] [icon]

mutex.c x nama prak x

1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: 46
Counter value: 45
Counter value: 44
Counter value: 43
Counter value: 42
Counter value: 41
Counter value: 40
Counter value: 39
Counter value: 38
Counter value: 37
Counter value: 36
Counter value: 35
Counter value: 34
Counter value: 33
Counter value: 32
Counter value: 31
Counter value: 30
Counter value: 29
Counter value: 28
Counter value: 27
Counter value: 26
Counter value: 25
Counter value: 24
Counter value: 23
Counter value: 22
Counter value: 21
Counter value: 20
Counter value: 19
Counter value: 18
Counter value: 17
Counter value: 16
Counter value: 15
Counter value: 14
Counter value: 13
Counter value: 12
Counter value: 11
Counter value: 10
Counter value: 9
Counter value: 8
Counter value: 7
Counter value: 6
Counter value: 5
Counter value: 4
Counter value: 3
Counter value: 2
Counter value: 1
Counter value: 0
userlinux@Linux:~$
```

Open

nama prak

Save

×

mutex.c

nama prak

×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009

Plain Text

Tab Width: 8

Ln 2, Col 22

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Text Editor
[+]
counter value: -46
counter value: -45
counter value: -44
counter value: -43
counter value: -42
counter value: -41
counter value: -40
counter value: -39
counter value: -38
counter value: -37
counter value: -36
counter value: -35
counter value: -34
counter value: -33
counter value: -32
counter value: -31
counter value: -30
counter value: -29
counter value: -28
counter value: -27
counter value: -26
counter value: -25
counter value: -24
counter value: -23
counter value: -22
counter value: -21
counter value: -20
counter value: -19
counter value: -18
counter value: -17
counter value: -16
counter value: -15
counter value: -14
counter value: -13
counter value: -12
counter value: -11
counter value: -10
counter value: -9
counter value: -8
counter value: -7
counter value: -6
counter value: -5
counter value: -4
counter value: -3
counter value: -2
counter value: -1
counter value: 0
serlinux@Linux:~$
```

Open [icon] nama prak Save [icon] [icon] [icon] [icon]

mutex.c x nama prak x

1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Firefox Web Browser
Counter value: -45
Counter value: -44
Counter value: -43
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
userlinux@Linux:~$
```

Open

nama prak

Save

nama prak

mutex.c

nama prak

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009

Plain Text

Tab Width: 8

Ln 2, Col 22

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Text Editor
[+]
counter value: -46
counter value: -45
counter value: -44
counter value: -43
counter value: -42
counter value: -41
counter value: -40
counter value: -39
counter value: -38
counter value: -37
counter value: -36
counter value: -35
counter value: -34
counter value: -33
counter value: -32
counter value: -31
counter value: -30
counter value: -29
counter value: -28
counter value: -27
counter value: -26
counter value: -25
counter value: -24
counter value: -23
counter value: -22
counter value: -21
counter value: -20
counter value: -19
counter value: -18
counter value: -17
counter value: -16
counter value: -15
counter value: -14
counter value: -13
counter value: -12
counter value: -11
counter value: -10
counter value: -9
counter value: -8
counter value: -7
counter value: -6
counter value: -5
counter value: -4
counter value: -3
counter value: -2
counter value: -1
counter value: 0
serlinux@Linux:~$
```

Open [icon] nama prak Save [icon] [icon] [icon] [icon]

mutex.c x nama prak x






1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009



Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS






LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Firefox Web Browser
Counter value: -45
Counter value: -44
Counter value: -43
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
userlinux@Linux:~$
```

Open  nama prak Save    

mutex.c  nama prak 

1 Nama : Dani Adrian
2 NIm : 225150201111009

Plain Text  Tab Width: 8  Ln 2, Col 22  INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Text Editor
[+]
counter value: -46
counter value: -45
counter value: -44
counter value: -43
counter value: -42
counter value: -41
counter value: -40
counter value: -39
counter value: -38
counter value: -37
counter value: -36
counter value: -35
counter value: -34
counter value: -33
counter value: -32
counter value: -31
counter value: -30
counter value: -29
counter value: -28
counter value: -27
counter value: -26
counter value: -25
counter value: -24
counter value: -23
counter value: -22
counter value: -21
counter value: -20
counter value: -19
counter value: -18
counter value: -17
counter value: -16
counter value: -15
counter value: -14
counter value: -13
counter value: -12
counter value: -11
counter value: -10
counter value: -9
counter value: -8
counter value: -7
counter value: -6
counter value: -5
counter value: -4
counter value: -3
counter value: -2
counter value: -1
counter value: 0
serlinux@Linux:~$
```

Open [icon] nama prak Save [icon] [icon] [icon] [icon]

mutex.c x nama prak x

1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS

Hasil yang dihasilkan setiap kali dijalankan berbeda-beda. Beberapa hasilnya positif, sedangkan yang lainnya negatif.

2. Hapus kode program pada baris 10, 17, 22, dan 29 yang berisi perintah `pthread_mutex_lock` dan `pthread_mutex_unlock`. Kemudian jalankan program tersebut sebanyak 10 kali. Apakah semua output yang dihasilkan sama?

Jawab:



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
```

nama prak

Open Save

mutex.c nama prak

1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
Counter value: 6
Counter value: 7
Counter value: 8
Counter value: 9
Counter value: 10
Counter value: 11
Counter value: 12
Counter value: 13
Counter value: 14
Counter value: 15
Counter value: 16
Counter value: 17
Counter value: 18
Counter value: 19
Counter value: 20
Counter value: 21
Counter value: 22
Counter value: 23
Counter value: 24
Counter value: 25
Counter value: 26
Counter value: 27
Counter value: 28
Counter value: 29
Counter value: 30
Counter value: 31
Counter value: 32
Counter value: 33
Counter value: 34
Counter value: 35
```

Open ▾

nam...
~/

Save

≡

—

□

×

mutex.c ×

nama prak ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
```

Open

nam...
~/

Save

≡

—

□

×

mutex.c

nama prak

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009

Plain Text

Tab Width: 8

Ln 2, Col 22

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
```

nama prak

Open Save

mutex.c nama prak

1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
Counter value: 6
Counter value: 7
Counter value: 8
Counter value: 9
Counter value: 10
Counter value: 11
Counter value: 12
Counter value: 13
Counter value: 14
Counter value: 15
Counter value: 16
Counter value: 17
Counter value: 18
Counter value: 19
Counter value: 20
Counter value: 21
Counter value: 22
Counter value: 23
Counter value: 24
Counter value: 25
Counter value: 26
Counter value: 27
Counter value: 28
Counter value: 29
Counter value: 30
Counter value: 31
Counter value: 32
Counter value: 33
Counter value: 34
Counter value: 35
```

Open ▾

nam...
~/

Save

≡

—

□

×

mutex.c ×

nama prak ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
```

Open

nam...
~/

Save

≡

—

□

×

mutex.c

nama prak

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009

Plain Text

Tab Width: 8

Ln 2, Col 22

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
```

nama prak

Open Save

mutex.c nama prak

1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 2, Col 22 INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
Counter value: 6
Counter value: 7
Counter value: 8
Counter value: 9
Counter value: 10
Counter value: 11
Counter value: 12
Counter value: 13
Counter value: 14
Counter value: 15
Counter value: 16
Counter value: 17
Counter value: 18
Counter value: 19
Counter value: 20
Counter value: 21
Counter value: 22
Counter value: 23
Counter value: 24
Counter value: 25
Counter value: 26
Counter value: 27
Counter value: 28
Counter value: 29
Counter value: 30
Counter value: 31
Counter value: 32
Counter value: 33
Counter value: 34
Counter value: 35
```

Open ▾

nam...
~/

Save

≡

—

□

×

mutex.c ×

nama prak ×

1 Nama : Dani Adrian

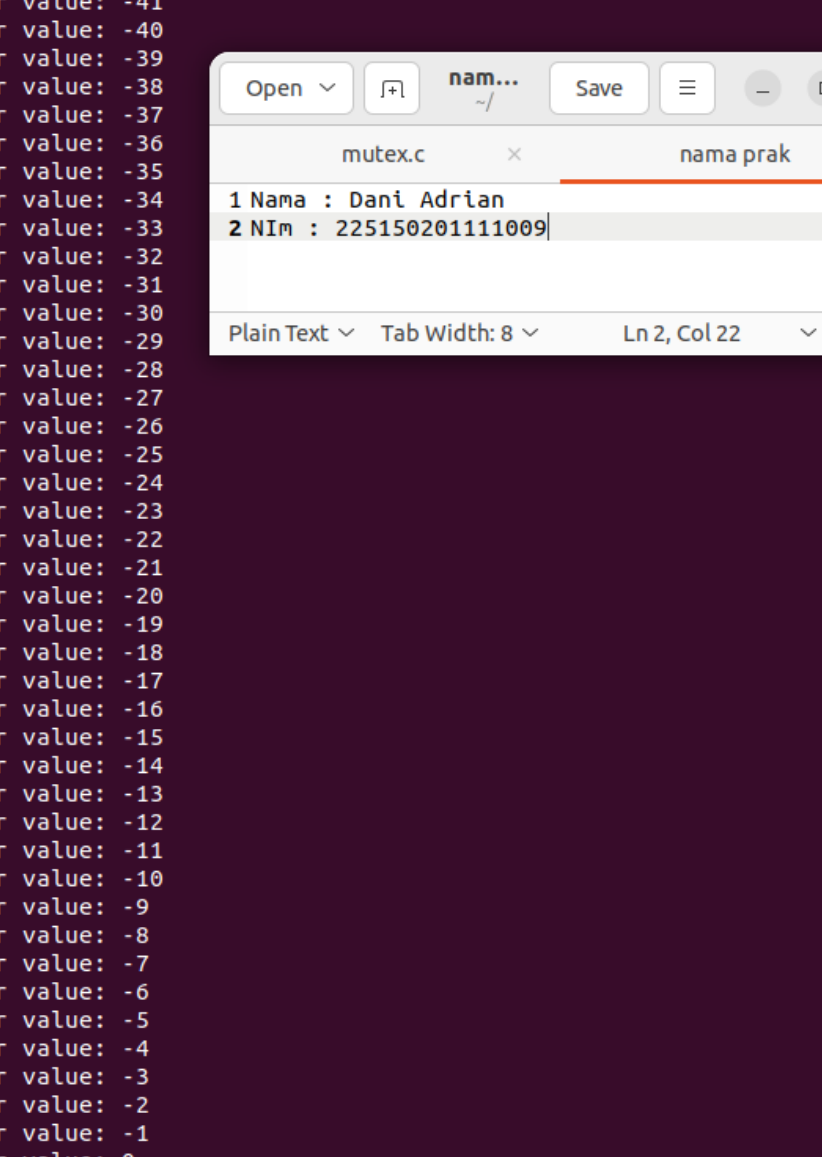
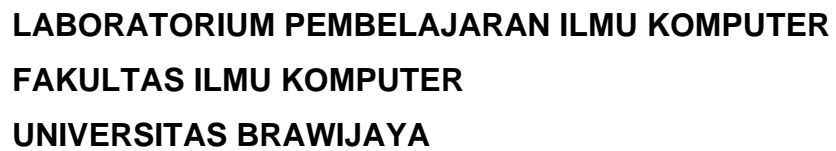
2 NIM : 225150201111009

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



The screenshot shows a terminal window with a dark purple background. The terminal output consists of 21 lines of text, each starting with "Counter value:" followed by a number. The numbers range from -42 down to -1, then 0, 1, 2, 3, 4, and finally 5. Overlaid on the terminal is a file editor window with a light gray title bar. The title bar contains the text "nam..." and a tilde symbol. Below the title bar, there are two tabs: "mutex.c" and "nama prak". The "nama prak" tab is active and shows two lines of text: "1 Nama : Dani Adrian" and "2 NIm : 225150201111009". The status bar at the bottom of the editor window shows "Plain Text", "Tab Width: 8", "Ln 2, Col 22", and "INS".

```
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
```

File Editor Window:

- File Name: nam...
- Open: [button]
- Save: [button]
- Tabs: mutex.c, nama prak
- Content:
 - 1 Nama : Dani Adrian
 - 2 NIm : 225150201111009
- Status Bar: Plain Text, Tab Width: 8, Ln 2, Col 22, INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value: -42
Counter value: -41
Counter value: -40
Counter value: -39
Counter value: -38
Counter value: -37
Counter value: -36
Counter value: -35
Counter value: -34
Counter value: -33
Counter value: -32
Counter value: -31
Counter value: -30
Counter value: -29
Counter value: -28
Counter value: -27
Counter value: -26
Counter value: -25
Counter value: -24
Counter value: -23
Counter value: -22
Counter value: -21
Counter value: -20
Counter value: -19
Counter value: -18
Counter value: -17
Counter value: -16
Counter value: -15
Counter value: -14
Counter value: -13
Counter value: -12
Counter value: -11
Counter value: -10
Counter value: -9
Counter value: -8
Counter value: -7
Counter value: -6
Counter value: -5
Counter value: -4
Counter value: -3
Counter value: -2
Counter value: -1
Counter value: 0
Counter value: 1
Counter value: 2
Counter value: 3
Counter value: 4
Counter value: 5
```

Setelah menghapus perintah `pthread_mutex_lock` dan `pthread_mutex_unlock` pada baris 10, 17, 22, dan 29, hasil keluarannya menjadi berbeda-beda dan lebih acak sebelumnya. Selain itu, ada beberapa output yang bernilai negatif, dan ada pula yang positif.

3. Berdasarkan hasil pengamatan anda, simpulkanlah fungsi dari `pthread_mutex_lock` dan `pthread_mutex_unlock` dalam program tersebut!

Jawab:

`Pthread_mutex_lock` digunakan untuk mengunci variabel tertentu sehingga thread lain tidak dapat menggunakan fungsi tersebut sampai mutex tersebut



dibuka (unlocked) oleh thread yang mengunci variabel. Pthread_mutex_unlock digunakan untuk membuka kunci variabel tersebut. Jika thread mencoba memanggil fungsi ini ketika mutex tidak terkunci oleh thread tersebut, maka akan muncul pesan kesalahan. Dalam sistem operasi Linux, kedua fungsi ini termasuk dalam pustaka thread POSIX dan digunakan untuk mengendalikan akses ke sumber daya bersama yang digunakan oleh beberapa thread secara bersamaan.

4.4.2 Join

1. Jalankan program tersebut sebanyak 10 kali. Apakah semua output yang dihasilkan sama?

Jawab:



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```

Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009

Plain Text ▾ Tab Width: 8 ▾ Ln 2, Col 22 ▾ INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```

Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009

Plain Text ▾ Tab Width: 8 ▾ Ln 2, Col 22 ▾ INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009

Plain Text ▾ Tab Width: 8 ▾ Ln 2, Col 22 ▾ INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

▢

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009

Plain Text ▾ Tab Width: 8 ▾ Ln 2, Col 22 ▾ INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

⋮

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009|

Plain Text ▾

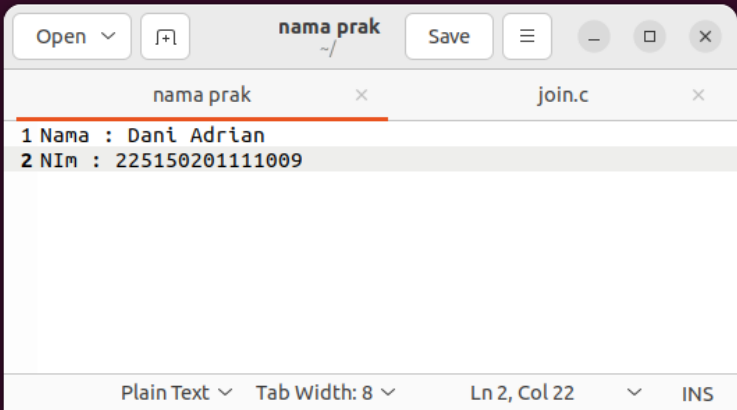
Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 100
userlinux@Linux:~$
```



The screenshot shows a terminal window with a dark purple background. On the left, a list of 100 thread creation commands is displayed, from 'Create thread 55' to 'Create thread 100'. Below this list, the text 'Final counter value: 100' is shown, followed by the prompt 'userlinux@Linux:~\$'. Overlaid on the right side of the terminal is a text editor window titled 'nama prak'. The editor has two tabs: 'nama prak' and 'join.c'. The 'nama prak' tab is active and shows two lines of text: '1 Nama : Dani Adrian' and '2 Nim : 225150201111009'. The editor's status bar at the bottom indicates 'Plain Text', 'Tab Width: 8', 'Ln 2, Col 22', and 'INS'.

Setelah dijalankan sebanyak 10 kali, hasil keluarannya tetap sama.

2. Hapus kode program pada baris 23, 24, dan 25 yang berisi looping perintah pthread_join. Kemudian jalankan program tersebut sebanyak 10 kali. Apakah semua output yang dihasilkan sama?

Jawab:



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 40
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 Nim : 225150201111009

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 84
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak
~/

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 99
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 92
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak
~/

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIm : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 98
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak
~/

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 93
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak
~/

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 Nim : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 98
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

≡

—

□

×

nama prak ×

join.c ×

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009|

Plain Text ▾

Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 74
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

✕

nama prak ✕

join.c ✕

1 Nama : Dani Adrian

2 NIM : 225150201111009

Plain Text ▾ Tab Width: 8 ▾ Ln 2, Col 22 ▾ INS



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 65
userlinux@Linux:~$
```

Open ▾

nama prak

Save

▮

▮

▮

nama prak x

join.c x

1 Nama : Dani Adrian

2 Nim : 225150201111009|

Plain Text ▾

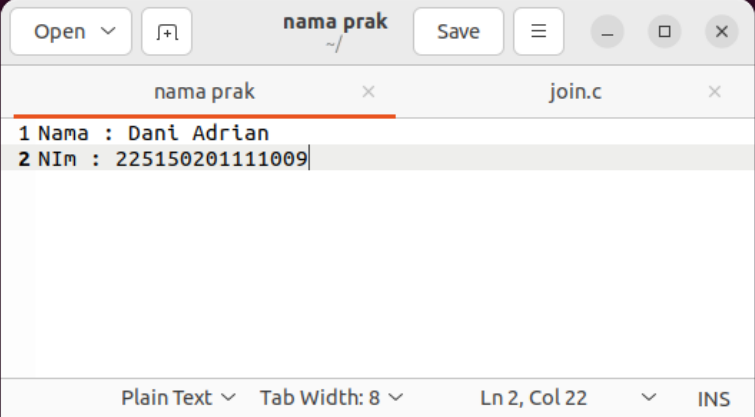
Tab Width: 8 ▾

Ln 2, Col 22 ▾

INS



```
Create thread 55
Create thread 56
Create thread 57
Create thread 58
Create thread 59
Create thread 60
Create thread 61
Create thread 62
Create thread 63
Create thread 64
Create thread 65
Create thread 66
Create thread 67
Create thread 68
Create thread 69
Create thread 70
Create thread 71
Create thread 72
Create thread 73
Create thread 74
Create thread 75
Create thread 76
Create thread 77
Create thread 78
Create thread 79
Create thread 80
Create thread 81
Create thread 82
Create thread 83
Create thread 84
Create thread 85
Create thread 86
Create thread 87
Create thread 88
Create thread 89
Create thread 90
Create thread 91
Create thread 92
Create thread 93
Create thread 94
Create thread 95
Create thread 96
Create thread 97
Create thread 98
Create thread 99
Create thread 100
Final counter value: 38
userlinux@Linux:~$
```



The screenshot shows a terminal window with a dark purple background. On the left, a list of 100 'Create thread' commands is visible, numbered from 55 to 100. At the bottom, the text 'Final counter value: 38' and the prompt 'userlinux@Linux:~\$' are shown. Overlaid on the terminal is a text editor window titled 'nama prak'. The editor has two tabs: 'nama prak' and 'join.c'. The 'nama prak' tab is active and shows two lines of text: '1 Nama : Dani Adrian' and '2 NIM : 225150201111009'. The editor's status bar at the bottom indicates 'Plain Text', 'Tab Width: 8', 'Ln 2, Col 22', and 'INS'.

Setelah menjalankan kode program pada baris 23, 24, dan 25 yang berisi perintah looping pthread_join sebanyak 10 kali, nilai akhir (final counter value) yang dihasilkan berbeda-beda.

3. Berdasarkan hasil pengamatan anda, simpulkanlah fungsi dari **pthread_join** dalam program tersebut!



Jawab:

Pada dasarnya, fungsi `pthread_join` digunakan untuk menunggu hingga suatu thread lain selesai dieksekusi sebelum program melanjutkan eksekusi baris kode selanjutnya. Fungsi ini merupakan bagian dari pustaka thread POSIX pada sistem operasi Linux.

4.4.3 Condition Variable

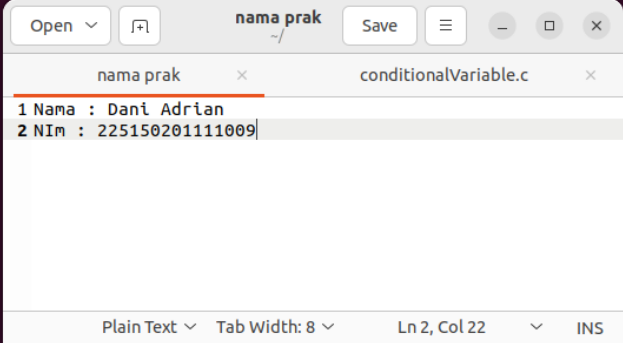
1. Jalankan program tersebut sebanyak 10 kali. Apakah semua output yang dihasilkan sama?

Jawab:



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value functionCount1: 1
Counter value functionCount1: 2
Counter value functionCount1: 3
Counter value functionCount2: 4
Counter value functionCount2: 5
Counter value functionCount2: 6
Counter value functionCount2: 7
Counter value functionCount1: 8
Counter value functionCount1: 9
Counter value functionCount1: 10
Final count: 10
userlinux@Linux:~$ ./main
Counter value functionCount1: 1
Counter value functionCount1: 2
Counter value functionCount1: 3
Counter value functionCount2: 4
Counter value functionCount2: 5
Counter value functionCount2: 6
Counter value functionCount2: 7
Counter value functionCount1: 8
Counter value functionCount1: 9
Counter value functionCount1: 10
Final count: 10
userlinux@Linux:~$ ./main
Counter value functionCount1: 1
Counter value functionCount1: 2
Counter value functionCount1: 3
Counter value functionCount2: 4
Counter value functionCount2: 5
Counter value functionCount2: 6
Counter value functionCount2: 7
Counter value functionCount1: 8
Counter value functionCount1: 9
Counter value functionCount1: 10
Final count: 10
userlinux@Linux:~$ ./main
Counter value functionCount1: 1
Counter value functionCount1: 2
Counter value functionCount1: 3
Counter value functionCount2: 4
Counter value functionCount2: 5
Counter value functionCount2: 6
Counter value functionCount2: 7
Counter value functionCount1: 8
Counter value functionCount1: 9
Counter value functionCount1: 10
Final count: 10
userlinux@Linux:~$
```



Setelah dijalankan sebanyak 10 kali, hasil keluarannya konsisten.

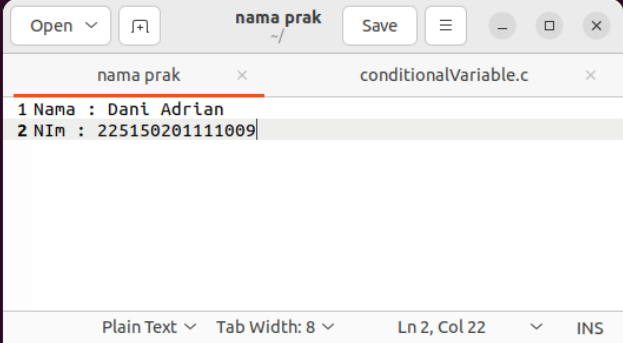
2. Hapus kode program pada baris 19 yang berisi perintah `pthread_cond_wait`. Kemudian jalankan program tersebut. Apakah semua output yang dihasilkan sama dengan output pada soal 1?

Jawab:



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
Counter value functionCount1: 1
Counter value functionCount1: 2
Counter value functionCount1: 3
Counter value functionCount2: 4
Counter value functionCount2: 5
Counter value functionCount2: 6
Counter value functionCount2: 7
Counter value functionCount1: 8
Counter value functionCount1: 9
Counter value functionCount1: 10
Final count: 10
userlinux@Linux:~$ ./main
Counter value functionCount1: 1
Counter value functionCount1: 2
Counter value functionCount1: 3
Counter value functionCount2: 4
Counter value functionCount2: 5
Counter value functionCount2: 6
Counter value functionCount2: 7
Counter value functionCount1: 8
Counter value functionCount1: 9
Counter value functionCount1: 10
Final count: 10
userlinux@Linux:~$ ./main
Counter value functionCount1: 1
Counter value functionCount1: 2
Counter value functionCount1: 3
Counter value functionCount2: 4
Counter value functionCount2: 5
Counter value functionCount2: 6
Counter value functionCount2: 7
Counter value functionCount1: 8
Counter value functionCount1: 9
Counter value functionCount1: 10
Final count: 10
userlinux@Linux:~$ ./main
Counter value functionCount1: 1
Counter value functionCount1: 2
Counter value functionCount1: 3
Counter value functionCount2: 4
Counter value functionCount2: 5
Counter value functionCount2: 6
Counter value functionCount2: 7
Counter value functionCount1: 8
Counter value functionCount1: 9
Counter value functionCount1: 10
Final count: 10
userlinux@Linux:~$
```



Meskipun baris ke-19 yang berisi perintah `pthread_cond_wait` dihapus, hasil keluaran program tetap sama dengan yang diminta dalam pertanyaan sebelumnya.

3. Kembalikan (undo) kode program seperti saat anda mengerjakan soal 1, kemudian hapus kode program pada baris 39 yang berisi perintah `pthread_cond_signal`. Kemudian jalankan program tersebut. Apakah semua output yang dihasilkan sama dengan output pada soal 1?

Jawab:



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
userlinux@Linux:~$ gcc -pthread conditionalVariable.c -o main
userlinux@Linux:~$ ./main
```

nama prak

1 Nama : Dani Adrian
2 NIM : 225150201111009

Plain Text Tab Width: 8 Ln 1, Col 19 INS

Jika baris ke-39 yang berisi perintah `pthread_cond_signal` dihapus, maka tidak akan ada hasil keluaran/output yang muncul.

4. Berdasarkan hasil pengamatan anda setelah mengerjakan soal 1 s.d. 3, simpulkanlah fungsi dari `pthread_cond_wait` dan `pthread_cond_signal` dalam program tersebut!

Jawab:

Fungsi `pthread_cond_wait` dan `pthread_cond_signal` termasuk dalam pustaka thread POSIX pada sistem operasi Linux dan digunakan untuk melakukan sinkronisasi antar thread. Fungsi `pthread_cond_wait` digunakan oleh suatu thread untuk menunggu sampai suatu kondisi tertentu terpenuhi sebelum melanjutkan eksekusi. Fungsi ini membutuhkan dua argumen, yaitu variabel kondisi (yang sudah diinisialisasi menggunakan `pthread_cond_init`) dan variabel mutex (yang sudah dikunci menggunakan `pthread_mutex_lock`). Ketika fungsi `pthread_cond_wait` dipanggil, thread tersebut akan melepaskan kunci akses ke variabel mutex dan masuk ke dalam mode tidur (sleep) sampai variabel kondisi terpenuhi. Sementara itu, fungsi `pthread_cond_signal` digunakan untuk memberi tahu thread lain bahwa kondisi tertentu telah terpenuhi. Fungsi ini membutuhkan satu argumen, yaitu variabel kondisi yang sama dengan yang digunakan pada `pthread_cond_wait`. Ketika fungsi `pthread_cond_signal` dipanggil, suatu sinyal akan diberikan kepada thread yang sedang menunggu pada variabel kondisi tertentu, sehingga memungkinkan thread tersebut melanjutkan eksekusi. Dengan



menggunakan kedua fungsi ini, beberapa thread dapat berkomunikasi dan berkoordinasi untuk mengakses sumber daya bersama dengan cara yang aman dan efektif, sehingga dapat meminimalkan terjadinya konflik atau kondisi perlombaan antar thread.

Tugas

4.5.1 Tugas 1

1. Mengapa perintah printf pada baris 12 pada masing-masing thread menampilkan nilai counter yang berbeda?

Jawab:

Karena variabel counter digunakan sebagai variabel global dan digunakan secara asinkron oleh masing-masing thread, setiap thread memiliki akses yang independen terhadap variabel counter dan dapat menambahkan nilai variabel tersebut secara terpisah. Oleh karena itu, nilai variabel counter pada setiap thread dapat berbeda-beda tergantung pada urutan eksekusi dari masing-masing thread.

2. Mengapa pada semua thread perintah printf pada baris 17 menampilkan nilai read finished?

Jawab:

Karena setiap thread menaikkan nilai variabel counter setelah menjalankan perintah printf pada baris 12, nilai counter akan menjadi sama di setiap thread ketika perintah printf pada baris 17 dijalankan. Hal ini dikarenakan nilai counter sudah ditingkatkan oleh thread sebelumnya sehingga setiap thread memiliki nilai yang sama, yaitu 4.

3. Apa fungsi for pada baris 14? Berapa kali looping yang dilakukan oleh perintah for tersebut?

Jawab:

Pada baris ke-14, terdapat perintah for yang digunakan untuk melakukan sebuah loop kosong yang memakan waktu lama, sehingga dapat dianggap sebagai



LABORATORIUM PEMBELAJARAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

penundaan atau aktivitas lambat. Loop tersebut menggunakan variabel `i` sebagai penghitung dan loop akan berjalan sebanyak `(0xFFFFFFFF)` kali. Karena `0xFFFFFFFF` sama dengan bilangan heksadesimal 4,294,967,295, maka loop pada baris 14 akan dieksekusi sebanyak 4,294,967,295 kali, yang merupakan nilai maksimum yang dapat ditampung oleh variabel unsigned long.



4.5.2 Tugas 2

1. Jelaskan kode program hasil modifikasi anda? Jelaskan pula alasan penempatan pthread_mutex_lock dan pthread_mutex_unlock pada kode program hasil modifikasi anda!

Jawab:

The screenshot shows a Linux terminal window with the following output:

```
userlinux@Linux:~$ gcc -pthread tugas2.c -o main
userlinux@Linux:~$ ./main

Thread 0 started, please wait...
Thread 1 finished
Thread 1 started, please wait...
Thread 2 finished
Thread 2 started, please wait...
Thread 3 finished
Thread 3 started, please wait...
Thread 4 finished
userlinux@Linux:~$
```

Overlaid on the terminal is a text editor window titled 'nama prak' showing the content of 'tugas2.c':

```
1 Nama : Dani Adrian
2 Nim : 225150201111009
```

Program ini merupakan sebuah program multi-threading sederhana yang menggunakan Pthreads library pada bahasa pemrograman C di Linux. Program ini terdiri dari fungsi main dan fungsi doSomething yang akan dijalankan oleh setiap thread. Saat program dimulai, variabel counter diatur menjadi 0 dan variabel tid dideklarasikan sebagai array of pthread_t dengan ukuran 4. Selanjutnya, variabel mutex1 dideklarasikan sebagai tipe data pthread_mutex_t dan diinisialisasi dengan nilai awal PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER. Fungsi doSomething adalah sebuah fungsi yang digunakan untuk mengeksekusi tugas-tugas dalam thread. Setiap thread akan menampilkan pesan "Thread started" dengan nomor thread yang diambil dari variabel counter. Kemudian, nilai counter akan ditingkatkan dan sebuah loop kosong akan dieksekusi untuk menunda eksekusi thread. Setelah itu, thread akan menampilkan pesan "Thread finished" dengan nomor thread pada variabel counter. Fungsi ini menggunakan mutex untuk mengatur akses ke variabel counter. Fungsi main berisi perintah untuk membuat thread sebanyak 4 dan menjalankan fungsi doSomething pada setiap thread. Kemudian, perintah pthread_join digunakan untuk menunggu setiap thread selesai dieksekusi sebelum program berakhir.

Pada program ini, setiap thread menggunakan mutex untuk memastikan bahwa



variabel counter hanya diakses oleh satu thread pada suatu waktu. Dengan demikian, nilai counter pada setiap thread selalu ditingkatkan secara bertahap dan tidak saling tumpang tindih antara thread. Hal ini memastikan bahwa program berjalan secara benar dan menghindari kesalahan pada akses variabel bersama. Pada kode program tersebut, fungsi `pthread_mutex_lock` digunakan untuk mengunci (lock) mutex sebelum mengakses variabel counter, sedangkan fungsi `pthread_mutex_unlock` digunakan untuk membuka (unlock) mutex setelah variabel counter selesai diakses. Tujuan penggunaan mutex pada program tersebut adalah untuk menghindari kondisi balapan (race condition) saat setiap thread mencoba mengakses dan mengubah nilai variabel counter. Kondisi balapan terjadi ketika dua atau lebih thread mencoba mengakses variabel counter secara bersamaan dan membuat perubahan pada nilai variabel yang tidak sinkron. Dengan menggunakan mutex, hanya satu thread yang dapat mengunci (lock) mutex dan mengakses variabel counter pada satu waktu, sementara thread lain harus menunggu mutex dibuka (unlocked) sebelum dapat mengakses variabel. Dengan demikian, nilai variabel counter dijamin selalu ditingkatkan secara bertahap dan tidak saling tumpang tindih antara thread.

2. Dari segi waktu eksekusi, bagaimanakah perbandingan kecepatan eksekusi kode program pada Tugas 1 dengan kode program hasil modifikasi anda pada Tugas 2? Jelaskan alasannya!

Jawab:

Pada tugas 1, thread akan menjalankan fungsi `doSomething` secara bersamaan tanpa memperhatikan nilai counter, sehingga dapat terjadi race condition di mana nilai counter pada setiap thread saling bersaing untuk diakses dan ditambahkan, yang dapat mengakibatkan kesalahan dalam penambahan nilai counter. Sementara itu, pada tugas 2 dengan menggunakan `pthread_mutex_lock` dan `pthread_mutex_unlock`, thread akan bergantian atau bersama-sama memperoleh hak akses ke variabel counter dan tidak bersaing satu sama lain. Ini disebabkan oleh mekanisme mutex lock dan unlock yang digunakan untuk mengatur akses variabel counter, sehingga program ini lebih aman dan dapat menghindari kesalahan dalam penambahan nilai counter. Meskipun tugas 2 dengan mekanisme mutex lock dan unlock dapat lebih lambat dalam eksekusi karena overhead dari operasi lock dan unlock pada mekanisme mutex, hal ini sebanding dengan keamanan dan kebenaran hasil program yang dihasilkan.

4.5.3 Tugas 3



1. Tampilkan output kode program tersebut! Jelaskan dampak dari modifikasi tersebut!

Jawab:

```
userlinux@Linux:~$ gcc -pthread tugas3.c -o main
userlinux@Linux:~$ ./main

Thread 0 started, please wait...
Thread 1 finished
Thread 1 started, please wait...
Thread 2 finished
Thread 2 started, please wait...
Thread 3 finished
Thread 3 started, please wait...
Thread 4 finished
userlinux@Linux:~$
```

Efek dari modifikasi tersebut adalah program akan mengeksekusi setiap thread secara berurutan bergantian, bukan secara simultan. Hal ini terjadi karena setiap thread dibuat dan di-join pada setiap iterasi loop, sehingga thread baru tidak akan dibuat sampai thread sebelumnya selesai dieksekusi. Oleh karena itu, program akan membutuhkan waktu lebih lama untuk menyelesaikan semua thread dibandingkan dengan program asli, di mana semua thread dibuat terlebih dahulu sebelum di-join secara bersamaan.

2. Dari segi waktu eksekusi, bagaimanakah perbandingan kecepatan eksekusi kode program pada Tugas 1, kode program hasil modifikasi anda pada Tugas 2, dan kode program pada Tugas 3? Jelaskan alasannya!

Jawab:

Tugas 1 akan membuat 4 thread secara parallel dengan menggunakan fungsi `pthread_create()` dan menunggu hingga semua thread selesai dieksekusi dengan `pthread_join()`. Tugas 2 mengubah baris 25-28 agar setiap thread dibuat dan dieksekusi satu per satu secara berurutan menggunakan `pthread_create()` dan `pthread_join()`. Sedangkan tugas 3 menggunakan `pthread_mutex_lock()` dan



`pthread_mutex_unlock()` untuk mengimplementasikan locking dan memastikan bahwa hanya satu thread yang berjalan pada satu waktu. Meskipun tugas 3 akan lebih lambat dalam menjalankan kode karena harus mendapatkan dan melepaskan kunci saat menjalankan thread, tetapi tugas 3 dapat menghindari masalah race condition karena thread dijalankan bergantian. Secara umum, tugas 1 dan 2 akan memiliki waktu eksekusi yang serupa karena keduanya tidak mengimplementasikan locking dan thread dapat dieksekusi secara paralel. Namun, karena tugas 2 menjalankan thread secara berurutan, maka tugas 2 akan lebih lambat daripada tugas 1.

Kesimpulan

Dalam lingkungan multi-threaded, ada risiko akses bersama terhadap variabel atau sumber daya yang sama, yang dapat menyebabkan kesalahan atau kerusakan pada program. Untuk mengatasi masalah tersebut, Linux menyediakan beberapa metode sinkronisasi seperti mutex, join, dan condition variable.

- Mutex digunakan untuk menghindari race condition ketika variabel global dimodifikasi oleh banyak thread secara bersamaan. Mutex berfungsi seperti lock and key, di mana hanya satu thread pada satu waktu yang bisa memodifikasi variabel global tersebut. `pthread_mutex_lock()` digunakan untuk mengunci variabel, `pthread_mutex_unlock()` digunakan untuk membuka kunci variabel, dan `pthread_mutex_trylock()` digunakan untuk mencoba mengunci variabel tanpa terjadi deadlock.
- Join digunakan jika sebuah thread baru hanya boleh berjalan setelah thread lain selesai dijalankan. `pthread_create()` membuat thread baru, `pthread_join()` menunggu thread lain untuk selesai dijalankan, dan `pthread_self()` mengembalikan identifier dari thread yang sedang dijalankan.
- Condition variable adalah variabel `pthread_cond_t` yang digunakan untuk menunggu dan melanjutkan proses eksekusi suatu thread. Perintah ini dapat membuat thread berhenti dan berjalan kembali berdasarkan kondisi tertentu. Ada beberapa fungsi seperti `pthread_cond_init` dan `pthread_cond_wait` yang digunakan untuk menunggu kondisi tertentu dan `pthread_cond_signal` dan `pthread_cond_broadcast` yang digunakan untuk membangunkan thread berdasarkan kondisi.