

Nama : Titis Ulfa Mustikawati

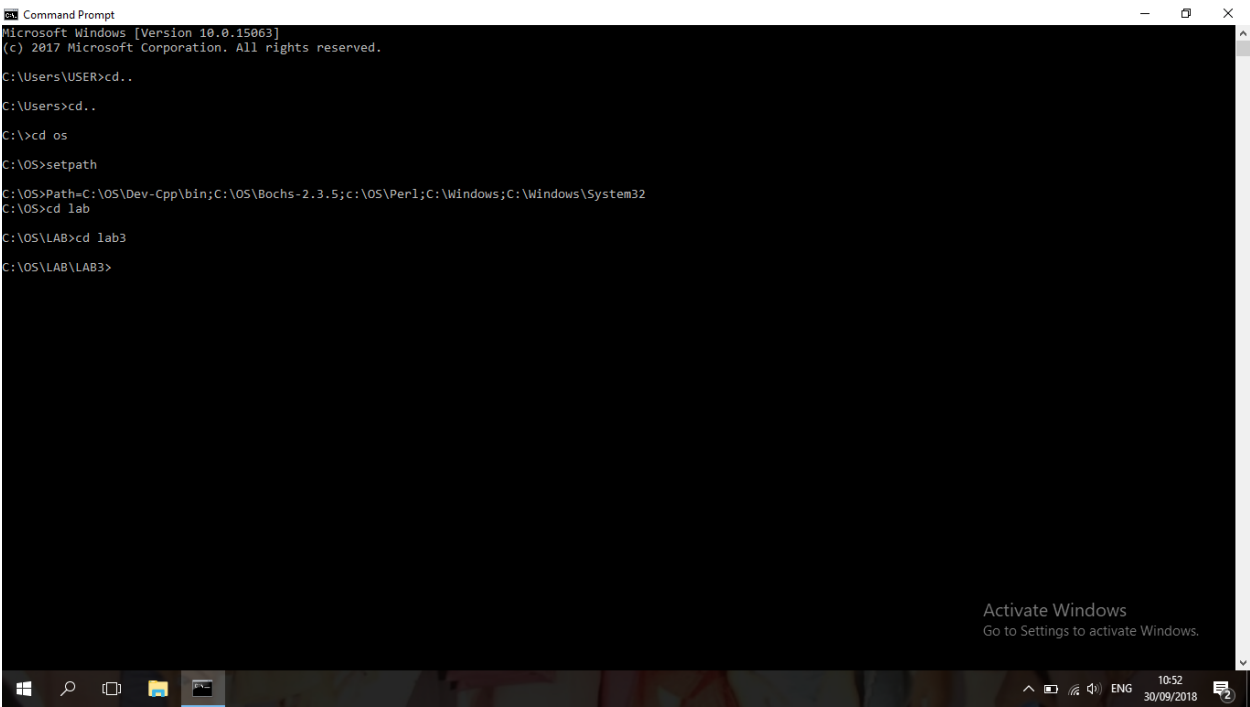
NIM : L200170057

Kelas : C

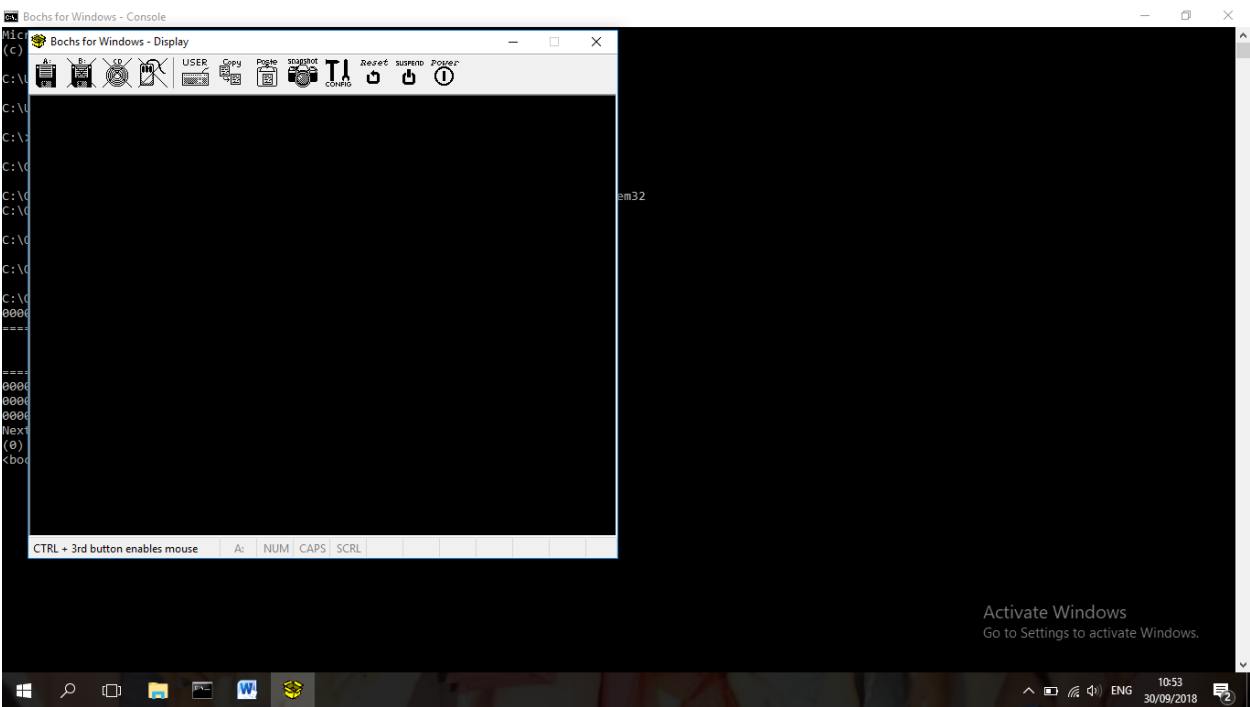
Modul 3 : Mengenal cara ‘Debugging’ program bootstrap-loader.

Langkah Kerja.

- 1. Menjalankan ‘CD OS’, ‘setpath’, dan ‘cd LAB/LAB3’.



- 2. Melakukan proses ‘debugging’ dengan perintah ‘s’.



```
Bochs for Windows - Console
Microsoft Windows [Version 10.0.15063]
(c) 2017 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\USER>cd..
C:\Users>cd..
C:\>cd os
C:\OS>setpath
C:\OS>Path=C:\OS\Dev-Cpp\bin;C:\OS\Bochs-2.3.5;c:\OS\Perl;C:\Windows;C:\Windows\System32
C:\OS>cd lab
C:\OS\LAB>cd lab3
C:\OS\LAB\LAB3>s
C:\OS\LAB\LAB3>..\..\bochs-2.3.5\bochsrc -q -f bochsrc.bxrc
000000000001[APIC?] local apic in initializing
=====
Bochs x86 Emulator 2.3.5
Build from CVS snapshot, on September 16, 2007
=====
000000000001[ ] reading configuration from bochsrc.bxrc
000000000001[ ] installing win32 module as the Bochs GUI
000000000001[ ] using log file bochs.log
Next at t=0
(0) [0xffffffff] f000:fff0 (unk. ctxt): jmp far f000:e05b ; ea5be00f0
<bochs:1> _
```

3. Melihat isi register CS dan IP dengan perintah ‘r’.

```
Bochs for Windows - Console
Microsoft Windows [Version 10.0.15063]
(c) 2017 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\USER>cd..
C:\Users>cd..
C:\>cd os
C:\OS>setpath
C:\OS>Path=C:\OS\Dev-Cpp\bin;C:\OS\Bochs-2.3.5;c:\OS\Perl;C:\Windows;C:\Windows\System32
C:\OS>cd lab
C:\OS\LAB>cd lab3
C:\OS\LAB\LAB3>s
C:\OS\LAB\LAB3>..\..\bochs-2.3.5\bochsrc -q -f bochsrc.bxrc
000000000001[APIC?] local apic in initializing
=====
Bochs x86 Emulator 2.3.5
Build from CVS snapshot, on September 16, 2007
=====
000000000001[ ] reading configuration from bochsrc.bxrc
000000000001[ ] installing win32 module as the Bochs GUI
000000000001[ ] using log file bochs.log
Next at t=0
(0) [0xffffffff] f000:fff0 (unk. ctxt): jmp far f000:e05b ; ea5be00f0
<bochs:1> r
rax: 0x00000000:00000000 rcx: 0x00000000:00000000
rdx: 0x00000000:00000f20 rbx: 0x00000000:00000000
rsp: 0x00000000:00000000 rbp: 0x00000000:00000000
rsi: 0x00000000:00000000 rdi: 0x00000000:00000000
r8 : 0x00000000:00000000 r9 : 0x00000000:00000000
r10: 0x00000000:00000000 r11: 0x00000000:00000000
r12: 0x00000000:00000000 r13: 0x00000000:00000000
r14: 0x00000000:00000000 r15: 0x00000000:00000000
rip: 0x00000000:0000fff0
eflags 0x00000002
IOPL=0 id vip vif ac vm rf nt of df if tf sf zf af pf cf
<bochs:2>
```

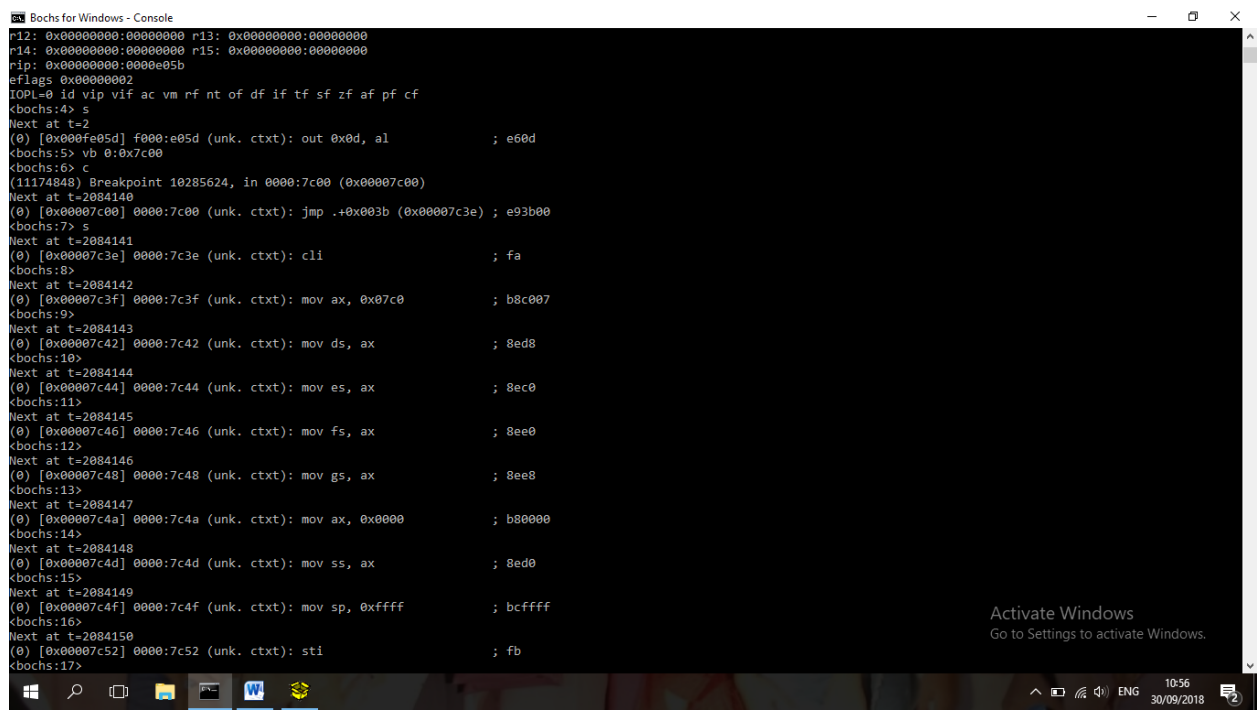
4. Memerintahkan PC untuk mengeksekusi dengan perintah ‘s’ kemudian melanjutkan dengan perintah ‘r’.

```
Bochs for Windows - Console
C:\OS\LAB>cd lab3
C:\OS\LAB\LAB3>s
C:\OS\LAB\LAB3>..\..\bochs-2.3.5\bochsdbg -q -f bochsrc.bxrc
000000000001[APIC?] local apic in  initializing
=====
Bochs x86 Emulator 2.3.5
Build from CVS snapshot, on September 16, 2007
=====
000000000001[      ] reading configuration from bochsrc.bxrc
000000000001[      ] installing win32 module as the Bochs GUI
000000000001[      ] using log file bochs.log
Next at t=0
(0) [0xfffffff0] f000:fff0 (unk. ctxt): jmp far f000:e05b      ; ea5be00f0
<bochs:1> r
rax: 0x00000000:00000000 rcx: 0x00000000:00000000
rdx: 0x00000000:00000f20 rbx: 0x00000000:00000000
rsp: 0x00000000:00000000 rbp: 0x00000000:00000000
rsi: 0x00000000:00000000 rdi: 0x00000000:00000000
r8 : 0x00000000:00000000 r9 : 0x00000000:00000000
r10: 0x00000000:00000000 r11: 0x00000000:00000000
r12: 0x00000000:00000000 r13: 0x00000000:00000000
r14: 0x00000000:00000000 r15: 0x00000000:00000000
rip: 0x00000000:0000fff0
eflags 0x00000002
IOPL=0 id vip vif ac vm rf nt of df if tf sf zf af pf cf
<bochs:2> s
Next at t=1
(0) [0x000fe05b] f000:e05b (unk. ctxt): xor ax, ax      ; 31c0
<bochs:3> r
rax: 0x00000000:00000000 rcx: 0x00000000:00000000
rdx: 0x00000000:00000f20 rbx: 0x00000000:00000000
rsp: 0x00000000:00000000 rbp: 0x00000000:00000000
rsi: 0x00000000:00000000 rdi: 0x00000000:00000000
r8 : 0x00000000:00000000 r9 : 0x00000000:00000000
r10: 0x00000000:00000000 r11: 0x00000000:00000000
r12: 0x00000000:00000000 r13: 0x00000000:00000000
r14: 0x00000000:00000000 r15: 0x00000000:00000000
rip: 0x00000000:0000e05b
eflags 0x00000002
IOPL=0 id vip vif ac vm rf nt of df if tf sf zf af pf cf
<bochs:4> s
Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.
```

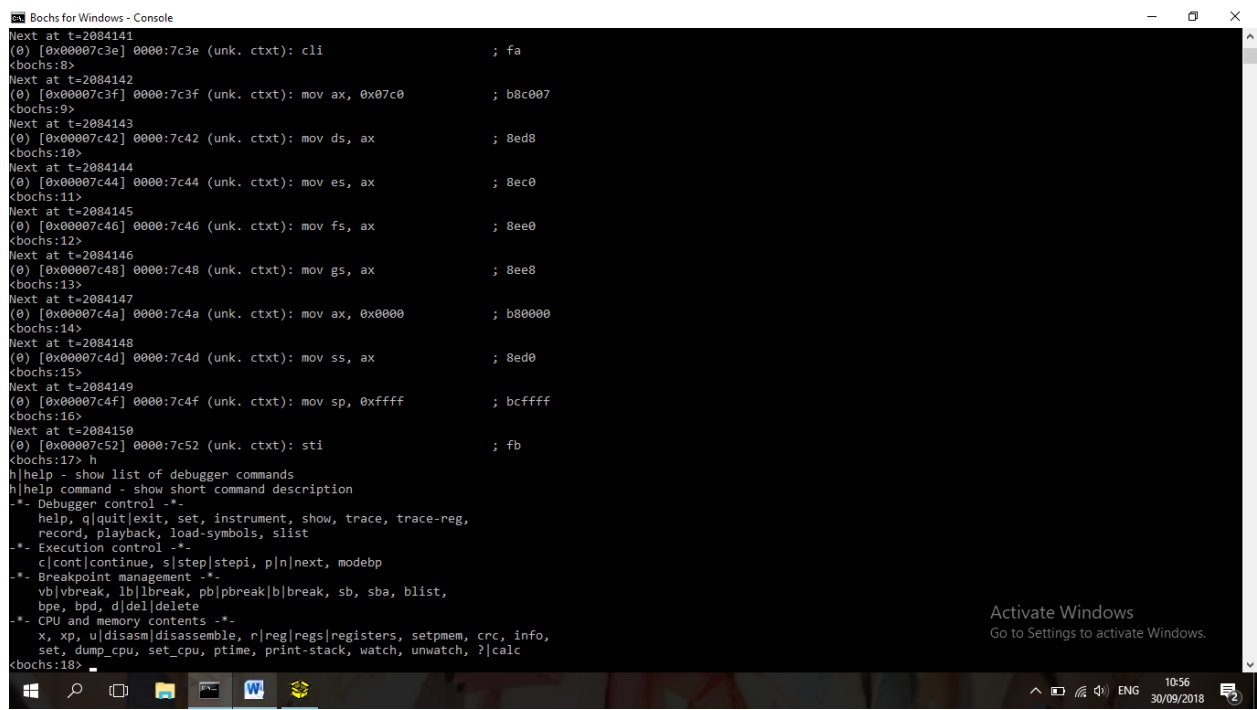
5. Melihat tahapan detail yang dilakukan PC dengan perintah ‘s’.
- Memasukkan perintah ‘vb 0:0x7c00’ untuk sampai pada proses bootstrap.
- Memasukkan perintah ‘c’ untuk melanjutkan program yang terdapat pada BIOS untuk memeriksa RAM dan peralatan lainnya.

```
Bochs for Windows - Console
Bochs x86 Emulator 2.3.5
Build from CVS snapshot, on September 16, 2007
=====
000000000001[      ] reading configuration from bochsrc.bxrc
000000000001[      ] installing win32 module as the Bochs GUI
000000000001[      ] using log file bochs.log
Next at t=0
(0) [0xfffffff0] f000:fff0 (unk. ctxt): jmp far f000:e05b      ; ea5be00f0
<bochs:1> r
rax: 0x00000000:00000000 rcx: 0x00000000:00000000
rdx: 0x00000000:00000f20 rbx: 0x00000000:00000000
rsp: 0x00000000:00000000 rbp: 0x00000000:00000000
rsi: 0x00000000:00000000 rdi: 0x00000000:00000000
r8 : 0x00000000:00000000 r9 : 0x00000000:00000000
r10: 0x00000000:00000000 r11: 0x00000000:00000000
r12: 0x00000000:00000000 r13: 0x00000000:00000000
r14: 0x00000000:00000000 r15: 0x00000000:00000000
rip: 0x00000000:0000fff0
eflags 0x00000002
IOPL=0 id vip vif ac vm rf nt of df if tf sf zf af pf cf
<bochs:2> s
Next at t=1
(0) [0x000fe05b] f000:e05b (unk. ctxt): xor ax, ax      ; 31c0
<bochs:3> r
rax: 0x00000000:00000000 rcx: 0x00000000:00000000
rdx: 0x00000000:00000f20 rbx: 0x00000000:00000000
rsp: 0x00000000:00000000 rbp: 0x00000000:00000000
rsi: 0x00000000:00000000 rdi: 0x00000000:00000000
r8 : 0x00000000:00000000 r9 : 0x00000000:00000000
r10: 0x00000000:00000000 r11: 0x00000000:00000000
r12: 0x00000000:00000000 r13: 0x00000000:00000000
r14: 0x00000000:00000000 r15: 0x00000000:00000000
rip: 0x00000000:0000e05b
eflags 0x00000002
IOPL=0 id vip vif ac vm rf nt of df if tf sf zf af pf cf
<bochs:4> s
Next at t=2
(0) [0x000fe05d] f000:e05d (unk. ctxt): out 0x0d, al      ; e60d
<bochs:5> vb 0:0x7c00
<bochs:6> c
(11174848) Breakpoint 10285624, in 0000:7c00 (0x0007c00)
Next at t=2084140
(0) [0x0007c00] 0000:7c00 (unk. ctxt): jmp .+0x003b (0x0007c3e) ; e93b00
<bochs:7>
Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.
```

6. Membandingkan 10 instruksi yang akan dieksekusi oleh PC dengan program yang terdapat pada ‘boot.asm’ dengan perintah ‘s’.



7. Melihat daftar menu yang disediakan dengan perintah ‘h’.



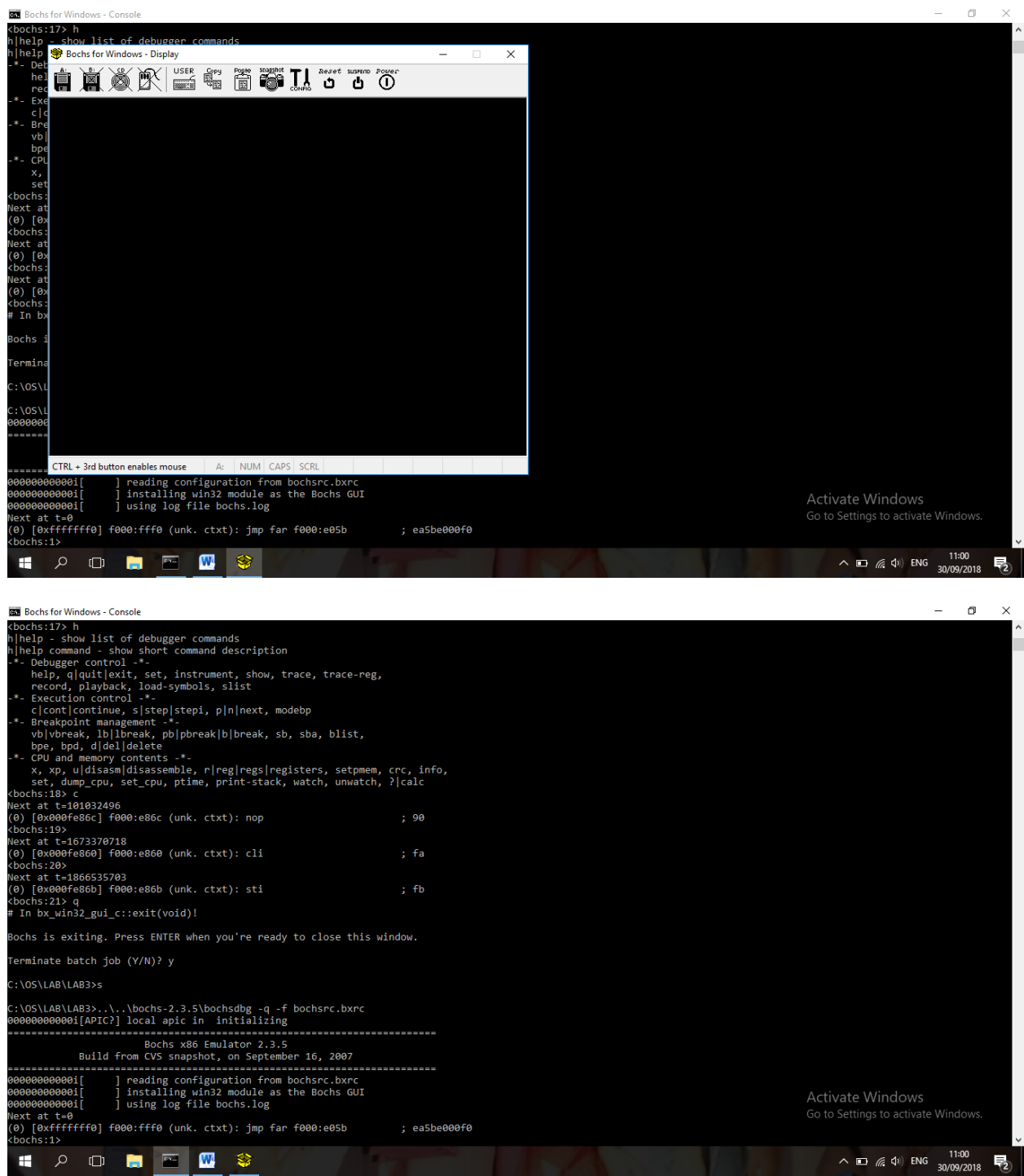
8. Memerintahkan PC agar melakukan prosesnya dengan perintah ‘c’.

```
Bochs for Windows - Console
Next at t=2084142
(0) [0x00007c3f] 0000:7c3f (unk. ctxt): mov ax, 0x07c0 ; b8c007
<bochs:9>
Next at t=2084143
(0) [0x00007c42] 0000:7c42 (unk. ctxt): mov ds, ax ; 8ed8
<bochs:10>
Next at t=2084144
(0) [0x00007c44] 0000:7c44 (unk. ctxt): mov es, ax ; 8ec0
<bochs:11>
Next at t=2084145
(0) [0x00007c46] 0000:7c46 (unk. ctxt): mov fs, ax ; 8ee0
<bochs:12>
Next at t=2084146
(0) [0x00007c48] 0000:7c48 (unk. ctxt): mov gs, ax ; 8ee8
<bochs:13>
Next at t=2084147
(0) [0x00007c4a] 0000:7c4a (unk. ctxt): mov ax, 0x0000 ; b80000
<bochs:14>
Next at t=2084148
(0) [0x00007c4d] 0000:7c4d (unk. ctxt): mov ss, ax ; 8ed0
<bochs:15>
Next at t=2084149
(0) [0x00007c4f] 0000:7c4f (unk. ctxt): mov sp, 0xffff ; bcffff
<bochs:16>
Next at t=2084150
(0) [0x00007c52] 0000:7c52 (unk. ctxt): sti ; fb
<bochs:17> h
h|help - show list of debugger commands
h|help command - show short command description
-- Debugger control --
help, q|quit|exit, set, instrument, show, trace, trace-reg,
record, playback, load-symbols, slist
-- Execution control --
c|cont|continue, s|step|stepi, p|n|next, modebp
-- Breakpoint management --
vb|vbreak, lb|lbreak, pb|pbreak|b|break, sb, sba, blist,
bpe, bpd, d|del|delete
-- CPU and memory contents --
x, xp, u|disasm|disassemble, r|reg|regs|registers, setpmem, crc, info,
set, dump_cpu, set_cpu, ptime, print-stack, watch, unwatch, ?|calc
<bochs:18> c
Next at t=101032496
(0) [0x000fe86c] f000:e86c (unk. ctxt): nop ; 90
<bochs:19>
```

9. Menghentikan PC Simulator dengan perintah ‘q’.

```
Command Prompt
(0) [0x00007c48] 0000:7c48 (unk. ctxt): mov gs, ax ; 8ee8
<bochs:13>
Next at t=2084147
(0) [0x00007c4a] 0000:7c4a (unk. ctxt): mov ax, 0x0000 ; b80000
<bochs:14>
Next at t=2084148
(0) [0x00007c4d] 0000:7c4d (unk. ctxt): mov ss, ax ; 8ed0
<bochs:15>
Next at t=2084149
(0) [0x00007c4f] 0000:7c4f (unk. ctxt): mov sp, 0xffff ; bcffff
<bochs:16>
Next at t=2084150
(0) [0x00007c52] 0000:7c52 (unk. ctxt): sti ; fb
<bochs:17> h
h|help - show list of debugger commands
h|help command - show short command description
-- Debugger control --
help, q|quit|exit, set, instrument, show, trace, trace-reg,
record, playback, load-symbols, slist
-- Execution control --
c|cont|continue, s|step|stepi, p|n|next, modebp
-- Breakpoint management --
vb|vbreak, lb|lbreak, pb|pbreak|b|break, sb, sba, blist,
bpe, bpd, d|del|delete
-- CPU and memory contents --
x, xp, u|disasm|disassemble, r|reg|regs|registers, setpmem, crc, info,
set, dump_cpu, set_cpu, ptime, print-stack, watch, unwatch, ?|calc
<bochs:18> c
Next at t=101032496
(0) [0x000fe86c] f000:e86c (unk. ctxt): nop ; 90
<bochs:19>
Next at t=1673370718
(0) [0x000fe860] f000:e860 (unk. ctxt): cli ; fa
<bochs:20>
Next at t=1866535703
(0) [0x000fe86b] f000:e86b (unk. ctxt): sti ; fb
<bochs:21> q
# In bx_win32_gui_c::exit(void)!
Bochs is exiting. Press ENTER when you're ready to close this window.
Terminate batch job (Y/N)? y
C:\OS\LAB\LAB3>
```

10. Memulai dari awal dengan perintah ‘s’.



11. Membuat break point dengan perintah ‘vb 0x0100:0x0000’.
- Memerintahkan PC untuk melanjutkan pekerjaan dengan perintah ‘c’.

```
Bochs for Windows - Console
record, playback, load-symbols, slist
*- Execution control -*-
c|cont|continue, s|step|stepi, p|n|next, modebp
*- Breakpoint management -*-
vb|vbreak, lb|lbreak, pb|pbreak|b|break, sb, sba, blist,
bpe, bpd, d|del|delete
*- CPU and memory contents -*-
x, xp, u|disasm|disassemble, r|reg|regs|registers, setpmem, crc, info,
set, dump_cpu, set_cpu, ptime, print-stack, watch, unwatch, ?|calc
<bochs:18> c
Next at t=101032496
(0) [0x000fe86c] f000:e86c (unk. ctxt): nop ; 90
<bochs:19>
Next at t=1673370718
(0) [0x000fe860] f000:e860 (unk. ctxt): cli ; fa
<bochs:20>
Next at t=1866535703
(0) [0x000fe86b] f000:e86b (unk. ctxt): sti ; fb
<bochs:21> q
# In bx_win32_gui_c::exit(void)!
Bochs is exiting. Press ENTER when you're ready to close this window.
Terminate batch job (Y/N)? y
C:\OS\LAB\LAB3>s
C:\OS\LAB\LAB3>..\..\bochs-2.3.5\bochsdbg -q -f bochsrc.bxrc
000000000001[APIC?] local apic in initializing
=====
Bochs x86 Emulator 2.3.5
Build from CVS snapshot, on September 16, 2007
=====
000000000001[ ] reading configuration from bochsrc.bxrc
000000000001[ ] installing win32 module as the Bochs GUI
000000000001[ ] using log file bochs.log
Next at t=0
(0) [0xffffffff] f000:ffff (unk. ctxt): jmp far f000:e05b ; ea5be00f0
<bochs:1> vb 0x0100:0x0000
<bochs:2> c
(11175896) Breakpoint 10285624, in 0100:0000 (0x00001000)
Next at t=2946980
(0) [0x00001000] 0100:0000 (unk. ctxt): mov ax, 0x0100 ; b80001
<bochs:3>
Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.
```

12. Meneruskan langkah PC Simulator step-by-step sebanyak 10x dengan perintah ‘s’ dan membandingkan dengan source-code pada program ‘kernel.asm’.

```
Command Prompt
(0) [0x00001000] 0100:0000 (unk. ctxt): mov ax, 0x0100 ; b80001
<bochs:3> s
Next at t=2946981
(0) [0x00001003] 0100:0003 (unk. ctxt): mov ds, ax ; 8ed8
<bochs:4>
Next at t=2946982
(0) [0x00001005] 0100:0005 (unk. ctxt): mov es, ax ; 8ec0
<bochs:5>
Next at t=2946983
(0) [0x00001007] 0100:0007 (unk. ctxt): cli ; fa
<bochs:6>
Next at t=2946984
(0) [0x00001008] 0100:0008 (unk. ctxt): mov ss, ax ; 8ed0
<bochs:7>
Next at t=2946985
(0) [0x0000100a] 0100:000a (unk. ctxt): mov sp, 0xffff ; bcffff
<bochs:8>
Next at t=2946986
(0) [0x0000100d] 0100:000d (unk. ctxt): sti ; fb
<bochs:9>
Next at t=2946987
(0) [0x0000100e] 0100:000e (unk. ctxt): push dx ; 52
<bochs:10>
Next at t=2946988
(0) [0x0000100f] 0100:000f (unk. ctxt): push es ; 06
<bochs:11>
Next at t=2946989
(0) [0x00001010] 0100:0010 (unk. ctxt): xor ax, ax ; 31c0
<bochs:12>
Next at t=2946990
(0) [0x00001012] 0100:0012 (unk. ctxt): mov es, ax ; 8ec0
<bochs:13>
Next at t=2946991
(0) [0x00001014] 0100:0014 (unk. ctxt): cli ; fa
<bochs:14> q
# In bx_win32_gui_c::exit(void)!
Bochs is exiting. Press ENTER when you're ready to close this window.
C:\OS\LAB\LAB3>notepad kernel.asm
C:\OS\LAB\LAB3>
kernel.asm - Notepad
File Edit Format View Help
;START #####
mov ax, 0x0100 ;lokasi memori untuk menempatkan kernel
mov ds, ax
mov es, ax

cli ;set interrupt OFF
mov ss, ax ;atur stack segment
mov sp, 0xFFFF ;atur stack pointer maksimum 64k
sti ;set interrupt ON

push dx
push es
xor ax, ax
mov es, ax
cli
mov word [es:0x21*4], _int0x21 ; setup interrupt service
mov [es:0x21*4+2], cs ; untuk menampilkan karakter di
sti
pop es
pop dx

mov si, strWelcomeMsg ; Tampilkan informasi proses
mov al, 0x01 ; request service 0x01
int 0x21 ; int 0x21

call _shell ; call the shell

int 0x19 ; reboot
;END #####

_int0x21:
_int0x21_ser0x01: ; service 0x01
cmp al, 0x01 ; periksa apakah service 0x01 yang diinginkan
jne _int0x21_end ; jika bukan service no 0x01 EXIT
Go to Settings to activate Windows.
```

Tugas :

1. Tabel pemetaan memori pada PC

• Pemetaan Langsung (Direct Mapping)

Pemetaan langsung adalah teknik yang paling sederhana, yaitu teknik ini memetakan blok memori utama hanya ke sebuah saluran cache saja. Jika suatu block ada di cache, maka tempatnya sudah tertentu. Keuntungan dari direct mapping adalah sederhana dan murah. Sedangkan kerugian dari direct mapping adalah suatu blok memiliki lokasi yang tetap (jika program mengakses 2 blok yang di map ke line yang sama secara berulang-ulang, maka cache-miss sangat tinggi).

Berikut penjelasan lebih detail :

§ Setiap blok pada main memory dipetakan dengan line tertentu pada cache. $i = j \text{ modulo } C$ di mana i adalah nomor line pada cache yang digunakan untuk meletakkan blok main memory ke- j .

§ Jika $M = 64$ dan $C = 4$, maka pemetaan antara line dengan blok menjadi

seperti berikut :

Line 0 can hold blocks 0, 4, 8, 12, ...

Line 1 can hold blocks 1, 5, 9, 13, ...

Line 2 can hold blocks 2, 6, 10, 14, ...

Line 3 can hold blocks 3, 7, 11, 15, ...

§ Pada cara ini, address pada main memory dibagi 3 field atau bagian, yaitu:

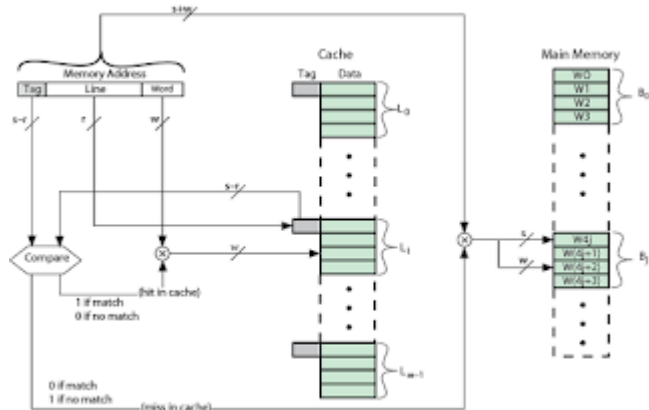
- o Tag identifier.
- o Line number identifier
- o Word identifier (offset)

§ Word identifier berisi informasi tentang lokasi word atau unit addressable lainnya dalam line tertentu pada cache.

§ Line identifier berisi informasi tentang nomor fisik (bukan logika) line pada chace

§ Tag identifier disimpan pada cache bersama dengan blok pada line.

- o Untuk setiap alamat memory yang dibuat oleh CPU, line tertentu yang menyimpan copy alamat tsb ditentukan, jika blok tempat lokasi data tersebut sudah dikopi dari main memory ke cache.
- o Tag yang ada pada line akan dicek untuk melihat apakah benar blok yang dimaksud ada line tsb.



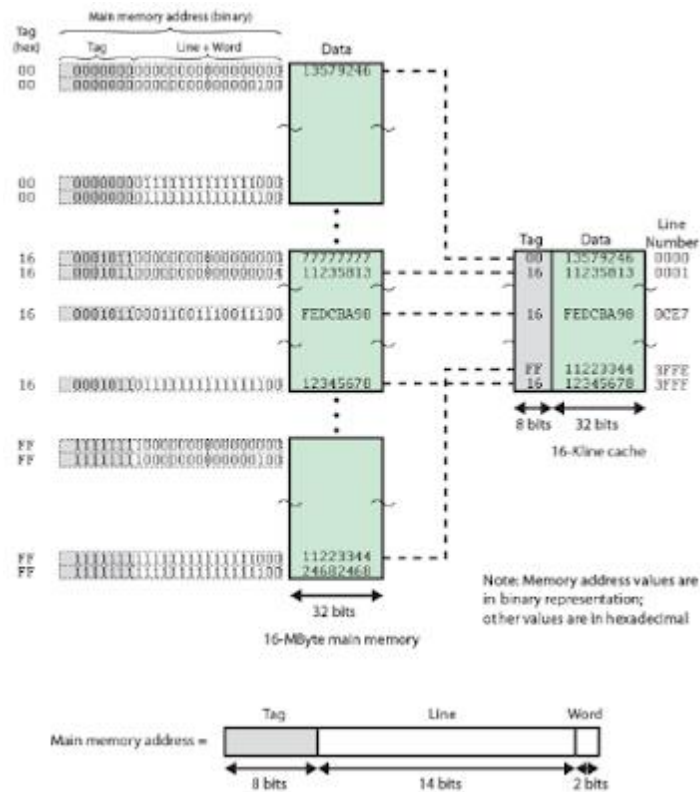
Gambar 2.1 : Gambar Organisasi Direct Mapping.

Keuntungan Menggunakan Direct Mapping antara lain :

1. Mudah dan Murah diimplementasikan
2. Mudah untuk menentukan letak salinan data main memory pada chace.

Kerugian menggunakan Direct Mapping antara lain :

1. Setiap blok main memory hanya dipetakan pada 1 line saja.
2. Terkait dengan sifat lokal pada main memory, sangat mungkin mengakses blok yang dipetakan pada line yang sama pada cache. Blok seperti ini akan menyebabkan seringnya sapu masuk dan keluar data ke/dari cache, sehingga hit ratio mengecil. Hit ratio adalah perbandingan antara jumlah ditemukannya data pada cache dengan jumlah usaha mengakses cache.



Gambar 2.2 : Gambar Contoh Pengalamatan Direct Mapping.

Ringkasan direct mapping nampak pada tabel berikut:

Item	Keterangan
Panjang alamat	$(s+w)$ bits
Jumlah unit yang dapat dialamati	$2s+w$ words or bytes
Ukuran Bloks sama dengan ukuran Line	$2w$ words or bytes
Jumlah blok memori utama	$2s+ w/2w = 2s$
Jumlah line di chace	$M = 2r$
Besarnya tag	$(s - r)$ bits

• **Pemetaan Asosiatif (Associative Mapping)**

Pemetaan asosiatif mengatasi kekurangan pemetaan langsung dengan cara mengizinkan setiap blok memori utama untuk dimuatkan ke sembarang saluran cache. Dengan pemetaan assosiatif, terdapat fleksibilitas penggantian blok ketika blok baru dibaca ke dalam cache. Kekurangan pemetaan asosiatif yang utama adalah kompleksitas rangkaian yang diperlukan untuk menguji tag seluruh saluran cache secara parallel, sehingga pencarian data di cache menjadi lama.

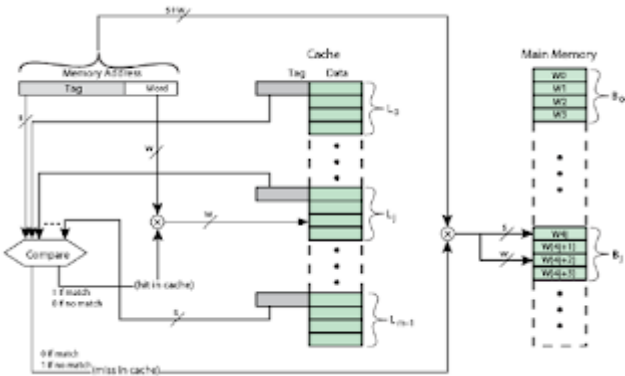
§ Memungkinkan blok diletakkan di sebarang line yang sedang tidak terpakai.

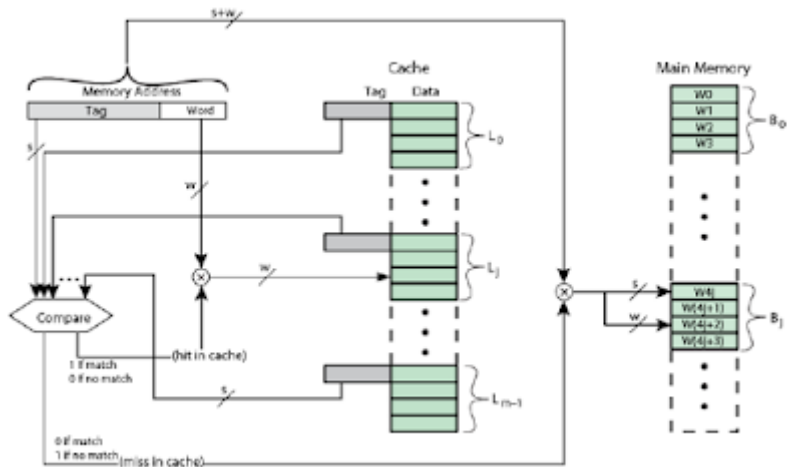
§ Diharapkan akan mengatasi kelemahan utama Direct Mapping.

§ Harus menguji setiap cache untuk menemukan blok yang diinginkan.

- o Mengecek setiap tag pada line
- o Sangat lambat untuk cache berukuran besar.

§ Nomor line menjadi tidak berarti. Address main memory dibagi menjadi 2 field saja, yaitu tag dan word offset.



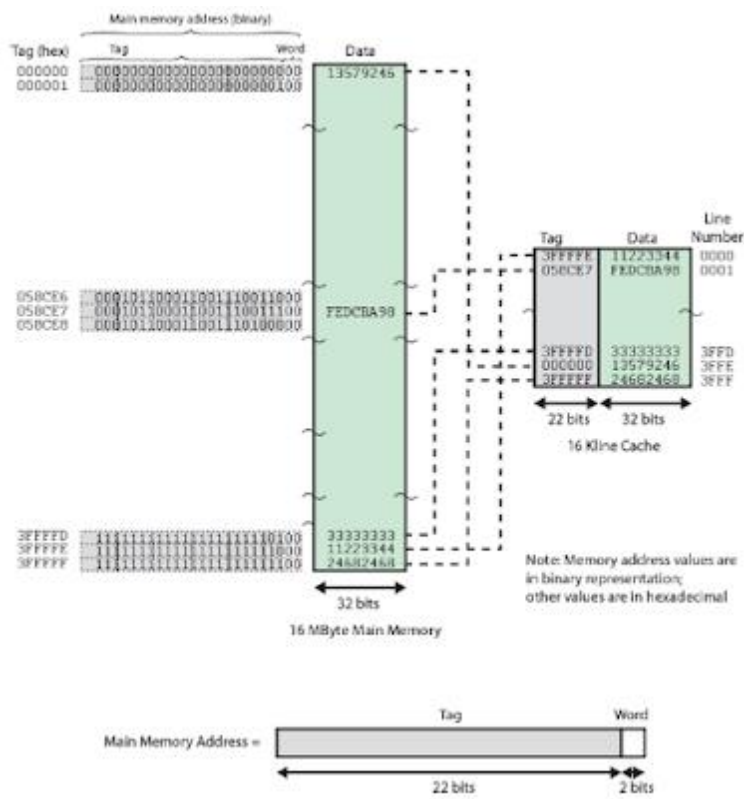


Gambar 2.3 : Gambar Organisasi Associative Mapping.

§ Melakukan pencarian ke semua tag untuk menemukan blok.

§ Cache dibagi menjadi 2 bagian :

- o lines dalam SRAM
- o tag dalam associative memory



Gambar 2.4 : Gambar Contoh Pengalamatan Associative Mapping

Keuntungan Associative Mapping : Cepat dan fleksibel.

Kerugian Associative Mapping : Biaya Implementasi, misalnya untuk cache ukuran 8 kbyte dibutuhkan 1024 x 17 bit associative memory untuk menyimpan tag identifier.

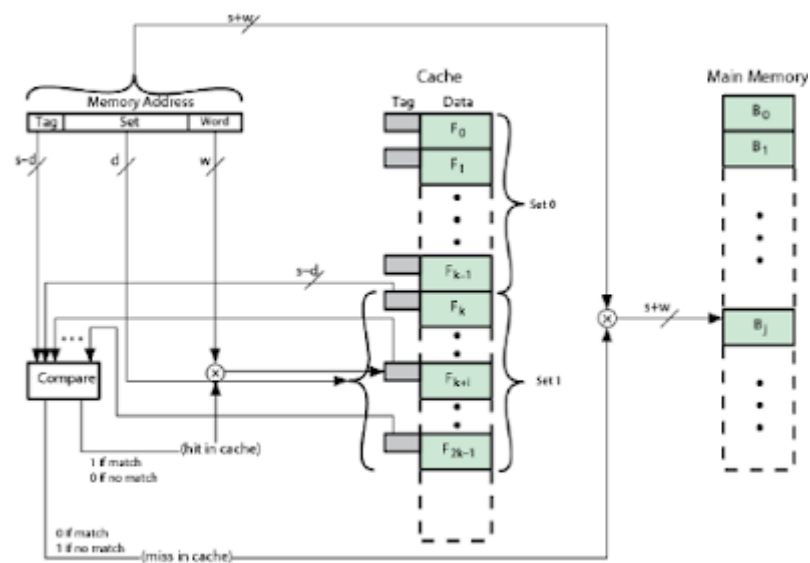
Ringkasan Associative Mapping nampak pada tabel berikut:

Item	Keterangan
Panjang alamat	$(s+w)$ bits
Jumlah unit yang dapat dialamati	2^{s+w} words or bytes
Ukuran Bloks sama dengan ukuran Line	2^w words or bytes
Jumlah blok memori utama	$2^{s+w/2w} = 2^s$
Jumlah line di chace	Undetermined
Besarnya tag	s bits

• **Pemetaan Asosiatif Set (Set Associative Mapping)**

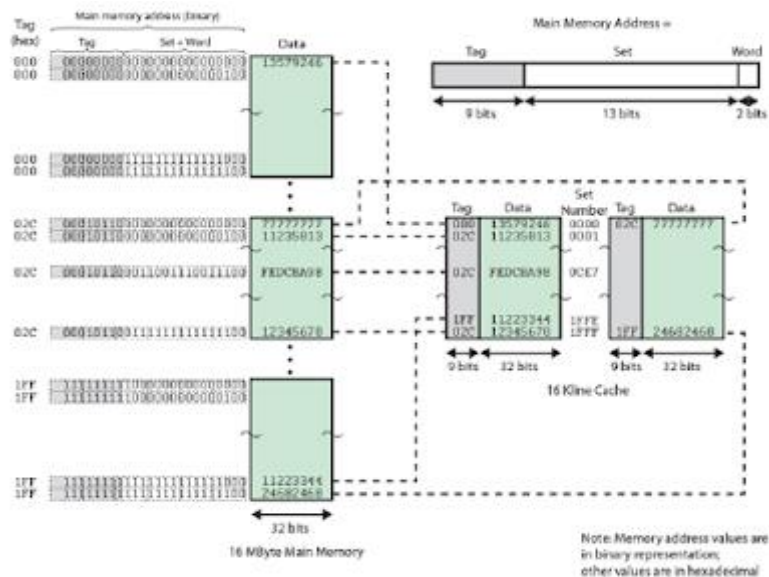
Pada pemetaan ini, cache dibagi dalam sejumlah sets. Setiap set berisi sejumlah line. Pemetaan asosiatif set memanfaatkan kelebihan-kelebihan pendekatan pemetaan langsung dan pemetaan asosiatif.

- § Merupakan kompromi antara Direct dengan Full Associative Mapping.
- § Membagi cache menjadi sejumlah set (v) yang masing-masing memiliki sejumlah line (k)
- § Setiap blok dapat diletakkan di sebarang line dengan nomor set: nomor set = j modulo v



Gambar 2.5 : Gambar Organisasi K-Way Set Associative Mapping.

- § Jika sebuah set dapat menampung X line, maka cache disebut memiliki X way set associative cache.
- § Hampir semua cache yang digunakan saat ini menggunakan organisasi 2 atau 4-way set associative mapping.



Gambar 2.6 : Gambar Contoh Pengalamatan 2-Way Associative Mapping.

Keuntungan menggunakan Set Associative Mapping antara lain:

Setiap blok memori dapat menempati lebih dari satu kemungkinan nomor line (dapat menggunakan line yang kosong), sehingga thrashing dapat diperkecil

Jumlah tag lebih sedikit (dibanding model associative), sehingga jalur untuk melakukan perbandingan tag lebih sederhana.

Ringkasan Set Associative Mapping nampak pada tabel berikut:

Item	Keterangan
Panjang alamat	(s+w) bits
Jumlah unit yang dapat dialamati	2s+w words or bytes
Ukuran Bloks sama dengan ukuran Line	2w words or bytes
Jumlah blok memori utama	2d
Jumlah line dalam set	K
Jumlah set	V=2d
Jumlah line di chace	Kv = k*2d
Besarnya tag	(s – d)bits

2. Perbedaan mode kerja 'Real-Mode' dan mode kerja 'Protect-Mode' pada PC IBM Compatible

- Real-Mode

Real-Mode adalah sebuah modus di mana prosesor Intel x86 berjalan seolah-olah dirinya adalah sebuah prosesor Intel 8085 atau Intel 8088, meski ia merupakan prosesor Intel 80286 atau lebih tinggi. Karenanya, modus ini juga disebut sebagai modus 8086 (8086 Mode). Dalam modus ini, prosesor hanya dapat mengeksekusi instruksi 16-bit saja dengan menggunakan register internal yang berukuran 16-bit, serta hanya dapat mengakses hanya 1024 KB dari memori karena hanya menggunakan 20-bit jalur bus alamat. Semua program DOS berjalan pada modus ini.

Prosesor yang dirilis setelah 8085, semacam Intel 80286 juga dapat menjalankan instruksi 16-bit, tapi jauh lebih cepat dibandingkan 8085. Dengan kata lain, Intel 80286 benar-benar kompatibel dengan prosesor Intel 8086 yang didesain sebelumnya. Sehingga prosesor Intel 80286 pun dapat menjalankan program-program 16-bit yang didesain untuk 8085 (IBM PC), dengan tentunya kecepatan yang jauh lebih tinggi. Dalam Real-mode, tidak ada proteksi ruang alamat memori, sehingga tidak dapat melakukan multi-tasking. Inilah sebabnya, mengapa program-program DOS bersifat single-tasking. Jika dalam modus real terdapat multi-tasking, maka kemungkinan besar antara dua program yang sedang berjalan, terjadi tabrakan (crash) antara satu dengan lainnya.

- Protected Mode

Modus terproteksi (protected mode) adalah sebuah modus di mana terdapat proteksi ruang alamat memori yang ditawarkan oleh mikroprosesor untuk digunakan oleh sistem operasi. Modus ini datang dengan mikroprosesor Intel 80286 atau yang lebih tinggi. Karena memiliki proteksi ruang alamat memori, maka dalam modus ini sistem operasi dapat melakukan multitasking.

Prosesor Intel 80286 memang dilengkapi kemampuan masuk ke dalam modus terproteksi, tapi tidak dapat keluar dari modus tersebut tanpa harus mengalami reset (warm boot atau cold boot). Kesalahan ini telah diperbaiki oleh Intel dengan merilis prosesor Intel 80386 yang dapat masuk ke dalam modus terproteksi dan keluar darinya tanpa harus melakukan reset. Inilah sebabnya mengapa Windows 95/Windows 98 dilengkapi dengan modus Restart in MS-DOS Mode, meski sebenarnya sistem operasi tersebut merupakan sistem operasi yang berjalan dalam modus terproteksi.