

# BAB 11 dan BAB 12

## MEMORI DAN PENYIMPANAN LUAR

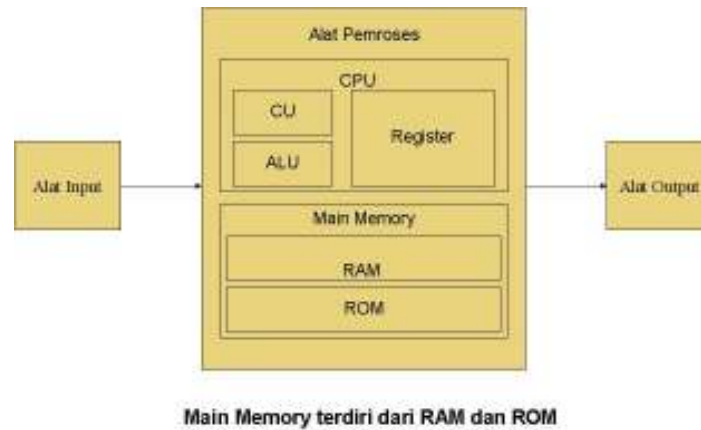


Gambar 1. Alat Penyimpanan

### MEMORI

Main Memory / Main Storage / Internal Memory / Internal Storage / Primary

- Merupakan tempat penyimpanan terbesar dalam komputer
- Ukuran dari Main Memory ditunjukkan oleh satuan terkecilnya yakni Byte
  - Kilo Byte ( KB ) = 1024 Byte
  - Mega Byte ( MB ) = 1024 KB
  - Giga Byte ( GB ) = 1024 MB
  - Terra Byte
- 1 Byte memory terdiri dari 8 Bit ( Binary Digit ), dimana setiap digit diwakili oleh digit 1 atau 0, sehingga membentuk kode pada lokasi memory ( address )
  - Sistem pengkodeannya dapat berbentuk BCD, SBCDIC, EBCDIC, atau kode ASCII



Gambar 2. Alur Sistem pengolahan data

## RAM

Semua data dan program yang dimasukkan lewat alat input akan disimpan terlebih dahulu di main memory, khususnya di RAM (Random Access Memory). RAM merupakan memori yang dapat dimasuk (di akses) yaitu dapat diisi dan diambil isinya oleh programmer.

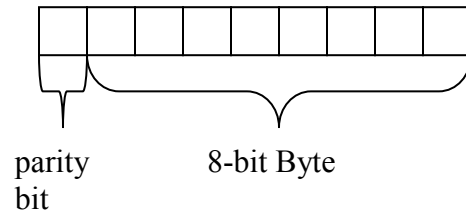
Struktur dari RAM dibagi menjadi 4 bagian, yaitu sebagai berikut ini :

1. *Input storage*, digunakan untuk menampung input yang dimasukkan lewat alat input.
2. *Program storage*, digunakan untuk menyimpan semua instruksi-instruksi program yang akan diproses.
3. *Working storage*, digunakan untuk menyimpan data yang akan diolah dan hasil dari pengolahan.
4. *Output storage*, digunakan untuk menampung hasil akhir dari pengolahan data yang akan ditampilkan ke alat output.

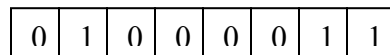
Input yang dimasukkan lewat dari alat input, pertama kali ditampung terlebih dahulu di *input storage*, bila input tersebut terbentuk program, maka dipindahkan ke *program storage* dan bila berbentuk data, akan dipindahkan ke *working storage*. Hasil dari pengolahan juga ditampung di *working storage* dan hasil yang akan ditampilkan ke alat output dipindahkan ke *output storage*.

RAM mempunyai kemampuan untuk melakukan pengecekan dari data yang disimpannya, yang disebut dengan istilah *parity check*. Bila data hilang atau rusak, dapat diketahui dari sebuah bit tambahan yang disebut dengan *parity bit* atau *check bit*.

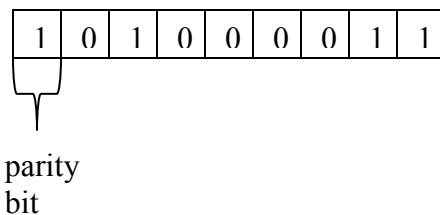
Misalnya 1 byte memory di RAM terdiri dari 8-bit, sebagai parity bit digunakan sebuah bit tambahan, sehingga menjadi 9 bit.



Ada dua macam cara yang dilakukan oleh parity check, yaitu pengecekan pariti genap (even parity check) dan pengecekan pariti ganjil (odd parity check). Even parity check menunjukkan jumlah 1 bit untuk tiap-tiap bit dalam 1 byte beserta parity bit harus berjumlah genap (even), kalau berjumlah ganjil, berarti ada kerusakan data. Misalnya karakter "C" dalam sistem kode ASCII 8 bit berbentuk :

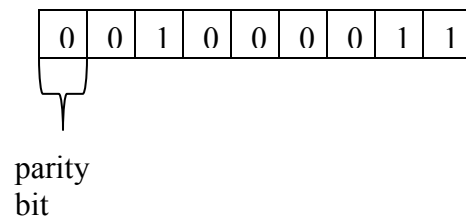


Dengan cara even parity check, pada waktu data ini direkam, parity bit diisi bit 1 supaya jumlah 1 bit bernilai genap, sebagai berikut :



Pada waktu data tersebut diambil untuk dipergunakan, maka akan dilakukan pengecekan terhadap bit-bitnya. Kalau ada kerusakan bit, misalnya salah satu bit terganti dari bit 1 menjadi bit 0 atau dari bit 0 menjadi bit 1, maka jumlah bit 1 dalam 1 byte tersebut tidak akan berjumlah genap dan akan terdeteksi oleh CPU.

Odd parity check menunjukkan jumlah bit 1 untuk tiap-tiap bit dalam 1 byte beserta parity bit harus berjumlah ganjil (odd), kalau berjumlah genap berarti ada kerusakan data. Misalnya karakter "C" dalam sistem kode ASCII 8 bit tersebut dengan cara odd parity check seharusnya terekam sebagai berikut :



Kalau jumlah bit 1 dalam 1 byte tersebut tidak berjumlah ganjil, berarti ada kesalahan data.

Ada beberapa jenis RAM yang ada dipasaran saat ini yaitu SRAM , EDORAM , SDRAM , DDRAM, RDRAM , VGRAM dll.

Berikut ini Jenis-Jenis memory yang telah beredar :

### 1. FPM RAM (Fast Page Mode DRAM)

Merupakan model memory DRAM yang sudah sangat tua (hasil pengembangan SIM RAM nenek moyangnya RAM) ditemukan pada sekitar tahun 1987., RAM ini masih banyak sekali kekurangan dari segi kecepatan maupun kemampuan menampung datanya, memiliki 30 pin kaki (jumlah lempengan kuning memory/slot), hanya dapat berjalan pada clock Maximum 16 Mhz sampai 66 Mhz dengan kecepatan aksesnya kurang lebih 50 ns, hal ini yang menyebabkan akses pemrosesan data dalam memory menjadi sangat lambat, di jumpai pada komputer intel 386.



### 2. EDO RAM (Extended-Data-Out RAM)

EDO-RAM memiliki fungsi seperti RAM, akan tetapi jenis ini mempunyai kemampuan kerja sangat tinggi dan cepat dalam membaca dan mentransfer data. Bentuk EDO-RAM adalah SIMM (Single Inline Memory Module). Awal ditemukan pada tahun 1995 Hasil pengembangan dari FPM RAM, jalan pada clock 33-66 mhz dan memiliki 72 pin kaki. Hanya saja terdapat tambahan teknologi baru dalam chip dimasukan Chace yang sangat membantu dalam waktu akses pemrosesan data dari RAM tersebut, EDO RAM mengalami peningkatan kecepatan hampir 40-50% jika dibandingkan dari FPM RAM pendahulunya, sudah tidak digunakan lagi pada saat ini dipakai pada komputer intel 486.

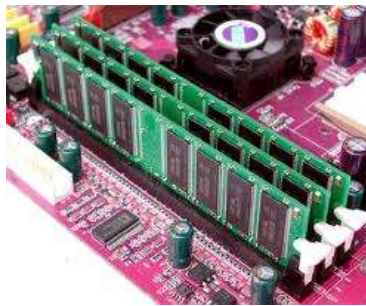


[SIMM](#) (Single Inline Memory Module). Slot memori pada motherboard 72pin.



**DIMM** (Dual Inline Memory Module). Sebuah **DIMM** atau **dual in-line modul memori**, terdiri dari serangkaian dynamic random-access memori sirkuit terpadu. Modul ini terpasang pada papan sirkuit cetak dan dirancang untuk digunakan dalam komputer pribadi, workstation dan server. DIMM mulai menggantikan SIMM (single in-line modul memori) sebagai jenis utama dari modul memori sebagai Intel P5 berbasis Pentium prosesor mulai meraih pangsa pasar.

Perbedaan utama antara SIMM dan DIMM adalah bahwa DIMM memiliki kontak listrik yang terpisah pada setiap sisi modul, sedangkan kontak pada SIMM pada kedua belah pihak berlebihan. Perbedaan lain adalah bahwa standar SIMM memiliki jalur 32-bit data, sementara DIMM standar memiliki jalur 64-bit data. Sejak Intel 's Pentium telah (seperti yang dilakukan beberapa prosesor lainnya) 64-bit bus lebar, itu memerlukan SIMM dipasang di pasang cocok untuk melengkapi data bus. Prosesor kemudian akan mengakses dua SIMM secara bersamaan. DIMM diperkenalkan untuk menghilangkan praktek ini.



Jenis yang paling umum dari DIMM adalah:

- 72-pin SO-DIMM (tidak sama dengan 72-pin SIMM), digunakan untuk FPM DRAM dan EDO DRAM
- 100-pin DIMM, digunakan untuk printer SDRAM
- 144-pin SO-DIMM, digunakan untuk SDR SDRAM
- 168-pin DIMM, digunakan SDR SDRAM (kurang sering untuk FPM / EDO DRAM di workstation / server)
- 172-pin Micro DIMM, digunakan untuk DDR SDRAM
- 184-pin DIMM, digunakan untuk DDR SDRAM
- 200-pin SO-DIMM, digunakan untuk DDR SDRAM dan DDR2 SDRAM
- 204-pin SO-DIMM, digunakan untuk DDR3 SDRAM
- 214-pin MicroDIMM, digunakan untuk DDR2 SDRAM
- 240-pin DIMM, digunakan untuk DDR2 SDRAM, DDR3 SDRAM dan FB-DIMM DRAM
- 244-pin MiniDIMM, digunakan untuk DDR2 SDRAM

### 3. SD RAM (Synchronous Dynamic RAM)

SDRAM adalah memori yang dapat mengakses data atau informasi lebih cepat dari EDO-RAM. Bentuk SDRAM adalah DIMM (Dual Inline Memory Module). Merupakan model/type memory yang paling bertahan lama karena lamanya RAM ini beredar di pasaran dan tak terganti-gantikan oleh jenis memory yang baru. memori ini muncul dari awal tahun 1996 sampai sekitar tahun 2001 masih saja digunakan oleh platform dari mainboard yang dikeluarkan pada saat itu. Dari komputer Pentium I,II,III, sampai pada awal kemunculan komputer Pentium IV. RAM ini jalan pada clock FSB 100-133 mhz, 168 pin dan memakai daya listrik sebesar 3.3 Volt, memiliki kemampuan untuk mensinkronkan clock yang terdapat pada memory tersebut dengan clock pada processor, hal ini menyebabkan system dalam komputer dapat berjalan seimbang dengan kata lain waktu pemrosesan data menjadi lebih cepat dan efisien.



#### **4. RD RAM (Rambus Dynamic RAM)**

RDRAM adalah sebuah memori berkecepatan tinggi, digunakan untuk mendukung prosesor Pentium 4. tipe RDRAM menggunakan slot RIMM, yang mirip dengan slot SDRAM. RAM yang dikembangkan oleh perusahaan Rambus memiliki karakteristik mampu berjalan pada clock FSB 800/1066, 184-pin, dan menggunakan daya listrik sebesar 2.5 Volt, perbedaan utama dibanding DDR RAM terletak pada bagaimana cara memory ini mengolah datanya. pada RD RAM data di olah secara Serial sedangkan DDR RAM mengolah datanya secara paralel, RD RAM lah yang pertama kali memakai teknologi Dual Channel, walau memiliki performa yang bagus RD RAM sudah jarang digunakan lagi karena harganya tergolong mahal.. Awal keluar pada tahun 1999.



#### **5. DDR RAM (Double Data Rate RAM)**

DDR SDRAM adalah tipe memori generasi penerus SDRAM, yang memiliki kemampuan dua kali lebih cepat dari SDRAM. Slot memori yang digunakan DDR SDRAM memiliki jumlah pin lebih banyak dari SDRAM, memory ini memiliki karakteristik clock FSB 266/333/400 MHz, 184-pin, 2.5 Volt, di pakai pada komputer berplatform Pentium IV ke atas atau sejenisnya adalah merupakan hasil regenerasi dari SD RAM, memiliki kecepatan 2x dari SDRAM sesuai dengan lamanya Double Data Rate hal ini disebabkan dalam 1 clock mampu membawa/mengakses jumlah data sebanyak 2

bit di banding SD RAM yang hanya mampu menampung data sebesar 1 bit per clocknya, memori ini dibuat untuk menyaingi RD RAM memori yang sudah terlebih dahulu keluar dan sekarang sudah menjadi penguasa pasar The King of Memory. Perkembangan memory ini pun tergolong cepat sekarang saja sudah sampai generasi ke lima (DDR , DDRII, DDRIII, DDR IV, DDR V).



## ROM

ROM (Read Only Memory), dari namanya, memori ini hanya dapat dibaca saja, programmer tidak bisa mengisi sesuatu ke dalam ROM. Isi ROM sudah diisi oleh pabrik pembuatnya, berupa sistem operasi (Operating System) yang terdiri dari program-program pokok yang diperlukan oleh sistem komputer, seperti misalnya program untuk mengatur penampilan karakter di layar, pengisian tombol kunci di *keyboard* untuk keperluan kontrol tertentu dan *bootstrap program*. Beberapa komputer, misalnya komputer mikro Apple dan IBM PC, ROM juga diisi dengan program interpreter BASIC.

*Bootstrap program* diperlukan pada waktu pertama kali sistem komputer diaktifkan, yang proses ini disebut dengan istilah booting dapat berupa *cold booting* dan *warm booting*.

*Cold booting* merupakan proses mengaktifkan sistem komputer pertama kali untuk mengambil bootstrap program dari keadaan listrik komputer mati (off) dengan cara menghidupkannya, sedang *warm booting* merupakan proses pengulangan pengambilan bootstrap program dalam keadaan komputer masih hidup (on) dengan cara menekan tombol-tombol Ctrl, Alt dan Del (Ketiga tombol Ctrl+Alt+Del tersebut ditekan bersamaan). *Warm booting* biasanya dilakukan bila sistem komputer macet, daripada harus mematikan aliran listrik komputer dan menghidupkannya kembali (lebih lama dan membuat komputer cepat rusak), lebih baik dilakukan *warm booting*.

Isi dari ROM tidak boleh hilang atau rusak, bila terjadi demikian, maka sistem komputer tidak akan bisa berfungsi. Oleh karena itu, untuk mencegahnya, pabrik komputer merancang ROM sedemikian rupa sehingga hanya bisa dibaca saja, tidak dapat diisi programmer supaya tidak terganti oleh isi yang lain yang menyebabkan isi ROM rusak. Selain itu ROM sifatnya adalah *non volatile*, supaya isinya tidak hilang bila listrik komputer dimatikan. Atau dengan kata lain, untuk menyimpan data dan program dalam kurun waktu yang tertentu.

ROM yang bisa diprogram berbentuk chip yang ditempatkan pada rumahnya yang mempunyai jendela di atasnya. ROM yang dapat diprogram kembali adalah PROM (Programmable Read Only Memory), yang dapat diprogram sekali saja oleh programmer yang selanjutnya tidak dapat diubah kembali. Jenis lain adalah EPROM (Erasable

Programmable Read Only Memory) yang dapat dihapus dengan sinar ultra violet (dapat dijemur di sinar matahari) serta dapat diprogram kembali berulang-ulang.

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), dapat dihapus secara elektronik dan dapat deprogram kembali.



## REGISTER

- Merupakan simpanan kecil yang memiliki kecepatan tinggi ( 5 sampai 10 kali kecepatan main memory )
- Digunakan untuk menyimpan instruksi dan data yang sedang diproses oleh CPU  
( instruksi lain yang menunggu giliran disimpan di main memory )
- Terbagi atas : **1. Instruction Register ( IR ) atau Program Register** yang digunakan untuk menyimpan instruksi yang sedang diproses  
**2. Program Counter ( PC ) atau Control Counter / instruction counter** adalah register yang digunakan untuk menyimpan alamat ( address ) lokasi dari main memory yang berisi instruksi yang sedang diproses.
- Register yang berhubungan dengan data yang sedang diproses disebut **General Purpose Register** yang memiliki kegunaan sebagai **Operand Register** ( untuk menampung data atau operand yang sedang diolah ) & sebagai **Accumulator** ( untuk menyimpan hasil dari operasi aritmatika dan logika yang dilakukan ALU ).

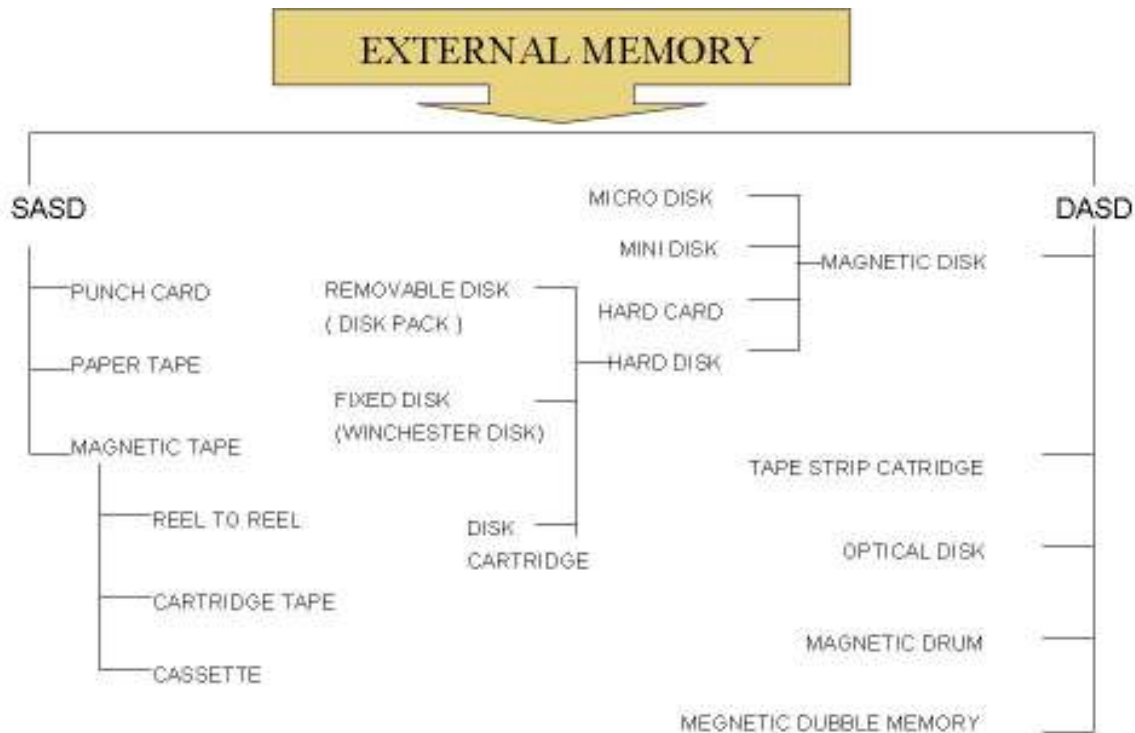
Sebagai tambahan dari Register, beberapa CPU menggunakan suatu **Cache Memory / Scratch-pad Memory / High-speed buffer / Buffer Memory** dengan tujuan agar kerja dari CPU lebih efisien dan dapat mengurangi waktu yang terbuang.



Gambar 3. Proses Cache memory

Cache memory harus lebih cepat dari main memory dan mempunyai ukuran yang cukup besar, tetapi tidak sebesar main memory. Sebenarnya cache memory tidak diperlukan bilamana main memory dibuat secepat cache memory, tetapi cara demikian tidaklah ekonomis. Dengan cache memory, sejumlah blok informasi di main memory dipindahkan ke cache memory dan selanjutnya CPU akan berhubungan dengan cache memory.

Eksternal memori dapat dibaca pada buku Pengenalan komputer Bab 9 Simpanan Luar



Gambar 4. Eksternal Memori

## PRINSIP KERJA MEMORY

Jumlah kebutuhan RAM tergantung pada jenis program yang sedang berjalan. Setiap Operating System (OS) seperti Microsoft Windows menggunakan komponen, yang dikenal sebagai Virtual Memory Manager (VMM). Menjalankan program seperti instant messenger atau browser internet adalah mengaktifkan microprocessor komputer untuk memuat file dan dieksekusi ke RAM. Untuk program semacam itu biasanya diperlukan RAM 5 megabyte (5 MB). Microprocessor juga menggunakan Dynamic Link Libraries (DLL) yang memakai RAM pada kisaran 20-30 megabyte (20-30 MB).

Sejumlah pengguna komputer menjalankan lebih dari satu program secara bersamaan seperti saat melakukan browsing internet sambil mendengarkan musik, kadang-kadang program pengolah kata juga dijalankan. Semua ini menggunakan jumlah RAM yang tinggi. Jika Anda menggunakan kapasitas RAM lebih besar dari yang terpasang pada komputer, maka komputer menjadi lambat.

Untuk meningkatkan kecepatan komputer anda perlu meningkatkan kapasitas RAM. Sebelum melakukan hal itu anda harus mengetahui berapa besar RAM yang saat ini terinstall di komputer dan berapa besar kebutuhan RAM yang harus anda tambahkan. Untuk mengetahui besarnya RAM pada komputer anda dapat melakukannya dengan klik kanan pada My Computer dan pilih Properties. Pilih tab General maka berbagai informasi

tentang komputer termasuk kapasitas RAM akan ditampilkan. Cara lain untuk mengetahui jumlah RAM yang sedang anda gunakan adalah dengan menekan tombol control alt delete untuk menuju ke Task Manager. Anda akan melihat jumlah RAM yang anda gunakan dalam tab process. Anda dapat menambahkan membuka program lain yang dibutuhkan sampai mendapatkan jumlah total RAM yang diperlukan. Setelah semua program yang anda perlukan terbuka maka anda dapat menghitung jumlah RAM yang anda perlukan.

Menambahkan RAM dapat menjadi alternatif yang lebih mudah dan lebih murah untuk meningkatkan kecepatan komputer. Selain menambahkan kapasitas RAM Anda dapat membeli harddisk eksternal, yang dapat berguna untuk mentransfer dan menyimpan file-file penting yang tidak sering digunakan. Usahakan hanya file-file yang sering digunakan saja yang tertanam dalam harddisk untuk menciptakan ruang yang lebih luas dalam harddisk anda yang dapat pula meningkatkan kecepatan komputer.

Pada saat kita menyalakan komputer, device yang pertama kali bekerja adalah Processor. Processor berfungsi sebagai pengolah data dan meminta data dari storage, yaitu Hard Disk Drive (HDD). Artinya data tersebut dikirim dari Hard Disk setelah ada permintaan dari Processor.

Tapi prakteknya hal ini sulit dilakukan karena perbedaan teknologi antara Processor & Hard Disk. Processor sendiri adalah komponen digital murni, dan akan memproses data dengan sangat cepat (Bandwidth tertinggi P4 saat ini 6,4 GB/s dengan FSB 800MHz). Sedangkan Hard Disk sebagian besar teknologinya merupakan mekanis yang tentu cukup lambat dibandingkan digital (Bandwidth atau Transfer Rate HDD Serial ATA berkisar 150 MB/s). Secara teoritis kecepatan data Processor berkisar 46x lebih cepat dibanding HDD. Artinya, apabila Processor menunggu pasokan data dari HDD akan terjadi “Bottle-Neck” yang sangat parah.

Untuk mengatasi keadaan itu, diperlukan device Memory Utama (Primary Memory) atau disebut RAM. RAM merupakan singkatan dari Random Access Memory. RAM berfungsi untuk membantu Processor dalam penyediaan data “super cepat” yang dibutuhkan. RAM berfungsi layaknya seperti HDD Digital, karena seluruh komponen RAM sudah menggunakan teknologi digital. Dengan RAM, maka Processor tidak perlu menunggu kiriman data dari HDD. Saat ini RAM DDR2 mempunyai bandwidth 3,2 GB/s (PC400), agar tidak mengganggu pasokan maka saat ini Motherboard menggunakan teknologi Dual Channel yang dapat melipatgandakan bandwidth menjadi 2x dengan memperbesar arsitektur menjadi 128-bit. Itu artinya, 2 keping DDR2 dalam mode Dual Channel dapat memasok data dalam jumlah yang pas ke Processor ( $3,2 \text{ GB/s} \times \text{Dual Channel} = 6,4 \text{ GB/s}$ ).

## **Alokasi data dalam Memory**

### **MANAJEMEN MEMORI**

Manajemen memori adalah kegiatan mengelola memori komputer, mengalokasikan memori untuk proses sesuai keinginan, menjaga alokasi ruang memori bagi proses

sehingga memori dapat menampung banyak proses dan sebagai upaya agar pemrogram atau proses tidak dibatasi kapasitas memori fisik di sistem komputer.

Fungsi manajemen memori antara lain :

1. Mengelola informasi memori yang dipakai dan tidak dipakai.
2. Mengalokasikan memori ke proses yang memerlukan.
3. Mendelokasikan memori dari proses yang telah selesai.
4. Mengelola swapping antara memori utama dan disk.

Manajemen Memori dibedakan menjadi dua :

1. Manajemen Memori dengan swapping : manajemen memori dengan pemindahan proses antara memori utama dan disk selama eksekusi.
2. Manajemen Memori tanpa swapping : manajemen memori tanpa pemindahan proses antara memori utama dan disk selama eksekusi.

Kondisi tanpa swapping, bisa dikondisikan sebagai berikut :

1. Monoprogramming : sistem komputer hanya mengizinkan satu program/pemakai berjalan pada satu waktu.
2. Multiprogramming dengan pemartisian statis : memori dibagi menjadi beberapa sejumlah partisi tetap.

### **PENUKARAN DAN ALOKASI MEMORI**

- a. Penukaran : sebuah proses yang berada di dalam memori dapat ditukar sementara keluar memori ke sebuah penyimpanan sementara, dan kemudian dibawa masuk lagi ke memori untuk melanjutkan pengeksekusian.
- b. Alokasi Memori : sebuah fungsi fasilitas untuk memesan tempat secara berurutan alamat memori diberikan kepada proses secara berurutan dari kecil ke besar untuk tipe data dinamis (pointer)

Jenis Alokasi dari Memori antara lain:

1. Single Partition Allocation / Sistem Partisi Tunggal : alamat memori yang akan dialokasikan untuk proses adalah alamat memori pertama setelah pengalokasian sebelumnya
2. Multiple Partition Allocation / Sistem Partisi Banyak : Banyak: sistem operasi menyimpan informasi tentang semua bagian memori yang tersedia untuk dapat diisi oleh proses-proses (disebut lubang).

Permasalahan Alokasi Memori:

1. First fit: Mengalokasikan lubang pertama ditemukan yang besarnya mencukupi. Pencarian dimulai dari awal.
2. Best fit: Mengalokasikan lubang dengan besar minimum yang mencukupi permintaan.
3. Next fit: Mengalokasikan lubang pertama ditemukan yang besarnya mencukupi. Pencarian dimulai dari akhir pencarian sebelumnya.

#### 4. Worst fit: Mengalokasikan lubang terbesar yang ada

Metode yang paling sederhana dalam mengalokasikan memori ke proses-proses adalah dengan cara membagi memori menjadi partisi tertentu. Secara garis besar, ada dua metode khusus yang digunakan dalam membagi-bagi lokasi memori:

- A. Alokasi partisi tetap (*Fixed Partition Allocation*) yaitu metode membagi memori menjadi partisi yang telah berukuran tetap.

Kriteria-kriteria utama dalam metode ini antara lain:

- Alokasi memori: proses  $p$  membutuhkan  $k$  unit memori.
  - Kebijakan alokasi yaitu "sesuai yang terbaik": memilih partisi terkecil yang cukup besar (memiliki ukuran  $= k$ ).
  - Fragmentasi dalam (*Internal fragmentation*) yaitu bagian dari partisi tidak digunakan.
  - Biasanya digunakan pada sistem operasi awal (*batch*).
  - Metode ini cukup baik karena dia dapat menentukan ruang proses; sementara ruang proses harus konstan. Jadi sangat sesuai dengan partisi berukuran tetap yang dihasilkan metode ini.
  - Setiap partisi dapat berisi tepat satu proses sehingga derajat dari pemrograman banyak *multiprogramming* dibatasi oleh jumlah partisi yang ada.
  - Ketika suatu partisi bebas, satu proses dipilih dari masukan antrian dan dipindahkan ke partisi tersebut.
  - Setelah proses berakhir (selesai), partisi tersebut akan tersedia (*available*) untuk proses lain.
- B. Alokasi partisi variabel (*Variable Partition Allocation*) yaitu metode dimana sistem operasi menyimpan suatu tabel yang menunjukkan partisi memori yang tersedia dan yang terisi dalam bentuk  $s$ .
- Alokasi memori: proses  $p$  membutuhkan  $k$  unit memori.
  - Kebijakan alokasi:
    1. Sesuai yang terbaik: memilih lubang (*hole*) terkecil yang cukup besar untuk keperluan proses sehingga menghasilkan sisa lubang terkecil.
    2. Sesuai yang terburuk: memilih lubang terbesar sehingga menghasilkan sisa lubang.
    3. Sesuai yang pertama: memilih lubang pertama yang cukup besar untuk keperluan proses
  - Fragmentasi luar (*External Fragmentation*) yakni proses mengambil ruang, sebagian digunakan, sebagian tidak digunakan.
  - Memori, yang tersedia untuk semua pengguna, dianggap sebagai suatu blok besar memori yang disebut dengan lubang. Pada suatu saat memori memiliki suatu daftar set lubang (*free list holes*).
  - Saat suatu proses memerlukan memori, maka kita mencari suatu lubang yang cukup besar untuk kebutuhan proses tersebut.

- Jika ditemukan, kita mengalokasikan lubang tersebut ke proses tersebut sesuai dengan kebutuhan, dan sisanya disimpan untuk dapat digunakan proses lain.

Suatu proses yang telah dialokasikan memori akan dimasukkan ke memori dan selanjutnya dia akan bersaing dalam mendapatkan prosesor untuk pengeksekusiannya.

- Jika suatu proses tersebut telah selesai, maka dia akan melepaskan kembali semua memori yang digunakan dan sistem operasi dapat mengalokasikannya lagi untuk proses lainnya yang sedang menunggu di antrian masukan.
- Apabila memori sudah tidak mencukupi lagi untuk kebutuhan proses, sistem operasi akan menunggu sampai ada lubang yang cukup untuk dialokasikan ke suatu proses dalam antrian masukan.
- Jika suatu lubang terlalu besar, maka sistem operasi akan membagi lubang tersebut menjadi dua bagian, dimana satu bagian untuk dialokasikan ke proses tersebut dan satu lagi dikembalikan ke set lubang lainnya.
- Setelah proses tersebut selesai dan melepaskan memori yang digunakannya, memori tersebut akan digabungkan lagi ke set lubang.

Fragmentasi luar mempunyai kriteria antara lain:

- Ruang memori yang kosong dibagi menjadi partisi kecil.
- Ada cukup ruang memori untuk memenuhi suatu permintaan, tetapi memori itu tidak lagi berhubungan antara satu bagian dengan bagian lain (*contiguous*) karena telah dibagi-bagi.
- Kasus terburuk (*Worst case*): akan ada satu blok ruang memori yang kosong yang terbuang antara setiap dua proses.
- Aturan 50 persen: dialokasikan N blok, maka akan ada 0.5N blok yang hilang akibat fragmentasi sehingga itu berarti 1/3 memori akan tidak berguna.

Perbandingan kompleksitas waktu dan ruang tiga kebijakan alokasi memori.

**Gambar 4-2. Alokasi Kembali. Sumber: . . .**

	Waktu	Ruang
Sesuai yang Terbaik	Buruk	Baik
Sesuai yang Terburuk	Buruk	Buruk
Sesuai yang Pertama	Baik	Baik

Sesuai yang pertama merupakan kebijakan alokasi memori paling baik secara praktis.