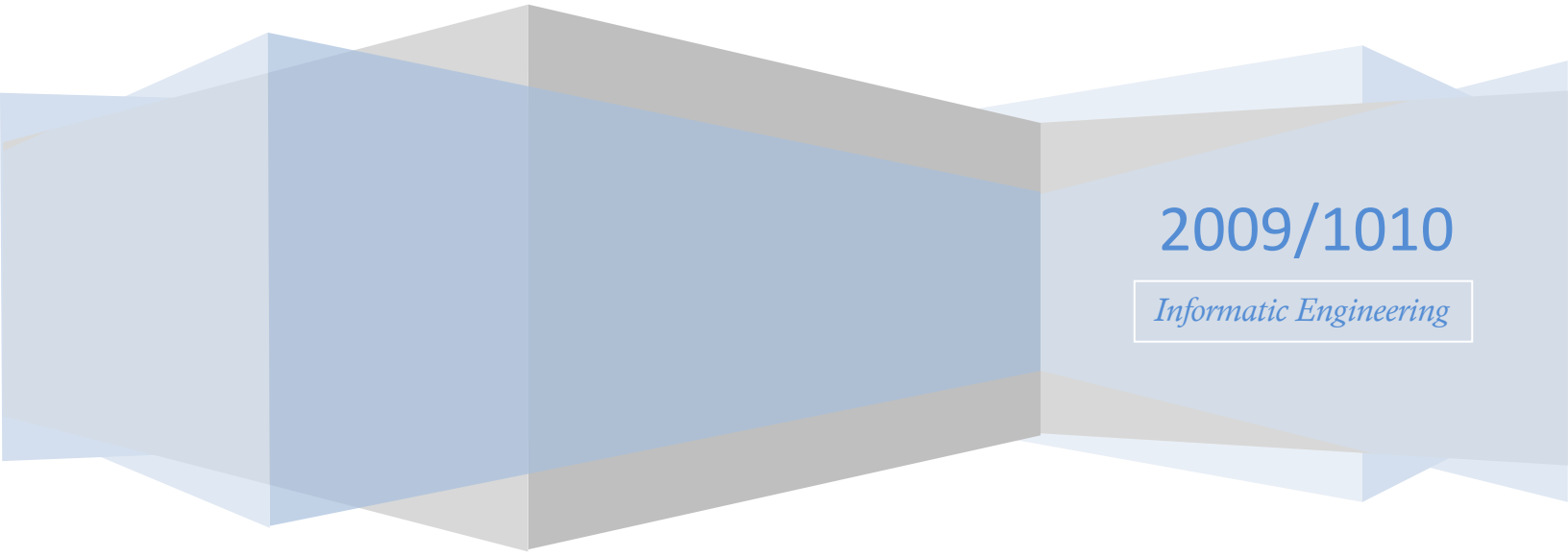
Indonesian Computer University

Internal Memory (Cont)

Computer Organization

Eko Budi Setiawan, S.Kom



2009/1010

Informatic Engineering

PENDAHULUAN

Memori adalah bagian dari komputer tempat program-program dan data-data disimpan. Beberapa pakar komputer (terutama dari Inggris) menggunakan istilah store atau storage untuk memori, meskipun kata storage sering digunakan untuk menunjuk ke penyimpanan disket. Tanpa sebuah memori sebagai tempat untuk mendapatkan informasi guna dibaca dan ditulis oleh prosesor maka tidak akan ada komputer-komputer digital dengan sistem penyimpanan program.

Walaupun konsepnya sederhana, memori komputer memiliki aneka ragam jenis, teknologi, organisasi, unjuk kerja dan harganya.

Jenis tipe fisik memori yang digunakan saat ini adalah memori semikonduktor dengan teknologi VLSI dan memori permukaan magnetik seperti yang digunakan pada disk dan pita magnetik.

Berdasarkan karakteristik fisik, media penyimpanan dibedakan menjadi volatile dan non-volatile, serta erasable dan nonerasable. Pada volatile memory, informasi akan hilang apabila daya listriknya dimatikan, sedangkan non-volatile memory tidak hilang walau daya listriknya hilang. Memori permukaan magnetik adalah contoh non-volatile memory, sedangkan semikonduktor ada yang volatile dan non-volatile. Ada jenis memori semikonduktor yang tidak bisa dihapus kecuali dengan menghancurkan unit storage-nya, memori ini dikenal dengan ROM (Read Only Memory).

Pada modul ini dibahas tipe-tipe dari memori semi konduktor, seperti RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, Flash Memory, dll.

ROM

ROM (Read Only Memory) adalah suatu himpunan dari chip yang berisi bagian dari sistem operasi yang mana dibutuhkan pada saat komputer dinyalakan. ROM juga dikenal sebagai suatu firmware. ROM tidak bisa ditulisi atau diubah isinya oleh pengguna. ROM tergolong dalam media penyimpanan yang sifatnya permanen. Chip ROM datang dari pabriknya dengan program atau instruksi yang sudah disimpan di dalamnya. Satu-satunya cara untuk mengganti kontennya adalah dengan mencopotnya dari komputer dan menggantinya dengan ROM yang lain. Penggunaan dari ROM ini contohnya adalah sebagai media penyimpanan dari BIOS (Basic Input-Output System) yang dibuat oleh pabriknya. Contohnya bisa dilihat di gambar 1



Gambar 1. BIOS (ROM)

Tipe-tipe dari ROM :

- PROM
- EPROM
- EAROM
- EEPROM
- Flash Memory

Read only memory (ROM) sangat berbeda dengan RAM, seperti namanya, ROM berisi pola data permanen yang tidak dapat diubah. Data yang tidak bisa diubah menimbulkan keuntungan dan juga kerugian. Keuntungannya untuk data yang permanen dan sering digunakan pada sistem operasi maupun sistem perangkat keras akan aman diletakkan dalam ROM. Kerugiaannya apabila ada kesalahan data atau adanya perubahan data sehingga perlu penyisipan-penyisipan bahkan perlu ada pemrograman ulang.

Kerugian tersebut bisa diantisipasi dengan jenis Programmable ROM, disingkat PROM. ROM dan PROM bersifat non-volatile. Proses penulisan PROM secara elektris dengan peralatan khusus.

Variasi ROM lainnya adalah read mostly memory, yang sangat berguna untuk aplikasi operasi pembacaan jauh lebih sering daripada operasi penulisan. Terdapat tiga macam jenis, yaitu: EPROM, EEPROM dan flash memory.

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) merupakan memori yang dapat ditulisi kapan saja tanpa menghapus isi sebelumnya. EEPROM menggabungkan kelebihan non-volatile dengan fleksibilitas dapat di-update.

Bentuk memori semikonduktor terbaru adalah flash memory. Memori ini dikenalkan tahun 1980-an dengan keunggulan pada kecepatan penulisan programnya. Flash memory menggunakan teknologi penghapusan dan penulisan elektrik. Seperti halnya EPROM, flash memory hanya membutuhkan sebuah transistor per byte sehingga dapat diperoleh kepadatan tinggi.

PROM

Beberapa desain ROM memungkinkan data diload oleh user, sehingga menghasilkan programmable ROM (PROM). PROM menyediakan fleksibilitas dan kemudahan yang tidak dimiliki ROM. Yang terakhir lebih menarik secara ekonomi untuk menyimpan program dan data tetap pada saat ROM volume tinggi diproduksi. Akan tetapi, biaya untuk mempersiapkan mask yang diperlukan untuk menyimpan pola informasi tertentu dalam ROM menjadikannya sangat mahal pada saat hanya sejumlah kecil yang diperlukan. Dalam hal ini, PROM menyediakan pendekatan yang lebih cepat dan lebih murah karena dapat diprogram langsung oleh user.



Gambar 2. PROM

PROM (Programmable Read-Only Memory) atau Field Programmable Read-Only Memory (FPROM) atau satu kali programmable non-volatile memory (NVM OTP) adalah suatu bentuk memori digital di mana setiap bit setting terkunci oleh fuse atau antifuse. PROM seperti itu digunakan untuk menyimpan program secara permanen. Perbedaan utama dari ROM jenis ini adalah bahwa pemrograman diterapkan setelah perangkat dibangun.

Memory jenis ini sering terlihat pada konsol permainan video, telepon genggam, radio frequency identification (RFID) tag, implantable peralatan medis, high-definition multimedia interface (HDMI) dan dalam banyak konsumen lain produk-produk elektronik dan otomotif.

Sebuah PROM bermula dengan semua bit bernilai 1. Dengan membakar fuse bit selama pemrograman menyebabkan bit untuk dibaca sebagai 0. Memori dapat diprogram hanya sekali setelah manufaktur dengan "meniup" fuse-nya, yang merupakan proses irreversible. Dengan meniup fuse ini, akan membuka koneksi selama pemrograman antifuse menutup sebuah koneksi.

Sel dari bit ini diprogram dengan menggunakan voltasi tegangan tinggi, tidak dijumpai selama operasi normal menyeberangi gerbang dan substrat dari transistor oksida tipis (sekitar 6V untuk ukuran 2nm tebal oksida, atau 30MV/cm) untuk memecah oksida antara gerbang dan substrat. Voltasi positif di gerbang transistor membentuk saluran pembalikan dalam substrat di bawah gerbang, menyebabkan arus tunneling mengalir melalui oksida. Menghasilkan arus jebakan tambahan di oksida, meningkatkan arus melalui oksida dan akhirnya mencair oksida dan membentuk saluran konduktif dari gerbang ke substrat. Diperlukan saat ini untuk membentuk saluran konduktif adalah sekitar 100µA/100nm2 dan pemecahan ini terjadi di sekitar 100µs atau kurang.

EPROM

Tipe lain chip ROM memungkinkan data yang disimpan dihapus dan diload data baru. ROM yang erasable dan programmable biasanya disebut EPROM. Tipe ini menyediakan fleksibilitas selama fase pengembangan sistem digital. Karena EPROM mampu mempertahankan informasi yang tersimpan untuk waktu yang lama, maka dapat digunakan untuk menggantikan ROM pada saat software dikembangkan. Dengan cara ini, perubahan dan update memori dapat dilakukan dengan mudah.

Program yang ada di dalam chip ini dapat dihapus dan diisi kembali dengan menggunakan sinar infrared.

Kelebihan :

- Virus tidak dapat merusak sebagian atau keseluruhan isi dari program yang tersimpan didalam Bios tersebut.
- Isi dari program Bios ini baik sebagian maupun keseluruhannya tidak dapat dirusak atau diubah oleh pulsa listrik, selama stiker yang terdapat pada Bios tersebut tidak cacat atau rusak.

Kelemahan :

- Tidak dapat di upgrade atau dimodifikasi secara umum isi dari program Bios tersebut baik itu sebagian maupun keseluruhannya.

EEPROM

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, ditulis pula dengan E2PROM) pertama kali di design oleh George Perlegos di Intel setelah pada tahun 1983 dia menciptakan chip EPROM (Erasable Program ROM). EEPROM merupakan salah satu jenis ROM (Read Only

Memory) yang paling banyak digunakan saat ini. EEPROM merupakan memori non-volatile. Informasi, data atau program yang tersimpan di dalam EEPROM tidak akan hilang walaupun komputer dimatikan, dan tidak membutuhkan daya listrik untuk mempertahankan atau menjaga informasi atau program yang tersimpan di dalamnya.

EEPROM adalah sejenis chip memori tidak-terhapus yang banyak digunakan dalam komputer dan peralatan elektronik lain untuk menyimpan konfigurasi data pada peralatan elektronik tersebut. Kapasitas atau daya tampung simpan datanya sangat terbatas. Pada sistem hardware komputer, chip EEPROM umumnya digunakan untuk menyimpan data konfigurasi BIOS dan pengaturan (setting) sistem yang berhubungan dengannya.



Kelebihan dan Kekurangan EEPROM

Kelebihan dari EEPROM adalah waktu penghapusan dan pemrograman kembali menjadi lebih cepat karena dilakukan tanpa melepaskannya dari sistem. Kekurangan dari EEPROM adalah diperlukan tegangan yang berbeda untuk penghapusan, penulisan, dan pembacaan data yang tersimpan. EEPROM lebih mahal dibanding EPROM.

Penghapusan Data EEPROM

EPROM membutuhkan cahaya ultraviolet untuk menghapus data yang ada di dalamnya, sedangkan EEPROM (Electrical EPROM) yang hanya menggunakan aliran listrik saja dalam menghapus atau mem-program ulang isinya. Proses penghapusan data lebih praktis karena tidak perlu memindahkan EEPROM dari sirkuit semula. Pin-pin khusus digunakan pada EEPROM, sehingga ketika pin-pin diaktifkan, proses pengubahan/penulisan ulang pada lokasi memori yang dikehendaki dapat berlangsung.

Alat yang dapat digunakan untuk menghapus isi EEPROM disebut EEPROM Rewriter. Produk EEPROM versi awal, hanya dapat dihapus dan diisi ulang kurang lebih sebanyak 100 kali.

Sedangkan produk-produk terbaru dapat dihapus dan diisi ulang (erase-rewrite) sampai ribuan kali (bahkan beberapa informasi menyebutkan mampu sampai 100 ribu kali).

Cara Memprogram EEPROM

- EEPROM tetap terpasang pada sistem
- Lakukan penghapusan dan pengisian data
- Dapat ditulisi kapan saja tanpa menghapus isi sebelumnya.

Operasi write memerlukan waktu lebih lama dibanding operasi read. Gabungan sifat kelebihan non-volatilitas dan fleksibilitas untuk update dengan menggunakan bus control, alamat dan saluran data. EEPROM lebih mahal dibanding EPROM.

Data yang disimpan didalam EEPROM bisa bertahan selama bertahun tahun. Jadi walaupun mesin kita matikan dan tidak ada kejadian yang bersifat insidentiel kita tidak perlu khawatir program akan hilang.

Walaupun begitu, terlalu sering melakukan perubahan pada isi benda ini bisa mempengaruhi lapisan–lapisan insulated oksida yang ada didalamnya. Kemungkinan kerusakan atau yang membuat ic ini menjadi tidak stabil (data memorinya) adalah karena adanya tegangan-tegangan elektrik yang tidak normal (lonjakan tegangan misalnya).

Pengembangan EEPROM

Pengembangan EEPROM lebih lanjut menghasilkan bentuk yang lebih spesifik, seperti memori kilat (flash memory). Memori kilat lebih ekonomis daripada perangkat EEPROM tradisional, sehingga banyak dipakai dalam perangkat keras yang mampu menyimpan data statik yang lebih banyak (seperti USB flash drive).

EEPROM sangat mirip dengan **flash memory** yang disebut juga flash EEPROM. Perbedaan mendasar antara flash memory dan EEPROM adalah penulisan dan penghapusan EEPROM dilakukan pada data sebesar satu byte, sedangkan pada flash memory penghapusan dan penulisan data ini dilakukan pada data sebesar satu block. Oleh karena itu flash memory lebih cepat.

Pada perkembangannya EEPROM telah digunakan untuk BIOS dari sebuah motherboard. Dengen menggunkan teknik “flash”, isi dari BIOS dapat dibuat lebih baru (update). Dengan ROM

biasa, penggantian BIOS hanya dapat dilakukan dengan mengganti chip, sedang pada EEPROM , program akan memberikan instruksi kepada pengendali chip untuk memberikan perintah elektronis dan kemudian mendownload kode BIOS baru untuk diisikan kepada chip. Hal ini berarti perusahaan dapat dengan mudah mendistribusikan BIOS baru atau diupdate pada disket, misalnya. Fitur ini juga disebut flash BIOS

Kelebihan EEPROM dibandingkan EPROM:

- Isinya dapat diprogram bagian per bagian, sedangkan pada EPROM untuk memprogram harus menghapus seluruh isinya terlebih dahulu sehingga tidak memungkinkan pemrograman bagian per bagian.
- Penghapusan EEPROM lebih cepat dibandingkan EPROM, karena dilakukan secara elektris. Waktu penghapusan pada EEPROM dalam orde mili detik (ms) sedangkan pada EPROM pada orde menit.
- Pemrograman EEPROM dapat dilakukan tanpa melepaskannya dari system, sedangkan untuk EPROM harus dilepaskan dari system.

FLASH MEMORY

Flash Memory merupakan perangkat yang berfungsi untuk menyimpan data pada perangkat mobile devices, seperti HP, PDA, MP3 Player, Digital Camera, Printer dan lain-lain. Flash Memory merupakan penyimpanan data (eksternal) yang berfungsi layaknya Hard Disk dalam Komputer.

Flash Memory memiliki karakteristik seperti RAM & Hard Disk, dimana dapat menyimpan data secara permanen (Non-Volatile*) dan memiliki teknologi digital seperti RAM sehingga berkecepatan tinggi. Hard Disk dapat menyimpan data secara permanen, tapi bekerja secara mekanis sehingga tergolong “lambat” dalan sistem komputer. Kebalikan dengan RAM yang bekerja dengan cepat karena dibuat secara digital tapi hanya dapat menyimpan data secara temporer / sementara (Volatile).



Gambar 3. Tipe-tipe Flash Memory

* Non Volatile merupakan istilah dimana suatu devices dapat menyimpan data secara permanen walau suplai power (atau tenaga listrik) pada perangkat tersebut dimatikan (off), contohnya Hard Disk tetap dapat menyimpan data walau PC dimatikan, atau flash memory tetap menyimpan data foto2 saat camera digital dimatikan. Lawan dari Non Volatile adalah Volatile, seperti RAM, Cache Memory, dan sebagainya.

Awalnya Flash Memory tidak direncanakan sebagai produk yang dijual secara retail seperti sekarang ini. Dulu vendor-vendor seperti Sony, Panasonic, Toshiba, IBM, Nokia, Siemens, dsb yang membuat & menjual perangkat digital seperti Handycam, Handphone, Digital Camera, Audio Player, MP3 Player membuat standar memory sendiri untuk produk mereka tersebut. Misalnya Panasonic membuat Secure Digital, IBM membuat Micro Drive, Sony membuat Memory Stick, dan Toshiba dan beberapa vendor lain merancang Compact Flash. Awalnya sebagian besar perangkat tersbut hanya memiliki memory internal dan flash memory dapat dipasang secara optional.

Gambar perangkat Handphone yang menggunakan Flash Memory



Gambar 4. Beberapa Handphone yang menggunakan Flash Memory

Lambat laun terjadi diversifikasi pada semua perangkat digital, dimana user menginginkan berbagai aplikasi tambahan dan mendorong kapasitas yang lebih besar pada memory yg ada. Contohnya saat ini Handphone memiliki beragam aplikasi yang membutuhkan space data yg lebih besar. Digital Camera juga memiliki resolusi yang semakin tinggi (Megapiksel) sehingga kapasitas penyimpanan juga semakin besar.

Beberapa varian Flash Memory

- Smart Media merupakan varian flash memory yang pertama kali dirilis. Saat ini Smart Media sudah tidak dipergunakan lagi karena memiliki banyak keterbatasan
- Compact Flash (CF) merupakan varian flash memory generasi pertama dan masih dipergunakan. Umumnya CF digunakan oleh kamera digital dan saat ini digunakan pada kamera resolusi tinggi. CF sekarang sudah berevolusi ke generasi ke-II yang lebih cepat dan memiliki kapasitas besar.
- Multimedia Card (MMC) merupakan varian Flash Memory kecil untuk perangkat2 yg kecil, seperti HP & Handled Digital Camera (ukuran kurang lebih sebesar perangko). Kapasitas yang tersedia saat mulai dari 128 MB sampai 1 GB. Kecepatan transfer MMC umumnya 150x (atau 22.5 MB/s).MMC saat ini sudah berevolusi pada turunan sebagai berikut (tetap kompatibel pada slot MMC):



Gambar 5. Gambar MMC+, RS MMC & MMC Mobile

- MMC Plus (+) adalah MMC generasi terbaru dengan transfer rate yg lebih tinggi dan menggunakan 13-pin contact (sebelumnya 7-pin contact). MMC Plus memiliki ukuran & kompatibilitas yang sama dengan MMC biasa.
- RS MMC (Reduced-Size MMC), MMC berukuran separuh dari MMC biasa. Umumnya digunakan oleh perangkat2 yg lebih kecil seperti HP terbaru.
- RS MMC DV (Dual Voltage) atau skrg dikenal dengan nama MMC Mobile. Ukuran MMC Mobile ini hanya separuh dari MMC biasa (sama seperti RS MMC) tapi ditambah dengan fitur Dual Voltage (DV). Dual Voltage bekerja pada 1.3V – 2.7V
- Micro MMC merupakan varian terbaru dari Flash Memory yang berukuran sangat kecil Produk ini belum resmi dirilis.

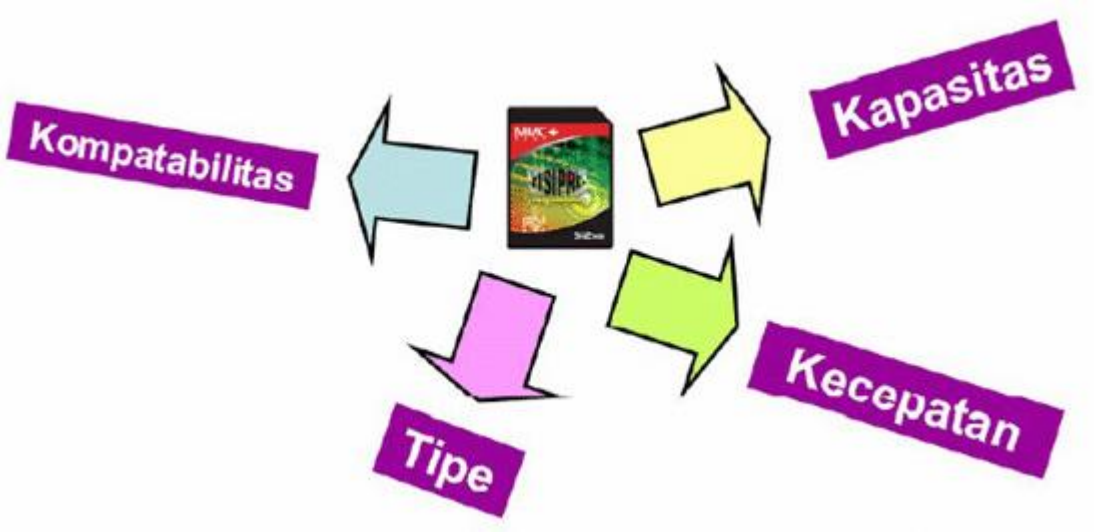
- Secure Digital merupakan Flash Memory yang kompatibel dengan MMC tetapi memiliki kunci pengaman pada pinggirnya (seperti pada Disket). SD juga dirancang lebih secure (aman) dibandingkan dengan MMC. SD juga Lebih tebal sedikit dibandingkan dengan MMC. Umumnya perangkat yang menggunakan slot SD juga compatibel dengan MMC. Kecepatan transfer SD berkisar pada 150x (22.5 Mbps).

SD juga memiliki beberapa varian sebagai berikut :



Gambar 6. Mini SD dan Micro SD

- Mini SD - Bentuk ¾ lebih kecil dari SD Card dengan ukuran hanya 21.5x20x1.4 mm3. Umumnya perangkat yang menggunakan slot SD juga compatibel dengan Mini SD bila ditambahkan dengan converter. Kecepatan transfer Mini SD dirancang dengan kecepatan dan kapasitas yg lebih baik dari SD. Mini SD juga kadang disebut sebagai Transflash (atau T-Flash).
- Micro SD - Bentuknya hanya separuh dari Mini SD Card dengan ukuran hanya 11x15x1.0 mm3. Micro SD ini pun kompatibel dengan perangkat yg menggunakan SD Card apabila ditambahkan Converter. Micro SD dirancang sebagai Flash Memory yg Non-Removable, artinya tidak direkomendasikan untuk dilepas pada perangkat yang menggunakannya.



Gambar 7. Faktor-faktor penting pada Flash Memory

- Kapasitas merupakan daya tampung Flash Memory untuk menyimpan data dalam satuan Megabyte (MB). Kapasitas merupakan faktor terpenting pada Flash Memory karena fungsinya sebagai penyimpan data. Kapasitas Flash Memory saat ini mulai dari 64MB, 128MB, 256MB, 512MB, 1GB, 2GB, 4GB & 8GB.
- Kecepatan merupakan seberapa besar data dapat ditransfer keluar masuk dari Flash Memory (transfer rate) dalam satuan Megabyte per-Secon (MB/s). Pada Flash Memory kecepatan kadangkali ditulis dalam satuan Speed yaitu (X). 1X artinya 150 KBps, jadi apabila suatu Flash Memory memiliki kecepatan 100X itu artinya 100 x 150 KBps = 15 MBps.
- Tipe merupakan interface teknologi yang digunakan, yaitu varian Flash Memory yg digunakan seperti Compact Flash, Multimedia Card, Secure Digital atau turunanannya.
- Kompatabilitas merupakan kesesuaian antara perangkat yg menggunakan flash dengan slot & fitur flash memory yg digunakan pada perangkat tersebut. Misalnya HP Nokia 6630 harus menggunakan MMC Mobile artinya hanya kompatibel dengan Flash Memory jenis itu.

Selain itu juga ada pengertian kompatibilitas slot dimana kesuaiam slot Flash Memory dengan tipe lainnya.

Tabel Kompatibilitas slot Flash Memory

Slot	Flash Memory	Addition
Compact Flash tipe-II (CF)	CF tipe I	N/A
	IBM Micro Drive	N/A
Secure Digital (SD)	MMC	N/A
	MMC RS	+ Converter
	MMC Mobile	+ Converter
	Micro MMC	+ Converter
	Mini SD	+ Converter
	Micro SD	+ Converter
Multimedia Card (MMC)	MMC RS	+ Converter
	MMC Mobile	+ Converter
	Micro MMC	+ Converter

Converter

Umumnya suatu varian Flash Memory yang berukuran kecil & merupakan turunan dapat menggunakan konverter agar tetap kompatibel dengan "induknya". Misalnya agar MMC Mobile dapat dibaca dengan Flash Card reader pada slot MMC, maka perlu dipasang suatu adapter agar ukuran menjadi sama dengan MMC (lihat gambar).



Gambar 8. Converter

* Converter juga kadang disebut sebagai Adapter.

Flash Memory v.s Hard Disk

Seiring dengan semakin besarnya marketshare flash memory, maka produsen Hard Disk tidak mau ketinggalan. Saat ini vendor Hard Disk, seperti Seagate membuat perangkat Hard Disk berukuran mini dengan kapasitas raksasa (GB) sehingga bisa digunakan pada slot Flash Memory, seperti Compact Flash. Seagate telah memproduksi Hard Disk Seagate ST1 yang

bekuruan 1 inchi dan Hard Disk berukuran Compact Flash (lihat gambar). ST1 digunakan pada perangkat2 player mini seperti MP3 & Video iPod, sedangkan Seagate Compact Flash dapat digunakan pada semua perangkat Camera Digital Resolusi tinggi yang ada.



Gambar 9. Hard Disk berukuran kecil buatan Seagate

RAM

RAM (Random Access Memory) adalah salah satu memory didalam komputer yang bersifat sementara (apabila komputer dimatikan maka semua intruksi maupun data yang ada di memory akan hilang) yang digunakan untuk menampung instruksi atau program, untuk memproses data-data yang telah diproses dan menunggu untuk dikirim ke output device, secondary storage atau juga communication device. Sebagai contoh di dalam task manager di bagian processes ada memory usage, program-program itu disimpan sementara di dalam RAM.
Kata “memory” digunakan untuk menggambarkan suatu sirkuit elektronik yang mampu untuk menampung data dan juga instruksi program. Memory dapat dibayangkan sebagai suatu ruang kerja bagi komputer dan memory juga menentukan terhadap ukuran dan jumlah program yang bisa juga jumlah data yang bisa diproses. Memory terkadang disebut sebagai primary storage, primary memory, main storage, main memory, internal storage. Ada beberapa macam tipe dari memory komputer, yaitu:

1. random access memory (RAM)
2. read only memory (ROM)
3. CMOS memory
4. virtual memory

Memori berfungsi menyimpan sistim aplikasi, sistem pengendalian, dan data yang sedang beroperasi atau diolah. Semakin besar kapasitas memori akan meningkatkan kemapuan komputer tersebut. Memori diukur dengan KB atau MB. Random Access Memory (RAM), merupakan bagian memory yang bisa digunakan oleh para pemakai untuk menyimpan program dan data. Kebanyakan dari RAM disebut sebagai barang yang volatile. Artinya adalah jika daya listrik dicabut dari komputer dan komputer tersebut mati, maka semua konten yang ada di dalam RAM akan segera hilang secara permanen.

Karena RAM bersifat temporer dan volatile, maka orang menciptakan suatu media penyimpanan lain yang sifatnya permanen. Ini biasanya disebut sebagai secondary storage.

Secondary storage bersifat tahan lama dan juga tidak volatile, ini berarti semua data atau program yang tersimpan di dalamnya bisa tetap ada walaupun daya atau listrik dimatikan. Beberapa contoh dari secondary storage ini misalnya adalah magnetic tape, hardisk, magnetic disk dan juga optical disk.

Jenis-jenis RAM

Berdasarkan cara kerja:

1. **Dynamic RAM (DRAM)**
    1. Fast Page Mode DRAM (FPM DRAM)
    2. Extended Data Output DRAM (EDO DRAM)
    3. Synchronous DRAM (SDRAM)
    4. Rambus DRAM (RDRAM)
    5. Double Data Rate SDRAM (DDR SDRAM)
    6. Untuk video :
        1. Video RAM (VRAM)
        2. Windows RAM (WRAM)
        3. Synchronous Graphic RAM (SGRAM)

2. **Static RAM (SRAM)**

Berdasarkan Module:

1. **Single Inline Memory Module (SIMM)**

    Mempunyai kapasitas 30 atau 72 pin. Memori SIMM 30 pin untuk kegunaan PC zaman 80286 sehingga 80486 dan beroperasi pada 16 bit. Memory 72 pin banyak digunakan untuk PC berasaskan Pentium dan beroperasi pada 32 bit. Kecepatan dirujuk mengikuti istilah ns (nano second) seperti 80ns, 70ns, 60ns dan sebagainya. Semakin kecil nilainya maka kecepatan lebih tinggi. DRAM (dynamic RAM) dan EDO RAM (extended data-out RAM) menggunakan SIMM. DRAM menyimpan bit di dalam suatu sel penyimpanan (storage sell) sebagai suatu nilai elektrik (electrical charge) yang harus di-refesh beratus-ratus kali setiap saat untuk menetapkan (retain) data. EDO RAM sejenis DRAM lebih

cepat, EDO memakan waktu dalam output data, dimana ia memakan waktu di antara CPU dan RAM. Memori jenis ini tidak lagi digunakan pada komputer akhir-akhir ini .

2. **Double Inline Memory Module (DIMM)**

   Berkapasitas 168 pin, kedua belah modul memori ini aktif, setiap permukaan adalah 84 pin. Ini berbeda daripada SIMM yang hanya berfungsi pada sebelah modul saja. Menyokong 64 bit penghantaran data. SDRAM (synchronous DRAM) menggunakan DIMM. Merupakan penganti dari DRAM, FPM (fast page memory) dan EDO. SDRAM pengatur (synchronizes) memori supaya sama dengan CPU clock untuk pemindahan data yang lebih cepat. dan terdapat dalam dua kecepatan iaitu 100MHz (PC100) dan 133MHz (PC133).

3. **RIMM (Rambus)**

   Dulu dikenali sebagai RDRAM. Adalah sejenis SDRAM yang dibuat oleh Rambus. DRDRAM digunakan untuk CPU dari Intel yang berkecepatan tinggi. Pemindahan data sama seperti DDR SDRAM tetapi mempunyai dua saluran data untuk meningkatkan kemampuan. Juga dikenali sebagai PC800 yang kerkelajuan 400MHz. Beroperasi dalam bentuk 16 bit bukan 64 bit. Pada saat ini terdapat DRDRAM berkecepatan 1066MHz yang dikenal dengan RIMM (Rambus inline memory module). DRDRAM model RIMM 4200 32-bit menghantar 4.2gb setiap saat pada kecepatan 1066MHZ.

Berdasarkan jumlah pin: 30 pin, 72 pin, 168 pin. Berdasarkan kecepatannya (nanosecond)

Terdapat beberapa jenis RAM yang beredar dipasaran hingga saat ini yaitu :

1. **FPM DRAM (Fast Page Mode Random Access Memory)**

   Adalah RAM yang paling pertama kali ditancapkan pada slot memori 30 pin mainboard komputer, dimana RAM ini dapat kita temui pada komputer type 286 dan 386. Memori jenis ini sudah tidak lagi diproduksi.

2. **EDO RAM (Extended Data Out Random Access Memory)**

   RAM jenis ini memiliki kemampuan yang lebih cepat dalam membaca dan mentransfer data dibandingkan dengan RAM biasa. Slot memori untuk EDO – RAM adalah 72 pin. Bentuk EDO-RAM lebih panjang daripada RAM yaitu bentuk Single Inline Memory Modul (SIMM). Memiliki kecepatan lebih dari 66 Mhz

3. **BEDO RAM (Burst EDO RAM)**

   RAM yang merupakan pengembangan dari EDO RAM yang memiliki kecepatan lebih dari 66 MHz.

4. **SD RAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory)**

   RAM jenis ini memiliki kemampuan setingkat di atas EDO-RAM. Slot memori untuk SD RAM adalah 168 pin. Bentuk SD RAM adalah Dual Inline Memory Modul (DIMM). Memiliki kecepatan di atas 100 MHz.

5. **RD RAM (Rambus Dynamic Random Access Memory)**

   RAM jenis ini memiliki kecepatan sangat tinggi, pertama kali digunakan untuk komputer dengan prosesor Pentium 4. Slot Memori untuk RD RAM adalah 184 pin. Bentuk RD RAM adalah Rate Inline Memory Modul (RIMM). Memiliki kecepatan hingga 800 MHz.

6. **DDR SDRAM (Double Data Rate Synchronous Dynamic RAM)**

   RAM jenis ini memiliki kecepatan sangat tinggi dengan menggandakan kecepatan SD RAM, dan merupakan RAM yang banyak beredar saat ini. RAM jenis ini mengkonsumsi sedikit power listrik. Slot Memori untuk DDR SDRAM adalah 184 pin, bentuknya adalah RIMM.

RAM terdiri dari sekumpulan chip. Chip-chip ini mampu untuk menampung:

1. data untuk diproses;
2. instruksi atau program, untuk memproses data;
3. data yang telah diproses dan menunggu untuk dikirim ke output device, secondary storage atau juga communication device;

4. instruksi sistem operasi yang mengontrol fungsi-fungsi dasar dari sistem komputer

Semua data dan program yang dimasukkan lewat alat input akan disimpan terlebih dahulu di main memory, khususnya di RAM yang merupakan memori yang dapat di akses, artinya dapat diisi dan diambil isinya oleh programmer.

DDR SDRAM

DDR SDRAM kependekan dari **Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory**. Secara fisik DDR SDRAM adalah IC memori yang sering digunakan dalam komputer. Sesuai dengan namanya (DDR, Double Data Rate), memori ini memiliki bandwidth dua kali lipat memori SDRAM. Dalam satu siklus detak (clock cycle) mampu menstranmisi dua data (double pumped, dual pumped, double transition), yaitu pada saat kurva clock signal sedang tinggi dan saat kurva clock signal sedang turun. Modul DDR SDRAM pertama kali diperkenalkan dan digunakan untuk PC pada tahun 2000.
DDR SDRAM merupakan jenis DRAM 64 bit. Dengan demikian laju transfer data maksimum DDR SDRAM adalah 16 kali frekuensi bus memorinya (2 x 8 x frekuensi bus memori). Misalkan frekuensi bus memorinya adalah 100 MHz, maka laju transfer data maksimum adalah 1600 MB/s (1600 MB per detik), yang diperoleh dari perhitungan:
2 x 8 x 100 = 1600 MB/s
Angka 2, menyatakan nilai DDR (double pump), transmisi data terjadi dua kali per siklus detak.
Angka 8, menyatakan lebar bus memori dalam satuan byte (64 bit = 8 byte).
Angka 100, menyatakan frekuensi (clock speed) bus memori (100 MHz).
Perlu diketahui bahwa DDR SDRAM menggunakan teknologi DDR (Double Data Rate) hanya untuk jalur pengiriman data, sedangkan Address dan Control signals masih menggunakan teknologi SDR (Single Data Rate).
Berikut ini disajikan laju transfer data maksimum (bandwidth maksimum) beberapa DDR SDRAM standar.

Konversi laju transfer modul memori DDR SDRAM

Frekuensi bus memori (MHz)	Nama standar	Lama waktu per cycle (ns)	Nama modul memori	Laju transfer data maksimum modul memori (MB/s)	
				Single channel	Dual channel
100	DDR-200	10	PC-1600	1600	3200
133	DDR-266	7,5	PC-2100	2100	4200
150	DDR-300	6,67	PC-2400	2400	4800
166	DDR-333	6	PC-2700	2700	5400
200	DDR-400	5	PC-3200	3200	6400

Antara DDR SDRAM satu dengan lainnya pada prinsipnya tidak terdapat perbedaan arsitektural, perbedaan hanya terjadi pada kecepatan/frekuensi bus-nya saja. Misalnya, PC- 2100 didesain berjalan pada frekuensi bus (clock) 133 MHz, sedangkan PC-3200 didesain berjalan pada frekuensi bus (clock) 200 MHz. Semakin tinggi frekuensi bus memorinya, semakin cepat transmisi data yang kerjakan oleh DDR SDRAM.

DDR SDRAM biasanya dapat diatur agar bekerja lebih cepat dari frekuensi bus standar-nya atau bekerja lebih lambat dari frekuensi bus standar-nya. Pada prakteknya, pengaturan DDR SDRAM agar bekerja dengan kecepatan melebihi frekuensi bus standarnya, disebut dengan istilah overclocking. Sedangkan bila diatur agar bekerja dengan kecepatan lebih lambat dari frekuensi bus standarnya, disebut underclocking. Pengertian overclocking dan underclocking pada DDR SDRAM ini analogis dengan pengertian overclocking dan underclocking pada prosesor. Pada dasarnya, overclocking adalah upaya peningkatan frekuensi clock, sedangkan underclocking adalah penurunan frekuensi clock.

DDR SDRAM yang digunakan untuk komputer PC Desktop umumnya bertipe DIMM yang memiliki 184 pin. Jumlah pin ini lebih banyak dibandingkan SDRAM yang juga bertipe DIMM yang hanya memiliki 168 pin. Namun, jumlah pin tersebut lebih rendah dibandingkan DDR2 SDRAM yang memiliki 240 pin. Dengan demikian, secara fisik, DDR SDRAM mudah dibedakan dari SDRAM maupun dari DDR2 SDRAM.

DDR SDRAM yang digunakan untuk PC Desktop berbeda dengan DDR SDRAM yang digunakan untuk komputer laptop/notebook. DDR SDRAM untuk komputer laptop disebut DDR SO-DIMM yang memiliki 200 pin. DDR2 SO-DIMM juga memiliki 200 pin. DDR SDRAM didesain beroperasi pada tegangan 2,5 Volt (bandingkan dengan SDRAM yang didesain beroperasi pada tegangan

3,3 Volt). Khusus untuk chip atau modul standar DDR-400 (PC-3200) didesain bekerja pada tegangan 2,6 Volt. Jelas bahwa DDR SDRAM lebih hemat energi dibandingkan SDRAM. Oleh karena itu, DDR SDRAM cocok digunakan untuk komputer laptop karena dapat lebih menghemat energi battery dibandingkan SDRAM. Kompatibilitas DRAM dipasangkan pada motherboard sangat bergantung pada prosesor dan chipset yang terdapat pada motherboard tersebut. Dalam hal ini, chipset berperanan sangat penting, karena chipsetlah yang menentukan/mengatur jenis atau tipe memori apa yang sesuai atau dapat dipasangkan pada motherboard tersebut, bahkan juga mengatur/menentukan kapasitas dan jumlah modul memori yang dapat dipasangkan. Sekarang ini tidak sedikit chipset-chipset baru yang menggunakan tipe memory (DDR SDRAM) berkonfigurasi dual channel yang memiliki bandwidth dua atau empat kali lipat memori single channel.

Karakteristik Chip DDR SDRAM

- Daya tampung data sebuah chip DRAM, atau biasa disebut kepadatan data yang bisa ditampung dalam sebuah chip DRAM biasanya diukur dengan satuan megabit. Sebagai contoh, 256 Mbit. Nilai 256 Mbit (megabit) setara dengan 32 MB (megabyte). Nilai 32 MB diperoleh dari perhitungan:

$$\frac{256 \text{ Mbit}}{8 \text{ bit}} = 32 \text{ MB}, \quad \text{sebab} \quad 1 \text{ MB} = 8 \text{ bit}$$

- Untuk chip DRAM yang berdaya tampung 512 Mbit, maka nilai 512 Mbit tersebut setara dengan 64 MB. Nilai ini diperoleh dari perhitungan:

$$\frac{512 \text{ Mbit}}{8 \text{ bit}} = 64 \text{ MB}$$

Daya tampung data (kapasitas) setiap chip yang terpasang dalam satu modul adalah sama.

Karakteristik Module DDR SDRAM

- Chip dalam satu modul biasanya berjumlah 8 atau kelipatan dari angka 8 untuk modul non ECC, sedangkan jumlah chip untuk modul ECC biasanya 9 atau kelipatan 9. DRAM ECC, menggunakan satu bit dari setiap bytenya untuk error correction. Chip-chip tersebut umumnya berjajar menempati satu sisi/satu permukaan modul (single sided),

atau berjajar menempati kedua sisi/kedua permukaan modul (dual sided). Jumlah chip maksimum dalam satu modul adalah 36 buah chip (9×4). Ukuran fisik chip pada modul DDR SDRAM yang memiliki 36 chip, biasanya lebih kecil dibandingkan modul DDR SDRAM yang memiliki 9 atau 18 chip. Deretan chip yang terdapat pada keping memori biasanya disebut dengan istilah chipset module.



ECC kependekan dari ***Error Code Correction***, namun, sering juga dikatakan kependekan dari ***Error Checking and Correction***. Memori ECC adalah memori yang dilengkapi dengan chip memori cadangan sehingga sistem masih bisa berjalan meskipun salah satu chip memori gagal berfungsi. Memori ini memiliki jalur data (byte) ekstra yang digunakan untuk mengkoreksi kesalahan-kesalahan kecil dan mendeteksi kesalahan-kesalahan umum untuk meningkatkan kepercayaan yang lebih baik.

Di pasaran, modul SODIMM 144 pin (SDRAM) yang tersedia adalah versi non ECC (***Error Code Correction***). Versi ECC belum pernah ditemukan. Kapasitas memori terbesar yang tersedia di pasaran Indonesia sebesar 512 Mb (tahun 2007). Saat bekerja, memori ini memerlukan tegangan sebesar 3,3 volt.

SODIMM 200 pin (DDR-SDRAM) banyak digunakan untuk laptop/notebook kelas atas yang mengutamakan performa dan kinerja tinggi. Konsumsi dayanya lebih irit yaitu 2,5 volt, sehingga dapat menghemat batere agar bertahan lebih lama. Di pasaran, tersedia versi ECC maupun non ECC. Versi ECC memiliki kinerja lebih baik dibandingkan versi non ECC. Namun, semua ini memerlukan dukungan chipset dan motherboard yang sesuai agar dapat bekerja dengan sempurna

- Pada satu sisi (satu permukaan) sebuah modul DRAM dapat dipasangkan satu atau dua dereten chip DRAM, sehingga pada dua sisi (dua permukaan) sebuah modul DRAM dapat dipasangkan total dua atau empat dereten chip DRAM. Bila sebuah modul memiliki total lebih dari satu deretan chip DRAM, maka memory controller secara periodik/bergantian perlu menutup atau membuka operasi deretan chip tadi, karena hanya satu deretan chip DRAM yang bisa diaktifkan ketika komputer sedang aktif bekerja.
- Seperti halnya SDRAM, tipe kemasan DDR SDRAM ada yang DIMM (untuk PC desktop), ada pula yang SO DIMM (untuk laptop/notebook).

- Daya yang dibutuhkan untuk operasional DDR SDRAM akan meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan (clock speed) DDR SDRAM.
- Seperti SDRAM, kecepatan DDR SDRAM juga dipengaruhi oleh memori latency (DDR SDRAM latency) yang terdiri dari tCAS (CAS latency), tRCD, tRP, dan tRAS.
- Patut dicatat bahwa karakteristik chip dan modul DDR SDRAM merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Keduanya saling berkaitan. Karena daya tampung data pada setiap chip adalah sama (seragam), maka kapasitas atau daya tampung data modul memori ditentukan oleh besar kapasitas per chip dikalikan jumlah chip yang terpasang pada modul.

Kepadatan memori (memory density)

DDR SDRAM PC3200 dirancang bekerja dengan kecepatan (clock rate) 200 MHz. Chip yang digunakan adalah chip DDR-400. Oleh karena jenis DRAM ini menggunakan teknologi DDR, maka dapat dikatakan bahwa kecepatan efektifnya (effective clock rate) sebesar 400 MHz. Dengan demikian DDR SDRAM PC3200 memiliki bandwidth 3200 MB/s.
Modul DDR SDRAM PC3200 non-ECC (184 pin) berkapasitas 1GB yang banyak beredar di pasaran Indonesia, umumnya mempunyai 16 chip yang terpasang berjajar pada kedua sisi (side) modul, masing-masing sisi berisi 8 chip. Daya tampung data setiap chip-nya 512 Mbit. Secara individual, chip ini tersusun dari 64 M (64 juta) unit penyimpanan, lebar data 8 bit (x8). RAM yang diproduksi dengan rancangan seperti ini disebut Low Density DDR SDRAM (RAM berkepadatan rendah).
Modul DDR SDRAM PC3200 non-ECC berkapasitas 1 GB yang memiliki spesifikasi sama seperti di atas, namun secara individual, setiap chip-nya tersusun dari 128 M (128 juta) unit penyimpanan, lebar data 4 bit (x4), disebut High Density DDR SDRAM (RAM berkepadatan tinggi). Secara visual, sedikit sekali perbedaan antara Low Density DDR SDRAM dengan High Density DDR SDRAM.
Perusahaan Samsung diketahui memproduksi chip untuk modul DDR SDRAM PC3200 berkepadatan tinggi (High Density DDR SDRAM). Terdapat dua versi ukuran fisik chip yang

diproduksi oleh Samsung, yaitu chip yang berukuran 22 x 10 mm, dan chip yang berukuran 12 x 9 mm. Chip berkepadatan tinggi produk Samsung ini dapat dikenali dengan mudah melalui kode angka yang tertera (tertulis) pada permukaan chip. Jika karakter keenam dan ketujuh dari deretan kode tersebut adalah '04' (misalnya K4H510438D-UCCC), maka lebar datanya 4 bit (x4), hal ini menunjukkan chip tersebut adalah chip berkepadatan tinggi (High Density). Jika karakter tersebut adalah '08', maka lebar datanya 8 bit (x8), hal ini menunjukkan chip tersebut adalah chip berkepadatan rendah (Low Density).

MDDR

MDDR kependekan dari Mobile DDR SDRAM. Type memori ini banyak digunakan pada peralatan elektronik 'portable' (mudah dibawa kemana-mana), misalnya telepon 'mobile' dan digital audio players. MDDR bekerja pada tegangan 1,8 Volt, merupakan tegangan yang tergolong rendah, hemat energi, kebutuhan daya rendah (dibandingkan dengan DDR SDRAM standar yang bekerja pada tegangan 2,5 Volt).

Dynamic Random Access Memory

Random akses memori dinamis (DRAM) merupakan jenis random akses memori yang menyimpan setiap bit data yang terpisah dalam kapasitor dalam satu sirkuit terpadu. Karena kapasitornya selalu bocor, informasi yang tersimpan akhirnya hilang kecuali kapasitor itu disegarkan secara berkala. Karena kebutuhan dalam penyegaran, hal ini yang membuatnya sangat dinamis dibandingkan dengan memori (SRAM) statik memori dan lain-lain.

Keuntungan dari DRAM adalah kesederhanaan struktural: hanya satu transistor dan kapasitor yang diperlukan per bit, dibandingkan dengan empat di Transistor SRAM. Hal ini memungkinkan DRAM untuk mencapai kepadatan sangat tinggi. Tidak seperti flash memori, memori DRAM itu mudah "menguap" karena kehilangan datanya bila kehilangan aliran listrik.

Prinsip Kerja

DRAM biasanya diatur dalam persegi array satu kapasitor dan transistor per sel. Panjang garis yang menghubungkan setiap baris dikenal sebagai "baris kata". Setiap kolom sedikitnya terdiri dari dua baris, masing-masing terhubung ke setiap penyimpanan sel di kolom. Mereka biasanya dikenal sebagai + dan - bit baris. Amplifier perasa pada dasarnya adalah sepasang inverters lintas yang terhubung antara bit baris. Yakni, inverter pertama terhubung dari + bit baris ke - bit baris, dan yang kedua terhubung dari - baris ke bit + baris. Untuk membaca bit baris dari kolom, terjadi operasi berikut:

DRAM biasanya diatur dalam persegi array satu kapasitor dan transistor per sel. Panjang garis yang menghubungkan setiap baris dikenal sebagai "baris kata". Setiap kolom sedikitnya terdiri dari dua baris, masing-masing terhubung ke setiap penyimpanan sel di kolom. Mereka biasanya dikenal sebagai + dan - bit baris. Amplifier perasa pada dasarnya adalah sepasang inverters lintas yang terhubung antara bit baris. Yakni, inverter pertama terhubung dari + bit baris ke - bit baris, dan yang kedua terhubung dari - baris ke bit + baris. Untuk membaca bit baris dari kolom, terjadi operasi berikut:

1. Amplifier perasa dinonaktifkan dan bit baris di precharge ke saluran yang tepat sesuai dengan tegangan yang tinggi antara menengah dan rendahnya tingkat logika. Bit baris yang akan dibangun simetris agar mereka seimbang dan setepat mungkin.
2. Precharge sirkuit dinonaktifkan. Karena bit baris yang sangat panjang, kapasitas mereka akan memegang precharge tegangan untuk waktu yang singkat. Ini adalah contoh dari logika dinamis.
3. "Baris kata" yang dipilih digerakkan tinggi. Ini menghubungkan satu kapasitor penyimpanan dengan salah satu dari dua baris bit. Charge ini dipakai bersama-sama oleh penyimpanan sel terpilih dan bit baris yang sesuai, yang sedikit mengubah tegangan pada baris.Walaupun setiap usaha dilakukan untuk menjaga kapasitas di penyimpanan sel tinggi dan kapasitas dari baris bit rendah, Kapasitasnya proporsional sesuai ukuran fisik, dan panjang saluran bit baris yang berarti efek net yang sangat kecil gangguan per satu bit baris tegangan.

4. Amplifier perasa diaktifkan. Tanggapan positif (Positive feedback) mengambil alih dan menperkecil perbedaan tegangan kecil sampai satu baris bit sepenuhnya rendah dan yang lain sepenuhnya tinggi.Pada tahap ini, baris "terbuka" dan kolom dapat dipilih.
5. Read data from the DRAM is taken from the sense amplifiers, selected by the column address. Membaca data dari DRAM diambil dari amplifiers perasa, dipilih oleh kolom alamat. Banyak proses membaca dapat dilakukan saat baris terbuka dengan cara ini.
6. Sambil membaca, saat ini mengalir cadangan yang bit baris dari perasa amplifiers untuk penyimpanan sel. Ini kembali dalam charge (refresh) penyimpanan sel. Karena panjang bit baris, hal ini membutuhkan waktu yang cukup lama pada perasa amplifikasi, dan tumpang tindih dengan satu atau lebih kolom.
7. Saat selesai dengan baris saat ini, baris kata dinonaktifkan untuk penyimpanan kapasitor (baris "tertutup"), perasa amplifier dinonaktifkan, dan bit baris diprecharged lagi.

Biasanya, produsen menetapkan bahwa setiap baris harus refresh setiap 64 ms atau kurang, menurut standar JEDEC . Refresh logika umumnya digunakan dengan DRAMs untuk me-refresh secara otomatis. Hal ini membuat sirkuit yang lebih rumit, tetapi ini biasanya kekecewaan terhapuskan oleh fakta bahwa DRAM adalah lebih murah dan kapasitas lebih besar dari SRAM. Beberapa sistem refresh setiap baris dalam sebuah lingkaran yang ketat terjadi sekali setiap 64 ms.Sistem lain refresh satu baris pada satu waktu - misalnya, dengan sistem 2 13 = 8192 baris akan memerlukan refresh rate dari satu baris setiap 7,8 µs (64 ms / 8192 baris). Beberapa waktu-nyata sistem refresh sebagian memori pada satu waktu berdasarkan waktu eksternal yang memerintah pengoperasian dari sistem, seperti blanking interval vertikal yang terjadi setiap 10 sampai 20 ms video dalam peralatan. Semua metode memerlukan beberapa jenis counter untuk melacak yang baris berikutnya adalah untuk refresh. Hampir semua DRAM chips yang memasukan counter; beberapa jenis yang tua memerlukan refresh logika eksternal. (Pada beberapa kondisi, sebagian besar data di DRAM dapat dipulihkan walaupun belum DRAM refresh selama beberapa menit.)

Waktu Memori(Memory Timing)

	"50 ns"	"60 ns"	Deskripsi
t_{RC}	84 ns	104 ns	Siklus waktu membaca atau menulis random
t_{RAC}	50 ns	60 ns	Waktu akses: / RAS rendah untuk keluar data yang valid
t_{RCD}	11 ns	14 ns	/Rendah untuk RAS / CAS rendah waktu
t_{RAS}	50 ns	60 ns	/RAS lebar pulse (minimum / RAS rendah waktu)
t_{RP}	30 ns	40 ns	/Waktu RAS precharge (minimal / RAS tinggi waktu)
t_{PC}	20 ns	25 ns	Siklus waktu membaca atau menulis mode halaman (/CAS to /CAS)
t_{AA}	25 ns	30 ns	Waktu akses: Kolom alamat sah berlaku data keluar
t_{CAC}	13 ns	15 ns	Waktu akses: / CAS berlaku rendah untuk keluar data
t_{CAS}	8 ns	10 ns	/CAS rendah lebar pulse minimum

Kemasan DRAM

Dinamis random akses memori yang diproduksi sebagai sirkuit terpadu(ICS) disimpan dalam gudang dan dimount ke dalam paket plastik dengan logam pin untuk koneksi ke kontrol sinyal dan bus. Saat ini, ini adalah paket DRAM pada umumnya sering dikumpulkan ke modul plug-in untuk penanganan lebih mudah. Beberapa jenis modul standar adalah:

- DRAM chip (Integrated Circuit or IC)
- Dual in-line Package (DIP)
- DRAM (memory) modules
- Single In-line Pin Package (SIPP)
- Single In-line Memory Module (SIMM)
- Dual In-line Memory Module (DIMM)
- Rambus In-line Memory Module (RIMM), teknisnya DIMMs tetapi disebut RIMMs karena

keeksklusifan slot.

- Small outline DIMM (SO-DIMM), sekitar setengah ukuran DIMMs biasa, sebagian besar digunakan dalam notebook,komputer ukuran kecil (seperti mini-ITX Motherboard), upgradable kantor printer dan perangkat keras jaringan seperti router. Datang dalam versi:
    - 72 pins (32-bit)
    - 144 pins (64-bit) yang digunakan untuk PC100/PC133 SDRAM
    - 200 pins (72-bit) yang digunakan untuk DDR and DDR2
    - 204 pin (72-bit) yang digunakan untuk DDR3
- Small outline RIMM (SO-RIMM).Versi yang lebih kecil RIMM, yang digunakan pada laptop. Teknis SO-DIMMs tetapi disebut-SO RIMMs karena keeksklusifan slot
- **Stacked v. non-stacked RAM modules**
    - Stacked RAM modules berisi dua atau lebih RAM chips ditumpuk di atas satu sama lain. This allows large modules (like 512mb or 1Gig SO-DIMM) to be manufactured using cheaper low density wafers. Hal ini memungkinkan modul besar (seperti 1Gig atau 512mb SO-DIMM)diproduksi murah dengan kepadatan rendah.Stacked chip mendatangkan lebih banyak tenaga listrik.

Modul DRAM Umum

1. DIP 16-pin (DRAM chip, biasanya pra-FPRAM)
2. SIPP (usually FPRAM)
3. SIMM 30-pin (biasanya FPRAM)
4. SIMM 72-pin (sering EDO RAM tetapi FPM tidak biasa)
5. DIMM 168-pin (SDRAM)
6. DIMM 184-pin (DDR SDRAM)
7. RIMM 184-pin (RDRAM)
8. DIMM 240-pin (DDR2 SDRAM/DDR3 SDRAM)

SRAM

Memori akses acak statik (bahasa Inggris: Static Random Access Memory, SRAM) adalah sejenis memori semikonduktor.

Kata "statik" menandakan bahwa memori memegang isinya selama listrik tetap berjalan, tidak seperti RAM dinamik (DRAM) yang membutuhkan untuk "disegarkan" ("refreshed") secara periodik. Hal ini dikarenakan SRAM didesain menggunakan transistor tanpa kapasitor. Tidak adanya kapasitor membuat tidak ada daya yang bocor sehingga SRAM tidak membutuhkan refresh periodik. SRAM juga didesain menggunakan desain cluster enam transistor untuk menyimpan setiap bit informasi. Desain ini membuat SRAM lebih mahal tapi juga lebih cepat jika dibandingkan dengan DRAM. Secara fisik chip, biaya pemanufakturan chip SRAM kira kira tiga puluh kali lebih besar dan lebih mahal daripada DRAM. Tetapi SRAM tidak boleh dibingungkan dengan memori baca-saja dan memori flash, karena ia merupakan memori volatil dan memegang data hanya bila listrik terus diberikan.

Akses acak menandakan bahwa lokasi dalam memori dapat diakses, dibaca atau ditulis dalam waktu yang tetap tidak memperdulikan lokasi alamat data tersebut dalam memori.

Chip SRAM lazimnya digunakan sebagai chace memori , hal ini terutama dikarenakan kecepatannya. Saat ini SRAM dapat diperoleh dengan waktu akses dua nano detik atau kurang , kira kira mampu mengimbangi kecepatan processor 500 MHz atau lebih.

Jenis SRAM

Berdasarkan jenis transistor

- bipolar (sekarang tidak banyak digunakan: mengkonsumsi banyak listrik namun sangat cepat)
- CMOS (jenis paling umum)

Berdasarkan fungsi

- Asynchronous (independent of clock frequency, data-in and data out are controlled

by address transistion).

- Synchronous (all timings are initiated by the clock rise/fall time. Address, data-in and other control signals are associated with the clock signals) .

SDRAM

Synchronous Dynamic Random Access Memory (disingkat menjadi SDRAM) merupakan sebuah jenis memori komputer dinamis yang digunakan dalam PC dari tahun 1996 hingga 2003. SDRAM juga merupakan salah satu jenis dari memori komputer kategori solid-state.

SDRAM, pada awalnya berjalan pada kecepatan 66 MHz untuk dipasangkan dengan prosesor Intel Pentium Pro/Intel Pentium MMX/Intel Pentium II, dan terus ditingkatkan menjadi kecepatan 100 MHz (dipasangkan dengan Intel Pentium III/AMD Athlon), hingga mentok pada kecepatan 133 MHz (dipasangkan dengan Intel Pentium 4 dan AMD Athlon/Duron). Popularitasnya menurun saat DDR-SDRAM yang mampu mentransfer data dua kali lipat SDRAM muncul di pasaran dengan chipset yang stabil. Setelah itu, akibat produksinya yang semakin dikurangi, harganya pun melonjak tinggi, dengan permintaan pasar yang masih banyak; dengan kapasitas yang sama dengan DDR-SDRAM, harganya berbeda kira-kira Rp. 150000 hingga 250000.